



HAL
open science

Rôle des pratiques de gestion génétique dans l'adéquation entre troupeaux de races locales et conduite pastorale

Lola Perucho

► To cite this version:

Lola Perucho. Rôle des pratiques de gestion génétique dans l'adéquation entre troupeaux de races locales et conduite pastorale. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Montpellier; Institut National d'Etudes Supérieures Agronomiques de Montpellier, 2018. Français. NNT: . tel-02789793

HAL Id: tel-02789793

<https://hal.inrae.fr/tel-02789793v1>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE MONTPELLIER SUPAGRO

En Sciences Agronomiques

École doctorale GAIA – Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, terre, Eau
Portée par l'Université de Montpellier

Unité de recherche 0045 – Laboratoire de Recherches sur le Développement de l'Élevage (LRDE)
Unité de recherche 112 – Systèmes d'Élevage Méditerranéens et Tropicaux (SELMET)

Rôle des pratiques de gestion génétique dans l'adéquation entre troupeaux de races locales et conduites pastorales

Présentée par Lola PERUCHO
Le 7 décembre 2018

Sous la direction de Charles-Henri MOULIN

Devant le jury composé de

Charles-Henri MOULIN, Professeur, Montpellier SupAgro
Stéphane DE TOURDONNET, Professeur, Montpellier SupAgro
Etienne VERRIER, Professeur, AgroParisTech
Gilles BRUNSCHWIG, Professeur, VetAgro Sup
Anne LAUVIE, Chargée de Recherche, INRA
Christina LIGDA, Senior Researcher, VRI - Hellenic Agricultural Organization

Directeur de thèse
Président du jury
Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur



UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER



A Aristides,

A mes parents,

Remerciements

Pour leur accompagnement bienveillant et leur disponibilité tout au long de ces trois ans, j'adresse mes sincères remerciements à mon directeur et mes trois encadrants, dont je mesure le rôle essentiel dans l'aboutissement de ce travail de thèse. Merci à Charles-Henri Moulin, qui a accepté de diriger ce travail, pour sa capacité à toujours voir, dans les petits pas, « quelque chose d'intéressant » ; pour sa faculté à faire émerger les idées qui permettent d'avancer, et à synthétiser celles qui prennent trop de place, tout cela avec le sourire. Je tiens à remercier également Anne Lauvie, qui m'a permis de travailler sur ce sujet de thèse, pour son encadrement consciencieux et constant, empreint de beaucoup d'humanité, d'éthique et de rigueur ; merci d'avoir enrichi cette expérience par l'éclairage salutaire des sciences sociales sur la gestion des populations animales. J'exprime toute ma reconnaissance à Christina Ligda, qui m'a accordé sa confiance et un soutien sans faille dans l'aboutissement et la valorisation des travaux de thèse, entre rigueur scientifique, simplicité et gentillesse. Je souhaite lui témoigner mon estime pour son engagement sincère à mettre ses compétences au service de l'amélioration des conditions de travail des élèves grecs et sa profonde conviction dans le dialogue entre chercheurs et professionnels. Enfin, je tiens à remercier Jean-Christophe Paoli, sans qui je n'aurais pas eu cette opportunité de thèse. Merci à lui de m'avoir montré, par son esprit critique, sa connaissance du sujet et son expérience, comment prendre du recul sur mes données de terrain ; d'avoir accompagné l'évolution de cette thèse avec patience et bienveillance, dans un courageux équilibre entre travail d'encadrement et respect de mes choix.

Je remercie François Casabianca, Ioannis Hadjigeorgiou, Pierre-Yves Le Gal et Vincent Thénard, qui ont accepté de faire partie du comité de thèse. Ils m'ont apporté une aide précieuse grâce à leurs regards complémentaires et leurs remarques toujours constructives. J'adresse un remerciement tout particulier à Ioannis Hadjigeorgiou, qui a contribué à la réalisation de mon travail de terrain en Thessalie et a toujours répondu avec enthousiasme et précision à mes sollicitations lors de l'analyse et la valorisation des données de la thèse.

Merci à Etienne Verrier et Gilles Brunschwig, qui ont accepté d'être rapporteurs, pour l'intérêt et le temps qu'ils ont porté à mon travail. Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à Stéphane de Tourdonnet pour avoir bien voulu évaluer mon travail dans le cadre du jury de thèse.

Je souhaite exprimer toute mon estime et mon amitié à Jean-Yves Gambotti, qui a pleinement participé à la réalisation de mon travail de terrain en Corse, a œuvré avec compétence et persévérance à la collecte de données de terrain, a adouci les difficultés du terrain par son humour et sa gentillesse, a enrichi tous ces moments de travail par sa connaissance de la filière ovine et du milieu agricole en Corse. Ses compétences en zootechnie sont un élément essentiel des activités de recherche sur l'élevage Corse. Merci à lui de m'avoir beaucoup aidée, et d'être de ces personnes de confiance qui donnent tout son sens au travail en équipe.

Remerciements

Mes remerciements vont aux personnes qui, plus ponctuellement, m'ont apporté leurs connaissances et leur temps pour que je puisse mener à bien ces travaux de thèse : Jean Michel Astruc et Julie Labatut pour leurs conseils, Quentin Blin pour son aide dans la collecte de données d'élevage et les professionnels de la filière ovine en Corse et en Thessalie. Merci notamment, en Corse, à Philippe Teinturier et Chjara Taglioferri, Jean-Baptiste Valentini, Marie-Pierre Bernardi, Isabelle Mariani, Sébastien Reversat et Marie-Claude Angelini, passionnés par leur métier et mus par une sincère volonté d'apporter leur aide à ceux qui la sollicitent ; à Athanasios Chontos, Directeur du *Livestock Genetic Resources Centre* de Karditsa et à l'ensemble du personnel du centre, pour l'aide qu'ils m'ont apportée et leur intérêt dans mon travail. Merci aux éleveurs qui ont bien voulu me recevoir, pour le temps qu'ils m'ont accordé. Je leur exprime toute mon admiration pour le courage dont ils font preuve. Enfin, je remercie les équipes de SELMET, du LRDE, du groupe zootechnie du SAD et du *Veterinary Research Institute* de m'avoir permis de présenter ma thèse et de bénéficier de regards extérieurs sur mon travail ; merci également au Directeur de l'*Industrial and Forage Crops Institute*, Christos Tsadilas, pour son accueil.

Ευχαριστώ τον κ. Αθανάσιο Χόντο, Προϊστάμενο του ΚΖΓΠ και όλο το προσωπικό για την βοήθεια που μου πρόσφεραν και το ενδιαφέρον τους. Ευχαριστώ επίσης, τους κτηνοτρόφους για το χρόνο τους και εκφράζω το θαυμασμό μου για το κουράγιο τους.

Je termine ces remerciements sur des références plus personnelles, avec la Corse, si belle et si vivante, où j'ai été accueillie avec une grande humanité et des rapports empreints d'intégrité. Un clin d'œil particulier à mes collègues et amis, ceux qui ont égayé mes journées autour d'un café, d'un feu de camp, de discussions pleines d'humour et de conseils bienveillants ; ceux qui m'ont permis de connaître différemment la Corse, dans un village en Balagne, un jardin au cœur de l'île, une cabane sur la mer ou un apéro d'au-revoir. Jean-Michel, Oscar, Joëlle, Annet, Morgane, Raphael, Sébastien, Bastien, François, Isabelle, Nicolas L. et Nicolas P., merci. Pour les moments de partage et même d'amitié que je n'oublierai pas, merci à Tony, Christian, Pierre et Joseph, Magali et Jean-Jacques, Anthony, Antoine, Denis, Jean-Baptiste et Vincent. Merci, enfin, à l'équipe de SELMET de Montpellier, qui m'a offert un cadre optimal de travail à un moment où les échéances se sont précisées ; aux sourires du quotidien des uns et des autres ; à mes co-doctorants et amis, Arielle, Bérénice, Imad, Ollo, Segal et Yvane, toujours attentionnée.

Ευχαριστώ όσους ανθρώπους γνώρισα κατά την διάρκεια του διδακτορικού μου για την φιλοξενία τους. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά τον Αριστείδη, ένα φωτεινό παράδειγμα επαγγελματισμού και ήθους, για την πολύτιμη υποστήριξη του.

Enfin, je tiens à remercier ma famille, et en particulier mes grands-parents, qui ont vécu avec moi quelques soubresauts de cette thèse ; mes derniers mots vont à mes parents, qui m'ont permis d'arriver jusqu'ici, et accompagnent mes choix, sans relâche, avec constance et générosité. Merci.

Institutions et financements

Cette thèse a été réalisée à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), grâce à l'appui financier de la Collectivité Territoriale de Corse.

Cette thèse a aussi bénéficié des financements suivants :

- Le Contrat Plan Etat Région (CPER) 2015-2020 en Corse
- Les projets DOMESTIC (Diversity and sustainability of the sheep and goat sector) et PERFORM (Breeding and management practices towards resilient and productive sheep and goat systems based on locally adapted breeds), dans le cadre des programmes ARIMNET et ARIMNET2 (ERANET).
- Le département de Nutrition, Physiologie et Alimentation de l'Université d'Agronomie d'Athènes (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Productions réalisées durant le doctorat

- **Articles dans des revues à facteur d'impact**

Perucho, L., Hadjigeorgiou, I., Lauvie, A., Moulin, C.H., Paoli, J.C., Ligda, C., 2018. Challenges for local breed management in Mediterranean dairy sheep farming: insights from Central Greece. *Tropical Animal Health and Production*. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1688-2>

Perucho, L., Ligda, C., Paoli, J.C., Hadjigeorgiou, I., Moulin, C.H., Lauvie, A. Links between traits of interest and breeding practices: several pathways for farmers' decision making processes. *Soumis à Livestock Science (Major Revision, en 2^o relecture depuis le 26/08/2018)*

Perucho, L., Paoli, J.C., Ligda, C., Moulin, C.H., Hadjigeorgiou, I., Lauvie, A. Genetic management of the Corsican ewe: collective tools are used by farmers performing a diversity of breeding practices. *Soumis à Wageningen Journal of Life Sciences (With Editor depuis le 24/05/2018)*

- **Communications orales à des congrès internationaux**

Perucho, L., Moulin, C.H., Paoli, J.C., Ligda, C., Lauvie, A., 2018. Sources of flexibility in replacement and culling practices in dairy-sheep farms of Corsica. 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, August 2018, Dubrovnik, Croatia.

Perucho, L., Lauvie, A., Ligda, C., Paoli, J.C., Moulin, C.H., 2017. Dairy sheep farmers cope with production and adaptation through breeding management at flock level. 68th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, August 2017, Tallinn, Estonia.

- **Communications orales à des congrès nationaux**

Perucho, L., Hadjigeorgiou, I., Lauvie, A., Moulin, C.H., Paoli, J.C., Ligda, C., 2018. Karagouniko sheep farming and grazing management (in Greek). 9^o Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο ELET, October 2018, Larissa, Greece. (Avec actes en grec, résumé en anglais en Annexe 3)

Perucho, L., Ligda C., Hadjigeorgiou I., Moulin C.H., 2016. Opportunities and constraints shaping genetic management practices in dairy sheep sector: a multi-scale approach (in Greek). 31^o Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο EZE, October 2016, Serres, Greece.

- **Communications par affiche à des congrès internationaux**

Perucho, L., Ligda, C., Moulin, C.H., 2016. Are farming systems a key to understand dairy sheep breed management in Thessaly (Greece)? 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, August-September 2016, Belfast, United Kingdom.

- **Communications par affiche à des congrès nationaux**

Perucho, L., Paoli, J.C., Gambotti J.Y., Moulin, C.H., Ligda, C., Lauvie, A., 2018. Renouvellement et réforme en élevage ovin laitier : une diversité de stratégies et compromis entre critères pour le choix des futurs reproducteurs en race Corse. 24^{èmes} Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Décembre 2018, Paris, France. (Avec actes en Annexe 2)

Perucho, L., Gambotti J.Y., Lauvie, A., Ligda, C., Paoli, J.C., Moulin, C.H., 2015. Pratiques de gestion génétique en élevage ovin laitier : modalités et dynamiques existantes dans deux régions méditerranéennes. 22^{èmes} Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Décembre 2015, Paris, France. (Avec actes en Annexe 1)

Table des matières

Remerciements	5
Institutions et financements	7
Productions réalisées durant le doctorat	9
Table des matières	11
Liste des encadrés	15
Liste des figures	15
Liste des tableaux	16
Liste des abréviations	17
1. Introduction : Contexte, problématique et question de recherche	19
1.1. Exploiter la végétation spontanée en Méditerranée grâce aux troupeaux de petits ruminants	20
1.2. Utiliser la rusticité des races locales pour valoriser la végétation spontanée	22
1.3. Le recours aux races locales en élevage suit-il pour autant l'engouement qu'elles suscitent au sein de la communauté scientifique ?	24
1.4. Termes utilisés dans la question de recherche et caractéristiques des terrains d'étude	25
1.5. Question de recherche	26
1.5.1. Rappel de la problématique	26
1.5.2. Enoncé de la question et hypothèse de recherche	27
1.5.3. Sous-questions et réponse à l'hypothèse de recherche	27
1.5.4. Récapitulatif de la démarche de réponse à la question de recherche	30
2. Dispositif et méthode	31
2.1. Choix des terrains d'étude	32
2.1.1. L'élevage ovin laitier en Corse	32
2.1.2. L'élevage ovin laitier en Thessalie	38
2.1.3. Conclusion	42
2.2. Cadres conceptuels sur les pratiques d'élevage : application aux PGG	43
2.2.1. Analyser les pratiques en élevage	43
2.2.2. Analyser les pratiques de gestion génétique en élevage	45
2.2.3. Analyser les changements de pratiques en élevage	45
2.3. Définition de l'objet d'étude : les PGG et leurs opportunités	47
2.3.1. Pratiques de gestion génétique	47
2.3.2. Opportunités de PGG : en situer l'origine dans le SE et son environnement	52
2.4. Méthodologie de collecte et analyse de données	55
2.4.1. Statut de la mise en perspective des 2 terrains	55
2.4.2. Modalités de l'approche qualitative : échantillonnage et méthodes d'entretien	56
2.4.3. Articulation des corpus de données	57
	11

<u>3. Genetic management of the Corsican ewe: collective tools are used by farmers performing a diversity of breeding practices</u>	59
3.1. Introduction	62
3.2. Material and methods	63
3.2.1. Modes of data collection	63
3.2.2. Sampling for semi-structured interviews with farmers	63
3.2.3. Data processing	64
3.3. Results	65
3.3.1. Farmers participating in the breeding scheme	65
3.3.2. Farmers not participating in the breeding scheme	68
3.3.3. Farmers buying rams from CORSIA	70
3.4. Discussion	71
3.5. Conclusion	74
<u>4. Challenges for local breed management in Mediterranean dairy sheep farming: insights from central Greece</u>	77
4.1. Introduction	80
4.2. Material and methods	81
4.2.1. Data collection	81
4.2.2. Statistical analysis of interview data	82
4.3. Results	84
4.3.1. Breeding strategies involved local breeds and exotic highly productive breeds	84
4.3.2. Local breeds farming was based on the use of native grazing lands	85
4.3.3. The regional context challenged the Karagouniko breed farming	87
4.3.4. Karagouniko breed farmers used different strategies to maintain their activity	89
4.4. Discussion	92
<u>5. Links between traits of interest and breeding practices: several pathways for farmers' decision making processes</u>	95
5.1. Introduction	98
5.2. Material and methods	99
5.2.1. Study areas	99
5.2.2. Description of main local breeds	100
5.2.3. Sampling and data collection	100
5.2.4. Data analysis	101
5.3. Results	102
5.3.1. Traits of interest: nature and occurrence	102
5.3.2. Management of flock performance for TOIs: diversity of levers	104
5.3.3. Management of the flock performance for a TOI: role of correlations between TOIs as perceived by farmers	110
5.4. Discussion	112
5.4.1. Multiple pathways for the management of flock performance for a TOI: practical implications	112
5.4.2. Role of the breed in the improvement of flock performance	114
5.4.3. Tackling TOIs through replacement criteria	114
	12

5.5. Conclusion	115
<u>6. Contribution of local breeds to the maintaining of pastoral feeding systems in the North Mediterranean area: a guaranteed function?</u>	<u>117</u>
6.1. Introduction	120
6.2. Material and methods	121
6.2.1. Description of the study areas	121
6.2.2. Definition of the feeding system by study area	122
6.2.3. Data collection	122
6.2.4. Data analysis	124
6.3. Results	128
6.3.1. Looking for local breed traits to respond physical constraints of grazing areas in Corsica: the example of udder depth	128
6.3.2. Influence of breeds on the long-term evolution towards less pastoral feeding systems in crossbred flocks in Thessaly	130
6.3.3. Use of replacement and culling rates as sources of flexibility in different feeding systems in Corsica	138
6.4. Discussion	143
6.4.1. Approach of pastoral farming	143
6.4.2. Animal traits for pastoral farming in local purebred farming	144
6.4.3. Role played by local breed to maintain a pastoral feeding system	146
6.5. Conclusion	147
<u>7. Discussion : Apport de l'étude des pratiques de gestion génétique dans l'approche de l'adaptation animale</u>	<u>149</u>
7.1. Contribution des PGG à l'adéquation entre composantes pastorales de l'environnement de production et composition phénotypique du troupeau	150
7.1.1. PGG identifiées et leur contribution	150
7.1.2. Liens entre PGG	153
7.1.3. Effet feed-back du troupeau et des composantes pastorales sur les PGG	154
7.2. Contribution de l'analyse des PGG aux concepts d'adaptation, rusticité et robustesse animale	156
7.2.1. Moteurs de l'adaptation	157
7.2.2. Niveaux d'organisation	157
7.2.3. L'adaptation dans le temps	158
7.3. Proposition d'objets d'étude et choix méthodologiques pour prolonger l'analyse de l'adaptation animale via les pratiques d'élevage	162
7.3.1. Caractérisation du système alimentaire et élevage pastoral	162
7.3.2. Sélection sur la persistance laitière	163
7.3.3. Caractérisation de la composition phénotypique de troupeau	166
7.3.4. Comportement des éleveurs face au risque	167
7.3.5. Approche du collectif et de la filière par l'individu	169
7.3.6. Intérêts et limites de l'approche compréhensive	172
<u>8. Discussion : Evolution phénotypique et démographique des ressources génétiques animales en Méditerranée : quels enjeux scientifiques et de terrain ?</u>	<u>175</u>

8.1. Enjeux scientifiques : évaluer les moteurs de l'évolution des ressources génétiques domestiques en Méditerranée et les possibilités de valorisation de la robustesse des populations locales	176
8.1.1. Approfondir le rôle de la gestion du travail en élevage dans la construction de la ressource génétique	176
8.1.2. Appliquer le concept de composition phénotypique de groupe à la zootechnie système	177
8.1.3. Phénotypage de la robustesse	180
8.2. Enjeu appliqué : évolution des systèmes alimentaires et races locales dans la zone nord-méditerranéenne	181
8.2.1. Gérer la biodiversité domestique dans un contexte régional de croisement : le cas de la race Karagouniko	181
8.2.2. Combiner gestion collective et expression des orientations individuelles en race pure : le cas de la race Corse	184
8.2.3. Evolution des systèmes d'élevage en Méditerranée : quelle conséquence sur l'évolution de la ressource génétique et inversement ?	188
<u>Conclusion générale</u>	<u>191</u>
<u>Bibliographie</u>	<u>193</u>
<u>Annexes</u>	<u>215</u>

Liste des encadrés

Encadré 1 : Définition des principaux termes utilisés dans la thèse	25
Encadré 2 : Description du schéma officiel de sélection de la race ovine Corse (d'après données OS Brebis Corse).....	35
Encadré 3 : Description de la race ovine Karagouniko	40

Liste des figures

Figure 1 : Evolution du nombre d'élevages et de brebis au CLO entre 1995 et 2016 (OS Brebis Corse)	34
Figure 2 : Evolution du nombre de brebis de race Karagouniko sous schéma de sélection de 1978 à 2014 (d'après données KGBZ).....	40
Figure 3 : Nature des PGG individuelles, pas de temps et niveaux d'organisation considérés	51
Figure 4 : Objets et niveaux d'analyse considérés dans la thèse.....	54
Figure 5 : Plan d'échantillonnage (à gauche).....	58
Figure 6 : Rôle des différentes phases de collecte de données (à droite).....	58
Figure 7 : Criteria for the qualification of a good ewe for internal female replacement in 8 farms under breeding scheme	65
Figure 8 : Limits of the breeding scheme (genetics, functioning): perception of farmers.....	68
Figure 9 : Sampled farms and distribution of dairy farms in Thessaly (ESRI, 2015).....	81
Figure 10 : Location and flock size of local breed populations registered in a breed management program (from data Livestock Genetic Resources Centre and breeders' associations, ESRI, 2015).....	86
Figure 11 : Farming strategies in 3 Karagouniko breed farms under follow-up.....	90
Figure 12 : Obstacles (black) and levers (grey) used to limit feeding inputs and increase flock milk production in farm 4.....	91
Figure 13 : Farmers' decision making process for the management of flock performance through breeding practices	113
Figure 14 : Consideration of udder depth for replacement and culling criteria according to the nature of grazing areas in 30 farms in Corsica.....	128
Figure 15 : Distribution of udder depths (n=283) in 12 farms in Corsica.....	129
Figure 16 : Changes in flock genetic composition and feeding system in 14 farms of Thessaly	131
Figure 17 : Effect of the crossbreeding with local breed on the evolution towards less pastoral feeding system in 3 farms of Thessaly	134
Figure 18 : The diversity of feeding systems in 30 farms of Corsica : an illustration of the different stages towards the securing of fodder offer.....	140
Figure 19 : Comparison of farmers' actions on flock demography with feeding systems in 30 farms in Corsica	141
Figure 20 : Interactions entre PGG, composition phénotypique de troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production identifiées au cours du travail de thèse ..	151
Figure 21 : Composantes majeures considérées dans l'approche de l'adaptation animale dans la littérature	156
Figure 22 : Proposition d'un protocole pour la collecte de données sur les PGG et leurs opportunités.....	173
Figure 23 : Application du concept de composition phénotypique de groupe au troupeau (en noir) et à la population animale (en bleu, incluant la race) (adapté de Farine et al, 2015)	179

Liste des tableaux

Tableau 1: Démarche suivie pour répondre à la question de recherche	30
Tableau 2 : Catégories de variables utilisées dans la littérature pour caractériser les PGG	50
Tableau 3 : Objets ou niveaux d'analyse utilisés dans la littérature pour définir le lien entre génération animale et SE.....	53
Table 4: Types of land use in Corsica according to classification of Paoli et al (2013)	64
Table 5 : Modalities of flock genetic composition among the sampled farms	83
Table 6 : Breeding strategies observed in the sampled sheep flocks	85
Table 7 : Characteristics of grazing lands in the 7 Karagouniko breed farms under follow-up	88
Table 8 : Context and characteristics of dairy sheep farming in Corsica and Thessaly.....	99
Table 9 : TOIs mentioned by farmers in Corsica and Thessaly	103
Table 10 : Management of flock performance for specific TOIs and the respective breeding practices applied by Thessalian farmers.....	107
Table 11 : Management of flock performance for specific TOI and the respective breeding practices used by Corsican farmers	109
Table 12 : Use of correlations between TOIs for the management of TOIs across regions ..	111
Table 13 : Variables description and their modalities in data set (1) in Corsica.....	125
Table 14 : Variables description and their modalities in data set (2) in Corsica.....	127
Table 15 : Components of the feeding system and traits of the breed involved in the different forms of inconsistency mentioned by farmers in Thessaly	132
Table 16 : Effects of testing or rejecting HP breed on the evolution towards a less pastoral feeding system in 5 farms in Thessaly	136
Table 17 : Actions on flock demography performed by farmers in 30 farms in Corsica.....	138
Tableau 18 : Exemples d'utilisation des concepts de robustesse, adaptation et rusticité dans la littérature	161

Liste des abréviations

Sigles	Signification
AO	Appellation d'origine
AOC	Appellation d'origine contrôlée
AOP	Appellation d'origine protégée
ARSOE Soual	Association régionale de services aux organismes d'élevage basée à Soual
BS	Breeding strategies
C1, C2	Corpus d'entretiens 1 et 2 réalisés en Corse
CAP	Common Agricultural Policy
CLO	Contrôle laitier officiel
CORSIA	Coopérative d'élevage de l'organisme de sélection de la brebis de race Corse
CGRFA	Commission on genetic resources for food and agriculture of FAO
DAD-IS	Système d'Information sur la Diversité des Animaux Domestiques de la FAO
DRAAF	Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt
ELGO-DIMITRA	Organisme Hellénique de l'Agriculture (ancien NAGREF, Fondation (hellénique) Nationale de la Recherche Agronomique)
ELOGAK	Organisme hellénique du lait et de la viande
EP	Environnement de production
ESRI	Environment Systems Research Institute
EUROSTAT	Office de statistiques de l'Union Européenne
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FRECISOV	Fédération régionale corse pour le contrôle de performances et la sélection ovine (ancien OS)
FS	Feeding system
g	gramme
HCPC	Hierarchical classification in principal components
IA	Insémination artificielle
ILOCC	Interprofession laitière ovine et caprine de Corse
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
JOUE	Journal officiel de l'Union Européenne
kg	kilogramme
KGBZ	Centre de ressources génétiques d'élevage de Karditsa (Thessalie)
Lactimed	Projet de coopération transfrontalière pour la valorisation des produits laitiers méditerranéens
LGRC	Livestock Genetic Resources Centre
LW	Live weight
m	mètre
MR	Milk recording
NA	Non applicable
OMR	Official milk recording
OS	Organisme de sélection
P = G + E + (GxE)	Performance = génotype + environnement + interaction génotype-environnement
PDO	Protected denomination of origin

Liste des abréviations

PGG	Pratiques de gestion génétique
PV	Poids vif
RUSTIC	Projet CASDAR intitulé « Vers une approche intégrée de la robustesse des petits ruminants »
S	System
SE	Système d'élevage
SIEOL	Système d'information en élevage ovin lait
SMR	Simple milk recording
T1, T2	Corpus d'entretiens 1 et 2 réalisés en Thessalie
TOI	Trait of interest
UE	Union Européenne
UPRA	Union pour la promotion et la sélection des races
WAAP	World Association for Animal Production

1. Introduction : Contexte, problématique et question de recherche



Troupeau de brebis de race Corse en plaine orientale (Corse, photo L. Perucho)

Produire en élevage à faible niveau d'intrants permet une moindre sensibilité face à la volatilité des prix des matières premières (e.g. Ripoll-Bosch et al, 2014) et est une composante de l'évolution vers des systèmes plus agro-écologiques (Dumont et al, 2013). Produire à faible niveau d'intrants peut également contribuer au maintien de l'emploi dans les zones marginales (prises au sens de « *less favoured areas* ») et au renouvellement des exploitations agricoles dans un contexte d'accès limité à l'investissement (de Rancourt et al, 2009 ; Perucho et al, 2015). L'utilisation de la végétation spontanée pour les besoins du troupeau est un des principaux leviers de l'élevage à faible niveau d'intrants. Elle permet l'économie de subsistance ou la création de revenus dans les zones affectées par la sécheresse (Bocquier et Gonzalez-Garcia, 2011 ; Kosgey et al, 2008), participe au maintien de la biodiversité végétale et à la prévention des incendies par le contrôle des couverts végétaux (Hadjigeorgiou et al, 2005 ; Paoli et Santucci, 2010) ou encore à l'entretien des paysages (Lauvie et Couix, 2012). Conserver une conduite basée sur l'utilisation de la végétation spontanée par les troupeaux revêt donc des enjeux économiques, sociaux et environnementaux qui vont au-delà de l'optimisation de la marge brute à l'échelle de l'exploitation agricole.

1.1. Exploiter la végétation spontanée en Méditerranée grâce aux troupeaux de petits ruminants

Le pastoralisme est une composante de longue date des systèmes d'élevage méditerranéens (e.g. Hadjigeorgiou, 2011 ; Tchakérian, 2008). Ses multiples définitions illustrent la variabilité des conduites pastorales du troupeau, variabilité qui peut être temporelle et/ou spatiale (Bourbouze et Rubino, 1992). Le pastoralisme corse en est un exemple. Au début des années 90, les élevages pastoraux corses sont par exemple associés à la location de pâturages à l'année, la surveillance du troupeau, mais aussi à d'autres pratiques et ressources telles que la traite manuelle ou l'utilisation exclusive de la race Corse (Vallerand et al, 1991). La variabilité des conduites s'illustre alors à travers deux modes divergents d'élevage pastoral que sont le mode « cueilleur » et le mode « pasteur en dynamique », qui répondent notamment à différentes natures des ressources pâturées et différents niveaux d'apports en concentrés et en foin (Vallerand et al, 1991). L'élevage pastoral corse est ensuite redéfini par Santucci (2004) comme un ensemble de relations fonctionnelles entre (i) une base prairiale, des surfaces de parcours et un mode d'utilisation libre par le troupeau, (ii) le troupeau, et (iii) des pratiques appropriées pour la conduite de ce troupeau sur le territoire pâturé. La notion de pastoralisme s'étend ainsi, au-delà de la ressource végétale, au troupeau et à sa conduite. Cet élargissement permet de repérer des « atouts pastoraux » au sein d'élevages corses ayant évolué vers la spécialisation laitière et vers l'utilisation de ressources fourragères cultivées : utilisation de génotypes locaux, conduite zootechnique raisonnée, production saisonnée ou alimentation à l'herbe (Santucci, 2004). Les conduites pastorales dans les pays du Nord de la Méditerranée dépendent également de la politique de restructuration foncière mise en place après l'exode rural, des conflits d'usage avec utilisateurs des parcours, du statut du foncier utilisé et des phénomènes locaux d'enfrichement (Bourbouze and Rubino, 1992). Enfin, la nature des ressources pastorales varie également entre pays méditerranéens et inclut une végétation herbacée et/ou ligneuse (e.g. Caballero et al, 2009 ; Jouven et al, 2010). Cette variabilité spatiale

et temporelle amène certains auteurs à utiliser le terme de « composantes pastorales » (Guerin et Agreil, 2007 ; Sorba et al, 2016), terme que nous adopterons dans ce manuscrit.

L'utilisation de la végétation spontanée par le troupeau, composante commune des élevages pastoraux, est associée à une diversité de contraintes de l'environnement biophysique¹ (FAO, 2008). Ces contraintes sont liées : (i) aux variations climatiques *stricto sensu*, (ii) aux variations de l'offre et de la qualité des fourrages sur l'année (e.g. Nardone et al, 2010 ; Bellon et Guérin, 2004), et (iii) aux irrégularités de relief et de surface (Blanc et al, 2010), (iv) à l'hétérogénéité du potentiel productif des sols et de leur couverture végétale, et (v) aux menaces pour la santé animale. Audiot (1995) définit d'ailleurs l'adaptation animale à l'utilisation des surfaces pastorales comme les réponses animales aux contraintes du climat (résistance aux écarts de température, régulation thermique, résistance à la sécheresse) et du parcours (utilisation de ligneux, choix des espèces consommées, aptitude à la marche, format et toison, résistance aux maladies vectorielles par exemple).

Les petits ruminants sont utilisés par les éleveurs méditerranéens pour faire face aux fortes chaleurs estivales (e.g. Aboul-Naga et al, 2014 ; Todaro et al, 2015) et exploiter les reliefs accidentés des zones défavorisées (de Rancourt et al, 2009). Les petits ruminants présentent également des qualités d'adaptation comportementale (e.g. Agreil et Meuret, 2007 ; Blanc et al, 2010) ou physiologiques (Blanc et al, 2004) à la variabilité de l'offre fourragère sur l'année (en nature et en quantité). Les ovins sont notamment cités comme l'espèce domestique la moins vulnérable aux épizooties liées au changement climatique dans des élevages pastoraux au Kenya (Oseni et Bebe, 2010). Cette dernière contrainte prend tout son sens en zone méditerranéenne avec les épizooties récentes de pathologies à transmission vectorielle (e.g. fièvre catarrhale ovine). L'adaptation des petits ruminants à l'environnement biophysique méditerranéen se traduit par la prépondérance de longue date des ovins-caprins au regard d'autres espèces dans le bassin méditerranéen (Boyazoglu et Flamant, 1990 cités par Boyazoglu et Hatziminaoglou, 2005). De nos jours, le cheptel de petits ruminants dans les 4 principaux pays méditerranéens de l'UE-28 (Portugal, Espagne, Italie, Grèce) représente 67% du cheptel de petits ruminants de l'UE-28 en 2015 contre 17% pour les bovins (données EUROSTAT, 2016 citées par Porqueddu et al, 2017).

¹ Le terme d'environnement biophysique est utilisé ici à la place de celui de « *natural environment* » proposé par la FAO (2008) et défini par les contraintes énoncées dans la phrase suivante

1.2. Utiliser la rusticité des races locales pour valoriser la végétation spontanée

Les aptitudes animales décrites précédemment pour les petits ruminants font partie d'un ensemble d'aptitudes plus larges souvent associé au terme de « rusticité » (Hubert, 2011 ; Vallerand, 1988). Nous nous concentrerons ici sur le terme de rusticité et en particulier sur la dimension « innée » de cette rusticité (i.e. génétique, héritable et sélectionnable par opposition à « acquise », Casabianca, 2011).

Cette rusticité « innée » est en effet souvent associée aux races locales dans la littérature (Pellegrini, 2007 ; Bouix, 1992)². La rusticité est définie par Vallerand (1988) comme « *un ensemble d'aptitudes permettant à un matériel génétique de surmonter les variations aléatoires du milieu* ». Pour Brunshwig et Blanc (2011), ces variations sont essentiellement celles de la disponibilité alimentaire en système pastoral. Gunia et al (2011) et Tesnieres et al (2013) réitèrent l'idée d'une variabilité temporelle de la contrainte et insistent sur la multiplicité de contraintes auxquelles répond un animal rustique (dont climatiques, alimentaires et pathologiques). La rusticité sous sa forme « innée » exprime donc une réponse animale à un ensemble de contraintes de l'environnement de production. L'environnement de production dans lequel est placé l'animal est la combinaison d'un environnement biophysique ou « naturel » et de conditions d'élevage définies par les pratiques de l'éleveur (FAO/WAAP, 2008).

Suivant cette définition, on peut donc considérer que les races autochtones (ou « native breeds », sous-groupe des races localement adaptées), définies par la FAO comme « *originaires, adaptées et utilisées dans une région géographique particulière* » (CGRFA, 2012), sont aussi des races rustiques lorsque leur environnement de production présente les contraintes sus citées.

En revanche, ces qualités rustiques, si l'on se réfère à la stricte définition de la FAO, ne sont pas nécessairement partagées par les races « localement adaptées », qui sont définies par leur durée de présence dans le pays, leur présence dans d'autres pays et leur divergence en un « type distinct » (CGRFA, 2012). De même, les races « nationales » recensées dans la base de données de la FAO sur la biodiversité domestique (DAD-IS) présentent ou non des qualités d'adaptation (Hoffman, 2013). Cette adaptation peut être générale ou spécifique d'une contrainte donnée et elle est dans certains cas seulement associée au terme « *hardiness* » (Hoffman, 2013). Quant aux races locales (sous-groupe des races nationales caractérisé par leur présence dans un seul pays), elles sont souvent associées à des qualités d'adaptation aux systèmes pastoraux (adaptation à des systèmes « extensifs » et « environnements marginaux ») même si cette association ne peut être considérée comme systématique au regard des données disponibles (Hoffman, 2013). La définition légale française de race locale est celle d'une « *race majoritairement liée par ses origines, son lieu et son mode d'élevage, à un territoire donné* »

² D'autres notions connexes liées à l'adaptation animale (e.g. flexibilité, plasticité) ainsi que les autres dimensions du terme de rusticité (rusticité « acquise » ou définie par le regard du gestionnaire) seront abordées en discussion.

(Article D-653-9 Code Rural cité par INRA, 2014), mais le lien au territoire est essentiellement décrit par la représentation démographique de ces races sur le territoire concerné (Arrêté du 26 Juillet 2007 et arrêté modificatif du 16 Juillet 2013, cités par INRA, 2014). Enfin selon Audiot (1995), la race locale se distingue de la race rustique par l'expression d'une adaptation spécifique aux contraintes d'un environnement donné (par exemple les conditions sanitaires, le climat, ou la nature des parcours). Par opposition, toujours selon Audiot (1995), la race rustique présente des qualités d'adaptation permettant de répondre à des contraintes générales telles que la disponibilité fourragère ou le rythme de reproduction.

Nous retiendrons de ces références l'existence de nombreuses races locales aux qualités d'adaptation spécifiques d'un environnement de production pastoral, soumis à des contraintes devenues plus nombreuses sous l'effet du changement climatique (Tibbo et al, 2008 ; Hoffman, 2013). Par souci de simplification, ces qualités pourront d'être abrégées en « qualités d'adaptation » dans le reste de ce chapitre.

Ces qualités sont à l'origine d'un fort intérêt de la part de la communauté scientifique. Cet intérêt se manifeste par la multiplicité de travaux récents visant à caractériser les races locales. Cette caractérisation peut être phénotypique, à travers la perception des qualités des races locales par leurs gestionnaires (e.g. Paoli et al, 2013 ; Oseni et Bebe, 2010 ; Kosgey et al, 2008), par des mesures de réponses comportementales (Dwyer and Lawrence, 2005), ou physiologiques à l'application d'une contrainte (Bouix, 1992 ; Mandonnet et al, 2011). Cette caractérisation peut être aussi génétique, à travers l'identification des génotypes associés aux phénotypes d'intérêt (François et al, 2010 ; Mirkena et al, 2010). L'adaptation aux contraintes liées à l'utilisation de la végétation spontanée est particulièrement traitée dans la littérature, notamment en ce qui concerne la restriction alimentaire (e.g. Blanc et al, 2010), l'exposition au stress thermique (e.g. Sejian et al, 2018) et l'exposition aux agents infectieux ou parasitaires (e.g. Raadsma et Dhungyel, 2013). Ces études sont d'ailleurs parfois conçues sur l'opposition entre races locales et races « non locales », supposées avoir perdu leurs caractères d'adaptation suite à une sélection poussée sur les caractères de production (production à l'origine de leur utilisation au-delà de leur berceau d'origine). Ces études ont aussi souvent pour objectif l'intégration de critères d'adaptation dans les objectifs de sélection actuels (e.g. Phocas, 2016), ou la définition de nouveaux objectifs de sélection (e.g. Zonabend-Konig, 2015). Un autre pan des travaux visant à valoriser les qualités d'adaptation des races locales se centre sur la caractérisation des environnements de production associés aux différentes races locales (Pilling, 2008 ; Petit et Boujenane, 2017) et l'étude des interactions génotypes-milieu (Minery et al, 2013 ; Phocas et al, 2014b).

1.3. Le recours aux races locales en élevage suit-il pour autant l'engouement qu'elles suscitent au sein de la communauté scientifique ?

Les races locales sont mises en avant dans la littérature pour leur capacité à répondre à des contraintes de l'environnement de production et en particulier les contraintes liées à l'utilisation pastorale des ressources fourragères. La situation des races locales dans les pays incluant de l'élevage pastoral est paradoxalement considérée comme fortement préoccupante au Nord comme au Sud (e.g. FAO, 2015) y compris en zone nord méditerranéenne (e.g. Verrier et al, 2015 ; Georgoudis, 2001 ; Gandini et al, 2010). Si l'érosion globale de la diversité génétique à l'échelle de la population d'animaux d'élevage fait consensus, dans de nombreux pays cette menace est d'autant plus forte que le manque de données nationales sur les ressources animales génétiques ne permet pas d'en apprécier l'ampleur (Scherf et al, 2005).

Cette situation des races locales est partiellement expliquée par deux menaces principales que sont les facteurs économiques suivis de l'insuffisance de politiques de soutien aux filières d'élevage (Hoffman, 2009 ; Leroy et al, 2017). Mais il reste un paradoxe entre l'intérêt consensuel pour les qualités d'adaptation des races locales, d'une part, et leur progressive diminution, d'autre part. Ce paradoxe montre que la façon dont les gestionnaires de ces races prennent en compte l'adaptation dans leurs pratiques effectives de gestion est encore mal comprise. Cette prise en compte a été décrite à l'échelle du collectif : elle peut amener un collectif d'éleveurs intégré au sein d'un dispositif multi-acteurs de gestion des populations animales à questionner ou faire évoluer l'orientation³ d'une race (Lauvie et al, 2007b ; Tesnieres et al, 2013). Mais à l'échelle individuelle et au niveau d'analyse du troupeau, la façon dont les éleveurs méditerranéens choisissent leurs reproducteurs en élevage doit être approfondie. Les travaux actuels traitent en effet majoritairement de la question en zone tropicale (e.g. Gizaw et al, 2010 ; Dossa et al, 2015). En ce qui concerne la zone méditerranéenne, ils sont surtout centrés sur les préférences des éleveurs en termes de caractères d'intérêt (e.g. Ragkos et Abas, 2015). Au-delà de ces préférences, la configuration du troupeau de reproductrices en élevage renvoie à un ensemble d'actions mises en œuvre par l'éleveur (Moulin et Bocquier, 2005), que nous appellerons « pratiques de gestion génétique » (PGG). Ces PGG sont décrites brièvement dans l'Encadré 1 et leur définition sera approfondie dans le Chapitre 2.

³ Lauvie et al, 2007a

1.4. Termes utilisés dans la question de recherche et caractéristiques des terrains d'étude

A la lumière de la bibliographie précédemment citée, l'Encadré 1 résume les significations rattachées aux termes utilisés par la suite.

Élevage pastoral : élevage basé sur l'utilisation de la végétation spontanée pour l'alimentation du troupeau

Composantes pastorales : modalités d'utilisation de la végétation spontanée, de nature qualitative ou quantitative, dont la description rend compte des gradients de « pastoralisme ». L'utilisation de ce terme permet de ne pas se réduire à la dichotomie « pastoral »/« non pastoral » et de distinguer quelles composantes pastorales influencent les PGG.

Pratiques de gestion génétique (PGG) : ensemble des pratiques aboutissant à la configuration du troupeau de femelles reproductrices (Moulin et Bocquier, 2005). Ces pratiques sont le choix de la ou des races mobilisées et le choix des individus reproducteurs par la réforme et le renouvellement. Cette définition implique que les PGG n'ont pas nécessairement pour finalité la gestion génétique du troupeau (exemple de la réforme) mais ont dans tous les cas un effet sur les phénotypes et génotypes composant le troupeau.

Environnement de production : environnement dans lequel est placé le troupeau pour produire et qui influe sur les performances de ce troupeau (performances également influencées par les génotypes du troupeau, selon l'équation $P = G + E + (G \times E)$). Le terme est celui utilisé par la FAO (2008) qui le divise en « environnement naturel » (ou biophysique) et « environnement de gestion » (ou conditions d'élevage définies par les pratiques générales de conduite du troupeau).

Races locales : races originaires du pays considéré et élevées dans la région considérée au moment de l'étude. Cette définition très générale permet de se baser sur des critères faciles à évaluer, et de ne pas acter le caractère « adapté » de chaque race à l'ensemble des modes d'élevages représentés dans la région. Les populations locales sont par extension des groupes d'animaux présentant ces caractéristiques mais dont le statut de race n'est pas acquis.

Encadré 1: Définition des principaux termes utilisés dans la thèse

1.5. Question de recherche

1.5.1. Rappel de la problématique

Elever des petits ruminants en Méditerranée permet de valoriser des ressources végétales de nature hétérogène et de disponibilité variable, sur des terrains non ou peu mécanisables présentant des irrégularités de relief (e.g. de Rancourt et al, 2009 ; Gabina, 2006). Les petits ruminants sont également des ressources animales utilisées par les éleveurs pour faire face à la contrainte climatique, en particulier les épisodes de forte chaleur du climat méditerranéen (e.g. Petit et Boujenane, 2017 ; Aboul-Naga et al, 2014). Au sein des populations de petits ruminants, les races locales sont considérées comme une ressource génétique particulièrement apte à valoriser de tels environnements biophysiques (e.g. Hoffman, 2013 ; Hubert, 2011) et contribuant, par voie de conséquence, au maintien de systèmes de production à bas intrants. Il y a aujourd'hui un paradoxe entre l'intérêt croissant pour les qualités d'adaptation des races locales de la part de la communauté scientifique (e.g. Phocas et al, 2016) et la situation préoccupante de ces races dans le monde (e.g. FAO, 2015). La prise en compte des caractères d'adaptation des races locales dans le choix des animaux reproducteurs en élevage est encore mal connue, en particulier pour les élevages du Nord de la Méditerranée. Les pratiques de choix de ces animaux reproducteurs (ou pratiques de gestion génétique, PGG) nécessitent d'être étudiée en relation avec les composantes pastorales de l'environnement de production.

1.5.2. Énoncé de la question et hypothèse de recherche

En prenant l'exemple de l'élevage ovin laitier nord méditerranéen, ce travail de thèse a donc pour objectif de répondre à la question suivante :

Comment les pratiques de gestion génétique mises en œuvre par les éleveurs contribuent-elles à assurer l'adéquation entre la composition phénotypique de leurs troupeaux⁴ et les composantes pastorales de leurs environnements de production ?

How do farmers' breeding practices match the phenotypic composition of their flock with the pastoral components of their production environment?

Nous faisons l'hypothèse que les races locales définies dans l'Encadré 1 contribuent au maintien des composantes pastorales des systèmes d'élevage via des caractères exprimés par les troupeaux et permettant de répondre à des contraintes spécifiquement liées à l'exploitation de la végétation spontanée.

1.5.3. Sous-questions et réponse à l'hypothèse de recherche

Pour répondre à cette hypothèse, l'utilisation de races locales et de la ressource fourragère spontanée est étudiée dans des contextes variés du Nord de la Méditerranée : la Corse et la Thessalie. Pour chaque région considérée, les modalités des PGG mises en œuvre par les éleveurs dépendent de la situation et de la gestion des ressources génétiques animales. En d'autres termes, elles dépendent notamment des outils collectifs de gestion de la race (e.g. Labatut et al, 2009) et des races utilisées à l'échelle de la région (e.g. Zonabend König et al, 2015 ; Tindano et al, 2017). Évaluer les modalités d'utilisation de ces deux objets (outils collectifs et races) par les éleveurs à l'échelle du troupeau contribue donc à comprendre le rôle des PGG dans l'adéquation entre composition phénotypique des troupeaux et environnement de production.

⁴ Composition phénotypique du troupeau d'après la notion de « *group phenotypic composition* » (Farine et al, 2015) : « *tout descripteur des types de phénotypes rencontrés dans un groupe [...] le groupe pouvant représenter différents aspects de l'environnement social des individus incluant les unités d'élevage, les réseaux sociaux, l'entourage, les populations et les communautés* »

Trois sous-questions préalables sont donc posées et traitées respectivement dans les trois premières parties des résultats :

1. Existe-t-il une diversité de PGG au sein de troupeaux ovins laitiers issus d'une même race locale ? En particulier, quel rôle joue l'utilisation des outils collectifs de gestion de la race concernée dans ces PGG ?

Un schéma de sélection fonctionnel peut proposer aux éleveurs (sélectionneurs ou non sélectionneurs) un ensemble d'outils d'aide à la gestion génétique de leur troupeau, comme le contrôle laitier, l'insémination artificielle ou l'utilisation de mâles reproducteurs issus d'élevages sélectionneurs. La disponibilité de ces outils peut donc potentiellement homogénéiser les PGG des éleveurs les utilisant. Lorsque, de surcroît, l'utilisation de ces outils intervient dans une région où les troupeaux d'une race locale sont gérés en race pure et soumis à des environnements de production aux composantes pastorales, on peut se demander quelles conséquences l'utilisation de ces outils a sur la prise en compte de caractères d'adaptation dans les PGG mises en œuvres par les éleveurs. L'utilisation des outils collectifs pourrait en effet être un facteur de standardisation des PGG des éleveurs utilisateurs de ces outils, et de diversité de PGG entre éleveurs utilisateurs et non utilisateurs au sein d'une même race locale. Les PGG considérées dans la réponse à cette question portent sur les critères de qualification des bonnes brebis pour le renouvellement du troupeau, sur les taux de renouvellement-réforme des troupeaux et sur l'utilisation des outils collectifs proposés par le schéma de sélection.

2. Lorsque plusieurs races sont mobilisées à l'échelle de la région, que nous apprennent les modalités d'utilisation de ces races locales sur l'adéquation entre la composition génétique des troupeaux et l'environnement de production ?

Lorsque plusieurs races sont utilisées à l'échelle de la région, l'utilisation de races locales aux qualités rustiques ou de races transfrontalières fortement productrices (en croisement ou en race pure) est une pratique de gestion génétique susceptible d'avoir un impact majeur sur le lien entre la composition génétique du troupeau et l'environnement de production. En effet, la coexistence de races aux qualités différentes dans une région aux environnements de production également variés peut potentiellement faire émerger des couples troupeau-environnement de production aux caractéristiques bien définies ou au contraire déséquilibrer l'adéquation entre la composition génétique des troupeaux et l'environnement de production, notamment si le contexte économique et la gestion des différentes races à l'échelle régionale tend à accroître la vulnérabilité de certaines races au profit d'autres. Les PGG considérées dans la réponse à cette question portent essentiellement sur l'utilisation de différentes races en croisement ou en race pure et sur les rythmes de réforme des reproducteurs et modalités du renouvellement externe en béliers qui y sont associés. L'environnement de production est abordé dans la diversité de ses composantes en insistant sur les modalités d'utilisation de la SAU pour le pâturage, en lien avec la ou les races mobilisées.

3. Comment l'éleveur gère-t-il les performances du troupeau pour les caractères d'intérêt ? En particulier, la sélection des futurs reproducteurs du troupeau sur des critères de renouvellement est-elle le seul levier qu'il mobilise ?

Les PGG analysées pour répondre aux sous-questions 1 et 2 sont de nature variée, car considérées dans des contextes régionaux où la situation et la gestion des ressources génétiques locales est également différente. Par ailleurs, parmi les PGG classiquement considérées dans la littérature, les critères de renouvellement des reproducteurs du troupeau correspondent à des caractères d'intérêt que l'éleveur souhaite voir exprimés par le troupeau dans l'environnement de production auquel il est soumis. On peut donc se demander si l'adéquation entre ces caractères d'intérêt et l'environnement de production se traduit nécessairement et strictement par une adéquation entre les critères de renouvellement des reproducteurs du troupeau et l'environnement de production. Cette troisième sous-question permet de discuter de la pertinence qu'il y a à approcher, dans tous les cas, l'adéquation entre composition génétique du troupeau et environnement de production par un seul type de PGG (à savoir les critères de renouvellement des reproducteurs).

1.5.4. Récapitulatif de la démarche de réponse à la question de recherche

La réponse à la question de recherche s'effectue à travers quatre chapitres de résultats (Tableau 1). Les 3 premiers chapitres visent à répondre aux sous-questions évoqués en 1.5.3. Le dernier chapitre se recentre sur l'objet « race locale » et sur des contraintes spécifiquement liées à l'exploitation de la ressource fourragère spontanée pour compléter la réponse à l'hypothèse de recherche⁵. Dans ce dernier chapitre, les modalités d'utilisation des races locales, par les éleveurs, à l'échelle de leur troupeau, sont confrontées au gradient d'utilisation des composantes pastorales de ces mêmes élevages, à un temps t et sur le moyen-terme.

Sous-questions et hypothèse	Résultats apportant les principaux éléments de réponse	Contextes régionaux considérés pour y répondre
Sous-question 1	Chapitre 3	Race locale pure exclusivement utilisée à l'échelle régionale Existence d'un schéma de sélection
Sous-question 2	Chapitre 4 + Annexe 3	Races locales et races exotiques « améliorées » coexistent à l'échelle régionale et à l'échelle du troupeau (troupeaux croisés et troupeaux en race locale pure)
Sous-question 3	Chapitre 5 + Annexe 2	Tous contextes
Hypothèse de recherche	Chapitre 6	Tous contextes

Tableau 1: Démarche suivie pour répondre à la question de recherche

⁵ Rappel : les races locales contribuent au maintien des composantes pastorales des systèmes d'élevage via des caractères exprimés par les troupeaux et permettant de répondre à des contraintes spécifiquement liées à l'exploitation de la ressource fourragère spontanée.

2. Dispositif et méthode



*Troupeau de brebis de race Karagouniko dans le piémont du Pinde oriental
(Thessalie, photo L. Perucho)*

2.1. Choix des terrains d'étude

Nous avons évoqué précédemment les caractéristiques que doivent présenter les terrains de recherche méditerranéens pour répondre à la question de recherche posée :

- (i) Couvrir une diversité de situations au regard de la gestion des races ovines à l'échelle régionale (races susceptibles d'être introduites dans les troupeaux, pratiques de croisement, existence d'un schéma de sélection fonctionnel proposant l'utilisation d'outils collectifs aux éleveurs de la région)
- (ii) Couvrir une diversité d'environnements de production (EP), incluant des EP pastoraux pour l'élevage ovin laitier

Des travaux de recherche récents sur les systèmes de production en Corse (France) et en Thessalie (Grèce) indiquent que ces deux terrains répondent aux critères demandés (e.g. Paoli et al, 2013 ; Perucho, 2013 ; Carayol-Costa, 2011). En effet, la région Corse abrite un élevage ovin laitier quasi exclusivement basé sur la race locale Corse en troupeau de race pure et la filière bénéficie d'un schéma de sélection fonctionnel incluant contrôle laitier officiel, insémination artificielle, indexation génétique et vente de béliers par la coopérative d'élevage du schéma de sélection (CORSIA). En Thessalie, des races locales coexistent sous forme de troupeaux de race pure ou de troupeaux croisés incluant des races différentes, qui sont locales ou importées. Ces races locales sont soit inscrites dans un programme de conservation soit gérées grâce à un schéma de sélection régional dont les possibilités d'action demeurent réduites en raison des discontinuités de programmes ayant ponctué son évolution. Ces deux régions méditerranéennes abritent des systèmes d'élevage utilisant la végétation spontanée, transhumants ou sédentaires. Les deux parties suivantes présentent des éléments chronologiques permettant de mieux comprendre la situation rencontrée en Corse et en Thessalie. Ces éléments sont issus de la littérature et de données extraites d'entretiens avec différents acteurs de la filière portant sur l'historique des races locales et de leur gestion dans la région, leur situation actuelle et les modalités de valorisation des coproduits viande (n= 4 en Corse, n=1 en Thessalie).

2.1.1. L'élevage ovin laitier en Corse

- Préservation et gestion de la race ovine Corse : l'exemple d'une démarche de revalorisation de ressources locales un temps fragilisées

La race ovine Corse, aujourd'hui quasi-exclusivement utilisée dans les 377 élevages ovins lait de la région Corse (soit environ 84000 brebis laitières, données DRAAF d'après déclarations primes ovines 2015), ne l'a pas toujours été. Dès les années 70, la pratique du croisement avec la race Sarde, basée sur l'importation de reproducteurs mâles depuis la Sardaigne, est opérée par les éleveurs dans le but d'augmenter la productivité laitière des troupeaux (un contrôle laitier est alors déjà réalisé dans certains élevages Corses depuis 1961 par les services techniques de la société Roquefort, Bonnet 1980). Elle est de ce fait plutôt pratiquée dans les élevages de Haute-Corse, majoritairement apporteurs à l'inverse des éleveurs fermiers de Corse du Sud. La répartition des races ovines au début des années 90 précise un tropisme du croisement sur la côte orientale de l'île (Vallerand et al, 1991). En effet, la faible

production laitière des brebis corses (100L/brebis/an) au regard des brebis sardes et la demande en lait des industriels locaux encourage au croisement voire à l'importation de lait de Sardaigne (Rieutort, 1995). En parallèle de la pratique du croisement, la filière ovine laitière corse va faire l'objet de profondes modifications à partir des années 80. L'industrie de Roquefort, présente en Corse depuis 1893 avec un monopole initial sur la transformation du lait et 92% de la production collectée en 1963-1964 (Faucher, 1923 ; Baticle, 1974 ; Pâtre, 1986), réduit à partir de 1980 son activité de transformation en Corse. L'industrie de Roquefort visait jusqu'alors l'augmentation des volumes transformés et de continuité de l'offre, par élargissement du rayon de collecte et utilisation de la complémentarité des dates de mises-bas entre régions de collecte (Millet, 2017 ; Delfosse et Prost, 1998). Ce retrait partiel marque le passage à une stratégie de diversification de la gamme de produits commercialisés, par utilisation de la réputation des produits corses et des savoir-faire associés pour la fabrication et commercialisation de nouveaux produits) (Millet, 2017 ; Delfosse et Prost, 1998). Ainsi en 1992, l'industrie de Roquefort installée localement ne collecte plus que 48% de la production collectée de lait de petits ruminants contre 90% en 1970 (Choisis et Vallerand, 1992).

Ce changement de relations entre l'industrie de Roquefort et la filière ovine laitière en Corse est à l'origine d'une réorganisation de la filière : installation de laiteries privées en plaine orientale, coopératives et transformation fermière en Corse du Sud, problèmes d'écoulement d'une offre régionale devenue supérieure à la demande (Choisis et Vallerand (1992) ; Réussir Pâtre, 1986). Il s'accompagne aussi d'un engagement des acteurs de la filière ovine Corse pour la reconnaissance et la valorisation de la typicité des processus de production et de transformation du lait de brebis produit en Corse (Millet, 2017). Les démarches pour l'obtention d'un signe officiel de qualité et la gestion collective de la race de brebis Corse en sont deux principales illustrations. Le premier organisme de gestion collective de la race Corse, la Fédération régionale corse pour le contrôle de performances et la sélection ovine (FRECSOV), est créé en 1985 avec sélection sur ascendance sur la quantité de lait (objectif de sélection) et mise en place d'un contrôle laitier officiel par les 2 chambres d'agriculture (OS CORSE). La FRECSOV deviendra successivement UPRA Brebis Corse en 1996 puis Organisme de Sélection de la brebis de race Corse à partir de 2008 (OS brebis Corse). En 1987, la race Corse est reconnue par le ministère de l'Agriculture. En parallèle, les démarches pour la valorisation du Brocciu (produit à base de lactosérum de brebis ou chèvre) débutent dès 1983 avec l'obtention d'une appellation d'origine (AO), puis, suite à sa reconnaissance comme « fromage de lactosérum » en 1988, d'une Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) « Brocciu » ou « Brocciu Corse » en 1998 (ILOCC, 2013). Le produit est homologué Appellation d'Origine Protégée (AOP) « Brocciu » ou « Brocciu Corse » par décret en 2013 (JORF, 2013). L'engagement des éleveurs inscrits au schéma de sélection à faire évoluer leur troupeau vers des troupeaux en race pure Corse aboutit à l'exclusion des troupeaux de race Sarde du contrôle laitier officiel (CLO) en 1997, ce qui provoque une première diminution du nombre d'élevages au CLO (Figure 1). Le schéma sur ascendance devient un schéma sur descendance avec testage des béliers par IA en 1996 et la coopérative d'élevage CORSIA est créée en 1999 après rassemblement des deux centres d'élevages de béliers de l'île en 1990 (OS brebis Corse). Entre 2006 et 2008, un plan de relance des filières ovines et caprines visant, entre autres, l'augmentation de la productivité laitière et l'augmentation des volumes collectés pour répondre à la demande des laiteries, est adopté par l'Assemblée de Corse. Il propose aux éleveurs ovins réalisant un contrôle laitier ou s'engageant dans une démarche de suivi technique, une contribution financière sur les investissements suivants (Collectivité Territoriale de Corse,

2006) : achat d'agnelles à la coopérative du schéma de sélection, mise en pension d'agnelles au schéma de sélection, réalisation de l'insémination artificielle, accroissement du troupeau par l'achat d'agnelles, écoulement des réformes. Cette contribution financière est associée à l'engagement de l'éleveur à réaliser un taux de réforme minimum de 17% sur son troupeau. En 2010, l'IA devient obligatoire et provoque une nouvelle chute du nombre d'élevages au CLO (Figure 1). La même année, le plan régional de résistance à la tremblante est mis en place. L'ensemble de ses évolutions aboutit aujourd'hui à un schéma de sélection présentant les caractéristiques présentées dans l'Encadré 2.

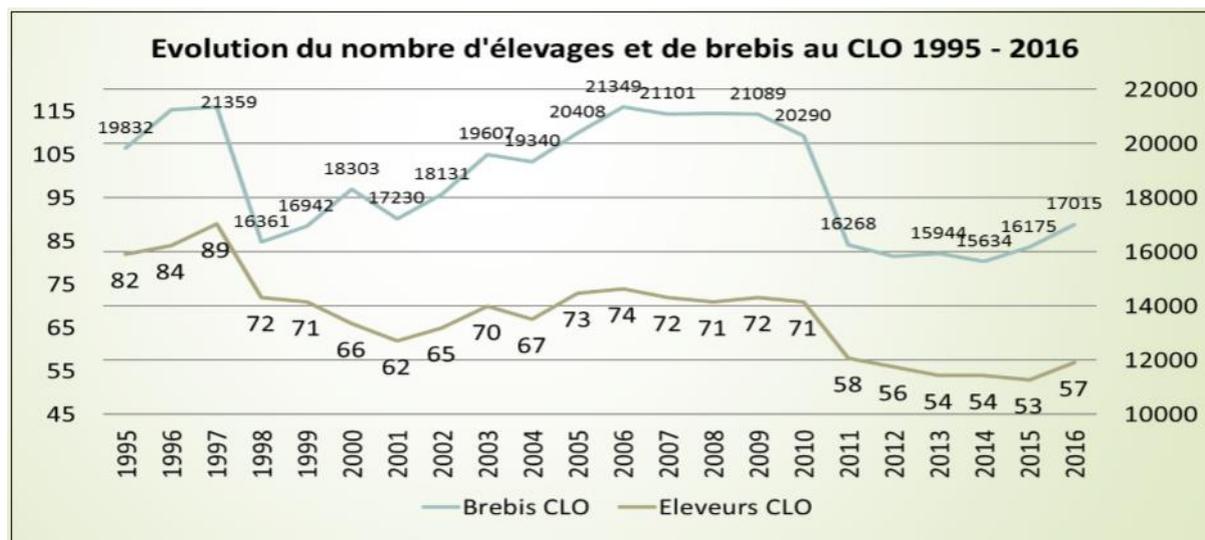


Figure 1 : Evolution du nombre d'élevages et de brebis au CLO entre 1995 et 2016 (OS Brebis Corse)

Schéma officiel de sélection de la race ovine Corse

Race : Corse

Date de création : 1985

Elevages en CLO (données 2015):

- 53 élevages soit une population moyenne de 16000 brebis distribuées dans l'ensemble de la région (57 élevages CLO pour environ 17000 brebis en 2016)
- 80% des agnelages ont lieu entre Septembre et Octobre
- Traite mécanique 2x/jour pour 47 troupeaux et 1x/jour pour 6 troupeaux

Production laitière (données 2015) : 154L/brebis pour une moyenne de 197 jours de traite (L2 ou L2+)
(162L/brebis pour une moyenne de 185 jours de traite en 2016)

Composition du lait (données 2014): Taux butyreux = 7,1% et Taux protéique = 5,57%

Critère de sélection utilisé dans l'index : quantité de lait

Autres critères actuellement pris en compte pour la qualification/déqualification des reproducteurs :

Résistance à la tremblante : 96% des doses d'IA R/R (et 6% de R/S) et 61% des béliers entrés en centre d'élevage R/R (et 35% de R/S) en 2016

Standard de la race et cornage : en centre d'élevage, déqualification des béliers entrés au centre en vue de la sélection des béliers de testage par (i) des mesures de cornage (ii) une commission d'éleveurs

Conformation mammaire : en élevage, pointages mammaires sur L1 et L2 (2017) en vue d'une qualification/déqualification en 2018

Insémination artificielle : Obligatoire depuis 2010

92% des élevages au CLO pratiquent l'IA en 2014

42% de la population de brebis au schéma de sélection est inséminée en 2015

Minimum d'IA par élevage : 30% des brebis du troupeau

Contrôle laitier en élevage : moyenne de 7,64 contrôles/an/élevage (données 2015)

Encadré 2 : Description du schéma officiel de sélection de la race ovine Corse (d'après données OS Brebis Corse)

En parallèle du schéma de sélection, des outils collectifs de gestion génétique sont proposés aux éleveurs hors schéma comme l'insémination artificielle avec de la semence issue du schéma de sélection (2 élevages en 2013), l'achat de béliers de 17-18 mois issus du schéma de sélection (via la CORSIA) ou la mise en pension des agnelles de renouvellement à la CORSIA (26 élevages en 2013 et en 2014). L'achat de béliers issus du schéma de sélection reste l'outil le plus utilisé par les éleveurs hors schéma de sélection. Enfin, l'adoption d'un contrôle laitier simplifié (4 contrôles/an) peut être un préalable à l'adhésion au schéma de sélection. L'ensemble de ces services proposés aux éleveurs hors schéma participe au renforcement local du schéma de sélection de la race ovine Corse et de sa coopérative d'élevage (CORSIA), malgré plusieurs obstacles tels que le manque de valorisation des brebis de réforme limitant les taux de renouvellement (Assemblée de Corse, 2011) et l'épizootie de fièvre catarrhale ovine des années 2013 (données CORSIA 2014). Ces données seront reprises dans le chapitre 1 des résultats.

- Une évolution différenciée de la relation aux ressources fourragères sur les 50 dernières années

Le pastoralisme « traditionnel » en élevage ovin Corse est décrit par Lenclud et Pernet (1978) et Ravis-Giordani (1983) à travers les pratiques de transhumance et gardiennage des troupeaux visant à tirer profit des différentes ressources fourragères et conserver les qualités rustiques des troupeaux de race Corse (Faucher, 1923). Cependant, une trajectoire de sédentarisation débutée dès la fin des années 60 en plaine et plus tardivement dans les zones de piémont (400-700m) conduit à une augmentation de l'utilisation de la strate herbacée sur prairies naturelles ou prairies cultivées, au détriment des espaces de parcours (Santucci, 2010). Le pourcentage de troupeaux transhumants est alors estimé à 54% à l'échelle régionale, avec un départ en estive après tarissement pour la majorité d'entre eux. La part de la végétation spontanée reste forte dans les années 80 avec une autonomie énergétique à 90% en plaine, soit 10% des besoins énergétiques couverts par l'apport de complémentation (Prost et Vallerand, 1986). Au début des années 90 pourtant, seules 35% des unités ovines régionales sont considérées comme suivant un modèle de fonctionnement pastoral (Vallerand et al, 1991). En parallèle du processus de sédentarisation croissant dans les zones les plus favorables, une tendance à « l'extensification passive » de l'élevage ovin-caprin est observée dans les zones de déprise agricole avec un embroussaillage des surfaces pâturables et une perte de productivité par animal (FAO, 1985), une perte de diversité des ressources sur parcours et un gardiennage du troupeau faible à nul (Cournut, 1985). Deux tendances en résultent qui concernent à la fois les élevages de plaine et de piémont : (i) un niveau de maîtrise faible avec une absence d'investissement, une surveillance du troupeau nulle ou passive, des faibles apports hivernaux et l'absence de cultures, et (ii) un niveau de maîtrise plus élevé sur les points précédemment évoqués hormis le gardiennage, qui reste faible dans tous les types d'élevage (Vallerand et al, 1981). Ces tendances sont situées par Vallerand et al (1991) dans les différentes microrégions de Corse : (i) élevages pastoraux avec utilisation de parcours et gardiennage des troupeaux au Nord-Ouest de l'île (Balagne, Nebbio, Cap Corse), (ii) élevages sédentaires fourragers avec intensification des moyens de production sur la côte orientale (plaine), et (iii) élevages aux systèmes alimentaires plus hétérogènes dans le Sud et le Centre Corse. Les grands « pôles de production » définis par les auteurs pour synthétiser ces disparités micro-régionales (Plaine orientale, région d'Ajaccio, Balagne, Cortenais et région de Figari) sont les entités utilisées pour définir la diversité des localisations des élevages de l'échantillon de départ.

On dispose de nombreuses données sur l'utilisation du territoire au début des années 90 : (i) parcours, pour $\frac{3}{4}$ des troupeaux de l'île avec une utilisation moindre en plaine orientale, (ii) prairies naturelles et parcelles démaquisées (clôturées ou non), pour 90% des troupeaux, et (iii) prairies cultivées, pour 43% des élevages en particulier sur la côte orientale, la région de Balagne et le centre Corse (Vallerand et al, 1991). Les $\frac{3}{4}$ des troupeaux reçoivent alors du foin. Concernant la complémentation en concentrés, 20% des troupeaux n'en distribuent aucune, 13% en distribuent seulement de façon irrégulière, 40% en distribuent régulièrement en hiver pour moins de 350g/jour, et 21% en distribuent de façon régulière sur toute la lactation (Vallerand et al, 1991). Cette dernière classe d'éleveurs (complémentation régulière sur toute la lactation) a été multipliée par 3 en 10 ans (Choisis et Vallerand, 1992).

Vingt ans après, la question de l'autonomie fourragère de l'île et de la mise en valeur des espaces pastoraux se pose de façon accrue : en 2015, la proposition de mise en place d'un

service d'action pastorale rappelle les difficultés de l'élevage pastoral corse actuel et la nécessité de tirer profit de la complémentarité plaine-montagne (Thibault, 2015).

- Un contexte de production à haute valeur ajoutée dans lequel l'utilisation de la race Corse est à la fois « évidente » et mise à l'épreuve

La production de lait de brebis en Corse est une production à haute valeur ajoutée, basée sur la combinaison d'une forte activité de transformation du lait en fromages typés sur l'exploitation (32% du lait de brebis produit en Corse en 2016, données Agreste) et l'existence de l'AOP Brocciu, générant en 2016 une valeur de 4,10 millions d'euros (données Syndicat AOP Brocciu citées par DRAAF, 2017). Compte tenu de ces paramètres, le prix moyen du litre de lait HT payé au producteur est de 1,29€ en 2016 (données ILOCC citées par DRAAF, 2017). Le cahier des charges de l'AOP Brocciu « protège » également l'utilisation de la race ovine corse en la mentionnant explicitement dans le cahier des charges (JOUE, 2015). L'élevage de la brebis de race locale Corse et la conduite aux composantes pastorales qui lui est associée, bénéficient donc a priori d'un contexte économique et réglementaire très favorable à son maintien. Pourtant, plusieurs tendances en suggèrent la fragilité.

Le cheptel ovin en Corse est décrit comme en diminution constante depuis l'entre-deux guerres (Rieutort, 1995). Estimé à plus de 100 000 brebis mères en 2000, il chute à moins de 92000 en 2010 (Thibault, 2015). En 2015, environ 84000 brebis laitières sont déclarées pour les primes ovines (déclarations primes ovines 2015). Les importations de lait de brebis augmentent entre 2012 et 2015-2016, de 1,62 millions de litres à 2,8 millions de litres sur 2015 et sur 2016 (données ILOCC, 2017). Parallèlement à cette diminution de longue date du cheptel se creusent les disparités géographiques de l'élevage ovin lait. En effet, sa concentration dans les zones de plaines et coteaux (Plaine orientale, Balagne, région d'Ajaccio) et sa quasi-disparition dans d'autres zones est un phénomène de longue date souligné par Baticle (1974) puis par Choisis et Vallerand (1992). Ces informations vont dans le sens d'un élevage régional en évolution constante peinant aujourd'hui à répondre à la demande de transformation laitière.

Parmi les facteurs de vulnérabilité de l'élevage ovin laitier en Corse, on trouve notamment le coût des matières premières, l'accès au foncier et le manque de valorisation de la production de viande (agneaux de lait et réformes). Le coût des matières premières reste très élevé de par la situation d'insularité et la faible surface disponible pour la production de fourrages fauchés et concentrés : une étude sur 75 éleveurs menée par l'ILOCC en 2011 indique que l'autonomie en fourrages est de 67% chez les éleveurs ovins apporteurs (n=47) et de seulement 39% chez les fromagers fermiers (n=24), alors que l'autonomie en concentrés est de 2% chez les premiers et 0% chez les seconds (d'après données SIEOL, ILOCC 2011). Les charges d'alimentation directes liées à cette faible autonomie et au coût des matières premières impliquent une marge sur coût alimentaire particulièrement faible pour les apporteurs, de 95€/brebis présente (ILOCC, 2011). Le manque de valorisation de la viande ovine concerne d'une part les agneaux de lait, vendus sur deux marchés (sarde et national) aux exigences et temporalités différentes auxquelles peinent à répondre notamment les structures d'abattage locales, qui reçoivent un peu plus du tiers des agneaux produits sur l'île contre 55% exportés en vifs en Sardaigne (Lacombe, 2015). Les prix des agneaux de lait vendus aux organisations professionnelles ou à des négociants vont donc de 3,20€/kg de PV hors saison, à 5-6€/kg de PV en moyenne en saison et

jusqu'à 8-8,5€/kg de PV lorsqu'ils sont vendus directement au consommateur (vente directe estimée à 14% des agneaux produits, Lacombe, 2015). D'autre part, la brebis de réforme est très faiblement valorisée, de 3-4€ à 8€/brebis selon l'état d'engraissement et destinée majoritairement au marché Sarde. Ce prix faible s'explique principalement par les coûts occasionnés par le transport maritime des animaux (Assemblée de Corse, 2011). Enfin, le morcellement des terrains et l'insécurité d'accès aux terrains (baux oraux) dans les zones de l'île soumises à une forte pression immobilière est un obstacle majeur à l'activité d'élevage.

L'ensemble de ces obstacles nous invite à penser que le mode de conduite « pastoral » de la brebis de race Corse est mis à l'épreuve malgré la présence d'un schéma de sélection fonctionnel et d'un contexte réglementaire favorable à l'utilisation exclusive de la race Corse.

2.1.2. L'élevage ovin laitier en Thessalie

- Gestion de la race ovine Karagouniko : les débuts d'une race locale au rôle longtemps majeur en Grèce continentale

La race Karagouniko, race d'élevage sédentaire de plaine du type Zackel, est originaire de Thessalie occidentale (Hatziminaoglou, 2001). En Thessalie en 1985, la race Karagouniko est largement prédominante avec une population nationale de plus de 250 000 têtes concentrée pour la majorité dans la région mais également en partie utilisée dans les régions limitrophes (Macédoine, Stéree Ellada) : des croisements avec d'autres races locales y sont pratiqués depuis 1960 (Zervas et al, 1985 cités par Thiau, 1992 ; Hatziminaoglou, 2001). La race Karagouniko joue alors un rôle majeur dans l'élevage ovin de plaine en Grèce malgré la présence de populations croisées.

En effet dès les années 70, plusieurs auteurs mentionnent déjà des croisements entre races grecques et races importées, en particulier avec des béliers de race frisonne pour l'augmentation de la productivité laitière (Laga, 1986) mais également avec des races à viande telles que l'Ile de France ou Berrichon du Cher (Barillet, 1979). Ces croisements sont qualifiés de croisements « au hasard » en dehors de tout programme de gestion génétique (Barillet, 1979), par monte naturelle ou insémination artificielle. Entre 1970 et 1972, environ 73% des inséminations artificielles pratiquées en Grèce sont réalisées avec des béliers Frisons (Zervas and Boyazoglu, 1977 cités par Barillet, 1979). En 1977, 19 441 brebis sont inséminées dans le département de Karditsa et 7422 dans le département de Trikala, soit 26% des brebis inséminées à l'échelle nationale pour la seule Thessalie occidentale (Barillet, 1979). Cette politique de croisement avec des races dites « améliorées » est encouragée par une subvention partielle de l'IA par le Ministère de l'Agriculture, et est développée jusqu'en 1976 (Barillet, 1979). Elle concerne également la subvention à l'achat de béliers de race de plaine, dont la race Karagouniko, pour le croisement avec les races de montagne (Barillet, 1979). Dans le même pas de temps, il est mentionné l'utilisation de brebis de race Chios et Serres en Thessalie comme dans d'autres régions de Grèce (Zervas et al, 1985 cités par Thiau, 1992 ; Laga, 1986). Reprenant Zervas et Boyazoglu (1977), Thiau (1992) indique la disparition de nombreuses races locales avec une augmentation de la population croisée nationale de 3% dans les années 60 à 40% en 1977. A la fin des années 70, alors que débute le contrôle laitier dans le schéma de sélection de la race Karagouniko, la situation des populations ovines en Grèce est décrite de la façon suivante par

Barillet (1979) : (i) locales (57% de la population totale), (ii) populations mal définies et croisées au hasard (40%), (iii) croisées améliorées (Frisonne, etc.) (3%) et races importées (1600 têtes).

C'est dans ce contexte que le centre d'amélioration génétique de Karditsa (Thessalie occidentale), dont les fonctions sont définies par la loi sur l'Élevage votée en 1977, entame le contrôle laitier pour la sélection génétique de la race Karagouniko (première race en schéma de sélection dans la région). Les brebis soumises au contrôle laitier sont 667 en 1978 (d'après les données du service de la division de la sélection animale citées par Barillet, 1979), 7450 en 1986 (Fragkos, 1988 cité par Hatziminaoglou et al, 1989), 19 000 en 1991 (Hatziminaoglou et al, 2001) puis retombent à 8900 brebis en 2011 (Mpellos et Pappas, 2011). A partir de 1988, un contrôle sur descendance est réalisé qui durera jusqu'en 1993 et ne reprendra pas. L'évolution du programme de sélection génétique jusqu'à nos jours peut être décrite par une trajectoire « par à-coups » qui s'explique par les nombreuses coupures dans l'application des programmes de financement, en 1987-1988, 1994-1995, 2003-2004 et sur les dernières années, coupures liées aux changements de gouvernance de la gestion collective des races (coopératives départementales, coopératives par races, instituts techniques). Ces discontinuités de mise en œuvre des outils collectifs se ressentent donc sur le nombre d'élevages en contrôle laitier officiel (Figure 2) et sur les résultats du programme de sélection génétique jusqu'à nos jours. En 2018, un nouveau programme de financement est lancé et relance la mise en place de l'insémination artificielle (dans 12 élevages) et la réalisation du contrôle laitier (dans 45 élevages) dans le but de procéder au contrôle sur descendance. Les caractéristiques de la race Karagouniko et du schéma de sélection sont présentés dans l'Encadré 3.

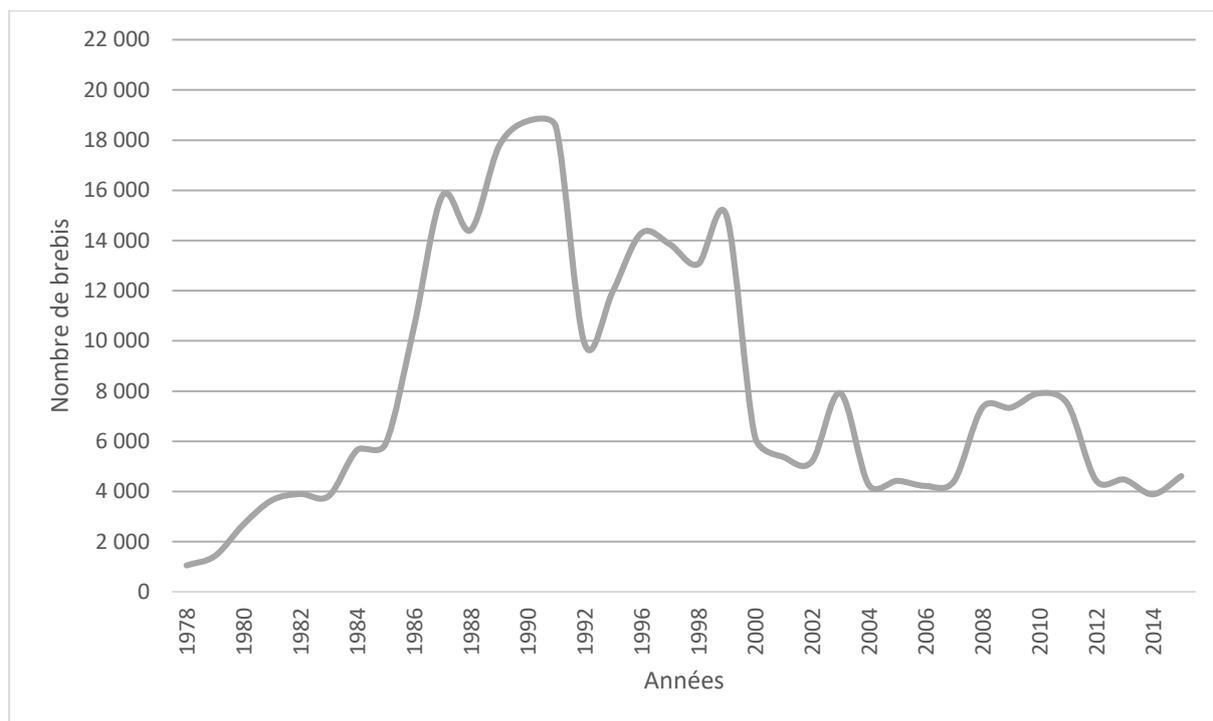


Figure 2 : Evolution du nombre de brebis de race Karagouniko sous schéma de sélection de 1978 à 2014 (d'après données KGBZ)

Race ovine Karagouniko: résultats du contrôle laitier officiel et autres caractéristiques

Race : Karagouniko

Date de création du centre de sélection génétique de Karditsa : 1977

Elevages en CLO (données KGBZ 2015):

- 49 élevages soit une population moyenne de 4613 brebis distribuées dans l'ensemble de la Thessalie occidentale

Production laitière et prolificité (données KGBZ 2013-2014) :

- sur 3419 brebis traites, 165L/brebis pour une moyenne de 133 jours de traite
- Prolificité = 1,49

Composition du lait (Boyazoglu et Mohrand-Fehr, 2001)

Taux butyreux = 8,7% et Taux protéique = 6,2%

Autres caractéristiques :

- Femelles : 58-68 cm, 45-60kg PV; Males : 67-77 cm, 65-80kg PV (Hatziminaoglou, 2001)
- Période de mise-bas : d'Octobre à Janvier (données entretien)
- Conditions d'élevage : « semi-intensives » sédentaires de plaine avec usage du pâturage toute l'année (Hatziminaoglou, 2001 ; données KGBZ)

Encadré 3 : Description de la race ovine Karagouniko

- Une « tradition pastorale » forte mais menacée par l'accès aux ressources

Le pastoralisme est une caractéristique de l'élevage de ruminants en Grèce depuis l'Antiquité (Hadjigeorgiou, 2011), avec un pâturage contribuant de 25% à 75% aux besoins annuels des troupeaux dans les années 90 (Zervas, 1998 et Zervas et al, 1999 cités par Hadjigeorgiou et al, 2005). La transhumance ovine est une des composantes de cet élevage pastoral, en particulier pour la région de Thessalie, adossée au massif du Pinde, dont 45,7% des terres sont en zone montagneuse et 17,4% en semi-montagne (Pâtre, 1997). Le Pinde a longtemps été une zone d'estive pour des nomades et semi-nomades de différentes communautés de pasteurs (e.g. Sivignon, 1975) qui y transhument encore, bien que le nomadisme pur ait pris fin. La population ovine transhumante de Thessalie (populations de montagne et race Kalarritiko majoritairement) a cependant diminué, de 17,5% en 1961 à 15,4% en 1985 (Laga, 1986), même si cette proportion reste alors supérieure à la population transhumante de la Grèce, estimée à 8,2% des élevages en 1989 (données Ministère de l'Agriculture de Grèce citées par Thiau, 1992). En 2011, Laga et al (2012) recensent 1311 élevages ovins-caprins transhumants en Thessalie, soit environ 8% des élevages ovins-caprins régionaux en 2012 (Lactimed, 2014).

Laga (1986) divise les pâturages de Thessalie en 3 catégories selon l'altitude : (i) pâturages de plaine (0-300m) composés de surface nues ponctuées d'arbustes (ii) pâturages semi-montagneux (300-800m) de garrigues à chênes kermès (iii) pâturage d'altitude (> 800m). Les pâturages d'hivernage (plaine et semi-montagne), dont 70% sont des communaux en 1986, sont caractérisés comme des pâturages de nature hétérogène qui s'appauvrissent faute de mesures de gestion adaptées, avec des pâturages de plutôt bonne qualité dans la région d'élevage de la race Karagouniko (au regard d'autres microrégions de Thessalie, d'altitude plus élevée) (Laga, 1986). Des conflits d'usage de longue date et une dégradation du potentiel productif des sols de montagne et de semi-montagne sont mentionnés dès les années 90. Ils provoquent des phénomènes locaux de surpâturage ou abandon de la transhumance et fermeture des couverts végétaux (Hatziminaglou et al, 1992), conséquences d'une absence de politique nationale de l'élevage pour la valorisation des ressources fourragères spontanées (Laga, 1986). En plaine, l'explosion des cultures commerciales de plaine telles que le coton ou la betterave dans les années 80 met en concurrence élevage ovin et agriculture irriguée, en particulier en Thessalie orientale (Perucho et al, 2015). Dans les années 90, 45% du troupeau ovin élevé en plaine pâture sur 23% seulement de la superficie pâturable de la région (Réussir Pâtre, 1997). A ces freins directement liés à l'usage de la ressource s'ajoutent l'influence des politiques de subventions à l'achat d'aliment avant 1980 (politiques nationales, Vallerand et al, 2001) et le rapport de prix favorable entre lait et aliments du bétail depuis l'entrée dans l'UE (Tsiboukas et Vallerand, 2004).

- Une production à haute valeur ajoutée dans un contexte économique de crise

La production de fromage AOP Feta, AOP nationale d'abord reconnue en 1996, perdue en 1999 puis restituée en 2003, contribue fortement au produit brut généré par l'élevage laitier en Grèce, avec une production à hauteur de 60% de la production fromagère totale et 80% de la production de fromage au lait de petit ruminants (Anthopoulou et Kaberis, 2012). Avant

même la reconnaissance de l'AOP, elle contribuait à ce pourcentage de la production nationale (Kalatzopoulos, 1989). Or la production de fromage en Grèce a augmenté de 32% entre 2006 et 2016 (Eurostat) et les exportations de fromage de 9,2% entre 2014 et 2016 (Ambassade de France en Grèce, 2017). En Thessalie, région qui contribue à 4,83% du PIB national et 19% de la production nationale de lait de brebis (Lactimed, 2014), les laiteries produisent 91% de leur fromage sous AOP Feta (données ELOGAK citées par Perucho, 2013). La forte demande des industriels pour la collecte du lait de brebis et leur nombre à l'échelle de la région (110 laiteries, données 2015, Ministère Grec du Développement rural et de l'Alimentation) maintient le prix du lait moyen à 0,97€/kg en Thessalie en 2017, ce qui est supérieur à la moyenne des régions grecques (0,93€/kg, données ELGO-DIMITRA 2017). Dans un contexte de crise économique, l'élevage perçu comme une source de revenu possible l'est d'autant plus que le prix du lait se maintient relativement haut en Thessalie. Ces données sont cependant à nuancer par les dernières données d'entretien prises sur la fin de la campagne 2017 et qui indiquent une chute du prix du lait drastique mentionnée par plusieurs éleveurs.

Cet intérêt économique pour la production laitière a également pour conséquence une spécialisation dans la production de lait et une diminution de la part de la viande ovine dans le revenu agricole. Ainsi, si la production d'agneaux de lait légers (8 à 10kg carcasse) pour Noël et Pâques et la production de lait (livré en hivernage, transformé en estive) ont toujours été les deux types de produits des élevages de la Thessalie après 1930-1935, l'importance de l'agneau de lait dans le revenu de l'éleveur diminue. Présentée comme proche de celle du lait par Laga (1986) dans les années 80, elle est estimée à 15-20% du produit brut d'élevage en 2013 en Thessalie orientale (Perucho, 2015). Aujourd'hui, le développement des importations d'agneaux en provenance des Balkans vient également concurrencer la production d'agneau destinée au marché national.

2.1.3. Conclusion

La mise en perspective des situations en Corse et en Thessalie revêt plusieurs intérêts pour le traitement de la question de recherche. Les deux terrains d'étude permettent une utilisation complémentaire de 2 niveaux d'analyses de l'objet d'étude : les PGG opérées au sein d'une même race locale (Corse et Thessalie) et celles mobilisant différentes races locales ou importées (Thessalie). L'évolution historique différente des races locales Karagouniko (Thessalie) et Corse au regard de races importées concurrentes ouvre une discussion sur la relation aux schémas de sélection et la relation à la conduite en race pure. Enfin du point de vue de l'environnement de production, la Corse et la Thessalie présentent des similarités dans leurs contraintes biophysiques et l'évolution des systèmes d'élevage en termes géographique et de capital (relief contrasté et concentration en plaine, hétérogénéité de l'accès au capital avec une tendance à l'intensification), sur trame commune d'élevage ovin pastoral. Les caractéristiques de la filière telles que les opportunités de valorisation des produits lait et viande sont diverses et permettent de discuter de leur impact sur la gestion des ressources génétiques à l'échelle régionale.

2.2. Cadres conceptuels sur les pratiques d'élevage : application aux PGG

Les PGG ne font pas l'objet de cadre conceptuel spécifique en zootechnie. Nous sommes donc partis des cadres théoriques sur les pratiques d'élevage au sens large.

2.2.1. Analyser les pratiques en élevage

- Cadres conceptuels et outils méthodologiques privilégiés

Le système de pratiques et le modèle d'action sont deux cadres d'analyse des pratiques et processus de décision en exploitation agricole, développés respectivement par Cristofini et al. (1978) et Sebillotte et Soler (1990) puis appliqués aux systèmes d'élevage (SE) par Landais et al (1988), Lhoste et Milleville (1986) et Papy et al (1998). Ils émergent, dans les années 70, de la volonté de déplacer l'objet d'analyse de la « technique » mise en œuvre en élevage, à celui de la « pratique », (Tessier, 1979 cité par Lhoste et Milleville, 1986) suite au constat d'adoption sélective et limitée du progrès technique par les agriculteurs (Blanc-Pamard et al, 1992). Ce glissement vers l'étude des pratiques s'accompagne donc de l'étude des raisons poussant les agriculteurs à agir dans le contexte singulier de leur exploitation agricole, selon des normes et « règles d'action » qui sont liées à la perception de ce contexte (e.g. Darré et Hubert, 1993 ; Blanc-Pamard et al, 1992). Ainsi, le modèle d'action distingue les modalités de pratiques (manière de faire, durée, traits quantitatifs) de leurs opportunités, définies comme les déterminants de la mise en œuvre d'une pratique à un instant donné, liées aux objectifs de l'éleveur et aux contraintes propres à l'ensemble du système (Landais et al, 1988). Le concept d'efficacité des pratiques, dernier composant du triptyque modalités-opportunités-efficacité, est développé dans le modèle d'action par Landais et al. (1988) et Landais et Lasseur (1993). L'efficacité des pratiques peut être définie comme la combinaison des effets sur l'animal ou le troupeau (objet directement concerné par la pratique) et des conséquences de cette pratique sur des éléments du système d'élevage qui ne sont pas directement concernés par la pratique (Landais et al., 1988).

L'approche compréhensive, application méthodologique de ces cadres d'analyse, permet donc d'interroger les pratiques des éleveurs en fonction du sens endogène qu'ils attribuent à ces pratiques (Eychenne, 2008) sur la base d'un postulat de rationalité qui est à l'origine de l'ensemble des approches ci-dessus (Darré, 1985 cité par Eychenne, 2008 ; Darré et al, 2007). Les différentes contributions au concept de système d'élevage sont synthétisées par Dedieu et al (2008), parmi lesquelles on retiendra deux points particulièrement utiles à notre traitement de la question de recherche : (i) la simplification du système d'élevage en sous-système biotechnique et sous-système décisionnel (Landais et al, 1988) (ii) le fait que l'ensemble des actions menées par l'éleveur a pour objectif de gérer l'entité troupeau, les autres ressources de l'exploitation agricole et l'adéquation entre ces deux entités dans le temps (Dedieu et al, 2008). Les différents types de pratiques sont ainsi associées de façon spécifique dans le système biotechnique selon une combinaison cohérente qui renseigne sur le fonctionnement

économique de l'exploitation agricole (Cristofini et al, 1978 ; Lhoste et Milleville, 1986) et sur les composantes de l'environnement de production (FAO/WAAP, 2008) qui, au-delà du système biotechnique, influencent les modalités de ces pratiques.

Ces cadres théoriques sont utilisés dans le travail de thèse en amont de la collecte de données et guident la démarche compréhensive mise en œuvre dans les entretiens semi-directifs et suivis d'élevage. Les modalités des PGG et leurs opportunités, autrement dit les objectifs et les contraintes des éleveurs participant à l'élaboration de ces PGG, sont abordées dans l'ensemble des chapitres de résultats à l'échelle de l'exploitation agricole. L'identification des couples opportunités - modalités de PGG est réalisée sur les deux terrains par des allers-retours entre démarche compréhensive et comparaison de la distribution de variables issues de bases de données régionales ou d'entretiens. Les niveaux d'analyse du système d'élevage, du troupeau et de l'animal sont utilisés. En contexte de race locale pure en Corse, la prise en compte des temporalités du renouvellement et de la réforme sur la campagne laitière vient étayer l'analyse des modalités et opportunités de PGG, en considérant la pratique comme une succession de phases élémentaires motivées par des objectifs intermédiaires dans le but de répondre à un objectif final (Papy et al, 1998). Le traitement de l'efficacité des pratiques dans la réponse à la question de recherche sera discuté en fin de manuscrit.

- Autres cadres conceptuels et outils méthodologiques

Parmi les cadres conceptuels alternatifs de l'analyse des pratiques appliqués à l'agriculture, Gasson (1973) souligne par exemple l'importance d'élargir l'étude des motivations des éleveurs à leurs valeurs, qui déterminent la finalité de leur comportement et prescrivent les normes ou moyens socialement acceptables pour atteindre ces finalités. Les résultats obtenus dans ce travail de thèse font ponctuellement écho à certaines composantes de ces cadres conceptuels (perception du risque, normes et valeurs des éleveurs, etc.), cadres par ailleurs multiples car ressortant de disciplines variées. Il ne s'agit donc pas de sélectionner a priori un cadre conceptuel parmi d'autres pour la collecte de données et l'analyse des pratiques de gestion génétique en élevage, mais de prendre acte de l'étendue des facteurs pouvant participer à l'élaboration de ces pratiques afin de limiter leur sous-estimation ou omission. La simplification des PGG en prototypes de pratiques (Girard et al, 2001), permettant de représenter les singularités à l'échelle d'un groupe d'éleveurs, s'applique difficilement aux critères de choix des reproducteurs. En effet, elle nécessite de positionner la ou les pratiques associées sous forme d'un gradient de modalités, alors que les critères de renouvellement et réforme sont plutôt exprimés sous forme de compromis. D'autre part, selon les contextes, certaines pratiques associées à ces critères de choix sont fortement labiles ou particulièrement dépendantes de l'échelle à laquelle elle sont regardées (animal ou troupeau).

2.2.2. Analyser les pratiques de gestion génétique en élevage

Les cadres d'analyse spécifiques aux PGG sont rares et concernent des modalités et opportunités particulières de ces pratiques. Roche et al (2001) proposent par exemple un outil de classification des types de réforme en réformes optionnelles/systématiques/involontaires en élevage bovin allaitant. Cette classification, et la notion de taux-type de renouvellement - réforme proposée par Moulin et al (2000) ne sont pas mobilisées comme moyen de représentation des pratiques de renouvellement et réforme dans les résultats présentés mais leur application est discutée au regard des résultats obtenus dans l'annexe 2. Ces approches relèvent cependant plus d'outils méthodologiques pour l'analyse des taux et critères de sélection en élevage que de cadres conceptuels pour l'analyse des PGG. A notre connaissance, les deux seuls cadres conceptuels directement liés aux pratiques de gestion génétique en élevage portent sur les interactions entre PGG individuelles et gestion génétique collective de la population animale : il s'agit du système de qualification des béliers développé par Vallerand et al (1994) et des régimes de production des connaissances en sélection animale (Labatut et al, 2011). Ces cadres ressortent respectivement des disciplines d'économie et de science de gestion et permettent une formalisation des rapports aux organismes de sélection et des rapports sociaux au sein de la communauté d'éleveurs pour les transactions d'animaux reproducteurs. Ils seront donc utilisés dans la discussion pour replacer les résultats obtenus au regard des types formalisés par les auteurs correspondants.

2.2.3. Analyser les changements de pratiques en élevage

- Description du cadre conceptuel choisi

Le cadre conceptuel des changements en élevage proposé par Moulin et al (2008) est utilisé comme trame pour la collecte et l'analyse des données sur la coévolution entre PGG et autres composantes du SE à l'échelle pluriannuelle.

Moulin et al (2008) proposent d'analyser les changements en élevage par le processus de transformation plutôt que par la comparaison entre 2 états successifs du système d'élevage. Ce processus de transformation peut se décrire en une succession de modifications du système d'élevage qui provoquent un changement de la cohérence du système (généralement plusieurs modifications dans un laps de temps court) ou qui s'opèrent sans affecter la cohérence du système d'élevage (généralement quelques modifications distribuées sur un pas de temps long). Ces modifications sont respectivement qualifiées de transformation ou de modifications progressives. Les objets (descripteurs du système d'élevage) ou processus techniques qui se maintiennent lors de modifications progressives, ainsi que les objectifs de l'éleveur l'amenant à transformer le SE d'une certaine façon, sont qualifiés d'invariants. L'identification des invariants, pour chaque exploitation, au cours du temps, permet de repérer, à l'échelle d'un groupe d'exploitations, les singularités d'évolution et les trajectoires communes à ce groupe d'exploitations au-delà de la diversité.

- Justification du choix

Dans le cadre de l'analyse des changements proposé par Moulin et al (2008), l'identification des modifications de chaque descripteur du SE (organisation du travail, du troupeau, conduite de la reproduction, de l'alimentation, etc.) est systématique. Ces modifications sont ensuite représentées graphiquement de façon à visualiser l'ensemble des modifications apportées au SE pour une période donnée. Ceci confère à la méthode de Moulin et al (2008) un caractère très pratique.

Cette représentation permet également de recentrer l'analyse, après visualisation synthétique de toutes les modifications du SE, sur l'évolution de descripteurs spécifiques, sans toutefois faire abstraction du contexte dans lequel a lieu cette évolution. Cette possibilité nous intéresse particulièrement pour le travail de thèse car elle permet d'analyser l'évolution simultanée des systèmes alimentaires et l'introduction de races participant à l'élaboration de la composition génétique du troupeau, dans le contexte de croisements dont les stratégies s'analysent sur le temps long.

L'utilisation de ce cadre conceptuel permet de discuter a posteriori de la dynamique des exploitations agricoles en réponse aux perturbations de l'environnement sur la période étudiée (e.g. Dedieu et Ingrand, 2010). L'analyse d'une telle dynamique fait référence aux notions de flexibilité et d'adaptation des systèmes d'élevage (e.g. Nozieres et al, 2011 ; Osty et al, 1998 ; Darnhofer et al, 2010). Pourtant, considérer les changements en élevage sous le prisme de la réponse à une perturbation de l'environnement incite à mettre l'accent sur un type de perturbation, le plus souvent extérieure, et sur les modifications du SE qui y sont spécifiquement associées. Or les facteurs de changement de la composition génétique du troupeau et du système alimentaire dans les SE ne sont ni nécessairement externes à l'exploitation agricole ni objets d'une réponse bien délimitée dans le temps : l'approche par qualification des types de changements proposée par Moulin et al (2008) paraît donc mieux adaptée aux objets considérés.

2.3. Définition de l'objet d'étude : les PGG et leurs opportunités

2.3.1. Pratiques de gestion génétique

- Cadrage général du terme

Le terme de « pratiques de gestion génétique » utilisé dans ce travail renvoie aux pratiques aboutissant à la configuration du troupeau de femelles reproductrices (Moulin et Bocquier, 2005). Ces pratiques recouvrent, d'une part, le choix de la ou des races mobilisées et, d'autre part, le choix des individus reproducteurs par la réforme et le renouvellement. Le terme de « pratiques de gestion génétique » est traduit dans les chapitres en anglais par « *breeding practices* ».

Les PGG ne sont donc pas exclusivement des pratiques de sélection, que Vissac (2002) définit par « *l'intensité et le type de sélection qu'un éleveur choisit d'exercer sur les parents pour produire la génération suivante d'animaux* ». Celui-ci distingue notamment la sélection positive sur valeur phénotypique et le recours au croisement comme levier d'amélioration génétique (entre autres stratégies). Or, la pratique de la réforme, qui permet d'interrompre la carrière de reproducteurs de certains animaux, peut avoir pour finalité que ces mêmes animaux n'engendrent pas de descendance, ou être un simple moyen de gérer la démographie du troupeau (exemple de la réforme sur âge).

- Modalités et niveaux d'analyse dans la littérature

Partant de ce cadrage général, nous recensons dans les paragraphes suivants les modalités de PGG et les niveaux d'analyses considérés dans la littérature.

✓ Certains auteurs s'intéressent spécifiquement aux pratiques de renouvellement et de réforme :

- **Roche et al (2001)** analysent les pratiques de renouvellement de la composition du troupeau à travers le taux de renouvellement, les causes et types de réforme, et les périodes et sévérité des tris pour le recrutement des génisses. L'importance d'une analyse simultanée des modalités de réforme et de recrutement et des taux de renouvellement du troupeau est justifiée par l'existence de taux de renouvellement forts et non égaux aux taux de réforme. Les pratiques sont analysées au niveau de l'animal à travers les causes de réforme et au niveau troupeau à travers les taux de renouvellement, au niveau de la cohorte de génisses pour les périodes et sévérité des tris pour le recrutement. Les types de réforme peuvent être analysés au niveau de l'animal et/ou du troupeau en cas de cause de réforme optionnelle. Le pas de temps considéré dans l'étude est celui de la campagne laitière.

- **Malher et al (1999)** analysent les pratiques de renouvellement et réforme en chèvres laitières sur 2 campagnes successives, à l'échelle de l'animal et du troupeau. Ces pratiques sont définies par les mouvements d'animaux (taux de renouvellement et la variation intra-campagne

des effectifs), les taux de réforme et les motifs de réforme, l'origine du renouvellement (auto-renouvellement ou achat), le devenir des jeunes femelles de l'année (vente, auto-renouvellement) et sa décision dans le temps (échelle de la campagne).

- **Moulin et al (2000)** présentent le troupeau comme un ensemble renouvelé de femelles dont les dates d'occurrence et l'enchaînement temporel des manipulations de marquage et de tri d'animaux doit être connue. L'auto-renouvellement ou l'approvisionnement externe en agnelles est considéré, la classification en réforme obligatoire ou optionnelle est utilisée bien que relevée comme non uniforme selon les élevages. Les auteurs mettent l'accent sur l'ajustement réciproque des taux de réforme et de renouvellement et le nombre-type de réformes par an (ou taux-type). Les méthodes d'entretien utilisées permettent de se référer au pas de temps pluriannuel pour la construction des taux de renouvellement-réforme. Le niveau d'analyse considéré est l'animal et le troupeau.

✓ **D'autres travaux élargissent ces modalités aux pratiques de reproduction au sens large et relations avec le schéma de sélection :**

- **Boisseau (2008)** définit, selon la méthode de Girard et al (2001), 14 « attributs » de PGG déclinés en gradient de modalités pour caractériser la gestion génétique des troupeaux ovins au Pays Basque. Ces « attributs » de PGG croisent les variables suivantes : nature des élevages fournisseurs de béliers et fréquence d'approvisionnement, origine génétique des béliers utilisés pour la monte naturelle et des agnelles de renouvellement (IA ou monte naturelle, père identifié ou inconnu), critères prioritaires pour le choix des béliers et des agnelles, proportion de l'insémination dans la reproduction, âge de mise à la reproduction des agnelles, complémentation des agnelles avant la mise à la reproduction, pratique de la transhumance, surveillance de la reproduction, relations aux schéma de sélection. Le pas de temps considéré est annuel et pluriannuel et le niveau d'analyse est majoritairement celui du troupeau (voire de l'animal pour les critères de choix).

- **Carayol-Costa (2011)** utilise la même méthodologie et rajoute aux « attributs » évalués par Boisseau (2008), l'opinion des éleveurs vis-à-vis des différents outils collectifs ou animaux du schéma de sélection.

Les travaux relevant de disciplines connexes comme les sciences de gestion, l'économie ou la sociologie tendent à recentrer l'étude des PGG autour de la relation entre les différents gestionnaires des populations animales et autour du lien entre outils collectifs de gestion génétique et pratiques individuelles en élevage :

- **Holloway et al (2011)** étudient les modes de choix et rejet des reproducteurs en élevage ovin et bovin en relation avec l'émergence de nouvelles technologies pour l'évaluation génétique des reproducteurs. La notion de « connaissance-pratique » de sélection est utilisée pour mettre en évidence le caractère indissociable des deux dimensions dans l'étude des pratiques de sélection. Les méthodes d'analyses des PGG incluent différentes races ou types génétiques et deux types de répondants : éleveurs et représentants des sociétés de race. Elles concernent plus un fonctionnement général qu'un état des lieux des PGG sur un pas de temps défini. Les niveaux d'analyse de l'animal et de la population animale sont privilégiés à travers la façon dont les éleveurs choisissent leurs animaux de renouvellement et la façon dont les animaux d'une race donnée sont comparés entre eux. Le niveau population est abordé à travers les modes d'évaluation des animaux selon leur adéquation avec le standard d'un type génétique

donné et leur contribution au maintien de caractéristiques spécifiques dans la population animale concernée. Etudier l'effet des outils collectifs de gestion génétique sur les PGG permet aussi d'aborder indirectement le niveau d'analyse de la population animale.

- **Vallerand et al (1994)** caractérisent les transactions de béliers entre éleveurs à travers trois types de relation (engendrement, voisinage et estime) associées à différentes origines et caractéristiques des éleveurs fournisseurs.

- **Labatut et al (2011)** identifient 4 régimes de production de connaissances en sélection animale (communautaire, intensif, entrepreneurial et néo-communautaire). Ils définissent ces régimes par la manière dont les éleveurs définissent la race, les choix des reproducteurs, les relations entre acteurs et le rapport au temps dans la gestion des reproducteurs.

✓ **Enfin, en particulier dans la littérature anglophone :**

- un grand nombre **de travaux sur les préférences des éleveurs** incluent dans leurs variables les critères de sélection ou motifs de renouvellement/réforme, à l'échelle pluriannuelle à travers l'utilisation d'enregistrements d'élevage (e.g. Ahlman et al, 2011) ou à travers des entretiens ou questionnaires visant à définir le fonctionnement-type de l'éleveur vis-à-vis des critères de choix des reproducteurs (e.g. Martin-Collado et al, 2015 ; Tabbaa et Al-Atiyat, 2009). L'analyse de ces préférences peut aussi porter sur les raisons poussant l'éleveur à choisir une ou plusieurs races (e.g. Ilatsia et al, 2012 ; Bebe et al, 2003). Le niveau d'analyse est, dans ces études, celui de l'animal et du troupeau.

- **le terme de « *breeding practices* » ne fait pas l'objet d'une définition uniforme.** Il inclut, en dehors des variables évoquées précédemment, la race du troupeau ou l'existence de croisements (e.g. Duncan et al, 2013 ; Amare et al, 2018), la composition passée et présente du troupeau en termes de races (e.g. Martin-Collado et al, 2014), les moyens d'identification des ascendants (e.g. Getachew et al, 2010; Dossa et al, 2015), la saison de mise-bas (Getachew et al, 2010), les attributs du vendeur et de l'acheteur (Jabbar and Diedhiou, 2003). Dans certaines études, la reproduction est incluse dans les « *breeding practices* » et en particulier : le caractère contrôlé/non contrôlé des accouplements (Getachew et al, 2010 ; Dossa et al, 2015 ; Mohammed et al, 2014 ; Mwacharo et Drucker, 2005), les techniques de reproduction (e.g. Duncan et al, 2013), les races des reproducteurs mâles introduits et celles composant le troupeau avant introduction (Bebe et al, 2003), l'origine des béliers utilisés (Amare et al, 2018 ; Mohammed et al, 2014) et le nombre de saillies avant réforme (Mohammed et al, 2014).

L'ensemble de ces approches permet de dégager les grandes catégories de variables permettant de circonscrire l'étude des PGG en élevage. Ces catégories sont présentées dans le tableau suivant et résumées en trois grandes dimensions caractérisant les PGG (Tableau 2).

Dimensions des PGG correspondantes	Grandes catégories de variables utilisées dans la littérature pour décrire les PGG
Renouvellement/réforme	Critères de renouvellement et réforme Taux de renouvellement et réforme Temporalité de constitution des lots de renouvellement et de réforme Identification des filiations
Races et croisements	Statut du troupeau : race pure ou croisé Race(s) représentée(s) dans le troupeau Evolution de la composition du troupeau en termes de races Gestion de la reproduction associée à cette composition
Outils collectifs et gestionnaires tiers	Participation à un schéma de sélection Relation aux outils collectifs Relations avec les gestionnaires de la ressource génétique dont éleveurs fournisseurs de reproducteurs

Tableau 2 : Catégories de variables utilisées dans la littérature pour caractériser les PGG

- Définition des PGG proposée pour la thèse

Au regard de cette revue de la littérature, nous déclinons dans ce travail de thèse les PGG comme **les pratiques mises en œuvre par l'éleveur en termes de, (i) choix des races ou croisements composant le troupeau, (ii) ajustement des taux de renouvellement et réforme, et (iii) choix des animaux de renouvellement et de réforme.**

Toutes les catégories de variables évoquées dans le Tableau 2 sont abordées dans les données obtenues au cours des entretiens et suivis d'élevage, mais ne sont pas abordées de manière identique sur chaque terrain, les niveaux de détails étant fonction du rôle que revêt chaque terrain dans la mise en perspective. En contexte de race locale pure sous schéma de sélection fonctionnel, les pratiques (ii) et (iii) sont traitées. En contexte de troupeaux croisés avec une minorité de troupeaux de race pure sous schéma de sélection au fonctionnement discontinu, la pratique (i) est traitée en priorité et les pratiques (ii) et (iii) sont abordées dans un moindre niveau de détail que dans le contexte d'une race pure.

Les pratiques d'élevage n'ayant pas un effet direct sur la composition du troupeau en termes de races/croisements ou de renouvellement/réforme, bien qu'elles aient pour objet les animaux reproducteurs, sont classées comme pratiques générales de conduite du troupeau (« management practices ») et non comme PGG. C'est le cas des périodes d'agnelages, de l'âge de sevrage et d'abattage par exemple. Cette règle permet de fixer les limites d'un objet d'étude aux multiples dimensions, mais ne signifie pas que ces pratiques générales de conduite ne sont pas prises en compte. Les dissocier des PGG permet ainsi d'identifier plus facilement si elles impactent, et de quelle façon, les PGG mises en œuvre par l'éleveur.

Le niveau d'analyse du troupeau, niveau privilégié d'approche des pratiques d'élevage ayant un effet direct sur la ressource animale, est aussi celui qui permet de renseigner la majorité des catégories présentées ci-dessus. Il est donc choisi comme niveau d'analyse des PGG dans le travail de thèse. Cependant, la combinaison des niveaux d'analyses est nécessaire à la compréhension des pratiques opérées au sein d'un système d'élevage (Dedieu et Ingrand, 2010). Lauvie et al (2015) l'illustrent en montrant comment les attentes vis à vis de l'évolution de la race amènent à des PGG qui s'analysent au niveau de la population animale. Vissac (2002) regroupe d'ailleurs ces trois niveaux d'analyse ou entités indissociables dans l'analyse des systèmes de pratiques, sous le terme de « génération animale ». Des changements de niveaux d'analyse vers le niveau de l'animal ou de la population animale sont donc réalisés lorsque les opportunités liées à la pratique le justifient.

Le pas de temps considéré pour étudier les PGG varie de la campagne laitière à l'échelle pluriannuelle. L'échelle pluriannuelle peut être abordée soit par l'analyse des évolutions sur un pas de temps défini (ex : les 20 dernières années), soit par la collecte de données sur un mode de fonctionnement répété, « de routine » (ex : critères de renouvellement/réforme), soit par l'évocation d'années où les PGG diffèrent de la « routine » (ex : taux de renouvellement/réforme).

Le schéma suivant représente les PGG étudiées dans la thèse, leurs niveaux d'analyse et pas de temps considérés (Figure 3).

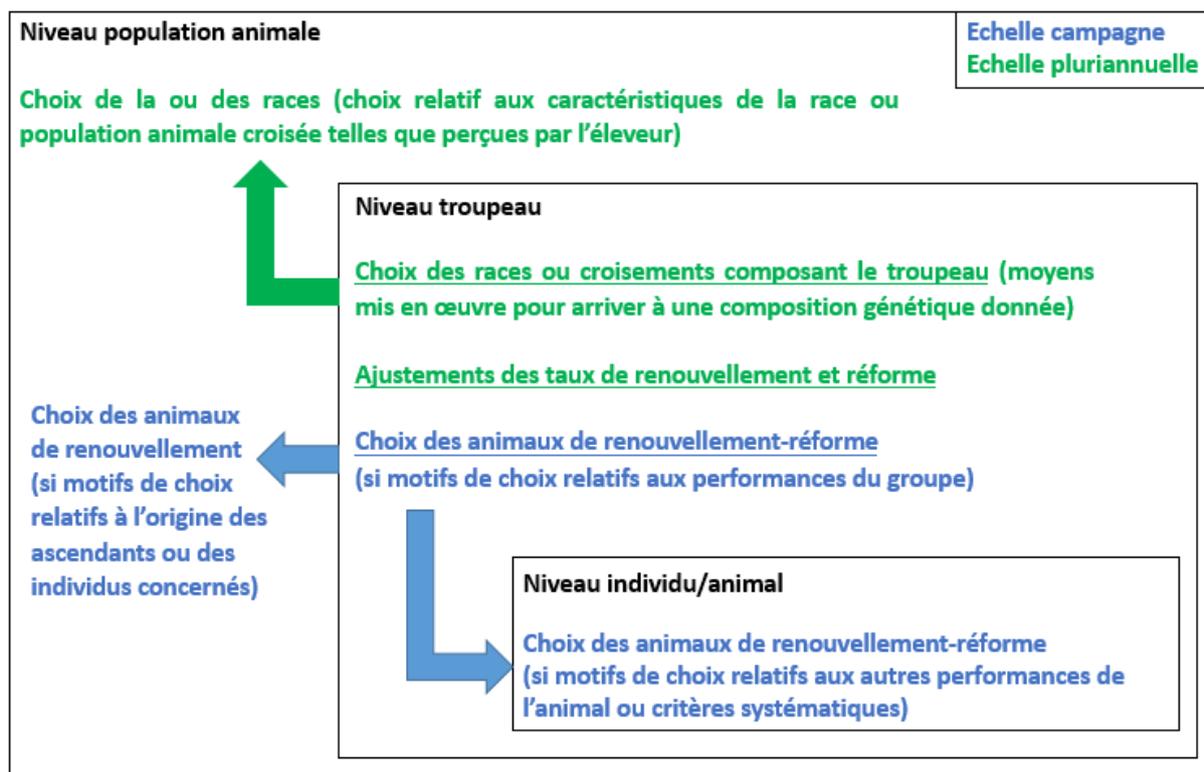


Figure 3 : Nature des PGG individuelles, pas de temps et niveaux d'organisation considérés

Nous avons évoqué jusqu'à présent les pratiques individuelles de gestion de la génération animale (Vissac, 2002). Ces PGG individuelles sont l'objet d'étude privilégié dans la thèse.

Les pratiques collectives de gestion de la génération animale sont abordées à travers l'effet qu'elles ont sur les pratiques individuelles. La gestion de la ressource génétique à l'échelle régionale, les normes et la « culture technique » associées à cette gestion collective influencent l'élaboration des PGG individuelles. Ces opportunités de PGG sont abordées dans le paragraphe suivant.

2.3.2. Opportunités de PGG : en situer l'origine dans le SE et son environnement

Les opportunités des PGG peuvent trouver leurs origines dans différentes composantes du SE et de son environnement (Lauvie et al, 2015). Il est donc nécessaire d'arrêter un découpage de ce SE et de son environnement, permettant une représentation simplifiée des opportunités de PGG identifiées dans les résultats de ce travail de thèse. Nous avons évoqué précédemment la division du SE en sous-système biotechnique et sous-système décisionnel proposée par Landais et al (1988).

Les paragraphes suivants listent les approches du SE mobilisées spécifiquement pour des objets (PGG) ou contextes d'étude (élevage Corse) proches de ceux étudiés dans le travail de thèse.

- **Audiot (1975)** considère que les liaisons fonctionnelles entre le matériel animal et les composantes du SE doivent se concevoir sous deux formes : (i) les liaisons liées à l'action de l'homme, autrement dit les contraintes qu'il impose à l'animal et les performances qu'il lui réclame (éleveur vu comme concepteur et pilote de son système), et (ii) les liaisons de nature biologique entre l'animal et son milieu. Les liaisons dues à l'action de l'homme sont construites par le choix de ressources spécifiques pour la production, que ces ressources soient les reproducteurs ou des conditions d'élevage particulières. Elles s'évaluent donc en considérant l'ensemble du SE. Les liaisons de nature biologique s'évaluent à l'échelle de la parcelle.

- **Prost et Vallerand (1986)**, distinguent, s'agissant de l'élevage corse, 4 types de ressources en interaction cohérente : (i) l'espace-ressource (Audiot et Flamant, 1982 cités par Prost et Vallerand, 1986), (ii) le matériel animal, (iii) le système de valorisation économique et social, et (iv) les éleveurs et leurs pratiques.

- **Vallerand (1989)** propose de distinguer le niveau racial-régional (milieu naturel et contraintes climatiques, milieu agronomique et les contraintes de potentialités et d'intervention, milieu économique et contraintes de marché, milieu sociologique et culturel), du niveau SE local (différences d'utilisation ou d'efficacité de la race étudiées selon les contraintes des différents milieux) et du niveau de l'unité élémentaire d'élevage. Reprenant Gibon et al (1988) et Melese (1982), l'auteur distingue, au sein du SE, le système des transformations de flux (système de transformation biologique et système de transformation – valorisation) et le système de pilotage (ensemble des moyens utilisés par l'éleveur pour conduire au mieux de ses intérêts le système de transformation).

- **Vissac (2002)** utilise les objets [troupeaux et territoire fourrager] (affectation des ressources du parcellaire à des lots d'animaux) pour l'étude des pratiques individuelles, et les objets [population animale, paysage et filière] pour l'étude des pratiques collectives. Il définit également le contexte environnemental des exploitations comme un outil d'analyse des pratiques collectives de la génération animale, qui rassemble les rapports fonctionnels des exploitations agricoles avec leur milieu biophysique et le système de relation des exploitations agricoles avec les acteurs.

- Afin de décrire les conditions spécifiques dans lesquelles sont élevées les différentes races locales, **la FAO (2008)** propose la notion d'environnement de production (EP), qui rassemble l'environnement de gestion du troupeau (caractéristiques socio-économiques et interventions pour la gestion du troupeau) et l'environnement dit « naturel » (climat, terrain, pathologies et parasites).

On retrouve dans l'ensemble de ces approches des objets ou niveaux d'analyse permettant de situer les différentes opportunités de PGG individuelles et caractérisant des compartiments du SE ou de son environnement (Tableau 3) :

Compartiments	Liste des dénominations d'objets ou niveaux d'analyses utilisés dans la littérature pour définir le lien entre génération animale et SE
Environnement biophysique	Environnement « naturel » Contraintes imposées sur les ressources et par l'environnement (liaisons biologiques) Espace-ressource Milieu naturel et contraintes climatiques Territoire fourrager (ressources du parcellaire)
Conditions d'élevage	Environnement de gestion du troupeau (interventions de l'éleveur) Contraintes imposées hors ressources et performances réclamées à l'animal (liaisons liées à l'action de l'homme) Espace-ressource Pratiques des éleveurs Milieu agronomique, contraintes de potentialités et d'intervention Système de transformation biologique (ressources → produits animaux) Système de pilotage Territoire fourrager (affectation des ressources du parcellaire à des lots d'animaux)
Contexte économique et socio-culturel	Système de valorisation économique et social Système de transformation – valorisation Environnement de gestion du troupeau (caractéristiques socio-économiques) Milieu économique et contraintes de marché Milieu sociologique et culturel

Tableau 3 : Objets ou niveaux d'analyse utilisés dans la littérature pour définir le lien entre génération animale et SE

Les compartiments du SE et de son environnement utilisés dans ce travail de thèse pour situer les opportunités des pratiques sont présentés dans la Figure 4.

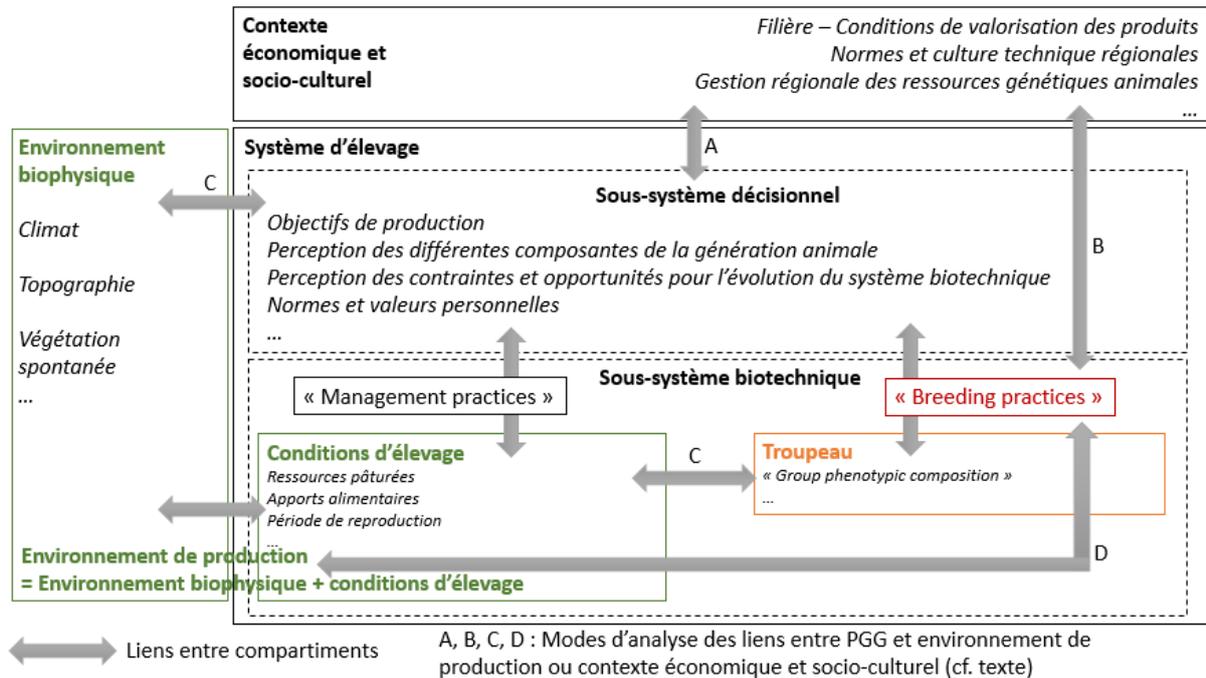


Figure 4 : Objets et niveaux d'analyse considérés dans la thèse

Dans cette représentation, les pratiques (individuelles) mises en œuvre dans le sous-système biotechnique sont présentées comme l'expression du lien entre sous-système décisionnel et conditions d'élevage d'une part (« management practices ») et du lien entre sous-système décisionnel et troupeau d'autre part (« breeding practices »).

L'effet du contexte économique et socio-culturel sur les PGG est analysé à travers :

- La perception de ce contexte par l'éleveur (A) (entretiens et suivis d'élevage)
- La distribution des modalités de PGG selon le contexte économique et socio-culturel (B), établies par un opérateur externe au SE pour un échantillon d'élevages (base de données régionales ou entretiens).

C'est la combinaison d'A et B qui permet de nuancer ou appuyer les résultats obtenus dans l'analyse des opportunités de PGG.

L'effet de l'environnement biophysique et des conditions d'élevage sur les PGG est analysé à travers :

- La perception de l'environnement de production ou de ses effets sur le troupeau (C) par l'éleveur (entretiens et suivis d'élevage).
- La distribution des modalités de PGG selon l'environnement de production (D), établies par un opérateur externe au SE pour un échantillon d'élevages (base de données régionales ou entretiens).

L'étude des relations A, B, C et D permet de faire des incursions dans le niveau population animale (ex : perception de l'adaptation de la race locale au climat, disponibilité des reproducteurs de la race locale à l'échelle de la région).

2.4. Méthodologie de collecte et analyse de données

Nous insistons dans cette partie sur les aspects méthodologiques peu évoqués dans les chapitres de résultats (présentés sous forme d'articles avec une partie « matériel et méthodes ») : statut de la mise en perspective, plan général d'échantillonnage, méthode d'entretien et articulation des différents corpus de données. Des informations complémentaires sur le contenu des entretiens semi-directifs ainsi que sur le traitement des données propre à chaque mode de collecte, pourront être consultées dans les parties résultats correspondantes ou dans les annexes 4, 5, 6 et 7.

2.4.1. Statut de la mise en perspective des 2 terrains

La mise en perspective des deux terrains d'étude a pour but :

- a. De couvrir la diversité des PGG telles qu'elles sont présentées précédemment à savoir :
 - L'utilisation du levier renouvellement - réforme en race locale (ajustement des taux de renouvellement – réforme, choix des animaux de renouvellement – réforme)
 - L'utilisation du levier race dans un contexte où plusieurs races sont utilisées à l'échelle de la région (choix des races ou croisements composant le troupeau).

L'étude des PGG en région Corse permet d'approfondir les pratiques de renouvellement - réforme. L'étude des PGG en Thessalie permet de traiter les pratiques de renouvellement – réforme et d'utilisation du levier race.

- b. De questionner le rôle de l'environnement de production et du contexte économique et socio-culturel dans les motifs de choix des reproducteurs par les éleveurs.

L'objectif (a) correspond à une analyse par les cas, contextualisée et donc non transposable de différents types de PGG sur chaque terrain (Vigour, 2005). Chaque cas sert à étayer des composantes différentes des PGG, et les temporalités qui y sont associées (échelle de la campagne ou pluriannuelle pour la sélection en race pure, échelle pluriannuelle pour les pratiques de croisements). Les méthodes de collecte de données utilisées dépendent du type de PGG et de la temporalité de ces PGG que le cas a vocation à traiter. Cette analyse par les cas est utilisée dans les chapitres 3, 4 et 6 des résultats.

L'objectif (b) correspond à un intermédiaire entre une analyse par les cas et une analyse par les variables : les PGG étudiées sur les deux terrains (motifs de choix du renouvellement et de la réforme, collectés dans les entretiens C1 et T1) sont mises en équivalence mais la

contextualisation de ces PGG est maintenue pour discuter des différences et ressemblances (Vigour, 2005). De surcroît, la combinaison des réponses obtenues sur les deux terrains permet de renforcer une hypothèse faite sur l'un ou l'autre des cas (statut heuristique des cas, Eckstein 1970 cité par Vigour, 2005). Cette analyse est utilisée dans le chapitre 5 des résultats.

2.4.2. Modalités de l'approche qualitative : échantillonnage et méthodes d'entretien

- Echantillonnage

L'échantillonnage est de type raisonné pour chaque groupe d'entretiens (entretiens Corse 1 et 2 (C1 et C2), entretiens Thessalie 1 et 2 (T1, T2)) et réalisé généralement en deux phases : un noyau d'éleveurs initial est complété par méthode « boule de neige » avec pour chaque phase l'utilisation de critères d'échantillonnage permettant de couvrir une diversité de PGG et d'environnements de production (C1, C2, T1) ou de cibler une catégorie de PGG dans une diversité d'environnements de production (T2). Ce type d'échantillonnage se base sur le postulat qu'une diversité d'environnements de production, générant une diversité de contraintes pour l'utilisation des ressources, est associée à une diversité de PGG pour la configuration d'un troupeau particulièrement aptes à répondre à ces contraintes.

Les critères utilisés pour l'échantillonnage sont donc : la localisation, la participation au schéma de sélection, la composition génétique du troupeau, la pratique de la transhumance et l'utilisation de la SAU lorsqu'elle est disponible. Ces critères sont en effet les critères les plus facilement évaluables au travers des bases de données régionales, entretiens auprès de responsables filière (techniciens d'élevage, opérateurs de laiterie, organismes de sélection) et auprès des éleveurs du noyau initial (méthode « boule de neige » pour l'élargissement de l'échantillon de départ). En Corse, une analyse fine des systèmes d'élevages dans les différentes microrégions de Corse, réalisée au cours de travaux de master (e.g. Kriegk, 2011 ; Faye, 2010 ; Lafitte, 2012) permet d'utiliser une typologie des systèmes de production ovins corses comme critère d'échantillonnage (Paoli et al, 2013, cf Annexe 1 et Table 4). En Thessalie, un mémoire de master réalisé dans la région de Thessalie permet également de dégager des critères d'échantillonnage pertinents pour couvrir une diversité d'environnements de production (Perucho, 2013). Les sources d'informations utilisées pour construire chaque échantillon sont diversifiées afin de limiter le biais d'un échantillon qui concernerait un réseau d'éleveurs spécifique. Une attention est portée à l'inclusion d'une majorité d'éleveurs hors schéma de sélection dans chaque échantillon d'éleveurs enquêtés. Ce choix méthodologique repose sur l'hypothèse de travail de départ, qui consiste à dire que les éleveurs hors schéma utilisent une diversité de critères pour le choix de leurs futurs reproducteurs dont des critères d'adaptation, alors que les critères utilisés par les éleveurs au schéma de sélection sont fortement liés aux outils d'évaluation des animaux disponibles (contrôle laitier, indexation). La taille des échantillons ainsi que le plan d'échantillonnage suivi dans les différentes phases de collecte de données sont présentés en Figure 5.

Des pointages mammaires sont réalisés sur des éleveurs de l'échantillon C2 dont les PGG et l'environnement de production sont connus : une diversité de PGG et de conditions de pâturage est choisie.

Les suivis d'élevage réalisés sur chaque terrain répondent à des critères d'échantillonnage différents. En Corse, le critère retenu est la diversité de PGG et d'environnements de production, et les éleveurs sont choisis à partir de l'échantillon C1. En Thessalie, le critère d'échantillonnage retenu est en premier lieu l'utilisation de la race locale Karagouniko en troupeau pur, et au sein du groupe d'élevages répondant à ce critère, la diversité environnements de production. Ces différences d'échantillonnage tiennent aux fonctions différentes remplies par les suivis d'élevage sur les deux terrains (Figure 6).

- Méthodes d'entretien : collecte de données et analyse des données

La méthodologie utilisée dans ce travail de thèse consiste en la combinaison d'approches diachroniques (évolution des pratiques d'élevage) et synchroniques (comparaison de pratiques actuelles dans plusieurs élevages) majoritairement réalisées à travers des entretiens semi-directifs (trame générale et questions suffisamment souples pour laisser à l'enquête l'initiative du déroulement de la réponse, Riutort, 2004). Ces entretiens semi-directifs sont (i) exploratoires, organisés en grandes catégories de variables, destinés à décrire et comprendre la diversité des modalités de PGG et essentiellement compréhensifs en début de thèse (C1, T1, Annexes 4 et 5) puis (ii) recentrés autour de variables et/ou questionnements spécifiques avec la même dimension compréhensive en deuxième partie de thèse (C2, T2) (Annexes 6 et 7). Cette évolution du degré de formalisation des entretiens est liée à l'évolution de la connaissance du terrain et à l'utilisation, pour T2, du cadre conceptuel des changements en élevage pour la collecte de données. Elle résulte également d'une démarche itérative pour la conceptualisation et la mise à l'épreuve des questions (Blanchet et Gotman, 1992). Les résultats du suivi d'élevage en Corse, non présentés dans le corps du manuscrit, mais synthétisés en Annexe 2, participent à cette construction incrémentale de la trame d'entretien C2. Le traitement des données C1, C2 et T1 se fait d'abord par analyse thématique (identification transversale des éléments se rapportant à un même thème, Blanchet et Gotman, 1992), ce qui permet de représenter la distribution des variables collectées au sein de l'échantillon. Cette distribution est ensuite analysée entretien par entretien afin d'en expliciter les raisons.

2.4.3. Articulation des corpus de données

Les critères d'échantillonnage et degré de formalisation des entretiens sont notamment liés à la fonction que revêt chaque corpus de données dans la réponse à la question de recherche. Ces fonctions sont présentées en Figure 6. Le recours à des modes de collecte de données complémentaires aux entretiens, telles que l'utilisation de plusieurs bases de données régionales en Corse, les pointages de hauteur de mamelle en Corse et les retours d'éleveurs suite à la restitution du travail de thèse, permet de mettre en discussion les données obtenues par entretiens semi-directifs. Les entretiens auprès d'acteurs de la filière sont plutôt utilisés pour la présentation du contexte de l'étude (schéma de sélection, historique d'utilisation de la race dans la région, fonctionnement de la filière) et pour la construction incrémentale des entretiens et échantillons correspondants.

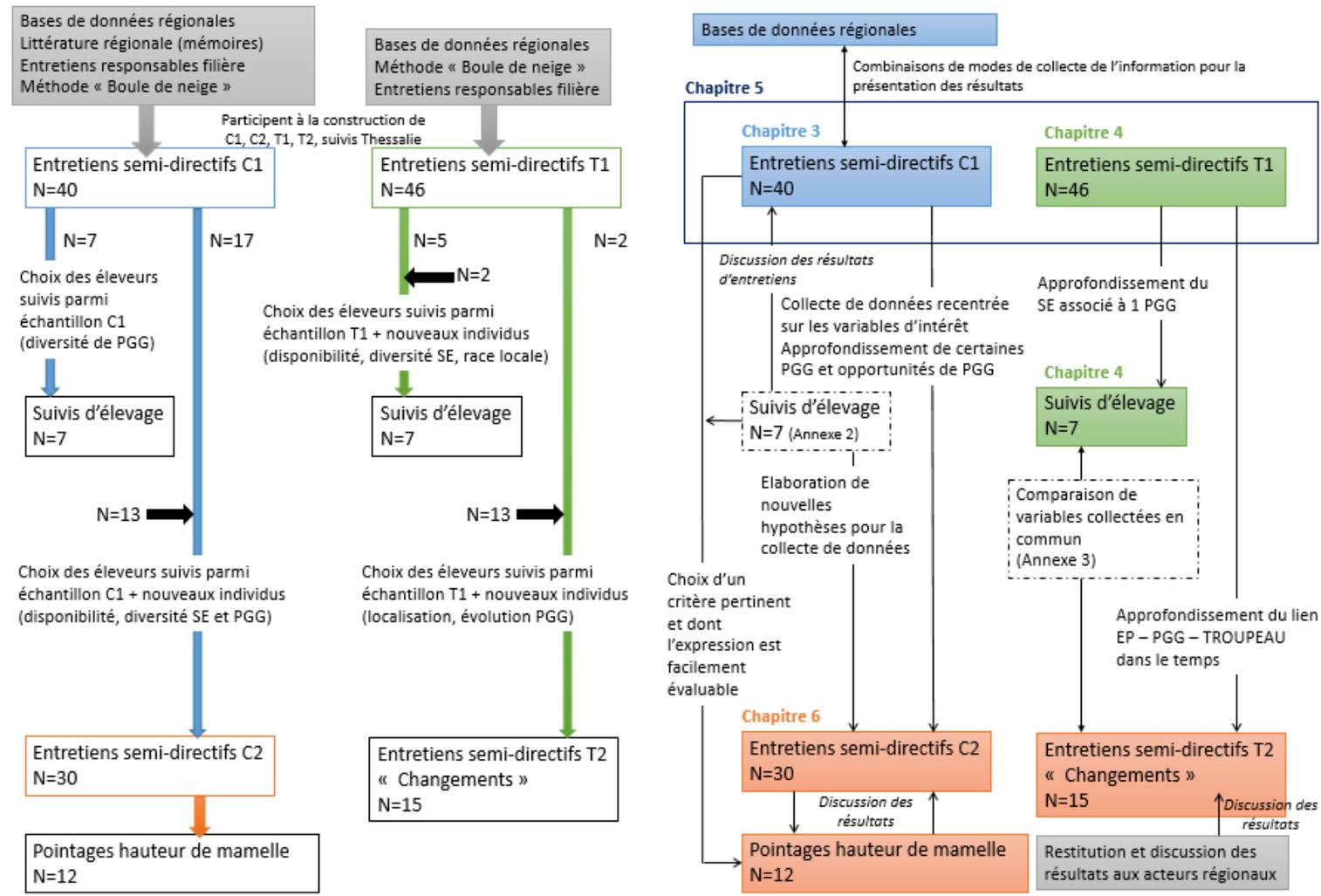


Figure 5 : Plan d'échantillonnage (à gauche)

Figure 6 : Rôle des différentes phases de collecte de données (à droite)

3. Genetic management of the Corsican ewe: collective tools are used by farmers performing a diversity of breeding practices



Parcage du troupeau avant identification des agneaux (Corse)

Préambule Chapitre 3

Ce chapitre a fait l'objet d'un manuscrit soumis à Wageningen Journal of Life Sciences et actuellement chez l'éditeur. Il a pour fil conducteur l'usage et la perception des outils collectifs de gestion génétique (outils proposés par le schéma de sélection et contrôle laitier simplifié) mobilisés par les éleveurs de brebis race Corse pour la gestion génétique de leur troupeau.

Les éleveurs enquêtés sont donc successivement considérés à travers les filtres suivants : éleveurs au schéma de sélection, éleveurs utilisant le contrôle laitier simplifié ou n'utilisant pas le contrôle laitier, éleveurs achetant des béliers à la coopérative du schéma de sélection (CORSIA). Dans chaque groupe, l'utilisation de l'outil collectif est confrontée à d'autres pratiques de gestion génétique individuelles et aux caractéristiques des systèmes d'élevages dans lesquelles cette utilisation est adoptée ou rejetée.

L'objectif est d'identifier si l'utilisation des outils collectifs peut interférer avec l'adaptation du troupeau à son environnement de production, en standardisant d'autres PGG mises en œuvre par les éleveurs ou en introduisant dans le troupeau des animaux peu adaptés à l'environnement de production dans lequel ils vont évoluer.

Genetic management of the Corsican ewe: collective tools are used by farmers performing a diversity of breeding practices

Lola Perucho^a, Jean-Christophe Paoli^a, Christina Ligda^b, Charles-Henri Moulin^c, Ioannis Hadjigeorgiou^d, Anne Lauvie^c

^aINRA, UR 0045 Laboratoire de Recherches sur le Développement de l'Élevage (LRDE), 20250 Corte, France.

^bHellenic Agricultural Organization, Veterinary Research

^cUMR Systèmes d'élevage Méditerranéens et Tropicaux (SELMET), INRA – CIRAD – MontpellierSupAgro - Univ Montpellier, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France

^dDepartment of Nutrition Physiology and Feeding, Faculty of Animal Sciences and Aquaculture, Agricultural University of Athens, 75 Iera Odos, Athens, 11855, Greece

Acknowledgements

The authors wish to thank all the farmers and the members of regional support structures who were interviewed as well as Jean-Yves Gambotti for his help in the data collection process. This work was conducted in the frame of the project Arimnet DOMESTIC and the support of the CPER (five-year program co-financed by the National Government and the regional council).

Abstract

The selection goals usually prioritized in breeding schemes are nowadays called into question. Indeed, official schemes are generally designed towards productivity objectives, but there is a trend to diversify these goals considering the future challenges and constraints (economical, ecological) that will have to face production systems. This situation prompts to go beyond the official schemes for genetic management and to investigate how the farmers themselves have always performed the choice of their animals in farm, based on modalities supposedly linked to their farm characteristics. These on-farm practices still remain scarcely documented. This paper draws on the example of dairy sheep breeding in Corsica to question the link between the use of a collective tool of genetic management and the modalities of farmers' practices in terms of replacement and culling (breeding practices). Use and perception of the breeding scheme, the milk recording (MR) and the rams sold by the Genetic Centre are successively analysed and considered in the frame of the whole genetic management process. The results show that a diversity of breeding practices can be observed for a given use of collective tools. Moreover, internal factors linked to the farming system such as work organization, possibilities of land valorisation, professional project or perception of the farming activity are drivers of these breeding practices. The effects of economic, reproductive or sanitary constraints on trade-off and selection pressure applied in farms are questioned in discussion. A deeper knowledge of these breeding practices could then serve as a methodological basis to better understand the link between the resulting animal population qualities and the farming system functioning.

Keywords

Farming systems, dairy sheep, breeding practices, genetic management, breeding scheme, Corsica

3.1. Introduction

Together with the quick evolution of tools for the genetic management used in official schemes, from the milk recording (MR) in farm to the use of genomics (Barillet, 2007; Blasco and Toro, 2014; Boichard and Brochard, 2012; Vissac, 2002), selection goals are constantly reconsidered to respond to future farming conditions and new stakes faced by livestock farming (e.g. Nauta et al, 2005; Guillaume et al, 2011; Henryon et al, 2014; Olesen et al, 2000; Phocas et al, 2016). Indeed, the current situation is prompting to diversification of selection goals, towards objectives responding to a diversity of societal, economics and environmental stakes (e.g. Ligda and Casabianca, 2013; Verrier et al, 2010; Tixier-Boichard et al, 2015). Selection of small ruminant populations in the Mediterranean region is particularly concerned, as adaptation traits of these species are used by farmers to valorise constrained farming conditions such as harsh environments (Dwyer and Lawrence, 2005; François et al, 2010; Phocas et al, 2014c). Collective tools proposed by official breeding scheme are defined at the scale of the breed and often applied in nucleus flocks regardless of the farming conditions in which the different flocks are placed.

The aim of this paper is to precise whether this diversity of production systems is associated to a diversity of breeding practices, and to what extent the expression of breeding practices is hindered by the use of collective tools. The work presented is based on the case of dairy sheep farming in Corsica (France). Indeed, Corsican island shows a diversity of production systems in terms of farm equipment, work organisation, reliance on spontaneous resources and a diversity of fodder systems permitted by a typical altitudinal zonation of Mediterranean areas (Santucci et al, 2011). The breeding scheme of the Corsican ewe was founded in 1985 and ewe's genetic evaluation is still focused on a single objective: milk quantity. The average ewe milk production was recorded at 154L for 197 days of lactation in 2015. A seventh of the Corsican farmers are taking part in it (14.6% or 53 breeders with a total population of 16000 ewes in 2015), while about a third (34.2% in 2015) of the farmers are buying rams at the breeding centre called CORSIA. Moreover, an increasing number of them (from 40 farmers in 2011 to 50 in 2014; data from OS Brebis Corse) choose MR as a tool for their breeding practices, without being part of the breeding scheme (Simple milk recording with a reduced number of recordings by year). In this paper, we put in perspective the use of collective tools with on-farm breeding practices, and we discuss the importance of collective tools within the range of the breeding practices performed by farmers. We give elements on the way collective tools are perceived and internalized by farmers according to their professional project.

3.2. Material and methods

3.2.1. Modes of data collection

This work was based on a combination of qualitative and quantitative approaches. The main mode of data collection consisted in semi-structured interviews (Blanchet and Gotman, 1992) with farmers (n=40), performed between May and September 2015. The interviews aimed at specifying the link between the use of collective tools and the on-farm breeding practices. Information on the overall functioning of the farming system was used as illustrative data to discuss the link between the use of collective tools and the on-farm breeding practices. The thematic sections of the interview guidelines were i) general information and composition of land, ii) use and perception of collective tools for genetic management, iii) milk production, iv) reproduction, v) animal groups management and feeding practices, vi) replacement and culling practices (rate, temporality, conditions), vii) motives for choosing replacement and culling animals.

Data collection on the perception and use of collective tools was completed by interviews with managers of the Breeders association (OS Brebis Corse), managers and technicians of the inter-profession for dairy sheep and goat farming in Corsica (ILOCC) (n=3). Finally, the use of regional databases came to deeper investigate the influence of the farming system on the farmers' choices for genetic management (collective tools, on-farm practices). Variables collected from regional database were the flock size, the use of land (data from Regional Directorates of Food, Agriculture and Forestry (DRAAF)) and the use of rams of CORSIA in each type of monitored farm (n=206, data from the Regional Association of Services for Livestock Organizations (ARSOE Soual)).

3.2.2. Sampling for semi-structured interviews with farmers

The method used was purposive sampling completed with snowball sampling; it aimed at covering both diversity of use of collective tools and a diversity of characteristics of farming systems. Collective tools considered were: a) participation in the breeding scheme (official milk recording, OMR), b) use of MR without genetic indexation (simple milk recording, SMR) and c) buying of rams at the CORSIA. Characteristics of farming systems included the use of land defined through the classification presented in Table 4. Flock size, geographical location, transhumance practice, level of technical support, valorisation of milk and type of dairy-house, milking practices, major means of commercialization of lambs were also taken into account when building the sample. The final sample covered 4 categories of farmers according to their use of collective tools: 1) farmers using no tool of collective management (n=11), 2) farmers only buying rams at CORSIA or from associated breeders (n=10), 3) farmers using the tool SMR (n=8) or close to do it (n=3) with different strategies for rams or selection, 4) farmers in the breeding scheme (i.e. using all available collective tools, n=8). This sampling method did not seek the representativeness of the data obtained, however those data permitted to bring to light trends connecting together different variables and contributed to better understand the dynamics driving the practices of genetic management.

System	Description	Geographical area
S1	Low intensity system on non-tillable rangeland with low farm equipment	Slopes of internal valleys and rocky coasts
S2	Systems with forage crop intensification limited by tillable areas	Slopes and bottom of internal valleys
S3	Low intensity systems on tillable grassland	Coastal plains
S4	Systems with forage crop intensification with sold fodder surplus	Coastal plains

Table 4: Types of land use in Corsica according to classification of Paoli et al (2013)

3.2.3. Data processing

The term of “good ewe” was often used by farmers to explain the way they choose offspring for replacement: a lamb coming from a “good ewe”. The description of such ewe by farmers was mainly based on the following criteria: milk yield and index, milk persistence, udder traits, behaviour at milking, breed standard and fleece colour. These generic terms were further used in the analysis to allow comparison between farms, although each criterion could be expressed by farmers through several words. In particular, milk persistence was used to qualify criteria referring to length and regularity of lactation through year (“regular”, “milk persistence”, “constant”, “produces from [...] to [...]”).

We focused on these criteria and assessed, for each group of farmers, whether or not they were used to qualify an ewe from whom they could keep offspring (simplified as “good ewe” in results). Use of the ewe’s ancestry to qualify a good ewe was also considered. The objective was to identify if consideration of “good ewe” could include an extended range of criteria in groups of farmers using OMR and SMR.

Regional databases were processed through statistical analysis using R 3.3. (R Development Core Team, 2016). A Chi-squared test was used to investigate the link between the use of collective tools and the categories of use of land. Categories of use of land were defined as the types presented in Table 4 and allocated to the database farms according to the percentage of each type of plant cover (fodder crops, native grasslands, rangelands, cultivated grasslands) in the total surface of land. Distribution of flock sizes for each use of collective tools were analysed through a Wilcoxon-Mann-Whitney test.

3.3. Results

3.3.1. Farmers participating in the breeding scheme

- Internal female replacement

In farms under breeding scheme, a ranking of breeding ewes is proposed by the farm technician as a tool for the choice of replacement lambs and the one of future inseminated ewes. This ranking is based on indicators given by MR (days of lactation, total milk production) and indexation. On the other hand, the term of “good ewe” is used by farmers to name a ewe whose progeny is eligible for internal replacement. Groups of “good ewes” chosen by the farmer for female internal replacement can differ from the breeding scheme’s ranking of ewes eligible for insemination, based on additional criteria influencing the farmers’ decision. Among sampled farms under breeding scheme, a variety of functional or morphological traits are considered by farmers to define a “good ewe” for internal female replacement, while some farms rely exclusively on the milk yield or indexation of the ewe (Figure 7).

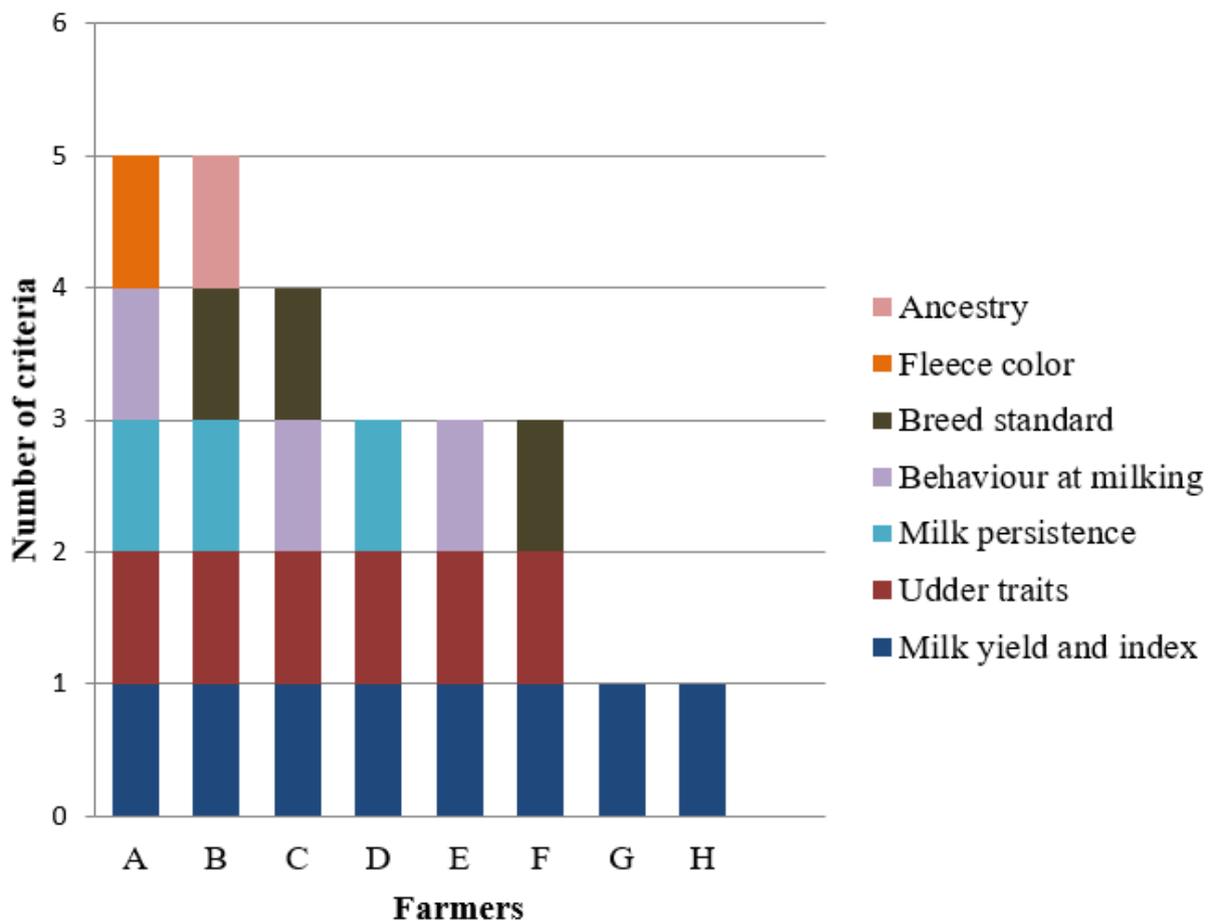


Figure 7 : Criteria for the qualification of a good ewe for internal female replacement in 8 farms under breeding scheme

Non-productive criteria are linked to work organisation (milking ability, behaviour at milking) or breed standard and aesthetics. In each farm, trade-offs between these criteria also lead to a variety of practices: (i) selection is made exclusively on the group of ewes eligible for artificial insemination (AI, ranking), but farmer can exclude ewes with unsatisfactory udder traits or behaviour (ii) several ewes non eligible for AI are regularly included for replacement. The age of the animal interferes in the decision process (farms 1 and 2), as some farmers consider that productive traits are not assessable on young ewes, or, on the contrary, they use their knowledge on ancestry to assess if a young ewe is eligible for replacement. Likewise, highly productive ewes excluded from AI, because they exceeded the age limit or previously failed AI, can be eligible for replacement by farmers, if previous productive years are considered as satisfying. Farmers' assessment of a "good ewe" is then based on observations at the multi-year scale.

The 2 farmers relying exclusively on the ranking criteria proposed by the breeding organization (farms 7 and 8) are located in the eastern lowlands of Corsica, they own flocks of 300 and 420 ewes and express two types of professional project: 1) maximize the milk productivity in a context that limits land intensification: costs of inputs, damaged soils (system S3), or 2) combine several activities (including dairy sheep farming) with a lot of time spent out of the farm and part of the work delegated to waged workforce.

In majority of the sampled farms, udder traits are considered for the qualification of a "good ewe". They although refer to a diversity of indicators for different objectives: for example, udder texture under pressure and/or teats position are assessed to pursue "ease of milking" by farmers owning milking machine, but working alone for a flock ranging from 100 to 200 ewes. Ewes with deep udders are excluded from replacement and these ewes can even be culled in order to prevent udder lesions at grazing. Such criterion is either mentioned in farms with rough, sloppy rangelands and transhumant flocks or in farms on lowlands with sedentary flocks.

Two categories of farmers' statements could explain the low representation of milk persistence in OMR farmers: (i) total lactation, as mentioned on the MR data, is a sufficient indicator of persistence and (ii) the high level of supplementation (concentrates in particular) permits to maintain lactation high in winter season.

Tolerance on the breed standard varies and mainly refers to the exclusion of Sardinian breed traits (large ears, white fleece, high size and large conformation). Black colouring as an indicator of hardiness (usual assumption by old shepherds) is mentioned by two farmers, but only taken into account by farm 1. Information on the farming systems obtained through interviews does not contribute to explain the different use of the breed standard criterion among farms under breeding scheme.

- Replacement and culling rates

Interviews indicate that replacement/culling rates (stabilized flock size), present some inter-annual variability (losses, Blue Tongue Disease, choice on breeding animals) and are partly influenced by the age of the farmer and the existence of farm succession. Such variables are then non interpretable at the yearly-scale, through one-shot interview. Official databases displaying results of farms under breeding scheme confirm this inter-annual variability (data 2012 to 2015), but also differences at the yearly-scale: in 2015, the replacement rates were of 10-15% for 21% of the farms, 15-20% for 30% of the farms and 20-25% for 34% of the farms (data OS Brebis Corse, 2015).

- Management of culling waves

Among farms under breeding scheme, culling can be focused at the end of the milk campaign (one single wave, n=4) or occur in both early and late lactation stages (2 waves of culling, n=3). Farmers mention that the lack of commercial channels for culled ewes is slowing down culling practices. The lack of valorisation of this type of product is a general problem at the regional scale and is not specific to farms under breeding scheme. However, for farms under breeding scheme the disposal of culled animals with high production level, can be eased by giving a part of them as breeding animals to other farmers. Farmers aiming at the increase of milk yield in the flock, perform intensification of the system through supplementation or cultivated grasslands. Therefore, costs generated by the increase of inputs are offset by a tighter temporality of culling along the milk campaign: in these farms, non-productive animals are removed from the flock as earlier as possible, occasioning several waves of culling.

- Relation between the participation in the BS and the land intensification

Replacement and culling practices operated by farmers participating in the breeding scheme show differences (criteria considered for ewe qualification for internal female replacement, replacement/culling rates) but also common tendencies (culling waves). Factors identified as the one influencing breeding practices are linked to (i) the feeding resources and the possibilities of land use in order to reach the production goal and (ii) the knowledge of the flock and the work management (flock size, milking). Regional databases indicate that farms under breeding scheme are positively correlated to forage crop intensification (S2 and S4) and negatively correlated with use of land based on non-tillable rangelands (S1) (Chi-squared test residuals, n=364, p-value < 0.001). A diversity of uses of land though exists among these farms in terms of use of land: 15% of S1, 21% of S2, 47% of S3 and 13% of S4 (n=53).

3.3.2. Farmers not participating in the breeding scheme

- Perception of the breeding scheme

Farmers not participating to the breeding scheme are performing simple milk recording (SMR) or do not perform milk recording. SMR has been first developed in Corsica as an intermediary step towards the accession to the breeding scheme. Farmers with such objective are generally young farmers that express the will to quickly renew the genetics of the flock. However, the majority of interviewed farmers performing SMR, or planning to do it, are not willing to access the breeding scheme. The reasons for it are the ones mentioned by all farmers out of the breeding scheme and are presented in Figure 8.

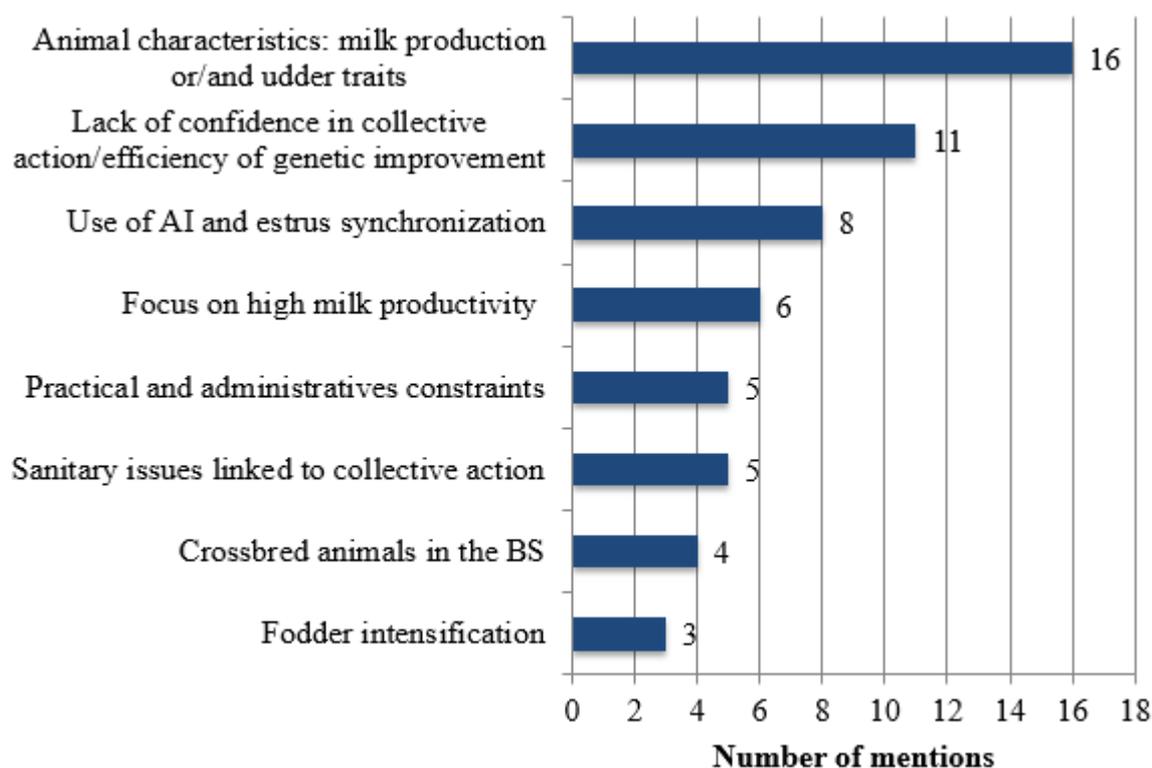


Figure 8 : Limits of the breeding scheme (genetics, functioning): perception of farmers

Udder traits is the main limit mentioned by farmers. It can refer to many traits including teats position, udder depth and presence of abnormalities in the udder structure. The concern on udder traits is considered by the breeding scheme since 2015 through farm-assessment of udder conformation on breeding ewes with higher indexation (operated by a technician). The use of AI is also controversial. Since it became mandatory in 2010, the number of flocks under breeding scheme dropped from 72 to 58. Crossbred animals are the result of crossing between the Sardinian and the Corsican breed. The crossbreeding began in Corsica in the mid 70's. Despite the work made by local stake-holders to progressively exclude the Sardinian breed from Corsican flocks (building of the breeding scheme, exclusion of crossbred flocks from the breeding scheme in 1997, recent breed standard qualification on breeding animals), farmers still identify in flocks some phenotypes referring to the Sardinian breed. Concerning fodder

intensification, it is interesting to notice that the interviewed farmers who stopped performing OMR (n=5), moved afterwards towards a low-input land use system (S3).

- Comparing replacement practices in SMR and no MR

The farmer's use of SMR data (4 recordings per milk year and per ewe) is heterogeneous and not clearly specified. In particular, the question remains whether or not the farmer is taking into account monthly records or only total lactation when making his decision. This is associated with a heterogeneous implication of farm technicians in the breeding practices: from a simple advice on MR results, to the prescription and management of both culling and replacement processes. In some cases, farmer's choice can be guided by an indicator of ewe's performance (colour codes) calculated from MR values by the technician: however, the use of this method varies among farms.

In both groups (SMR and no MR), a diversity of criteria is considered for qualifying a good ewe. SMR farmers interviewed (n=8) focus on 1 to 3 criteria, being mainly dairy traits (milk yield and index and/or milk persistence) and additionally udder traits or behaviour at milking. The 70% (n=16) of farmers not performing MR are considering 3 or more criteria to qualify a good ewe (n=23 respondents).

Farmers not performing MR frequently mention udder traits and behaviour at milking. This result can be linked with the use of hand milking in the sampled farms: the 45% of farmers not performing MR are milking by hand whereas all farmers performing SMR have milking machine.

Two different strategies of the use of MR can be identified in sampled farms performing SMR. A first strategy is to choose to focus on the improvement of milk yield and to keep a low level of prerequisites on ewe's functional traits. Farmers adopting this strategy usually remain out of the breeding scheme due to a low confidence in collective action or a perception of AI as a "risky technique". Milk recording can also be used to minimize the risk of misestimating animals when the time given to animal observation is limited (other tasks, flock size, number of workers, presence at milking, etc.). In this second strategy, MR is used as an accurate indicator to maintain stable the level of production of the flock, rather than a way to increase it. Other criteria referring to functional traits can be considered or not in the choice of breeding animals and moving towards OMR is not necessarily sought.

Farmers performing SMR use mechanical milking and dedicate a limited time to animal observation: more than 350 ewes per person at milking, use of waged workforce or practice of cheese-processing. Two farmers willing to perform SMR also own flocks of more than 700 ewes. Analysis of regional databases indicate that median flock size in flocks under SMR is higher than the one of other types of monitoring (among which OMR and no monitoring at all) without being significant in a statistical point of view.

3.3.3. Farmers buying rams from CORSIA

- Status of purchased rams in the farm project

Farmers' perceptions of collective tools indicate that the unsatisfactory characteristics of the animals coming from the breeding scheme are their primary concern (Figure 8). However, both semi-structured interviews and regional databases account for one observation: use of the genetics of the breeding scheme remains noticeable in Corsica. Indeed, 37.7% of the Corsican farmers buy rams at CORSIA or get rams from farms under breeding scheme (data 2015 from ARSOE Soual and DRAAF). In terms of rams though, this percentage is estimated around 15% of the rams raised in Corsica. Discussions with local technicians suggest that the percentage of farmers getting rams from farms under breeding scheme might be slightly under-estimated due to traceability issues.

This paradox leads us to consider the different goals pursued through these practices. Actually, farmers consider the use of rams from CORSIA as: (i) a real tool to improve flock genetics, (ii) a simple way to avoid inbreeding and (iii) a solution to the lack of other reliable options or even a strategy of risk diversification. They indeed often associate this channel with other channels of rams supply: own internal replacement or supply from other farmers, which is the traditional way to avoid inbreeding (no controlled mating).

- Choice of breeding rams for external replacement

Half of the interviewed farmers are using occasionally or systematically the CORSIA for their supply in rams, either performing MR or not. In this case, the choice of the animal is mainly based on ancestry index, but the origin of the ram is rarely requested and a random draw also limits the choice of the farmer.

The farmers who choose not to buy rams at the CORSIA (n=13) usually claim the importance of milking easiness and breed standard. Easiness to be milked refers in this case to udder texture under pressure and milk flow at milking. This objective is strongly present in systems performing hand-milking or that previously performed it, but not only. Indeed, easiness to milk is a criterion associated with farmer's know-how and legitimacy which is used to claim a professional identity: old farmers, farmers inheriting from parents' flock and located in historical areas of sheep farming are particularly critical towards udder traits observed on the offspring of the rams of CORSIA. The observation is often reported from a third person or referring to past experiences with female lambs coming from CORSIA⁶. The objective behind

⁶In 2007-2008, a recovery plan aiming at increasing animal productivity in the Corsican dairy sheep sector led to the subsidized buying of female lambs coming from the CORSIA by farmers out of the breeding scheme.

the breed standard is also dual: it refers to both aesthetical standards and to the will to build a flock reflecting its owner work and identity. It can also be linked, in a minor way, to hardiness.

The term of « hardiness » appears in farmers' words as a complex notion whose meaning varies from case to case and mainly refers: 1) to the level of susceptibility to diseases and to climatic variations, 2) to the degree of rangelands' exploitation in relation to milk production, 3) to walking ability and 4) to productive longevity of ewes. The small size of the ewe and its active behaviour on pastures are linked to some animal populations coming from the mountainous centre of the island: in some cases, rejecting genetics obtained through collective incentives of selection is then a way to prioritize animal populations that are the result of ancient pastoral practices, and are consequently composed by more hardy animals. Reversely the search for hardy animal populations coming from historical areas of pastoral farming is a motive for choosing external rams.

However, statistical analysis of regional database on 206 farms indicate that there is independence between the purchasing of CORSIA rams and the use of land (p-value=0.4544 on chi-squared test). Moreover, some sampled farmers performing transhumance consider that selection of the hardest ewes occurs *de facto*, as a result of a history of selection and losses on pastures that regularly exclude ewes least able to follow the flock. Finally, geographical and social isolation can play a role in the farmer's choice: inaccurate data on ram's prices or their conditions of availability at CORSIA are sometimes mentioned by farmers.

When a ram is taken from another farmer, the decision is not based on the breeding animal but on the knowledge on the farmer and his farming system, using above all socio-technical and geographical criteria that are supposed to ensure the quality of the animal and to stabilize the genetics of the flocks. Four farmers of the sample choose to buy rams to breeders at the breeding scheme rather than directly from the CORSIA. This choice is justified either by a lack of confidence in the characteristics of the rams from CORSIA (udder traits, genetic value) or a lack of confidence in collective registering of filiations. In this case, not buying rams at CORSIA does not mean that farmers are having less requirements in terms of milk yield but that they rely on alternative ways to palliate their lack of confidence in the products of collective action.

3.4. Discussion

The existence of a diversity of breeding practices accounts for the possibility to use collective tools of genetic management such as MR or supply in rams from the breeding scheme in a variety of systems with different objectives towards work management and milk productivity. For example, farmers with specific expectancies towards milk production and specific constraints for the knowledge of the flock (work organisation, etc.) can use MR in order to easily assess good ewes for replacement and assess a good ewe for replacement on 1 or 2 criteria. But results from MR can be also used in combination with several other criteria, as it is the case for instance in OMR farms. Rams from the breeding scheme are also used in a diversity of systems with respect to land use.

However, participation to the breeding scheme is significantly correlated with the use of forage crops intensification. Indeed, the production model implicitly associated to the breeding scheme remains focused on high expectancies towards milk production and, as a consequence, encourage to use levels of inputs adapted to this objective. For example, levels of concentrate often exceed 600g/day/ewe of concentrate in the beginning of lactation and supplementation in concentrate and hay is generally provided during all the lactation. Farmers out of the breeding scheme also tend to systematically provide ewes with concentrate in winter and during the end of the lactation, although supplementation in hay can vary according to the winter forage offer on pastures. These features question the evolution of pastoralism in the Corsican dairy sheep farming. Moreover, shepherding is rare and many farmers mention a decrease in the quality of spontaneous resources on a multi-annual time scale. This might also explain that hardiness is not represented as a main criterion in the qualification of ewes suitable for internal replacement. However, analysis of interviews data simplified the complexity of farmers' decision making process for replacement by focusing on a set of important criteria describing "good ewes" for replacement. This simplification permitted to demonstrate that a diversity of replacement criteria could be used regardless of the use of collective tools, but should be specified by considering the whole set of criteria considered in farmers' decision making process for replacement.

The evolution of farming systems towards decreased use of rangelands and increase feeding inputs is described in different regions of the north side of the Mediterranean area (Hadjigeorgiou, 2011; Jouven et al, 2010; Santucci, 2010; Stefanakis et al, 2007). The technical model of development, promoted by regional structures working in cooperation with the breeding scheme, aims at encouraging the valorisation of tillable lands with implementation of cultivated grasslands. The possibility of fodder intensification seems to be a prerequisite for the « genetic intensification » through individual MR. However, in the majority of the farms, such intensification of land remains difficult for a variety of reasons such as access to irrigation water, security of land tenure, capacity for pest management, occurrence of climate hazards or prevalence of non-tillable lands. The trajectory chosen is either to increase the level of supplementation and pursue higher productive goals, or limit food inputs and accept to modify downwards expectancies towards productivity. In particular, our results show that very few farms with a high percentage of non-tillable land (S1) are under breeding scheme. We show in this article that the accession to BS is not always associated with exclusive consideration of productive traits for the choice of ewes for replacement, and that many breeders are also taking into account functional traits. However, considering the productive costs associated with the Corsican context, it is questioned how farmers consider trade-off between productive and functional traits through their breeding practices. Similarly, this article questions the way farming conditions (food plan, importance of grazing) are modifying the phenotypes and functional traits within the Corsican ewe population and consequently the role of farmer's practices on the adaptation between a type of animal and a type of farming system.

This paper is also dealing with the involvement of the farmer in the genetic management of his flock through the diversity of individual and collective tools he chooses to mobilize. A deeper analysis of specific ranking or trade-off made by the farmer between the different criteria would probably permit to distinguish practices among farms. Such analysis need to raise the questions of 1) the amount and type of information available on the animals when the farmer makes his decision, 2) the room for manoeuvre he has according to the range of constraints

faced in the farm context. For instance, the important number of female lambs being kept every year implies a low selection pressure on females in order to deal with sanitary hazards, uncertainties of breeding (pregnancy rate and sex-ratio in lambs) and management of the risk of inbreeding. These constraints can lead a farmer to select female replacement on young ewes whose lactation is little known and to balance this low genetic pressure management by a high selection pressure on rams.

Either for the farms under BS or those out of it, the ability to be selective on culling processes is also held back by economic realities or policy frameworks among which we identify: (i) the poor economic value of culled ewes (an average of 3-5€/ewe), (ii) the timing of registration and control of flock size for the European Union subsidies, that encourage the farmer to keep as much as possible ewes that he would have culled without CAP funding. Still, these specific constraints are influencing culling practices in interaction with other factors linked to the farming system that would need in-depth identification.

By qualifying the weight of some farming constraints in the decision making, we should be able to better define the diversity of breeding practices observed among farmers and link them in a stronger way to the farming conditions. A follow-up of the farm -including more detailed data collection of farmer's discourses, *in situ* observation of practices and eventually on farm measurement on the products of decision-making (breeding animals) could permit to specify modalities and opportunities of the genetic management performed (Landais et al, 1988). Finally, a multi-annual time-scale analysis could permit to distinguish "invariant" practices (Moulin et al, 2008) and specify the farming systems following similar breeding practices.

3.5. Conclusion

This comprehensive approach of the breeding practices in the Corsican dairy sheep farming brings to light a noticeable heterogeneity in the perception and use of the collective tools for the genetic management of the flock but also in the diversity of criteria used for qualifying a good ewe for replacement. More generally, the possibilities to valorise farming resources, the work management, the representation of the farming activity and the professional project of the farmer seem to play a key-role on the definition of breeding practices and consequently on the flock characteristics. Hence, breeding practices cannot be reduced to the use of collective tools. The decreasing place of pastoralism probably limit the consideration of functional traits linked to hardiness in replacement practices within a breed already considered as a hardy one. However, other functional traits linked to adaptation to farming conditions (milking method, work dedicated to animals, displacements at grazing, etc.), in particular udder traits, still distinguish some categories of farmers from others.

We can finally wonder to what extent the level of inputs applied on the farming system allows farmers to follow productive objectives pursued in the breeding scheme while maintaining animal traits linked to adaptation. Moreover, the room for manoeuvre of a farmer for the genetic management of his farm has to be considered with the occurrence of reproductive and sanitary hazards that might limit the selection pressure applied, whether or not collective tools are mobilized.

Synthèse Chapitre 3

Ce chapitre a montré que la participation au schéma de sélection ou l'utilisation du contrôle laitier donne lieu à une diversité de PGG, tant au niveau des taux de renouvellement-réforme (cas de la participation au schéma de sélection) que de l'éventail de critères pouvant être pris en compte pour qualifier une brebis pour le renouvellement. La variabilité de ces PGG est en effet plutôt liée à des facteurs du SE et de son environnement tels que les aléas sanitaires et zootechniques, la gestion du travail en élevage ou les attentes de l'éleveur pour la poursuite de l'activité d'élevage.

Par contre, les limites du schéma de sélection et de son fonctionnement et le refus d'utiliser les béliers de la CORSIA se réfèrent à des caractéristiques animales (en particulier caractères mammaires), au souci de préserver la race, et à la volonté de privilégier des populations animales rustiques de centre Corse. De même, certains éleveurs refusent d'adhérer au schéma de sélection en raison du modèle d'intensification fourragère qu'ils y voient associé. Ces résultats sont à nuancer par le fait que l'usage des béliers du schéma de sélection reste répandu quelle que soit l'utilisation de la SAU.

En conclusion, l'utilisation des outils collectifs en race Corse ne semble pas standardiser les autres PGG. La diversité des PGG observées s'explique plutôt par l'intégration d'informations provenant de l'environnement de production et du contexte économique et socio-culturel dans le sous-système décisionnel de l'éleveur. En revanche, le souhait de conserver un troupeau en race pure et certaines qualités de la race Corse peuvent interférer dans l'utilisation de ressources génétiques issues du schéma de sélection. Une analyse approfondie des caractères pris en compte dans les pratiques de renouvellement et réforme sera présentée dans le Chapitre 5.

Si la gestion de la race locale interfère dans les PGG individuelles appliquées sur le troupeau, et que ces PGG résultent indirectement des informations provenant de l'environnement de production et du contexte économique et socio-culturel, comment cela se traduit-il en termes de composition génétique des troupeaux lorsque plusieurs races sont utilisées à l'échelle de la région ?

4. Challenges for local breed management in Mediterranean dairy sheep farming: insights from central Greece



Départ pour le pâturage sur communaux des troupeaux de race Karagouniko en plaine occidentale (Thessalie, photos L. Perucho)

Préambule Chapitre 4

Ce chapitre a fait l'objet d'un article publié dans *Animal Tropical Health and Production* en Août 2018. Il a pour trame les pratiques de croisements réalisées en Thessalie avec une multiplicité de races ou populations animales, locales ou exotiques. L'objectif est de décrire les modalités de coexistence, à l'échelle régionale, entre ces différentes races et populations.

Ces modalités concernent la place que tiennent les différentes ressources génétiques (races ou populations animales distinctes) dans la composition génétique des troupeaux, les environnements de production dans lesquels elles se trouvent élevées, et leurs facteurs de vulnérabilité ou de force les unes par rapport aux autres.

Une classification simplifiée des compositions génétiques de troupeau et l'identification des pratiques de renouvellement et de réforme qui y sont associées permet de définir des « *breeding strategies* ». L'article confronte ces « *breeding strategies* » aux environnements de production et au contexte socio-économique (filère, gestion collective des races locales) dans lesquels elles sont mises en œuvre. Un intérêt particulier est porté aux troupeaux purs de race Karagouniko, race locale aux qualités rustiques. De cette confrontation émergent les points de vulnérabilité ou de force des différentes ressources génétiques actuellement mobilisées dans la région.

Challenges for local breed management in Mediterranean dairy sheep farming: insights from central Greece

Perucho Lola ^a, Hadjigeorgiou Ioannis ^b, Lauvie Anne ^c, Moulin Charles Henri^c, Paoli Jean-Christophe ^a, Ligda Christina ^d

Acknowledgements

This work was partially funded by the Domestic and Perform projects (supported by ARIMNET, ERA-Net funded by the European Union), the Corsican regional research funding scheme (CPER) and the Department of Nutrition Physiology and Feeding of the Agricultural University of Athens. We thank the Livestock Genetic Resources Center of Karditsa and the Breeders Associations of Thessaly for providing data and farmers' contacts, and individual farmers that participated in the interviews.

Abstract

Local breeds are recognized as an important element for the maintenance of various and specific farming systems. Challenges for local breeds' management, in a context of crossbreeding with exotic highly productive breeds, have been mainly studied in tropical countries. However, similar situation and challenges are likely to exist in Mediterranean countries subjected to climatic and feed scarcity issues. The objective of this work is to identify the challenges for local breed management in a regional context of informal crossbreeding with highly productive breeds. For this purpose, the case of dairy-sheep farming in the region of Thessaly, in central Greece, was examined. Semi-structured interviews were performed in 46 farms and processed through Hierarchical Classification on Principal Components. A follow-up on 7 farms raising the Karagouniko sheep breed, main local breed of the region, was carried-on during one milk campaign. Results showed that a diversity of breeding strategies involving local purebred and crossbred flocks coexist in the region. The Karagouniko breed is facing several challenges. The supply in exotic breeding males and their crosses could be wide-scaled and involved a diversity of operators, whereas the supply in breeding males of Karagouniko breed was restrained to between-farm supply among flocks under milk recording scheme. In addition, the heterogeneity of access and quality of collective rangelands affected the farming of Karagouniko breed ewes, whose purebred flocks were significantly associated with the grazing on native grasslands. Finally, unfavourable dairies' policies led Karagouniko farmers to seek higher flock milk production through levers that could impact the vulnerability of the farm, such as earlier lambing period or earlier weaning age. Farmers also questioned the use of highly productive breeds as a potential lever to reach higher flock milk production.

Keywords

Breeding practices; animal genetic resources; crossbreeding; grazing; Karagouniko sheep

4.1. Introduction

Local breeds are recognized as an important element for the maintenance of various and specific farming systems (Gandini et al., 2010; FAO, 2015). Moreover, their role in shaping and conserving biodiversity as well as offering a range of ecosystem services is widely acknowledged (Varela and Robles-Cruz, 2016). They indeed constitute (i) a resource for the livestock farming systems and (ii) a product of those systems shaped by long-run farmers' practices following the availability of rangelands and other biophysical and socio-economic resources (Porqueddu et al., 2017). Local breeds' management is affected by the management of breeding animals at the farm scale and by the availability of highly competitive exotic breeds at the regional scale. The farm-scale breeding management has been widely considered through farmers' preferences for animal/breed traits and selection/culling criteria (e.g. Wurzinger et al, 2006; Martin-Collado et al, 2015), but less investigated in terms of actual breeding practices i.e. replacement, culling and choice of the flock breed(s) composition. The phenomenon of crossbreeding with highly productive breeds has been widely evocated in ruminant production systems in tropical countries (e.g Bett et al, 2009; Gomes Arandas et al, 2017). However, recent studies qualifying crossbreeding for sheep-farming in North-Mediterranean countries are scarce, although similar situation and challenges are likely to exist in all Mediterranean countries subjected to climatic and feed scarcity issues. Local breeds' management is also affected by the adding-value processes and policies emerging from the regional organization of the sector (Ligda and Casabianca, 2013; Lauvie et al., 2015).

The present study uses the case of the Mediterranean region of Thessaly, in central Greece, to describe the challenges faced by local breeds. In the first part, situation of local breeds with respect to exotic highly productive breeds and their crosses is described through a typology of farmers' breeding strategies (BS). Specificity between breeding strategies involving local breeds and the use of native grasslands is emphasized. In the second part, the case of the Karagouniko breed, main local sheep breed of the region, is chosen to describe the different challenges faced by the breed at the regional level and how breeders are dealing with it at the farm scale.

4.2. Material and methods

4.2.1. Data collection

Semi-structured interviews were performed on 46 farmers of Thessaly (Figure 9) between October 2014 and May 2016. The sampling method was non probabilistic and aimed at representing the diversity of regional dairy sheep farms in terms of use of land, flock genetic composition and farm location. Regional data on purebred flocks breed management programs and previous work on regional production systems (Perucho et al., 2015) were used to build an initial nucleus of sampled farms, then completed by snowball sampling. Variables used to build the initial nucleus of sampled farms included topography, presence of native pastures, proximity with mountain areas, density of farms and cultural communities settled. The information sought through interviews was collected with a qualitative approach whose principal objective was to get a better comprehension of farmers' motivations for their breeding practices. For this purpose, categories of items to be tackled with farmers were used as a basis for carrying-on the semi-structured interview. These categories consisted in (i) general information on the farming activity, agricultural land composition, grazing and feeding management, current flock composition and production and reproduction data (ii) information on breeds composing the flock and crossbreeding strategy, (iii) replacement practices and culling practices. Categories of data used as interview grid and the nature of information collected through the interview, for each category of data, are available in Annex 5.

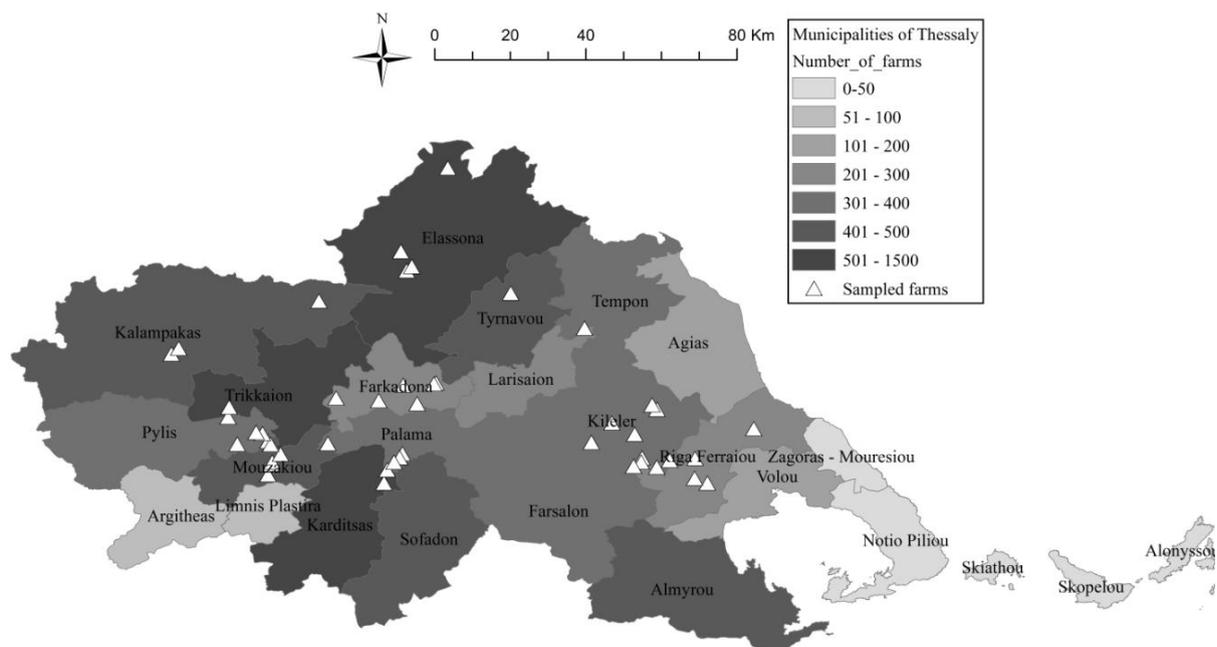


Figure 9 : Sampled farms and distribution of dairy farms in Thessaly (ESRI, 2015)

During the milk campaign 2016-2017, 7 farms of Karagouniko purebred ewes registered in the breeding scheme were followed-up. The aim of the follow-up was to describe the production environment in which the breed is raised. The term production environment was used following FAO definition, encompassing the natural environment and the management environment of the farming activity (FAO/WAAP, 2008). Five farms of Karagouniko breed ewe belonging to semi-structured interview sample (n=46) were chosen based on their diversity of production environments (grazing management, location, feeding management, reproduction plan) and the availability of the farmers. The two additional farms that entered the breeding scheme at the time of the follow-up were selected because of their locations and grazing management characteristics. Thus, the final sample of 7 farms of Karagouniko breed covered a diversity of production environments. Each farm received 5 to 6 visits from the beginning until the end of the milk campaign. Farmers were asked to describe the functioning of their farming activity in terms of feeding, housing, reproduction, batching, milk and meat production, replacement and culling and land management. On-farm observations of farmer practices facilitated the understanding of several of these management aspects. Emphasis was made on understanding the reason for performing such management. Data obtained were compared to semi-structured interviews: in case data differed from one year to another, farmers were further interrogated on the reasons for changing their management. Data analysis focused on the farmers' strategies and adjustments emerging from the description of the production environment and from the way the farmer justifies the setting of the management environment.

4.2.2. Statistical analysis of interview data

The statistical analysis was performed using the programming environment R 3.2.4 (R Development Core team, 2016). A Multiple Correspondence Analysis (MCA) followed by a Hierarchical classification on Principal Components (HCPC) (npc = 3, method = Ward, metrics = Euclidean and number of clusters = 6) was used to describe breeding strategies of farmers (a breeding strategy is here defined as a combination of breeding practices modalities). These breeding strategies were defined by 5 breeding practices: GENETICS, CULLING_EWES, CULLING_RAM, REPLACE_EWES and REPLACE_RAM. GENETICS indicated the flock genetic composition. Local breed flocks were classified according to their registration in a breed management program (conservation, milk recording scheme or local undefined). For crossbred flocks, farmers' long-term objectives were used to define two categories of crossbreeding: a) crossbreeding towards high milk production (HMP) b) crossbreeding towards a trade-off between adaptive and productive traits (Table 5). Both categories of crossbreeding practices were performed without specific short-term plan on the breed(s) and on the frequency of introduction of new breeding animals in the flock.

	Description	Modalities of GENETICS
Undefined crossbred	Towards high milk production : initial flock is partially or fully replaced by highly productive Greek or exotic breeds	High milk production (n=15)
	Local breeds are kept for their adaptation and improved by crossing with highly productive breeds (Greek or exotic)	Mixed (n=9)
Local undefined	Local populations undefined: the flock is not registered in any breed management program but the farmer considers it as a purebred flock. The breed mentioned is either named “local breed”, “mountain breed” or using a local or registered breed name	Local undefined (n=2)
Pure bred	Kalarritiko (flock book only)	Kalarritiko (n=5)
	Karagouniko (milk recording)	Karagouniko (n=10)
	Chios (milk recording)	Chios (n=3)
	Skopelos (flock book only)	Skopelos (n=1)
	Piliou (flock book only)	Piliou (n=1)

Table 5 : Modalities of flock genetic composition among the sampled farms

The variable CULLING_EWES indicated the average age of culling for ewes, whereas CULLING_RAMs represented the average number of mating years before a ram was culled. REPLACE_EWES indicated the animal on which the farmers base their decision for the female replacement cohort (either the mother-ewe, the lamb, both ewe and lamb or no selection). A modality “no selection” was used when all female lambs were kept. REPLACE_RAMs represented the frequency of use of external ram supply. Besides the active variables, farm descriptors were also collected and included, among other factors, the flock size, the location and the use of land for grazing management. The use of land for dairy sheep grazing management was classified in 3 modalities: (i) transhumant pastoralism (either pure or associated with private pastures), (ii) sedentary agropastoralism/pastoralism with native pastures (collective or private), (iii) cultivated pastures or indoors farming.

4.3. Results

4.3.1. Breeding strategies involved local breeds and exotic highly productive breeds

A diversity of breeding practices was observed in the sampled farms. Indeed, local breeds were raised as purebred flocks or crossed with highly productive breeds, either Greek or exotic. Replacement and culling practices also differed among investigated farms. Results of MCA showed that 37% of the variance observed in the breeding practices could be explained by three dimensions. Dimensions 1 and 3 were mostly characterized by GENETICS and dimension 2 was mainly characterized by CULLING_RAMs. The 6 Breeding strategies obtained through the HCPC analysis are presented in Table 6.

Local breeds and local undefined populations with low to medium milk production level (Kalarritiko, local undefined populations) were raised under a slow turn-over of breeding animals and a rare use of external male genetics. Intermediate breeding strategies (BS 2 and 3) involved local breeds under regional milk recording scheme raised as purebred flock (Karagouniko, Chios) and mixed crossbred flocks. Finally, HMP crossbred flocks were mainly found in farms combining a quick turn-over of breeding males and females and a frequent use of external male genetics (BS 1). Breeds used in BS 1 were Greek breeds such as Chios, Frizarta and exotic breeds such as Lacaune, Assaf or Awassi.

Breeding strategies (BS)	Description
BS 1 (n=9)	HMP crossbred flocks Rams are culled before 4 mating years Pursuing external rams is frequent (every year or 2 years) Females are culled before the age of 6 years
BS 2 (n=13)	Chios purebred flocks and mixed crossbred flocks Rams are culled between 4 to 6 mating years Pursuing external rams is punctual (> every 2 years)
BS 3 (n=11)	Karagouniko purebred flocks Rams are culled before 4 mating years Pursuing external rams is frequent (every year or 2 years) Replacement based on both ewe and lamb characteristics Females are culled between 6 and 7 years of age
BS 4 (n=7)	Kalarritiko purebred flocks Females are culled after 8 years of age
BS 5 (n=3)	Supply in external rams is rare (> every 10 years) Rams are culled after 6 mating years
BS 6 (n=3)	Flocks of local undefined populations Females are culled after 8 years of age Rams are culled after 6 mating years Supply in external rams is rare (> every 10 years)

Table 6 : Breeding strategies observed in the sampled sheep flocks

4.3.2. Local breeds farming was based on the use of native grazing lands

Results of HCPC, farmers' perceptions of local breeds and location of local purebred flocks in Thessaly indicated that local breeds farming and the use of native grazing lands were closely associated. Low-speed breeding strategies involving Kalarritiko breed and local undefined populations were associated with transhumance. Intermediate breeding strategies involving the local Karagouniko breed were associated with small-sized flocks grazing native grasslands of Western Thessaly under sedentary farming. This link between local breed farming and the use of native grazing lands was considered as representative of the Kalarritiko and Karagouniko purebred flocks registered in a breeding management program in Thessaly. Moreover, the Kalarritiko breed was described by farmers as a robust breed with low sensitivity to diseases, adapted to the constraints of mountain conditions and pastoralism (scarcity of feeding resources, cold weather conditions and rough terrains). The abilities of the Karagouniko breed (as perceived by sampled farmers) referred to similar adaptive capacities adjusted to

lowland conditions: low sensitivity to diseases, low sensitivity to both cold and hot weather conditions and feeding efficiency on low quality pastures. Finally, the Western Thessaly, location area of all Karagouniko purebred flocks under milk recording scheme (Figure 10), was opposed by farmers to the Eastern Thessaly for its multiple herbaceous rangelands and its varying and wide range of temperatures through the year. These findings raised the question of the dependence of local breed farming towards the availability and quality of native grazing lands.

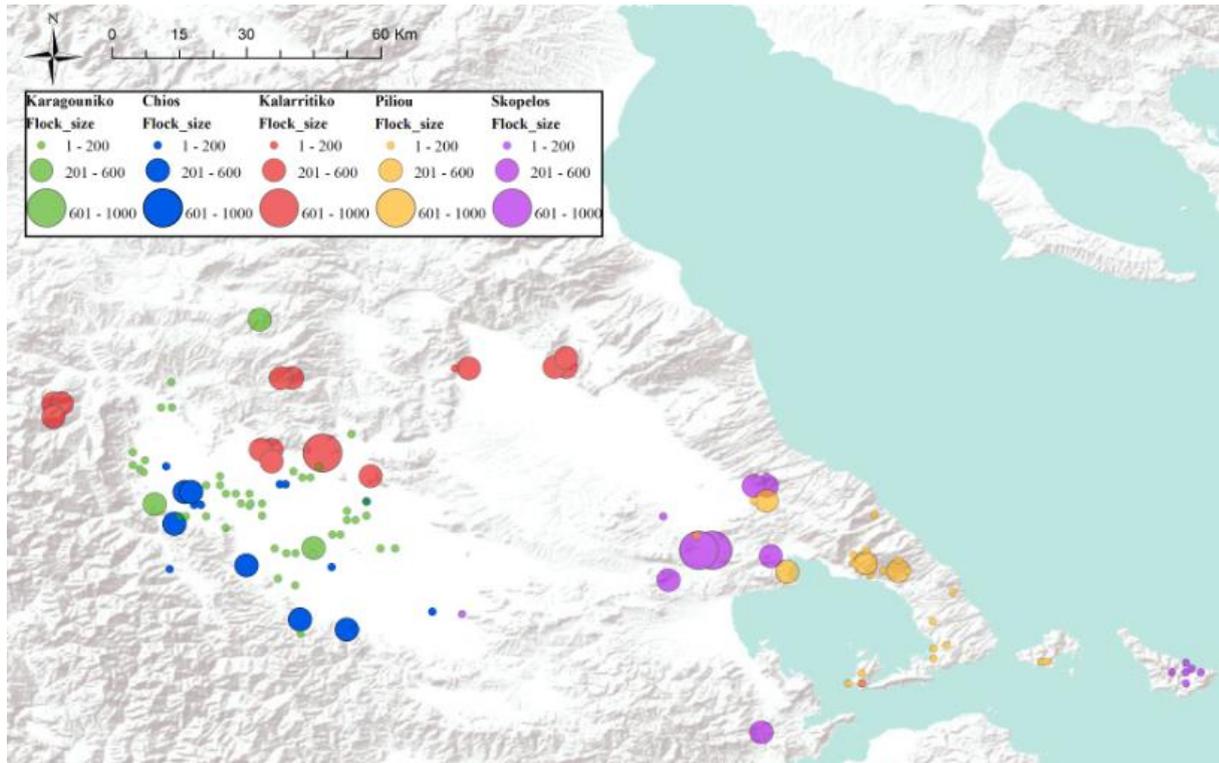


Figure 10 : Location and flock size of local breed populations registered in a breed management program (from data Livestock Genetic Resources Centre and breeders' associations, ESRI, 2015)

4.3.3. The regional context challenged the Karagouniko breed farming

- Unbalanced opportunities for rams supply and genetic selection at the regional scale

Supply of local purebred rams from Karagouniko breed was restricted to between-farms channels. Organization of farm-to-farm supply was managed with the support of the regional LGRC and Breeders' Associations through (i) information on milk performance and (ii) facilitation of linkages between buyers and sellers. Artificial insemination on Karagouniko purebred flocks, under milk recording scheme, was not practiced and no breeding males were directly provided by the Livestock Genetic Resources Centre (LGRC) or the Breeders' Association during the milk campaigns concerned by the study. The difficulties of functioning of the regional milk recording scheme in the last years was associated to a heterogeneity in the performance of local breeding animals (stated in 4 farms with Karagouniko purebred flocks) and a weak demand for breeding animals beyond the limits of the milk recording scheme (stated in 3 farms with Karagouniko purebred flocks). The size of the Karagouniko purebred population registered in milk recording program was moreover small in comparison with the estimated population of the breed: respectively 4600 ewes recorded in Thessaly in 2015 for around 150,000 heads of the Karagouniko breed (Data from LGRC of Karditsa).

On the contrary, supply of crossbred and highly productive purebred rams not registered in any regional breed management program was organized at the regional scale by a dense network of 2 types of operators: the farmers themselves and individual traders. Farmers usually purchased breeding animals among each other, but could also buy directly from the international market (farmers' cooperatives or breeding schemes operating in other countries) and sell a part of the breeding animals to their acquaintances. Individual traders were buying animals either from international market providers or from the national market. A single farmer could mobilize a variety of channels for his needs; moreover, these channels often exceeded the limits of the network of acquaintances or the local area (regional or trans-boundaries) and providers could vary from one year to another.

- Unfavourable dairies policies

Breeding strategies involving the Karagouniko breed (raised as purebred animal) were not associated with a specific adding-value process such as the organic certification or the use of farmers' cooperatives for the commercialization of milk. The same conclusions were drawn when comparing only the breed composition (GENETICS) with the adding-value process (ADD_VALUE). Moreover, according to farmers' statements, dairies did not differentiate

producers' prices based on proteins and fat content, except from possible penalties for those below a certain threshold nor offered a higher price for the use of local breeds. In addition, large-sized flocks could benefit from a higher milk price than small-sized ones because they delivered bigger volumes of milk to dairy-houses. Negotiating with dairies for the collection of summer milk was difficult for farmers of moderate milk production and small-sized flocks. Collection of summer milk could be though achieved in villages gathering many dairy sheep farmers and easily accessible for dairies.

- Heterogeneity of native grazing lands in Western Thessaly

Karagouniko breed farmers under follow-up perceived quality of collective grasslands as very variable across villages at similar altitudes but also within villages. Moreover, in some cases their access to collective rangelands was reduced or nil (Table 7). Low accessibility to collective grasslands was explained either by their location, (e.g. distance from the sheep-barn or isolation within a perimeter of crop fields) or by competition (e.g. a high number of grazing animals sharing the same grazing plots in the village (farm 6)).

	Farm 1	Farm 2	Farm 3	Farm 4	Farm 5	Farm 6	Farm 7
Altitude (m)	100	790	280	100	120	90	80
Access to CG^a	Good	Reduced	-	-	Good	Reduced	Good
Quality of CG^a (perceived)	Average	Poor	-	-	Good	Average	Good
Status of native grasslands^b	Collective	Private	Private	Private	Collective	Collective	Collective

^acollective grasslands

^bgrazed by productive ewes

Table 7 : Characteristics of grazing lands in the 7 Karagouniko breed farms under follow-up

4.3.4. Karagouniko breed farmers used different strategies to maintain their activity

Karagouniko farmers under follow-up used a range of strategies to handle the unfavourable dairies' policies, the heterogeneity of the native grasslands and, in some farms, the heterogeneous or low ewes' milk productivity (ranging from less than 100kg/ewe/year to 250kg/ewe/year). Three patterns of strategies, found in the followed-up farms, are presented in Figure 11. A common component of the farmers' strategy was the use of in-farm produced forages, such as vetch or alfalfa hay. All the followed-up farms were self-sufficient in the required harvested forages with the exception of one farm that mostly relied on cultivated pastures (farm 2). None of these farmers had their own equipment for the harvesting of cereals for feed, although self-sufficiency in cereals and access to farming equipment for fodder tasks was heterogeneous among farmers (from having no equipment at all, to the self-handling of all agricultural tasks until hay tedding).

Karagouniko farms that did not benefit from accessible and good quality pastures did not always have the possibility to increase feeding inputs or to develop the use of cultivated pastures as described in strategies 1 and 2 (Figure 11). In this case, crossing the flock with highly productive breeds was considered by the farmers in order to achieve economic viability. Figure 12 illustrates the obstacles and levers tested in farm 4 to limit feeding inputs while increasing the flock milk production of the flock. For example, the animals' diet was adjusted to the feeds produced on farm and lowered the replacement rate is lowered due to farmer's economic situation (low milk prices, no added-value for milk, few equipment for cropping and moderate milk production). These adjustments compromised the improvement of milk and meat production. Levers tested to increase flock milk production (earlier lambing season, earlier slaughtering and weaning ages) were not adopted because there were inconsistent, among other parameters, with flock response to climate variations under poor housing conditions (milk drop during cold). Such obstacles led the farmer to question the interest of crossbreeding his flock with highly productive breeds.

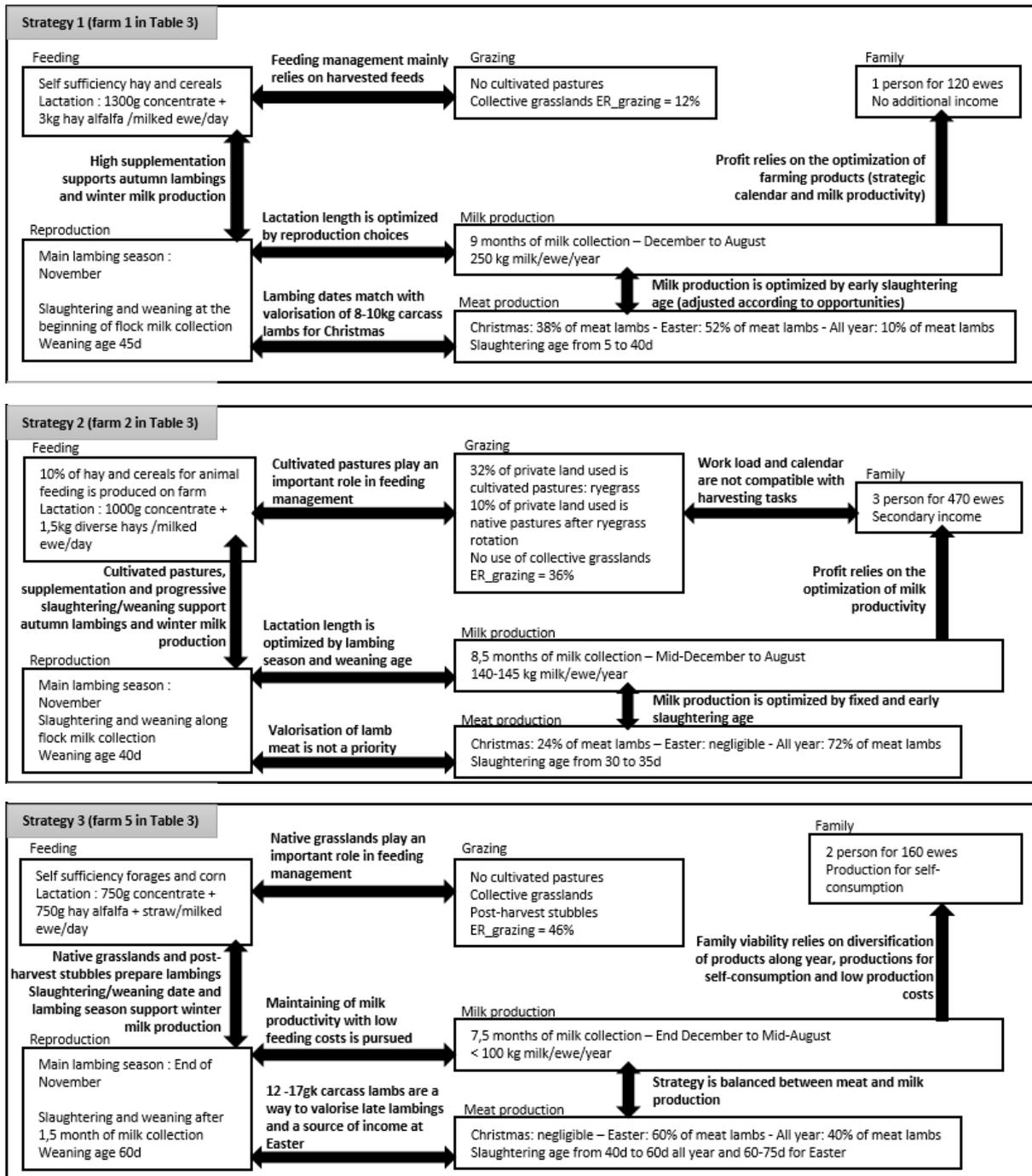


Figure 11 : Farming strategies in 3 Karagouniko breed farms under follow-up

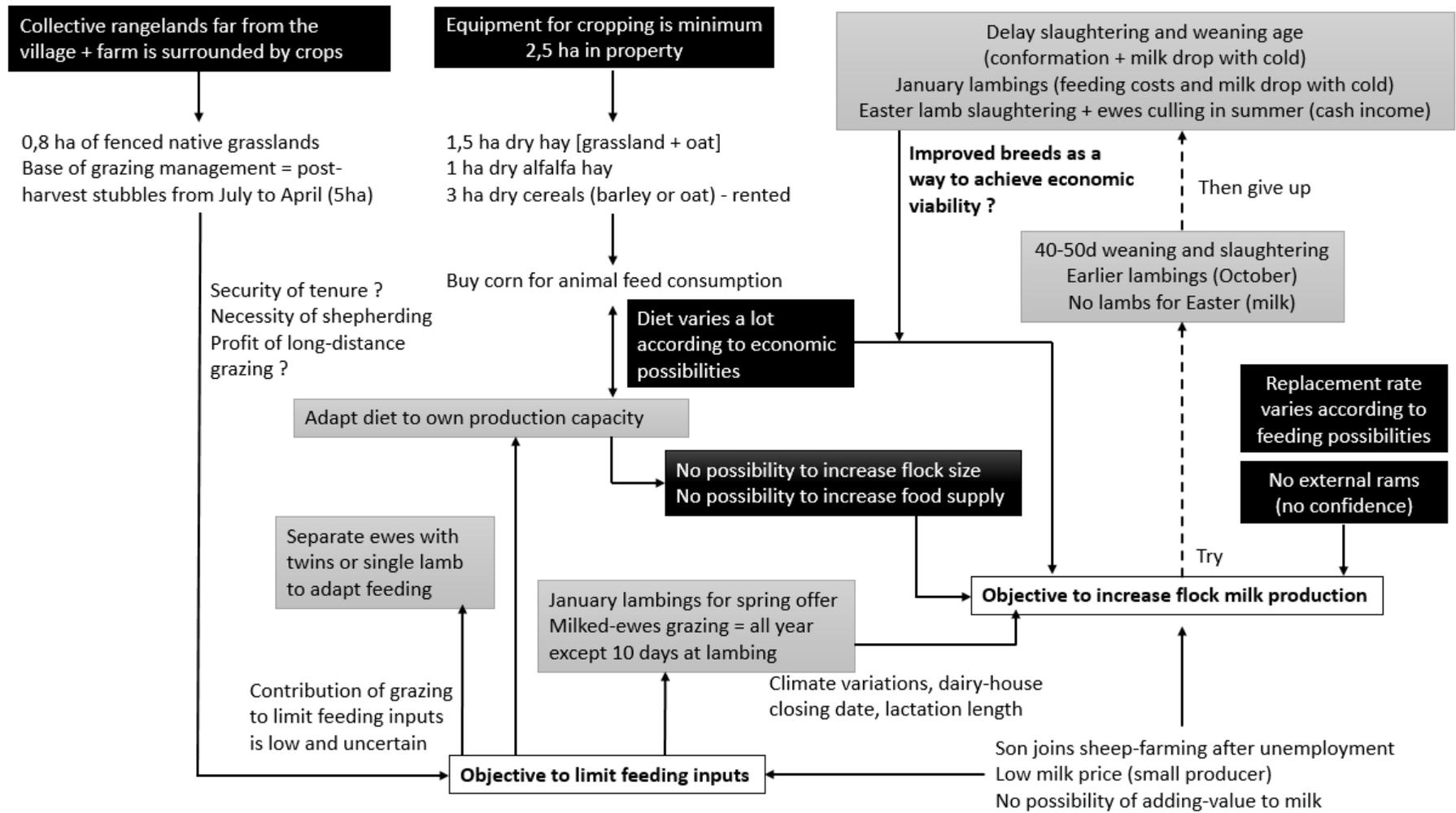


Figure 12 : Obstacles (black) and levers (grey) used to limit feeding inputs and increase flock milk production in farm 4

4.4. Discussion

The objective of crossbreeding can be an interesting indicator to conduct prospective approaches on the evolution of local breeds in regions where pedigree recording is limited or when no representative sample of the field situation can be obtained. Investigation of the flock genetic composition (GENETICS) was initially approached through the different breeds used in purebred and crossbred flocks. Following these criteria of classification, Ragkos and Abas (2015) classified farmers' preferences in farms of Northern Greece according to the origin of the breed (exotic/Greek) and the crossbred or purebred modality. However, the diversity of situations observed in Thessaly often depicted an explorative behaviour of farmers towards highly productive breeds, either exotic (Lacaune, Assaf, Awassi) or Greek (Chios, Frizarta). This resulted in multiple breeds tested in farms, a varying flock genetic composition and a consequent flock supply in breeds from different origins. This explorative behaviour towards breeds had been previously described by Nauta et al (2009) in a study on organic dairy cattle. Moreover, in Thessaly as in many tropical countries, accurate information on the genetics of the breeding animals out the breeding schemes was rarely known and controlled mating was seldom applied in the flocks. Dynamics of change of breeding animals within flocks (breeding strategies) and patterns of supply in crossbred rams at the regional scale suggest that the threat for local breeds is a regional matter. Literature on dairy-sheep farming in Greece supports this hypothesis. Indeed, crossbreeding in Greece had been tackled through the breeds involved (Zervas et al., 1975; Georgoudis et al., 1995; Zervas et al., 1991; Hatziminaoglou, 2001) and presented as an important phenomenon in Greece in more recent studies (Ligda et al., 2009; Belibasaki et al, 2012). However, Boyazoglu and Hatziminaoglou (2005) consider that the composition of the small-ruminant population in the Mediterranean area, by contrast to that of cattle, had been hardly modified at the time of their study. Finally, evolution of local breeds in a context of limited access to regional data can be approached through the networks of suppliers providing breeding animals. In Thessaly, the wide-scaled supply of breeding animals from exotic breeds and their crosses, involving not specific suppliers, suggested that these animals were easily available at the regional scale. This wide availability, combined with other factors, such as the drawbacks of the current breeding scheme for local breed management and dairy-house price policies unfavourable to small-sized flocks and local breeds, gave space for the extended use of crossbred animals as the easiest solution for the farmers to cope with their economic challenges.

Specificity between local breeds and farming conditions can be hidden by the constant adjustments performed by farmers to achieve economic sustainability. These adjustments were described within and across farm in the follow-up on Karagouniko breed farms. These limits might be considered when the production environment descriptors are used to characterize animal genetic resources (FAO/WAAP, 2008), or when trying to understand the farmers' preferences through predefined categories of farming conditions, as suggested by Martin-Collado et al (2015). In spite of these changing farming conditions, historical patterns of farming activity are though still observable on the current farming conditions through the use

of native grasslands in local purebred flocks (Hadjigeorgiou, 2011). Indeed, the farming communities raising the Karagouniko and Kalarritiko breeds were pastoral or agro-pastoral communities (Sivignon, 1975). The existence of collective grasslands close to villages in Western Thessaly, main area of distribution of Karagouniko farms, could be explained by the fact that industrial cropping was less extended than in Eastern Thessaly, due to land fragmentation, lower agronomic value of soils, and local topographic constraints (in the North-Western district especially). By contrast, Eastern Thessaly hosted an important industrial cropping activity facilitated by a large scale irrigation network and a flat topography: collective rangelands were historically restricted to non-arable sloppy areas at the edges of the lowlands (Perucho et al, 2015).

Breeding strategies in the sampled farms of Thessaly were diverse and involved crossbred and local purebred flocks. Breeding strategies involving local breeds were associated with the use of native grasslands. The main local breed of the region, the Karagouniko breed, was challenged by the limitations of its management at the regional scale and the dairies' policies, favourable to large-sized flocks of highly productive breeds and their crosses. Moreover, Karagouniko breeders had to deal with heterogeneous native grasslands, in terms of quality and accessibility. In spite of the different on-farm strategies developed by Karagouniko breeders to achieve economic viability, the farming of the local breed remains vulnerable. These results illustrate that challenges for local breed preservation depicted in tropical countries are also at stake in Mediterranean countries, through the phenomenon of crossbreeding with highly productive breeds and the maintaining of farming systems exploiting the local native vegetation. Relevant authorities should respond to the above challenges, though targeted actions and policy measures that will strengthen the role of Breeders' Associations and the impact of the implemented breeding programs by, will promote the interactions among them and other local stakeholders in the region, increasing their active involvement and cooperation in common set goals.

Synthèse Article 4

Ce chapitre a montré que diverses races ou populations locales de Thessalie, dont la race Karagouniko, sont significativement associées à un pâturage basé sur l'utilisation de la végétation spontanée, souvent sur terrains communaux. En revanche, les troupeaux dont la composition génétique a pour objectif l'évolution vers des phénotypes fortement productifs sont retrouvés dans une diversité de types de pâturage, des plus extensifs aux plus intensifs en intrants. L'utilisation de races fortement productives, en particulier exotiques, se caractérise par un renouvellement rapide de la configuration du troupeau, un rythme de réforme rapide et un apport de reproducteurs externes fréquent grâce à un réseau étendu. Cette utilisation est encouragée par les politiques des laiteries et les faiblesses de la filière concernant la valorisation des races locales.

Les couples environnement de production – troupeaux de races locales aux caractéristiques spécifiques, notamment l'utilisation de végétation spontanée pour le pâturage, sont donc fragilisés par l'émergence de troupeaux croisés à forte productivité laitière qui ne présentent pas, eux, d'adéquation spécifique avec leur EP mais répondent à un contexte économique et politique qui leur est favorable. Les PGG mises en œuvres en Thessalie tendent donc à déséquilibrer l'adéquation entre composition génétique de troupeau et environnement de production, par l'adoption de races exotiques dans tous types d'environnement de production mais aussi par les réponses qu'elles engendrent chez les éleveurs de race locale, amenés à modifier leurs pratiques d'élevage pour rester économiquement viables.

Les résultats de ces 2 premiers chapitres nous amènent à compléter l'approche par PGG, que l'on constate multiples, en interaction et dépendantes du contexte régional, en la croisant à une approche par caractère d'intérêt. Dans quelle mesure la diversité des PGG précédemment évoquées participe-t-elle à la gestion, par l'éleveur, des performances du troupeau pour les caractères d'intérêt ?

5. Links between traits of interest and breeding practices: several pathways for farmers' decision making processes



Bergeries de troupeaux Karagouniko (à gauche) et de troupeau croisé avec des races exotiques (à droite) (plaine occidentale de Thessalie, photo L. Perucho)

Préambule Chapitre 5

Ce chapitre fait l'objet d'une seconde révision dans la revue *Livestock Science*.

Il émerge de deux constats. Le premier est que les critères de renouvellement des individus du troupeau sont souvent utilisés pour définir les caractères d'intérêt (nommés TOIs, pour « *traits of interest* » dans ce chapitre et les chapitres suivants) dans la littérature sur les préférences des éleveurs. Le second est que les PGG mises en œuvre par les éleveurs sont de nature variée (par exemple choix des races, utilisation d'outils collectifs, qualification individuelle des reproducteurs), portent sur des objets différents (par exemple élevage, individu ou population animale) et sont dépendantes du contexte régional pour l'activité d'élevage.

Il n'est donc pas évident que tous les caractères d'intérêt soient systématiquement utilisés comme critères de renouvellement des individus du troupeau. Nous faisons l'hypothèse que cela dépend de la nature du caractère considéré et de la situation des ressources génétiques à l'échelle de la région.

Pour répondre à cette question, l'on pose comme définition des caractères d'intérêt l'ensemble des caractères pris en compte dans l'adoption, le maintien ou le rejet d'une pratique d'élevage. On regarde ensuite, par caractère et par région, les PGG qui lui sont associées.

Links between traits of interest and breeding practices: several pathways for farmers' decision making processes

Perucho Lola ^a, Ligda Christina ^b, Paoli Jean-Christophe ^a, Hadjigeorgiou Ioannis ^c, Moulin Charles-Henri ^d, Lauvie Anne ^d

Acknowledgments

This work was supported by the Domestic and Perform projects (supported by ARIMNET, ERA-Net funded by the European Union), the Department of Nutrition Physiology and Feeding of the Agricultural University of Athens and the Corsican regional research funding scheme (CPER). The authors wish to thank all the farmers and the members of regional support structures who were interviewed in Corsica and Thessaly as well as Mr. Jean-Yves Gambotti for his help in the data collection process.

Abstract

Assessing farmers' preferences for animal traits is increasingly used in studies of the implementation of breeding programs, to make sure breeding objectives fit farmers' expectations. However, these studies have three main limitations: (i) the variety of terms used to describe undefined categories of variables, (ii) the difficulty in identifying the links between traits of interest (TOI) and replacement criteria, and (iii) the unclear role attributed by the farmer to the breed with respect to animal TOIs. A comprehensive approach to farmers' preferences was applied through 81 semi-structured interviews with dairy sheep farmers in Corsica (France, n=39) and Thessaly (Greece, n=42). Milk yield, milk persistence, udder conformation and sensitivity to diseases including mastitis were most cited TOIs in both regions. Morphological TOIs, ease of milking, behaviour with human and TOIs linked with reproduction were also important TOIs in both regions. Improvement of flock performance for a TOI was obtained through the use of this TOI or a correlated TOI as a replacement criterion or other breeding practices such as culling and the use of breed(s). The role of the internal replacement process in the improvement of flock performance varied according to the genetic context of the area (purebred farming, coexistence of several breeds and crossbred animals) and the nature of the TOI considered. The findings of this study should help better define priorities for breeding objectives in local breeding schemes. The results provide new insights into the categories of variables to be taken into consideration in studies on farmers' preferences for TOIs.

Keywords

Local breeds; sheep; Corsica; Thessaly; replacement; culling

5.1. Introduction

Assessing farmers' preferences for animal traits is said to be useful when insufficient production data are available to calculate the economic value of breeding objective traits using bio-economic models or profit functions (Byrne et al., 2012; Nielsen et al., 2014). Adjusting breeding objectives to farmers' expectations also reduces the risk of failure or the poor adoption by farmers of local breeding programmes. For instance, farmers' attitudes towards risk management (Kulak et al., 2003 cited by Nielsen et al., 2014), farmers' trade-offs between production and functional traits in response to specific socio-economic factors, as well as farmers' perception of any correlation between traits, probably influence the use of breeding indexes at farm scale (Byrne et al., 2012; Nielsen et al., 2014). Such factors are assumed to be indirectly taken into account through the analysis of farmers' stated or revealed preferences.

Three main shortcomings have been identified in existing studies of farmers' preferences for animal traits. The first is the wide range of terms used to describe unclear categories of variables. The 'trait of interest' variable (TOI) is defined across and within studies (among others) as selection criterion, attribute, aspect, etc. (e.g. Byrne et al., 2012; Nauta et al., 2009; Gomes Arandas, 2017). Second, when selection criteria and TOIs are distinguished, results rarely succeed in identifying the link between them (e.g. Bett et al., 2009; Ilatsia et al., 2012). However, knowledge of this link can help identify the breeding objective of a future breeding programme. The third shortcoming is the role the farmer attributes to the breed through the expression of the TOI within the flock. In the literature, the breed is described by different categories of variables as the percentage of the breed comprising the flock, the nature of the breed or the breed traits preferred by farmers (e.g. Nauta et al., 2009; Zander and Drucker, 2008; Martin-Collado et al., 2015). However, these studies do not clearly explain the link the farmers perceive between the breed and the TOIs.

To address these issues, we conducted a comprehensive analysis of the farmers' decision making process whose aim was to improve the performance of the flock. We first propose a definition of TOI, the objective of the study being to demonstrate that farmers manage flock performance for a given TOI (i) through different breeding practices, (ii) using their perception of correlations between different TOIs. The analysis was performed on dairy sheep farms in two Mediterranean regions, one in the South of France (Corsica) and one in central Greece (Thessaly). The two regions were chosen for their contrasted use of the dairy sheep breeds raised there. The Corsican breed ewe is the main breed in Corsica, whereas a variety of local and exotic breeds coexist in Thessaly in purebred and crossbred flocks.

5.2. Material and methods

5.2.1. Study areas

Dairy sheep farming in Corsica and Thessaly is described in Table 8. In both regions, dairy sheep farming includes the use of native grazing lands and of transhumance under a Mediterranean climate. In such pastoral farming conditions, the capacity for adaptation and the hardiness of the animals are likely to rank among farmers' preferences.

	Corsica	Thessaly
Breed composition	Corsican breed ewe	Purebred and crossbred flocks
Breeding scheme	Regional breeding scheme	Indigenous and exotic breeds Regional breeding scheme
Vegetation of main grazing lands	Scrublands	Scrublands and grasslands
Dairy products	Milk (70% of farms)/ On-farm cheese (30% of farms)	Almost only milk
Products under PDO	PDO whey cheese	PDO cheeses
Topography	Combination of lowlands, hilly and mountain ranges	Combination of lowlands, hilly and mountain ranges
Transhumance	Yes (minority of farms) Short and medium distance	Yes (minority of farms) Short to long distance
Climate	Mediterranean	Mediterranean
Milking methods	Hand and machine milking	Hand and machine milking
Main production calendar	Autumn lambing and milk production until summer	Different lambing seasons and periods of production

Table 8 : Context and characteristics of dairy sheep farming in Corsica and Thessaly

5.2.2. Description of main local breeds

The Corsican breed ewe is a small (50-60 cm shoulder height and 35-40 kg LW for females) dairy breed of the island of Corsica. The breed's main morphological characteristics are coarse wool, horns and multi-variant fleece colours (CORAM, DAD-IS). The breed is considered as hardy, well-adapted to extensive farming thanks to its walking ability, has low prolificacy (1.15), high milk quality (7.1% fat and 5.57% protein in 2014) and an average annual milk yield of 162 L/ewe for 185 milking days in 2016 (AgroParisTech and OS Brebis Corse). In Thessaly, several local breeds and local populations coexist including exotic breeds including the Lacaune, Assaf and Awassi breeds. The Karagouniko breed, the main local breed in the region is raised on semi-extensive lowland farms. The breed is tall (58-68 cm shoulder height and 45 – 60 kg LW in females), with a white fleece and black spots on the head and feet with black and white variants (Hatziminaoglou, 2001). This dairy breed has a prolificacy of 1.49 and its average annual milk yield in 2014 was 165L/ewe for 133 milking days (Hatziminaoglou, 2001; KGBZ, 2014; DAD-IS). The Chios breed is a dairy breed raised on more intensive farms in Thessaly and is tall (70-76 cm height and 50-70 kg LW for females), with a white fleece with black spots on the head, belly and feet, high prolificacy (1.8-2.2) and high productivity (Papachristofou and Markou, 2006 and Gelasakis et al, 2010 cited in Gelasakis et al, 2012). Finally, other local breeds in Thessaly have a small actual population size, including Kalarritiko (with the largest number of transhumant flocks), and Piliou and Skopelos, making up only a few flocks restricted to certain locations.

5.2.3. Sampling and data collection

A survey of 81 dairy sheep farms was conducted between 2014 and 2016 in Corsica (n=39) and Thessaly (n=42). This sample was obtained through non-probability sampling in two steps. For the first round of the survey, a small number of farms (n=26 in Corsica and n=23 in Thessaly) was identified based on the previous characterization of regional production systems completed by regional databases and information from professionals in the sector. The farming conditions of this first sample of farms in Corsica and Thessaly were flock size, use of land and transhumance, milking method, geographical location and participation in a breeding scheme. Other farming conditions were also used in the first round of the survey depending on the data available, or if they made specific sense in the region (e.g. on-farm cheese processing in Corsica, flocks in a breed conservation programme in Thessaly). The first round was then completed by snowball sampling (n=13 in Corsica and n=19 in Thessaly), which is a “*non-probability method of survey sample selection that [...] relies on referrals from initially sampled respondents to other persons believed to have the characteristic of interest.*” (Johnson, 2014). For this purpose, farmers in the first round were asked for contacts who fulfilled farming conditions not adequately covered in the first round. The final sample obtained in this way was not representative of the regional population, but made it possible to maximize the diversity of farming conditions likely to influence farmers' preferences for breeds and animal traits.

Data were collected by the same operator in face-to-face semi-structured interviews with farmers. The average duration of an interview was two hours. The farmers' responses were recorded by notes taken by the operator throughout the interview. The interview consisted of a general part concerning the characterization of the farm and a second part focusing on

understanding the farmers' breeding practices. Information on the content of the interview grid is available in Online Resources 1 and 2 (Annexes 4 and 5).

5.2.4. Data analysis

First, TOIs were extracted from the farmers' responses. Traits mentioned by farmers were considered as TOIs if they matched one or both of the following definitions: (i) a trait motivating a current on-farm practice (ii) a trait that plays a role in the adoption or rejection of an alternative on-farm practice. These traits could concern individual animals, the whole flock or a specific breed or crossbreed. By on-farm practices, we mean all practices linked with the management of the flock: breeding⁷, feeding, housing, batching. The aim of using this restrictive definition of TOI, assuming false negatives, was to ensure that all animal traits subsequently included in the analysis were indeed of interest to the farmers themselves. The objective was to assess the extent to which the TOIs were exclusively or partially used as internal replacement criteria.

Replacement criteria are defined here as TOIs used for the choice of an ewe's offspring as a future breeding animal in the flock. The term « criteria » was chosen to emphasize the fact that replacement is a selection process aimed at transmitting the TOI to the future breeding animals, as opposed to motives such as culling or choosing external rams, that can cover a wide variety of reasons and aims. Indeed, the supply of external breeding rams often refers to the characteristics of the farms or farmers that provide these rams. The nature of the data collected consequently differed between the two regions concerned and according to the modalities of external supply.

The second step of the data analysis consisted in listing, for each TOI: (i) the number of farms in which this TOI was used as an internal replacement criterion (ii) the set of alternative or complementary breeding practices taken into consideration by the interviewed farmers for the management of their flock performance.

Finally, the last step consisted in identifying the nature and the role of any correlations between TOIs (as perceived by the farmers) in the use of the previously identified levers.

These three data analysis steps enabled us to identify the range of TOIs and their farmers' management processes in Corsica and Thessaly

⁷ This definition implied that traits motivating culling were considered as TOIs. Consequently, for each farmer declaring mastitis or other disease as a motive of culling, sensitivity to mastitis or sensitivity to disease were listed as TOI.

5.3. Results

5.3.1. Traits of interest: nature and occurrence

The TOIs mentioned in each region and number of farmers concerned are listed in Table 9.

TRAITS OF INTEREST (TOIS)	CORSICA (N=39)	THESSALY (N=42)
<u>Dairy and meat yield</u>		
Milk yield	39	42
Milk persistence	29	34
Longevity	9	9
Milk quality	7	11
Meat yield	0	8
Meat quality	0	3
<u>Reproduction</u>		
Suckling ability	15	3
Prolificacy	9	9
Deseasoning	9	2
Development of male sexual organs	4	1
Fertility	4	10
Ability to mate	2	1
Maternal behaviour	1	2
Ability to lamb successfully	0	2
Autonomy in lambing	1	2
<u>Adaptation to biophysical constraints</u>		
Sensitivity to mastitis	19	19
Resistance to scrapie	8	0
Sensitivity to other or undefined diseases	23	29
Udder depth at grazing	13	0
Ability to cope with transhumance	9	6
Feeding behaviour	9	6

Sensitivity to cold and humidity	6	21
Sensitivity to heat	0	19
Adult hardiness	5	20
Ability to rebound in spring	3	3
Adaptation to feed restriction	3	3
Walking ability	2	5
Feed conversion on pastures	3	4
<u>Work management</u>		
Ease of milking	29	14
Behaviour with humans	17	6
Behaviour with respect to shepherding	0	11
<u>Others</u>		
Adult breed standard and aesthetics	19	19
Lamb breed standard and aesthetics	5	19
Adult conformation	6	10
Lamb conformation	12	30
Ability to maintain body condition	9	7
Horn orientation	11	0
Udder abnormalities	12	0
Udder conformation (others)	31	25
Feed intake	0	14
Ability to feed	0	2
Feed conversion (others)	1	1

In bold: TOIs mentioned by at least 50% of the interviewed farmers

Table 9 : TOIs mentioned by farmers in Corsica and Thessaly

In both regions, milk yield, milk persistence, udder conformation and sensitivity to diseases were taken into account by more than 50% of the interviewed farmers. Morphological TOIs (breed standard and aesthetics, lamb) and ease of milking were also frequently mentioned in both regions, as were behaviour with humans and, to a lesser extent, TOIs linked with reproduction. Sensitivity to climate and adult hardiness were important TOIs in Thessaly. Finally, udder depth at grazing, horn orientation and udder abnormalities (cysts and supernumerary teats) were specific to Corsica, whereas meat yield, sensitivity to heat, feeding intake and behaviour with respect to shepherding were specific to Thessaly.

5.3.2. Management of flock performance for TOIs: diversity of levers

Different levers were used by farmers to manage the performance of the flock for each TOI. These levers differed depending on the TOI and the region concerned (Tables 10 and 11).

In Thessaly, several breeding practices were used to manage the flock performance for the main TOIs mentioned by farmers. Milk yield and lamb morphology (conformation, breed standard and aesthetics) were extensively used as internal replacement criteria while sensitivity to climate, adult hardiness and behaviour with respect to shepherding were mainly managed through the choice of the breed. Sensitivity to mastitis and diseases was often a motive for culling, but was never or only very rarely used as a replacement criterion. Milk persistence, when used as a replacement criterion, often referred to the capacity of the ewe to produce milk for the maximum number of months before the season ended. Desired flock performance with respect to sensitivity to cold and adult hardiness were expected to be ensured by the introduced breed(s). The choice of ram providers, which was based on confidence and on geographical proximity aimed at limiting the risk of importing diseases into the flock as well as the risk of introducing breeding animals with low dairy potential. Adult conformation and morphology guided farmers in assessing the ram to be introduced in their flock.

In Corsica, most of the TOIs were used as replacement criteria, possibly combined with other breeding practices. Ease of milking and prolificacy in particular were often managed through replacement criteria whereas sensitivity to diseases was mainly managed through culling. Corsican farmers distinguished sub-populations of the breed according to their location. Location could refer to different biophysical environments and the resulting TOIs of the sub-populations (feeding behaviour, sensitivity to foot rot), or to crossbreeding with the Sardinian breed and the resulting TOIs (adult breed standard, ease of milking). In this context, the location of ram providers was one way to manage the performance of the flock for the TOIs concerned in Corsica.

Traits of interest	TOI or its correlated TOI is used as an internal replacement criterion	Other breeding practices* used to manage flock performance for the TOI
Milk yield (n=42)	Yes (n=40)	Breed Motive for male and female culling Motive for choosing external rams or ram providers
Milk persistence (n=34)	Yes (n=19)	Breed Motive for female culling
Lamb conformation (n=30)	Yes (n=23)	Breed Motive for male culling
Sensitivity to diseases (n=29)	No	Breed Motive for female culling Motive for choosing ram providers
Udder conformation (n=25)	Yes (n=17)	Breed Motive for female culling
Sensitivity to cold and humidity (n=21)	Yes (n=2)	Breed
Adult hardiness (n=20)	No	Breed
Adult breed standard and aesthetics (n=19)	Yes (n=9)	Motive for choosing an external ram Breed (for aesthetics)
Lamb breed standard and aesthetics (n=19)	Yes (n=19)	None
Sensitivity to high temperatures (n=19)	No	Breed
Sensitivity to mastitis (n=19)	Yes (n=1)	Breed Motive for female culling
Ease of milking (n=14)	Yes (n=9)	Breed Motive for female culling
Feed intake (n=14)	No	Breed
Behaviour with respect to shepherding (n=11)	No	Breed Motive for ram culling
Milk quality (n=11)	No	Breed
Prolificacy (n=9)	Yes (n=2)	Breed

Adult conformation (n=10)	No	Motive for choosing external ram Breed
Fertility (n=10)	No	Motive for female culling Breed

Results are presented for TOIs mentioned by at least 25% of the sampled farmers in each region.

*The breeding practices considered were culling, external replacement and choice of the breed(s) or breed subpopulations

Table 10 : Management of flock performance for specific TOIs and the respective breeding practices applied by Thessalian farmers

Traits of interest	TOI or its correlated TOI is used as internal replacement criterion	Other breeding practices* used to manage flock performance for the TOI
Milk yield (n=39)	Yes (n=36)	Motive for female culling Motive for choosing external rams or ram providers
Udder conformation (n=31)	Yes (n=27)	Motive for female culling Motive for choosing ram providers Sub-populations of Corsican ewes or breed
Ease of milking (n=29)	Yes (n=27)	Motive for female culling Motive for choosing external rams or ram providers Sub populations of Corsican ewes or breed
Milk persistence (n=29)	Yes (n=19)	Motive for female culling Motive for choosing external rams or ram providers Sub-populations of Corsican ewe or breed
Sensitivity to diseases (n=23)	Yes (n=1)	Motive for female and male culling Motive for choosing ram provider Sub-populations of Corsican ewes or breed
Adult breed standard and aesthetics (n=19)	Yes (n=10)	Motive for choosing external rams or ram providers Sub-populations of Corsican ewes or breed
Sensitivity to mastitis (n=19)	Yes (n=4)	Motive for female culling
Behaviour with humans (n=17)	Yes (n=13)	Motive for female and male culling Motive for choosing ram providers
Suckling ability (n=15)	Yes (n=13)	Motive for female and male culling Sub-populations of Corsican ewes / breed Motive for choosing ram providers
Udder depth at grazing (n=13)	Yes (n=11)	Motive for female culling
Lamb conformation (n=12)	Yes (n=6)	Motive for female culling
Udder abnormalities (n=12)	Yes (n=7)	Motive for female and male culling Motive for choosing ram providers
Horn conformation (n=11)	Yes (n=7)	Motive for male culling Motive for choosing an external ram

Ability to maintain body condition (n=9)	Yes (n=1)	Motive for female culling
Ability to cope with transhumance (n=9)	No	Motive for choosing ram providers
Feeding behaviour (n=9)	Yes (n=2)	Sub-populations of Corsican ewes or breed Motive for choosing ram providers
Deseasoning (n=9)	Yes (n=2)	None
Prolificacy (n=9)	Yes (n=9)	Motive for choosing an external ram
Longevity (n=9)	Yes (n=9)	None

Results are presented for TOIs mentioned by at least 25% of the sampled farmers in each region (Corsica and Thessaly)

*Breeding practices considered: culling, external replacement and choice of the breed(s) or sub-populations of breed

Table 11 : Management of flock performance for specific TOI and the respective breeding practices used by Corsican farmers

5.3.3. Management of the flock performance for a TOI: role of correlations between TOIs as perceived by farmers

Among the breeding practices used to improve flock performance for a TOI, below we refer those resulting from farmers' perception of correlations between TOIs. These practices consisted in using an easily assessable TOI as a criterion of replacement, a motive for culling or a motive for choosing a breed, in order to improve flock performance with respect to its positively correlated TOI (Table 12). In these cases, the easily assessable TOI was a morphological TOI (lamb conformation, udder conformation, breed standard and aesthetics) or milk yield. The indirectly considered correlated TOI was then either milk yield or a TOI linked to adaptation to biophysical constraints (sensitivity to mastitis, hardness, sensitivity to cold). A negative correlation between TOIs, as perceived by farmers, concerned sensitivity to mastitis and milk yield, and milk persistence and milk yield at peak lactation. These TOIs were used as replacement criteria: mitigating the level of selection on milk yield indirectly enabled improvement of flock performance for milk persistence and aimed at decreasing sensitivity to mastitis.

Pairs of correlated TOIs	Resulting management through breeding practices*	Number of farmers concerned
Udder conformation → Ease of milking**	Replacement and/or culling based on udder conformation (teats, shape, size, depth) enables selection of animals based on ease of milking Choice of the breed based on udder conformation (teats, shape, depth) indirectly enables the choice of breeds easy to milk	31
Udder conformation → Milk yield	Replacement and/or culling based on udder size and/or udder shape enables selection of animals based on milk yield	19
Udder conformation → Suckling ability**	Replacement and/or culling based on udder conformation (teats, depth) enables selection of animals based on suckling ability Choice of the breed based on udder conformation (teats) indirectly enables the choice of breeds with suckling ability	13
Milk persistence → Sensitivity to cold	Replacement and/or culling based on milk persistence indirectly manages flock performance with respect to sensitivity to cold Choice of the breed based on milk persistence during cold weather indirectly enables the choice of breeds with low sensitivity to cold	8
Milk persistence → milk yield Milk yield → Milk persistence	Replacement and/or culling based on milk yield to indirectly manage flock performance for milk persistence (positive or negative correlations between the two TOIs) Replacement on milk persistence indirectly enables selection of animals based on milk yield	7

Adult breed standard and aesthetics → Milk yield	Replacement based on thin morphology or "beautiful appearance" indirectly enables selection of animals based on milk yield Replacement based on similar morphology with ascendants indirectly enables selection of animals based on ascendant TOI including milk yield	7
Lamb conformation → Milk yield	Replacement based on lamb conformation indirectly enables selection of animals based on milk yield	5
Milk yield → Sensitivity to mastitis	Mitigating replacement based on milk yield indirectly enables selection of animals based on low sensitivity to mastitis (negative correlation)	4
Adult breed standard and aesthetics → Adult hardiness	Replacement of external rams based on adult morphology referring to populations in central Corsica indirectly enables management of flock performance for adult hardiness Replacement based on fleece colour or breed standard referring to hardy breeds indirectly enables selection of animals based on hardiness	3

Results are presented for correlations used at least by 3 farmers across study areas to improve flock management for a given TOI.

* The breeding practices considered were culling, external replacement and choice of the breed(s) or breed subpopulations

**Replacement and/or culling based on udder depth and/or teat position enables joint selection of animals based on ease of milking and suckling ability (n=3)

Table 12 : Use of correlations between TOIs for the management of TOIs across regions

5.4. Discussion

5.4.1. Multiple pathways for the management of flock performance for a TOI: practical implications

The results obtained in each study area revealed trends in farmers' decision making processes for the management of flock performance, according to the genetic context of the study area and the time scale of the breeding practices considered (Figure 13). In Thessaly, farmers used the breed(s) as a genetic lever to ensure adaptation to biophysical constraints (among others traits) and focused internal replacement on dairy traits and lamb conformation. In Corsica, a wider range of TOIs was used as replacement criteria and adaptation to biophysical constraints was managed through replacement, choice of providers of external rams and choice of specific breed sub-populations. These differences are due to the fact that Thessaly hosts several breeds with different morphological and physiological characteristics, which have been compared and tested at farm scale, whereas the Corsican breed has been the obvious choice for Corsican farmers for decades. Consequently, levers aiming at maintaining the performance of the flock for TOIs associated with the breed were used only when farmers perceived a risk of deterioration in these performances.

Several challenges to the management of animal genetic resources arise as a result of the many different farmers' decision making pathways. Distinguishing TOIs used as replacement criteria for TOIs brought by the breed(s) calls into question the nature of breeding objectives used in breeding schemes for local breeds. Indeed, TOIs considered as entirely or mainly brought by the breed(s) in farmers' decision process should be the subject of particular attention, especially if selection based on antagonistic production traits has been applied in the breeding scheme for several years, or if local breeds known for their hardiness and adaptive capacities are crossbred with highly productive breeds. In both cases, users of local breeds might seek ways to maintain or improve flock performance for such TOIs. This led us to consider the methodological tools needed to identify the role of the breed in the flock performances.



Examples of most representative TOIs are given in italics

Figure 13 : Farmers' decision making process for the management of flock performance through breeding practices

5.4.2. Role of the breed in the improvement of flock performance

In Corsica and Thessaly, the breed played a key role in the farmers' decision making process for the improvement of their flock (a) through the use of the breed for crossbreeding or as a purebred flock (b) through selection based on breed standard as a replacement criterion (c) through the restriction of external supply in breeding animals to specific animal sub-populations within the breed. In the literature, the role of the breed is tackled through: (i) the breed(s) composing the breeding stock (as a variable illustrating farmers' preferences for TOIs and selection criteria, e.g. Bebe et al., 2003; Martin-Collado et al., 2015; Tabbaa et al., 2009) (ii) farmers' preferences for breeds (e.g. Nauta et al., 2009; Zander and Drucker, 2008) or for breed traits (e.g. Jabbar and Diedhiou, 2003; Mwacharo and Drucker, 2005; Wurzinger et al., 2006) (iii) the ranking of predefined traits assumed to define the breed (e.g. Bebe et al., 2003; Zander and Drucker, 2008; Zonabend Konig et al., 2015) (iv) the breed listed as a TOI or as a selection criterion (e.g. Dossa et al., 2015; Ragkos and Abas, 2015). Consequently, understanding the role of the breed in the improvement of flock performance would need to combine approaches (i) and (ii) from the literature and to reconsider approaches (iv) by including the animal populations targeted through the choice of providers of rams, and the reasons for replacing or culling based on the breed standard. Depending on the results, it would also be interesting to ask farmers about their degree of satisfaction with the breed they use, in terms of the performance of the flock with respect to the TOIs concerned. Indeed, heterogeneity in farmers' preferences for TOIs responds to other factors not investigated in the present study. For example, the current level of flock performance for a trait (Slagboom et al, 2016), the range of criteria available to the farmer for selection (as suggested in Ndumu et al, (2008) through perceived values of animals), and the perception of their heritability by farmers (Haile et al, 2013) are factors which are likely to influence farmers' preferences for TOIs. In this context, Martin-Collado et al. (2015) proposed an in-depth discussion of the heterogeneity of attitudes towards genetic evaluation, the continuum of farmers' practices in a given study area and the influence of time and changes in production conditions on farmers' preferences.

5.4.3. Tackling TOIs through replacement criteria

Our results indicate that a farmer's decision making process, from the intention to improve the performance of the flock for a certain TOI to the decision concerning a future breeding animal, is complex. Indeed, it includes consideration of several breeding practices for the improvement of flock performances and correlations between TOIs (also mentioned by Byrne et al, 2012; Haile et al, 2013). However, our results do not permit a systematic collection of farmers' preferences for a predefined list of traits, as it is performed through stated-preferences approaches. In literature, several studies investigate the farmers' preferences for TOIs in other breeding practices than internal replacement: external replacement through market transactions (e.g. Scarpa et al, 2003; Tindano et al, 2017), culling (e.g. Kugonza et al, 2011; Bett et al, 2009), use of breeds (e.g. Bebe et al, 2003; Kugonza et al, 2011). Bett et al. (2009) and Haile et al (2013) also mention the correlations between TOIs as perceived by farmers. However, these studies do not link categories of variables between them and approach farmers' preferences by nature of breeding practice and not by nature of TOI considered. Hence, when assessing farmers' preferences for traits, a comprehensive approach to farmers' decision

making process (first step of data collection) should be followed by the systematic collection of: (i) the TOIs considered and their relative importance for farmers (ii) the breeding practices and correlations between TOIs which help improve flock performance for each TOI listed in (i) (second step of data collection). Lists of TOIs can be predefined according to the traits farmers intuitively considered as TOIs in the first step of data collection (e.g. Ahlman et al, 2014). This systematic data collection will help appreciate the differences between the set of TOIs indeed considered in the management of flock performance and the TOIs stated as preferred selection criteria (e.g. Ndumu, 2008; Tindano, 2017). Finally, it appears interesting to distinguish farmers' preferences for traits used as replacement criteria and overall farmers' preferences for traits.

5.5. Conclusion

Dairy sheep farmers in Corsica and Thessaly used several breeding practices to guide the performance of their flock towards the different TOIs considered. TOIs were not automatically used as replacement criteria, but their expression in the flock could be achieved through other breeding practices such as crossbreeding or the use of specific networks of ram providers. Correlations between TOIs (as perceived by farmers) contributed to the use of these different levers to improve flock performance in the desired way. Finally, the search for specific breed's TOIs was obtained through crossbreeding in Thessaly, whereas in Corsica, it was managed through the choice of specific animal populations and ram providers in purebred flocks of Corsica. Monitoring breed standard through replacement processes was also mentioned in both regions. It is essential to consider the different modalities of farmers' decision making processes which lead to the improvement of flock performance for a given TOI. This knowledge will help focus local breeding programmes on breeding objectives that include TOIs associated with local breeds use, include TOIs used as selection criteria and take into account farmers' perception of correlation between TOIs. Considering these three aspects will promote the sustainable development of local breeds by ensuring the long-term adoption of breeding schemes by farmers.

Synthèse Chapitre 5

Ce chapitre a montré que l'adéquation entre troupeau et environnement de production passe par différentes PGG permettant la gestion des performances du troupeau pour une diversité de caractères (TOIs). En ce qui concerne les composantes pastorales, la prise en compte de l'ensemble de ces différentes PGG est d'autant plus importante que les races introduites et le choix des fournisseurs de béliers sont des leviers de gestion des performances du troupeau pour les TOIs associés.

Les résultats des chapitres 3, 4 et 5 nous donnent donc des premiers éléments de réponse sur le rôle joué par la race locale dans l'adéquation entre composition phénotypique du troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production.

Pourtant, ils nous suggèrent aussi que les ressources génétiques sont labiles et les systèmes d'élevage en évolution. L'exemple de la Corse nous a notamment montré que les caractères attribués à la race sont pris en compte à travers des PGG lorsque la rusticité de cette race se trouve questionnée par l'évolution des pratiques d'élevage à l'échelle régionale.

Peut-on dans ce cas systématiquement considérer que le recours à une race locale garantit le maintien des composantes pastorales dans les systèmes d'élevage ?

6. Contribution of local breeds to the maintaining of pastoral feeding systems in the North Mediterranean area: a guaranteed function?

An approach through the breeding practices performed in dairy-sheep farms in Corsica and Thessaly



Brebis de race Corse et son agneau sur parcours (Corse, photo L. Perucho)

Préambule Chapitre 6

Ce chapitre fera l'objet d'une soumission après la soutenance de thèse.

L'hypothèse de recherche initiale était la suivante : les races locales contribuent au maintien des composantes pastorales des systèmes d'élevage via des caractères exprimés par les troupeaux et permettant de répondre à des contraintes spécifiquement liées à l'exploitation de la ressource fourragère spontanée.

Les chapitres précédents nous ont permis de confirmer partiellement l'hypothèse, et de montrer que les corrélations entre critères utilisées pour le renouvellement, la régulation des effets de la gestion collective ou l'utilisation d'un réseau de fournisseurs spécifiques participent aussi à cette adéquation. Ils suggèrent aussi une évolution de la composition phénotypique des troupeaux en parallèle de celle des systèmes d'élevage.

Ce dernier chapitre a pour objectif de compléter la réponse à question de recherche en confrontant l'évolution des composantes pastorales des élevages de Corse et de Thessalie à celle de la composition phénotypique des troupeaux en race locale pure ou en troupeau croisé.

Contribution of local breeds to the maintaining of pastoral feeding systems in the North Mediterranean area: a guaranteed function?

Abstract

Producing through pastoral feeding systems in the Mediterranean area implies to respond to two main constraints of the biophysical environment: the climatic variations affecting forage offer and the multiple constraints of grazing conditions. Choice of individuals and breeds able to handle these constraints contribute to flock adaptation. Management of replacement and culling rates can be also a lever to cope with variations of fodder offer. The use of these levers has been few investigated in the North Mediterranean area. Replacement, culling and choice of the breed composition are analysed in relation with the feeding system implemented in farms of pastoral regions of the North Mediterranean area: Corsica (France) and Thessaly (Greece). In Corsica, interviews in farms (n=30) and scoring of udder depths (n=283) aimed at comparing criteria/motives, rates of replacement and culling and udder depth for grazing in local purebred flocks raised in different feeding systems. In Thessaly, interviews in farms (n=15) aimed at identifying the links between the changes in feeding systems and the flock genetic composition on an average time-scale of the 20 past years. Results indicated that in local purebred farming in Corsica, udder depths scores did not differ between flocks grazing on grasslands, on rangelands and on mountain pastures. Same results were obtained for the consideration of udder depth in replacement and culling practices. Moreover, 75% of the scored udder were at the hock joint or higher across grazing areas. Introduction of highly productive breeds in flocks of Thessaly over the past 20 years led to inconsistencies with on-going feeding systems implying various effect on the evolution towards less pastoral feeding systems. Inconsistency between flock genetic composition and on-going feeding system led to 3 types of farmers' responses: the crossbreeding with local breeds, the cessation of use of a highly productive breed composing the flock and/or the testing of a new one, and the modification of the feeding system in itself. The role of each type of response in the evolution towards less pastoral feeding systems differed across farms, but the role of local breeds in stopping this evolution remained limited. Finally, in local purebred flocks of Corsica, adaptation to inter-annual variations of forage offer was expressed through the variations of replacement and culling rates in pastoral feeding system and less pastoral feeding systems highly affected by climatic hazards because of their location. However, several farms including most pastoral feeding systems did not use replacement and culling rates as sources of flexibility to respond variability of the forage offer. These results question the role of local breeds in the maintaining of pastoral feeding systems and, consequently, the future of local breeds in the North Mediterranean area.

Key-words

Pastoral; sheep; breeding practices; local breed; crossbreeding; Mediterranean

6.1. Introduction

Producing through pastoral feeding systems in the Mediterranean area implies to respond to two main constraints of the biophysical environment: the climatic variations affecting forage offer (e.g. Nardone et al, 2010) and the constraints associated to grazing conditions, such as slopes and rough terrain (e.g. Verrier et al, 2005a), thermal stress (e.g. Wilkes et al, 2017), shrublands and woodlands use (e.g. Jouven et al, 2010; Rogosic et al, 2006) or vector-borne diseases (e.g. Stuen, 2016). Adapting flocks to a changing and rough biophysical environment has been the subject of several studies in genetics, animal physiology and farming system research. In genetics, particular emphasis was given to behavioural and physiological adaptation to the heterogeneity of feed resources and feeding offer, sensitivity to diseases and adaptation to thermal stress (e.g. Canario et al, 2013; Mirkena et al, 2010; François et al, 2010) with a growing interest for coupling phenotyping and genomics to enhance flock robustness (Phocas et al, 2014c). Diversity of resource allocation within a flock has been considered as a tool to handle feeding restriction, through experimental designs and models (e.g. Douhard, 2013; Ollion et al, 2015; Blanc et al, 2006). Finally, in farming system research, a focus has been made on the synergy between flock traits and farmers' flock management, as a lever to adapt difficult grazing conditions (Meuret and Provenza, 2014), and to buffer the variations of feeding resources availability (Bocquier and Gonzalez-Garcia, 2011; Nozières et al, 2011). Attempts in defining the “robust animal” (e.g. Hubert et al, 2011; Vallerand et al, 1988) and emphasis of the value of local breeds as genetic resources able to exploit specific environments (e.g. Boyazoglu and Hatziminaoglou, 2005; Hoffman, 2013; Ligda and Casabianca, 2013; Petit and Boujenane, 2017; Wilkes et al, 2017) have been, in this sense, illustrating the growing concern for the maintaining of farming systems able to produce goods based on the use of native forage resources. Simultaneously, feeding systems of the North Mediterranean area have been progressively modified through years in order to increase the securing of the forage offer and to protect animals for hazards of grazing conditions, initiating a move towards less pastoral feeding systems with heterogeneities between and within regions (e.g. Caballero et al, 2009; De Rancourt et al, 2009; Tchakerian, 2008).

In a context of changing feeding systems, it is then interesting to further investigate how this search for adaptation between the flock traits and the specific constraints of pastoral farming is indeed being applied through on-farm breeding practices. By breeding practices, we refer to practices leading to the configuration of the flock of breeding females (Moulin et Bocquier, 2005): constitution of replacement and culling groups and introduction or rejection of breed(s) and crossbred animals. Specific animal traits are considered in these breeding practices, just as flock phenotypes partly result from the breeding practices implemented. The flock performance for specific animal traits can be pursued on-farm through the practices of replacement and culling, in a pure-bred flock, at the time-scale of a milk campaign (e.g. Roche et al, 2001), or in crossbred flocks, through the building of a flock genetic composition resulting from the introduction and rejection of different breeds and crossbred animals through years (e.g. Samdup et al, 2010).

The objective of this paper is to explore the link between these breeding practices and the specific constraints of pastoral farming. For this purpose, we chose North Mediterranean regions combining a diversity of feeding systems and genetic resources: Corsica (France) and

Thessaly (Greece). These regions have indeed a tradition of pastoral farming involving local purebred flocks and marginal areas (e.g. Galanopoulos et al, 2011; Porqueddu et al, 2017), although current dairy-sheep farming indicate signs of evolution towards less pastoral feeding systems (Hadjigeorgiou, 2011; Santucci, 2010). Moreover, dairy-sheep farming in Corsica involves almost exclusively purebred flocks of Corsican breed ewes whereas the region of Thessaly also hosts a diversity of crossbred flocks involving highly productive breeds (exotic and Greek).

6.2. Material and methods

6.2.1. Description of the study areas

Corsica is an island of south of France structured around two central mountainous ranges (mainly granite on the South, centre, and north-western part and schists on the North-Eastern part) bordered by a narrow alluvial plain on the Eastern side of the island (Gamisans, 1999). The climate under 1200m of altitude (all sampled farms are located under this altitude) is Mediterranean with a marked summer drought and irregular rainfalls whose yearly amount and regularity increase with the altitude (Gamisans, 1999). If the majority of coastal lowlands (< 500m) yearly receive between 500mm and 750mm of rainfalls, some specific regions as the North-Western coastal strip (n=4 in the sample) can locally receive less than 500mm of yearly rainfall (Simi, 1964 cited in Gamisans, 1999). At these altitudes, the typical rangelands vegetation is composed of shrublands (*Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*) and woodlands (*Quercus ilex*, *Quercus suber*) (Gamisans, 1999). Hence, in Corsica, location of the farm has an important influence on the nature of grazing areas and on the exposition to climatic hazards because of the altitudinal gradient (Rome and Giorgietti, 2007). Analysis of regional databases suggested that 62% of the dairy-sheep farms in Corsica declare a use of land almost exclusively or exclusively composed of spontaneous vegetation, including rangelands and native grasslands (cf. Chapter 3). In this biophysical environment, dairy-sheep farming relies almost exclusively on purebred flocks of Corsica breed among which around 15% are included in the breeding scheme of the Corsican breed ewe in 2015 and at least 34% use rams from this breeding scheme (cf. Chapter 3). Dairy products are either processed on farm for around 30% of the farms or collected by dairy-houses and include several local cheeses and the whey-cheese PDO Brocciu.

Thessaly is a region of central Greece whose topography could be defined as the opposite of the Corsican one: two alluvial central plains are bordered by mountainous range of heterogeneous composition among which the Pindus range, on the west border of Thessaly, is a traditional medium of long-distance transhumance towards neighbouring regions (e.g. Sivignon, 1975). We will focus on the western plain of Thessaly, bordered by the Pindus range and study area of the present research work. Indeed, unlike coastal areas, the climate of Western Thessaly is qualified as continental with cold winters, hot summer, wide temperature ranges and was affected (as whole Thessaly but at different levels) by several droughts events during the last 40 years (Loukas et al, 2007). Lowlands of Western Thessaly also benefit from collective grasslands that still allow, in spite of their heterogeneous quality and availability, agro-pastoral farming of local purebred flocks of Karagouniko breed (cf. Chapter 4). In these

Karagouniko purebred flocks, grazing is often exclusively based on native resources from collective grasslands (cf. Chapter 4). Dairy-sheep farming in Western Thessaly includes purebred flock of local breeds such as the Karagouniko or Kalarritiko breeds, local animal populations of undefined genetic composition but also numerous crossbred flocks composed of both local and exotic highly productive breeds. The Karagouniko breed, main local breed of the region, has its own breeding scheme in Western Thessaly but several challenges currently threaten the sustainability of its purebred farming (cf. Chapter 4). Dairy-sheep milk is mainly collected by dairy-houses and a small part is processed into cheese for family consumption and informal channels. Among the diversity existing dairy products, the PDO Feta is one of the most famous ones.

6.2.2. Definition of the feeding system by study area

The term of feeding system designated in this study the combination of grazing management, management of crops for animal production and supplementation practices, according to the definition proposed by Moulin et al (2001). In Corsica, variables used to describe the feeding system were the percentage of flock energy requirements covered by grazing at the yearly scale (variable ROLE GRAZING), the part of cultivated grasslands in the agricultural surface (CULTIVATED GRASSLANDS), the self-sufficiency in hay production (HAY PRODUCTION), the nature of grazing areas (GRAZING AREAS) and the location of the farm (LOCATION). In Thessaly, variables used to describe the feeding system were the use, nature and extension of grazing areas, the nature and extension of crops for animal consumption and the levels of supplementation. Modalities of these variables were not necessarily quantified *per se* but a focus was made on their evolution through time.

6.2.3. Data collection

Three set of data were considered in the study: interviews in 30 farms in Corsica, udder scoring in 12 flocks in Corsica and interviews on trajectories of 15 farms in Thessaly.

- Sampling

A total of 30 farmers were sampled in Corsica. Sampling method consisted in covering a diversity of feeding systems. Information on the feeding systems was known for a nucleus a 17 flocks that had been part of a previous work (cf. Chapter 3). Based on the existing literature on the geographical distribution of feeding systems in Corsica (Paoli et al, 2013), 14 additional farms were sampled in several locations so as to maximize the diversity of sampled feeding systems. In each sample, attention was given to include flocks participating to the breeding scheme and flocks not participating to the breeding scheme. From this total sample, 30 farms were considered for interviews and 12 flocks were used for udder depth scoring. The 12 scored flocks were picked according to farmers' acceptance, location and feeding system. For instance, flocks milked by hand could not be chosen because of the difficulty to perform scoring at milking.

As for Corsica, the 15 farms of Western Thessaly were chosen in a diversity of locations, according to the knowledge on feeding systems acquired by means of previous interviews (cf. Chapter 4). Farmers interviewed met the following requirements: they raised a crossbred flock involving highly productive breeds at the time of the interview but had begun their activity with a flock of local breeds or local populations (Karagouniko, Kalarritiko, local populations or their crosses). In some cases, the initial population of Karagouniko breed had been formerly crossed with the Friesland breed (Hatziminaoglou, 2001). We considered the resulting population as a local population when farmers spontaneously situated their first crossbreeding practices after this event and due to the history of the breeding scheme of the Karagouniko breed, later on based on this crossbred population.

- Interviews content and composition of scored animal population

In Corsica, interviews submitted to farmers were composed of the following sections: General information on the farming activity, general information on the flock size and flock composition (number of males, females, lambing females, etc.), land use and living conditions of animals, marketing channels for lambs and culled ewes, reproduction, weaning and slaughtering and replacement and culling practices. Additional information on the interview grid is presented in Annex 6a. The section on replacement and culling practices included a discussion on photo supports presenting udder conformations of ewes along with fictive data on the age, productive and reproductive performances of the ewe. Although interviews were mainly composed of directive questions, farmers' responses were further detailed, when field conditions allowed it, in order to keep a comprehensive approach of on-farm practices (e.g. Kaufmann, 2011). Interviews were direct interviews completed by phone calls and involved 3 operators. Indeed, incremental construction of the final interviews content implied that iterative data collection so as to obtain a systematic information on the final variables considered in the analysis. Responses to an open question on male and female replacement criteria could be collected from previous interviews if the same farmers were interviewed in order not to re-ask the same question.

In Corsica, udder depth was indirectly assessed through the distance between the lower part of the udder and the hock joint, scored from 1 to 9. This method corresponds to the French scale for the assessment of udder depth proposed by Marie-Etancelin et al (2005). A score of 1 hence indicated a deep udder depth and a score of 9 indicated an udder holding tight to the body cavity (shallow udder depth). Scoring of udder depth was performed on ewes of 12 flocks, at milking time, between the second and fifth month after lambing. Scoring was random and ewes were firstly scored regardless of their age for practical reasons. Afterwards, only the ewes aged from 2 to 5 years (included) were kept for the analysis. Frankly asymmetric udders were excluded from scoring. If asymmetry was light, the lower part of the udder was considered for scoring. The total sample of ewes kept for the analysis was composed of 283 ewes.

In Thessaly, interviews on farms trajectories were conducted on the basis of the conceptual framework of the analysis of changes applied to livestock farming systems (Moulin et al, 2008), consisting in identifying non-varying objects and sequences of transformation or progressive modifications of the components of the farming activity. For this purpose, farmers were first asked the years they began to change their initial flock genetic composition to perform

crossbreeding with highly productive breeds (either local or exotic). Information on the different components of the farming activity was collected for the year preceding the first introduction of highly productive breed in the flock, and for the years during which a change occurred in this components, along with the reasons motivating the change (Annex 7). Changes were collected until the year of the study (milk campaign 2016-2017).

6.2.4. Data analysis

- Corsica

For the analysis of udder photos, 8 photos of ewes described as good producers and showing ewe's hock joint were considered (Annex 6b). For the analysis of udder depths scoring, scored udders were grouped according to the nature of the grazing area as responded by the farmer: native grasslands (sedentary), rangelands (sedentary) and transhumance. Sedentary farms were put in the rangelands category if at least a part of the grazed surface was described as such by farmers. Sedentary farms were groups in the grasslands category if grasslands were the only nature of grazing land described by the farmer. These three categories aimed at representing a gradient of physical constraints at grazing, from low physical constraints (grasslands) to high physical constraints (rough terrain, shrublands and slopes on transhumance). The final categories were composed as follows: 5 farms in the grasslands category (n=123 scored ewes), 4 farms in the rangelands category (n=106 scored ewes) and 3 farms in the transhumance category (n=54 scored ewes). Graphical representation of the udder depths by nature of grazing area was performed with R 3.5.0 (R Development Core Team, 2018) and same software was used to perform a Kruskal-Wallis test (Shapiro test: $p < 0,01$) in order to compare the distribution of the udder depths across categories of grazing areas.

Analysis of interviews performed in Corsica focused on the construction of 2 data sets. The first one (1) concerned the consideration of udder depth in farmers' criteria of replacement and motives for culling, according to the nature of the areas grazed by the flock. The second one (2) concerned the management of replacement and culling rates to secure flock fodder offer under interannual climate fluctuations. This management of replacement and culling rates was compared with the feeding system set by the farmer. Variables selected for each data set are presented in Tables 13 and 14. Graphical representations of Bertin (Bertin, 1983) were used to visualize modalities of criteria of replacement/culling and modalities of replacement and culling rates. Coloured graphical representations were used to visualize modalities of feeding system variables (nature of grazing areas, role of grazing in covering energy requirements, hay production, etc.). Role of grazing in covering flock energy requirements were deduced from the percentage of flock energy requirements covered by supplementation at the yearly scale, using INRA feed tables (INRA, 2007).

Variable	Modalities
Udder depth as displayed on the photos (UDDER PHOTOS)	(black) Udder depth (as indicator of adaptation to grazing) played a role in choosing the “good producer” for male and female replacement or for culling, at least for one photo (grey) Udder depth (only as indicator of milking ability or suckling ability) plays a role in choosing the “good producer” for male and female replacement or for culling, at least for one photo (white) Udder depth is not mentioned or does not play a role in choosing the “good producer” for male and female replacement or for culling (NA) No data was available (n=1)
Udder depth in internal female replacement (FEMALE REP)	(black) Adaptation to grazing through udder depth is mentioned as a criterion for choosing a ewe for internal female replacement in response to an open question. (grey) Milking ability or suckling ability (only) through udder depth are mentioned as criteria for choosing a ewe for internal female replacement in response to an open question. (white) Udder depth is never mentioned in response to an open question on criteria for internal female replacement (NA) No data was available (n=2)
Udder depth in internal male replacement (MALE REP)	(black) Adaptation to grazing through udder depth is mentioned as a criterion for choosing a ewe for internal male replacement in response to an open question. (grey) Milking ability or suckling ability (only) through udder depth are mentioned as criteria for choosing a ewe for internal male replacement in response to an open question. (white) Udder depth is never mentioned in response to an open question on criteria for internal male replacement (NA) No data was available (n=2)
Category of grazing area (GRAZING AREA)	(brown) Practice of transhumance (green) At least a part of a grazed land is defined as rangelands by the farmer (light green) Native grasslands are the exclusive area for the grazing of native resources (NA) No data was available (n=1)

Table 13 : Variables description and their modalities in data set (1) in Corsica

Variable	Modalities
Routine replacement rate (REP RATE)	(black) Routine replacement rate is 20% or more (grey) Routine replacement rate goes from 15% (included) to 20% (excluded) or minimum replacement rate in routine is 15% (light grey) Routine replacement rate is less than 15%
Influence of culling rate on replacement rate (CULL/REP RATE)	(black) Culling rate does not influence replacement rate in routine (white) Culling rate determines replacement rate in routine (high variation). Routine variations of culling rate are voluntary.
Influence of forage variation on culling rate (FORAGE VAR/ CULL RATE)	(black) Forage variations from one year to another does not influence culling rate (grey) A low forage offer can slightly increase culling rate (white) A low forage offer frankly increases culling rate (NA) No data was available (n=2)
Influence of reproductive or sanitary hazards on replacement rate (HAZARDS/ REP RATE)	(black) Reproductive or sanitary hazards at lambing do not affect female replacement rate (grey) Reproductive or sanitary hazards at lambing slightly affect female replacement rate: the farmer slightly reduces his female replacement rate in order to maintain selection pressure (white) Reproductive or sanitary hazards at lambing frankly affect female replacement rate: the farmer frankly reduces his female replacement rate in order to maintain selection pressure
Influence of forage variation on replacement rate (FORAGE VAR/ REP RATE)	(black) Forage variations from one year to another does not influence female replacement rate (grey) A high forage offer can slightly increase female replacement rate (white) A high forage offer frankly increases female replacement rate (NA) No data was available (n=2)
Role of grazing in covering total flock energy requirements (ROLE GRAZING)	(brown) 70% or more of yearly flock energy requirements are covered by grazing (green) 60% to 70% of yearly flock energy requirements are covered by grazing (light yellow) 50% to 60% of yearly flock energy requirements are covered by grazing (yellow) Less than 50% of yearly flock energy requirements are covered by grazing (NA) No data was available (n=1)

Self-sufficiency in hay production (HAY PRODUCTION)	(black) No use of hay (blue) All hay used is purchased on the market (light yellow) 50% of self-sufficiency in hay production or self-sufficiency is very variable because frankly affected by climatic variations from one year to another (yellow – orange) The majority or all the hay used is routinely produced on-farm (red) All hay used is routinely produced on farm and the farmer can sell/often sell surpluses
Part of cultivated grasslands in agricultural land (CULTIVATED GRASSLANDS)	(orange) More than 25% of the agricultural land is covered by cultivated grasslands (yellow) From 10% (included) to 25% of the agricultural land is covered by cultivated grasslands (light yellow) Less than 10% of the agricultural land is covered by cultivated grasslands (grey) No cultivated grasslands (NA) No data was available (n=1)
Location of the farm (LOCATION)	(purple) Central Corsica (blue) South-Western Corsica (black) Corsican Cap (yellow) North-Western lowlands (pink) Eastern lowlands
Practice of transhumance (TRANSHUMANCE)	(brown) Transhumant flock (white) Sedentary flock

Table 14 : Variables description and their modalities in data set (2) in Corsica

- Thessaly

In analysis of farm changes, a focus was made on the changes of feeding system and the changes of flock genetic composition. At first, sequences of inconsistency between the feeding system and the breed introduced were identified. Sequences of inconsistency were defined by the explicit mention, in farmer statement, of an interaction between the breed introduced and the on-going feeding system, generating problems in the performances of the flock or in the maintaining of the on-going feeding practices (due to feeding costs, work at grazing, etc.). These sequences of inconsistency were analysed through the impact they had on the overall evolution of the feeding system through years. Consideration of non-varying components and finalities of the farming activity through years (Moulin et al, 2008) permitted to discuss the role of the flock genetic composition on the evolution of the feeding system in relation with the other drivers of changes. Due to insufficient data in one sampled farm, this conjoint analysis of changes in feeding system and flock genetic composition was carried on for 14 farms only.

6.3. Results

6.3.1. Looking for local breed traits to respond physical constraints of grazing areas in Corsica: the example of udder depth

- Consideration of udder depth in replacement and culling criteria was not specific to a particular nature of grazing area

Figure 14 presents farmers’ responses to open questions on the way they chose male and female replacement and farmers’ reasons for choosing for replacement or culling a “good producer” based on a photo of its udder conformation. Data are compared with the nature of the flock grazing areas (Figure 14).

FARMS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
UDDER PHOTOS																															
FEMALE REP							NA																								
MALE REP							NA																								
GRAZING AREA							NA																								

Figure 14 : Consideration of udder depth for replacement and culling criteria according to the nature of grazing areas in 30 farms in Corsica

Among farmers mentioning spontaneously the udder depth in their criteria of choice for male and/or female replacement (n=16), 7 farmers used it exclusively as an indicator of milking ability or suckling ability (in grey) and 9 farmers associated it with the adaptation to grazing (in black). All natures of grazing areas were represented in this last category.

For 11 farmers, udder depth (as an indicator of adaptation to grazing) was a reason for choosing or rejecting an ewe’s offspring for replacement based on photos of this ewe’s udder

conformation. However, 10 of these farmers would not cull the ewe on this motive, due to its milk production and 1 did not answer about culling. These 11 farmers could be either sedentary or transhumant.

Finally, reasons for rejecting rams from CORSIA (n=14) were linked to the maintaining of hardiness in only 2 farms. Hardiness included the udder conformation for adaptation to grazing in 1 of these 2 farms. The majority of farmers rejecting rams from the breeding scheme indeed mainly justified their decision by criteria of ease of milking and a lack of confidence in the collective action.

- Distribution of udder depths in the flock was not specific to a particular nature of grazing area

Distribution of udder depth was compared to the nature of grazing area (Figure 15). No significant difference existed between grazing areas (Kruskall-Wallis test, $p > 0,1$) and distribution of udder depth was heterogeneous within grazing area. All categories of grazing lands included flocks with deep udder depths (score=2). These results matched with the low specificity between consideration of udder depth in farmers' response and the nature of grazing area they used. Moreover, for all categories of grazing areas, at least 75% of the scored udder were at the hock joint (udder score = 5) or higher.

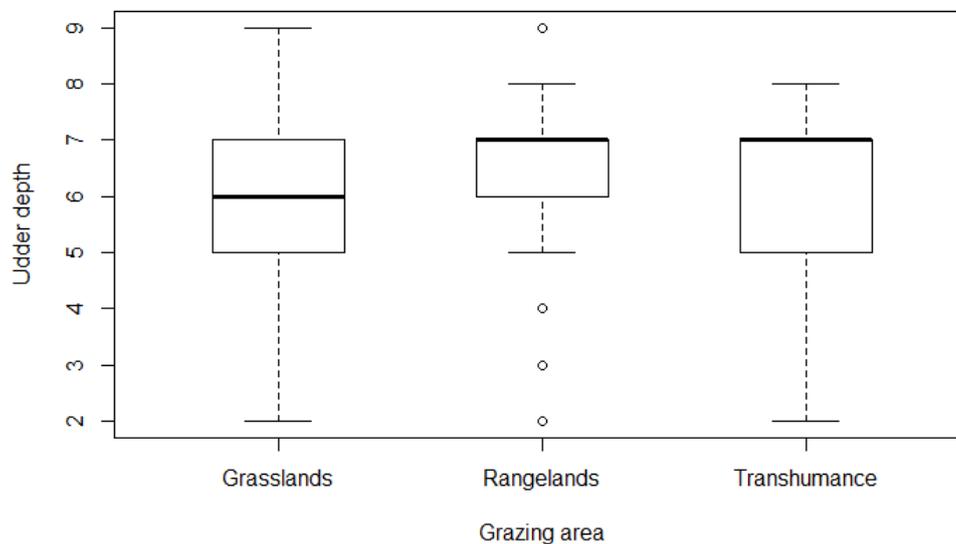


Figure 15 : Distribution of udder depths (n=283) in 12 farms in Corsica

6.3.2. Influence of breeds on the long-term evolution towards less pastoral feeding systems in crossbred flocks in Thessaly

- Changes in feeding systems and flock genetic composition: a general trend towards intensification

Several changes in the flock genetic composition and the feeding system occurred during the last 20 years in the sampled dairy-sheep farms (Figure 16). Changes in flock genetic composition (yellow triangles in Figure 16) mainly involved Chios and Friesland breeds before 1995 whereas crossbreeding included an extended use of Lacaune, Assaf and Awassi breeds since 2000. Initial use of these breeds was uniformly justified by the will to increase milk productivity. Four main profiles of changes in flock genetic composition over years could be identified according to the sex of breeding animals, the frequency of introduction of a new breed and the number of breeds introduced:

- (i) new breeds are introduced in the flock through breeding males, and more than 10 years separate the first introduction of two different breeds. Once a new breed is introduced, the farmer stops crossbreeding the flock with the former breed
- (ii) different breeds or crossbred animals are introduced at high frequency so that the flock progressively becomes a cross of at least 3 different breeds.
- (iii) one breed remained involved in the flock genetic composition all along the trajectory of the farm but sequences of testing/accepting or rejecting additional breeds can punctuate this trajectory
- (iv) the flock is mainly or totally built with purebred females of a highly productive breed then, if not satisfactory, culled and replaced by purebred females from another breed. This last profile is usually combined with (i) or (iii).

Changes in feeding system (green triangles in Figure 16) concerned levels, quality and origin of supplementation, grazing resources and management of grazing through year, and existence and nature of crops dedicated to animal feeding. From the moment crossbreeding was performed with a highly productive breed until 2017, the use of native grasslands decreased in 5 farms and transhumance was stopped or planned to be stopped in 2 farms. Use of cultivated grasslands replaced native grasslands or transhumance (n=3) or remained the same (n=2). Level of supplementation increased in 9 farms and supplementation was diversified through the use of complete feed purchased on the market in 6 farms. The use of crops for animal consumption was often extended (n=6) or planned to be extended (n=1). In 4 farms, extension of crops for animal consumption originated from the partial or total replacement of cotton crops (n=4). Diversification of crops was performed on 4 farms increasing their cropped surface, among which 1 farm partially replaced irrigated fodder crops by dry fodder crops. Non varying cropped surface (and nature of crops) or decreasing cropped surface (with replacement of remaining crops by dry fodder crops) was rare (n=1 and n=1 respectively).

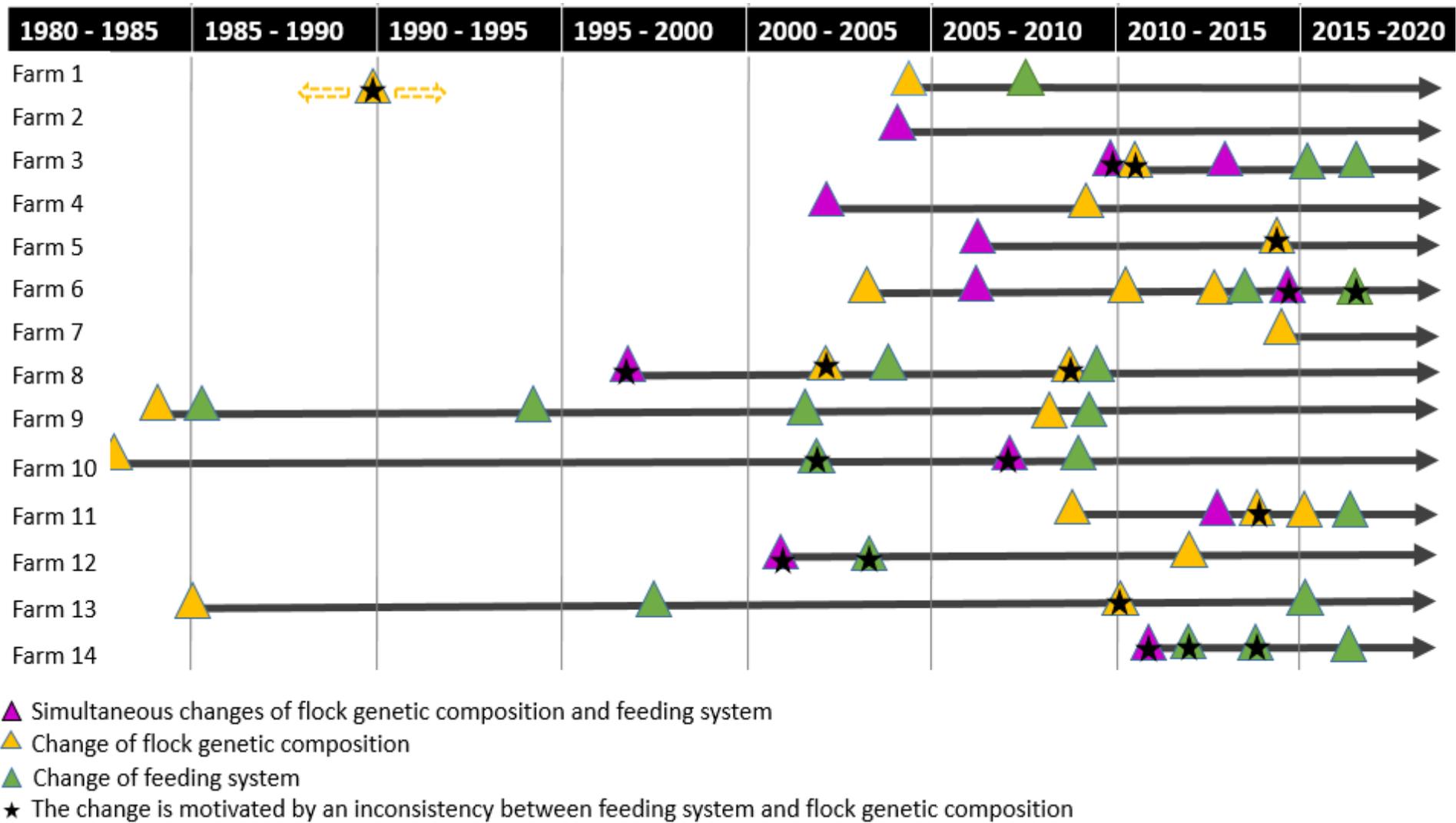


Figure 16 : Changes in flock genetic composition and feeding system in 14 farms of Thessaly

Among these changes, some of them resulted from the identification, by the farmer, of an inconsistency between the flock genetic composition and the on-going feeding system (black stars in Figure 16).

- Sequences of inconsistency between the breed introduced and the on-going feeding system

Stated inconsistency between flock genetic composition and feeding system took 3 different forms: (i) inconsistency between the feeding system and the breed(s) involved in the flock genetic composition (ii) inconsistency between the feeding system implemented for the breed introduced and the ability of the farmer to handle feeding costs (iii) inconsistency between the feeding intake/feeding requirements of 2 breeds raised under the same feeding system (Table 15).

Inconsistency (number of farms)	Component of the feeding system at stake	Description of the component: ability of the breed concerned (number of mentions)
(i) (n=8)	Grazing conditions	Climatic conditions: sensitivity to thermal stress (n=1) Grazing length/nature of the forage resource: feeding intake leading to sensitivity to mastitis and ruminal pathologies (n=1) Presence of pathogens: sensitivity to vector-borne diseases (n=2) Distance, topography: walking ability (n=3) Open-field pastures: grazing behaviour (n=2)
(ii) (n=5)	Supplementation levels	At the multi-year scale: longevity (n=2) At the yearly scale: feeding requirements (n=3)
(iii) (n=1)	Supplementation levels	At the yearly scale: feeding intake (n=1)

Table 15 : Components of the feeding system and traits of the breed involved in the different forms of inconsistency mentioned by farmers in Thessaly

Among farmers responding to an inconsistency of type (ii), increase of supplementation levels was performed at the same time the highly productive breed was introduced in the flock in 3 farms. This increase of supplementation level was explicitly justified by the breed: it expressed an opportunity to produce more milk by taking advantage of the productive potential of the breed. It mainly concerned the Lacaune breed. Following similar logic, one farmer stopped crossbreeding with Assaf breed because of the non-sufficient feeding intake of the breed in comparison to his objective of milk production.

These sequences of inconsistency between flock genetic composition and feeding system challenged the general trend towards intensification of grazing land, feeding inputs and milk production.

- Inconsistencies between the breed and the on-going feeding system: farmers' responses and their effect on the evolution of pastoral feeding systems

Three types of responses to inconsistency between the breed and the on-going feeding system could be identified: the crossbreeding with local breed, the rejection of an existing highly productive breed and/or the testing of a new one, and the modification of the feeding system in itself. These different responses hastened, delayed or stopped the evolution from pastoral feeding systems towards more intensive ones. Types of response and their effects on the pastoral feeding system evolution are presented in the following sections.

✓ **Crossbreeding with local breeds**

Crossbreeding with local breed was observed in 3 farms. It consisted in introducing purebred males of Karagouniko breed in order to balance the flock genetic composition around 2 or more breeds including the local one (this strategy was expressed by farmers' statements). In one case, females were introduced the same year along with females of highly productive breeds in order to increase flock size. The role of local breed in the evolution of the flock genetic composition was though limited. Indeed, at the scale of the trajectory, the introduction of the local breed through breeding males occurred either 6 years, 8 years or 10 years after a highly productive breed was first introduced (respectively in 2008, 2006, 2003). No other introduction of local purebred males was mentioned after that until the year the interview was performed. Effects of the crossbreeding with local breeds on the evolution towards a less pastoral feeding system are presented in Figure 17.

Reasons for crossbreeding with local breeds mainly concerned grazing conditions (n=3) and supplementation costs (n=1) caused by the low longevity of the breed composing the flock. However, the ability to be milked by hand (n=2), the sensitivity to diseases and thermal stress out of grazing conditions (n=2) contributed to the decision to perform crossbreeding with the local breed Karagouniko. In each trajectory, crossbreeding with Karagouniko breed had a different but limited effect on the evolution towards a less pastoral feeding system (Figure 17). When using pastoral feeding system was part of the farmer strategy, crossbreeding with local breed allowed to maintain this strategy (farm 5). When sanitary and climatic constraints encouraged farmer to evolve towards a less pastoral system, crossbreeding with local breed was a tool to limit thermal stress but did not permit to maintain a pastoral feeding system (farm 6). In Farm 11 finally, using a pastoral feeding system was part of the farmer strategy but the maintaining of transhumance entered in competition with workload management in farmer strategy. In this case, crossbreeding with local breed temporarily delayed the stoppage of one pastoral component (transhumance) until milking machine hastens farmer choices towards partly sedentary feeding system.

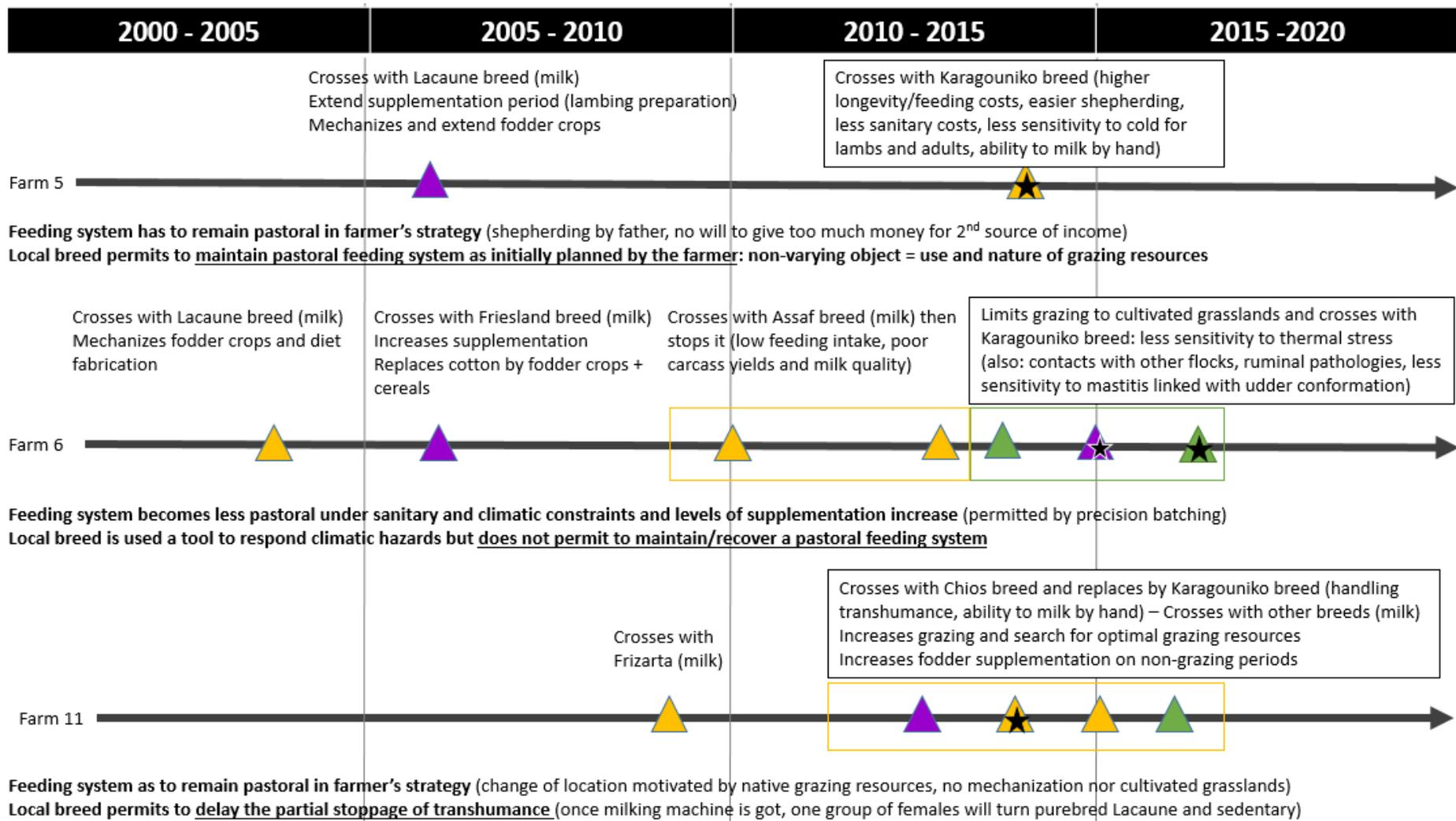


Figure 17 : Effect of the crossbreeding with local breed on the evolution towards less pastoral feeding system in 3 farms of Thessaly

✓ **Testing another highly productive breed or rejecting the existing one**

Instead of crossbreeding with a local breed, the farmer could also test another highly productive breed to improve the adaptation between the grazing conditions and the flock genetic composition (n=1, farm 9). However, this response was combined with a change in feeding system (as for previous example of farm 11). In farm 9, the farmer first decreased the grazing on native grasslands then replaced the Chios breed by crossbreeding the flock with the Lacaune breed to enhance adaptation to feeding system. As for farm 11, other factors also contributed to the change in flock genetic composition: the Chios breed, in addition to its sensitivity to vector-borne diseases at grazing, was considered as not adapted to milking-machine and prone to loose body condition as adult. The use of the Lacaune breed, although partly adopted to enhance adaptation with the initial feeding system, did not permit to stop its evolution towards a less pastoral feeding system. It was moreover associated with an increase of supplementation levels, explicitly justified by the Lacaune breed feeding requirements. Retrospectively, the farmer considered the new feeding system as even more consistent, qualifying the Lacaune breed as a breed “made to be inside”. As a conclusion, in farm 9, testing another highly productive breed to respond an inconsistency between the flock genetic composition and the grazing conditions, did not stop the evolution of the feeding system towards a less pastoral one and even resulted in an increase of supplementation levels. On the contrary, choosing to first respond this inconsistency by a decrease of the grazing period was retrospectively strengthened by the traits of the new highly productive breed.

Rejecting the on-going highly productive breed from the flock (culling of the individuals assimilated to the breed or stopping the crossbreeding) could also be the only response to an inconsistency between the grazing conditions and the flock genetic composition (n=2, farms 1 and 13). The Friesland breed (farm 1) and the Chios breed (farm 13) were respectively rejected for their sensitivity to vector-borne diseases and low walking ability on pastures, while the use and nature of grazing lands did not vary all along the farm trajectory. However, in this case, both farms were already mainly based on cultivated pastures. Rejecting breeds not adapted to grazing conditions was only a way to maintain a feeding system based on cultivated pastures.

Finally, testing a new highly productive breed or rejecting the on-going one could be a response to an inconsistency between the level of supplementation (induced by the flock genetic composition) and the ability of the farmer to handle the feeding costs with respect to the benefit obtained (n=2, farms 3 and 8). For instance, in farm 8, the Lacaune breed was firstly introduced and supplementation was increased to respond its specific feed requirements. After 5 years, Chios breed replaced the Lacaune breed because of its higher longevity, with the objective to limit feeding costs at the multi-year scale. After 5 additional years, the Awassi breed was crossed with the new flock genetic composition because of its similar feeding intake with the Chios breed (in order to avoid competition at feeding). The initial increase of supplementation by productive ewe, at the yearly scale, was though never put into question in farms 3 and 8. The change of flock genetic composition did not hold back the evolution towards more supplementation for productive ewes at the yearly scale but aimed at limiting the increase of supplementation level on the multi-year scale (longevity) and at optimizing outputs (similar feeding intakes in the flock under collective feeding).

A summary of these three effects is presented in Table 16.

Action performed to respond inconsistency	Initial feeding system / evolution of the feeding system	Effect of the action on the evolution towards a less pastoral feeding system
Replaces HP* breed 1 by HP breed 2 (farm 9)	Native grasslands / towards lower use of native grasslands and higher supplementation	No effect but strengthens afterwards the lower use of native grasslands Induces higher supplementation
Rejects an HP breed present in the flock (farms 1 and 13)	Mainly cultivated grasslands / non-varying	No effect but maintaining of the feeding system based on cultivated pastures
Rejects an HP breed present in the flock or test a new one (farms 3 and 8)	High supplementation levels for productive ewes at the yearly scale/ non-varying	No effect or lower supplementation levels at the multi-year scale

*HP : highly productive

Table 16 : Effects of testing or rejecting HP breed on the evolution towards a less pastoral feeding system in 5 farms in Thessaly

✓ **Adjusting the feeding system towards a less pastoral one**

In two farms, inconsistency between the feeding system and the flock genetic composition induced only a change in the feeding system management (farms 12 and 14).

In farm 12, inconsistency between the Lacaune breed, principal component of the flock genetic composition, and the practice of transhumance (walking ability), hastened the evolution towards a less pastoral feeding system, through the replacement of transhumance by irrigated cultivated grasslands and the increase of supplementation levels to respond the Lacaune breed requirements. The future availability (in a new sheep barn location) of easily accessible, high quality native pastures partly convertible into irrigated cultivated grasslands, contributed to the stoppage of transhumance. Finally, once sedentary feeding system was applied in the new sheep-barn location, the use of milking machine to alleviate milking workload was induced by the increase of individual milk production (swollen udder). The use of milking machine probably also strengthened afterwards the decision to stop transhumance (in Thessaly, flocks are generally milked in transhumance). The introduction of the Lacaune breed in 2000, hastened or induced an evolution of the feeding system towards a less pastoral one in 2003, evolution afterwards reinforced by the availability of alternative summer grazing resources and the milking workload (also indirectly generated by the Lacaune breed).

In farm 14, the introduction of the Lacaune breed (qualified as sensitive to ruminal pathologies and mastitis at grazing, with high feeding requirements) on a Karagouniko flock first hastened the evolution towards a less pastoral feeding system (addition of silage in diet and decrease of grazing period). A second inconsistency then arose and concerned the feeding costs generated by the new feeding system in the absence of mechanization for silage. In response to this second inconsistency, the farmer stopped silage and adjusted the grazing management so that grazing remained compatible with breed traits (decrease of grazing hours/day and increase of grazing days/year to replace silage intake). The use of the Lacaune breed hence successively contributed to hasten then to stop and cancel the evolution towards a less pastoral feeding system. As for farm 12, factors linked with the workload management and accessibility and nature of grazing resources encouraged the farmer's response: stopping silage could alleviate working calendar and be replaced by an easy-shepherding grazing delegated to a third person, on native pastures close from the sheep-barn and of good forage offer.

Among farmers' responses listed above, the introduction of local breed in crossbred flocks including exotic productive breeds can be used as a lever to maintain the use of pastoral components in the feeding systems. In local purebred flocks, do farmers use specific levers to maintain the use of pastoral components in their feeding system? We take the example of the securing of forage offer in Corsican purebred flocks.

6.3.3. Use of replacement and culling rates as sources of flexibility in different feeding systems in Corsica

- An evolution towards the securing of fodder offer

The diversity of feeding systems represented in the 30 sampled farms indicated that the Corsican breed ewe was raised under a range of feeding and grazing conditions, from the exclusive use of grazed native resources as forage offer until higher levels of supplementation combined with cultivated grasslands and surplus hay production (Figure 18). This diversity illustrated diverse stages of an evolution consisting in moving away from pastoralism in order to secure feeding systems. This evolution is fully completed in some farms of Eastern lowlands (FS 5) but in any case in progress in all locations (FS 3 and FS 4). Indeed, except from few pastoral farms of South-Western Corsica (FS 1), several farmers of South-Western and Central Corsica chose to secure forage offer by purchasing hay on the market but still covered the majority of the flock energy requirements through the grazing of native vegetation.

- Action on replacement and culling rates could be a lever to take advantage or endure inter-annual variations in fodder offer

Four types of farms could be identified based on the farmer's actions on replacement and culling rates (Table 17). In types 1 and 2, inter-annual variations in fodder offer had an impact on replacement and culling rates. In types 3 and 4, inter-annual variations in fodder offer did not guide farmer's decisions on replacement and culling rates.

Types of farms (number of farms)	Description of sources of variations of replacement and culling rates
1 (n=10)	Replacement rates are low Replacement rate can temporarily increase in order to take advantage of a year of high fodder offer Replacement rate can temporarily decrease in case reproductive or sanitary hazards affect choice on replacement animals Culling rate is not affected by fodder offer
2 (n=3)	Replacement rates are moderate to high Culling rate can temporarily increase in order to handle a year of poor forage offer.
3 (n=7)	Replacement and culling rates are not affected by interannual variation in fodder offer Minimum culling rate is moderate and routinely increase when poor performances of the animals in the flock turn it necessary. Hence, culling rate determine replacement rate in routine except in rare cases where flock size variations are tolerated through years
4 (n=10)	Replacement rates are high and non-flexible

Table 17 : Actions on flock demography performed by farmers in 30 farms in Corsica

Routine replacement rates well reflected routine culling rates and were good indicators of flock demography: ageing flock in farms with low replacement rate and young flock in farms with high replacement rate. Indeed, with the exception of type 3, variations of flock size across years are either negligible or flock size was restored from one year to another by adjusting replacement and culling rates.

Variations in animal performances justifying an increase of culling rates in routine (type 3) were explained by four reasons that could be combined at the farm scale: (i) the farmer's knowledge of flock individuals or/and selection pressure on replacement females were low and led to a heterogeneity of performances in the flock (n=2) (ii) the farm was in a transition period requiring massive culling to quickly evolve towards a new flock demography (n=2) (iii) farmer's routinely kept several ageing ewes resulting in occasional sequences of massive culling (n=2) (iv) sanitary hazards and losses occurred in routine and occasionally increased the culling rate (n=2). However, irregularities in forage offer from one year to another did not intervene in these four events according to farmers' statements.

In type 4, maintaining a young demography through high and non-flexible replacement rates (and consequent culling rates) were levers to maintain or improve the flock genetic potential for milk productivity.

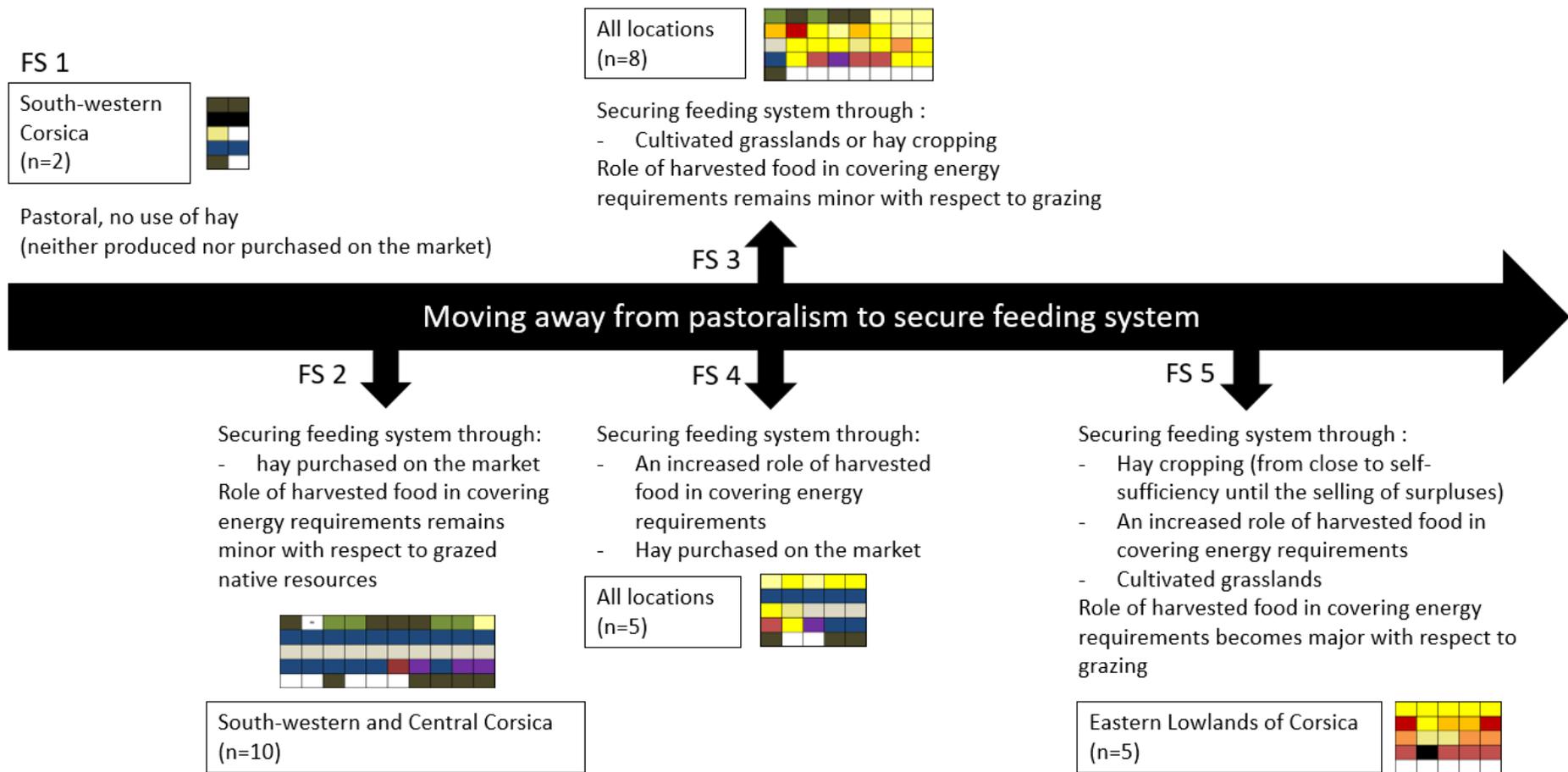


Figure 18 : The diversity of feeding systems in 30 farms of Corsica : an illustration of the different stages towards the securing of fodder offer

- How is used the flock demography lever in the different feeding systems?

Farmers actions on flock demography (Types 1 to 4) were compared to the feeding systems (FS 1 to FS 5). Figure 19 presents the different groups of farmers actions and their corresponding feeding systems.

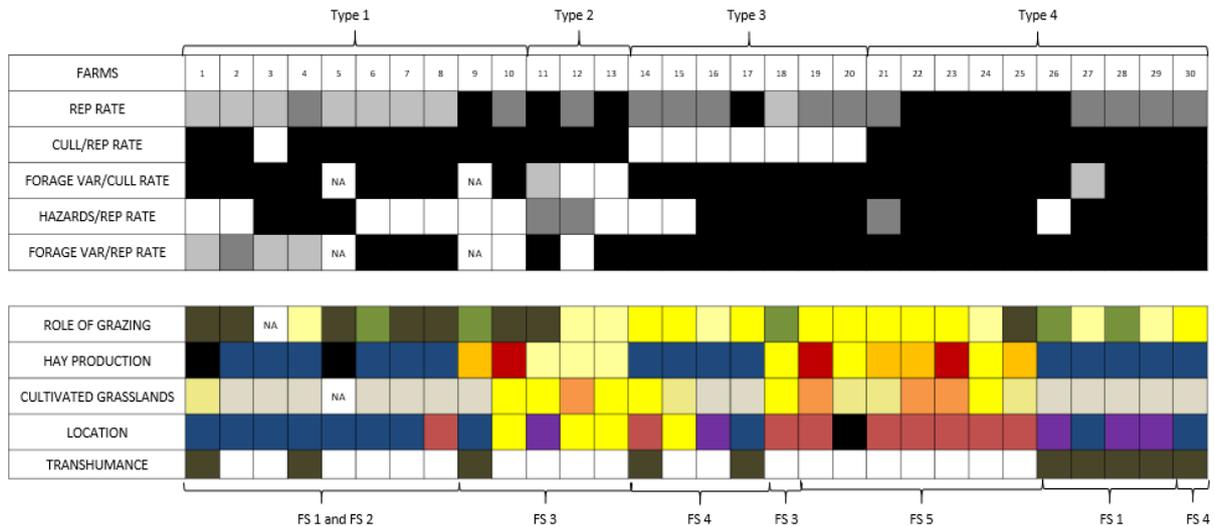


Figure 19 : Comparison of farmers' actions on flock demography with feeding systems in 30 farms in Corsica

✓ **Flexible replacement and culling rates are found in the most pastoral feeding systems**

Actions on flock demography represented by Type 1 were mainly found in pastoral farms relying exclusively on native vegetation as source of forage offer or purchasing hay on the market (FS 1 and FS 2). The flexibility of replacement rate was used in pastoral feeding systems as a tool to take advantage of irregularities of fodder offer and to handle reproductive and sanitary hazards without impacting selection pressure on the replacement group. Likewise, a low replacement rate ensured strict selection of the more convenient breeding females and was mainly found in the most pastoral feeding systems (FS 1 and FS 2). This strategy on replacement illustrated a “case-by-case” management of flock individuals. In these farms, culling was generally adapted to the replacement rate as a tool to keep the flock size stable. In type 1, flocks were also small-sized and grazing on rangelands was managed under low animal density (low animal density was though not specific of type 1). The combination of these factors with the case-by-case management of flock individuals was in favour of the maintaining of ageing ewes in the flock (low food competition) and the possibility for the farmer to progressively remove them (on-farm slaughtering) or let them in the flock until they die (in accordance with the low replacement rate). These practices were reinforced by the difficulties for farmers of South-Corsica to benefit from easy-to-use rendering services.

However, pastoral feeding systems do not systematically display flexible replacement and culling rates. In particular, irregularities of fodder offer through years did not or lowly impact

replacement and culling rates in farms 26, 27 and 28 of type 4, although these farms belonged to some of the most pastoral feeding systems of the sample (FS1). These farms also presented high replacement and culling rates. Different factors including the existence of several sources of additional income providing higher economic flexibility (farm 27), the participation to breeding scheme (farm 26) and the practice of transhumance (farms 26, 27 and 28) could explain this specific management of replacement and culling rates.

✓ **Flexible culling rate was also found in more intensive feeding systems with routinely compromised or 50% self-sufficiency in hay production**

Actions on flock demography represented by type 2 were found in farms partly securing forage offer through cultivated grasslands and hay cropping while giving still a major role to grazing (FS 3). In these farms, the securing of forage offer through hay production was moderate: only 50% of self-sufficiency in harvested forage was reached in farm 11 and self-sufficiency could be routinely compromised by drought in farms 12 and 13 (reaching 100% of external hay if no labour was possible). In farms 12 and 13, situated in the West-Northern part of Corsica, drought affected cultivated grasslands as well. In dry years, own forage production was non-sufficient to compensate the low forage offer at grazing in farm 11. Adaptive response of farmers then consisted in increasing culling rate so that supplementation and available grazing resources could be specifically dedicated to the most productive ewes.

✓ **In most secured feeding systems, culling rate could be flexible for several motives except interannual variation in forage offer**

In feeding systems of Eastern lowlands of Corsica, routinely based on high supplementation levels, cultivated grasslands and self-sufficiency in forage production (or close to self-sufficiency, FS 5), irregularities of fodder offer through years did not impact replacement and culling rates (Types 3 and 4). Same pattern was found for feeding systems mainly based on supplementation for flock energy requirements and purchasing all their hay on the market (FS 4).

However, in these secured feeding systems, culling rate could be frankly varying in routine for several motives (Type 3) as for example a low selection pressure leading to a heterogeneity in flock performances or a transition from an ageing flock towards a young flock demography. Resulting temporary increase of flock size could be permitted by a low-animal density. Keeping ageing ewes was justified by the low threshold of milk production motivating culling, the wish to keep offspring of the ageing ewes for future replacement, the human-animal relation or by the high forage offer of the native vegetation of an extended agricultural land. These motives were often combined at the individual level (farm scale).

As a conclusion, the use of flock demography variations as a lever to respond irregularities of forage offer through years were still visible in some of the most pastoral feeding systems, in South-Western Corsica. However, several pastoral farms displayed opposite pattern (flock demography was not a lever to respond irregularities of forage offer) because their high expectancies towards milk production or because their economic flexibility encouraged

constant and high replacement rates. Flock demography variations also reflected a high sensitivity to climate variations in farms trying to secure forage offer by their own production in the West-Northern lowlands of Corsica. Farms in Eastern lowlands seemed less impacted by irregularities of forage offer along years, either because their feeding system was based on self-sufficiency on hay production and high supplementation or because they could take advantage of an optimal offer from native vegetation and an extended grazing surface.

6.4. Discussion

6.4.1. Approach of pastoral farming

In this study, pastoral farming is defined as a farming whose feeding system is based on the use of spontaneous vegetation. Starting from this definition, different components classically included in the definition of pastoral farming are declined: the nature of grazing areas and the existence of long-distance movements of the flock, the part of cultivated grasslands with respect to native grasslands or rangelands and the existence of crops for animal production (e.g. Blench, 2001; Tchakerian, 2008). However, in our study, these different modalities are not used to discriminate pastoral feeding systems from non-pastoral ones but rather aims at illustrating a move from more pastoral to less pastoral farming systems. In other words, the comparison of initial and final state of a same feeding system, or the comparison of two contemporaneous feeding systems matter more than their categorization in pastoral or non-pastoral feeding systems. The diversity of Mediterranean feeding systems observed within and among regions also challenges this categorization. For example, mosaics of rangelands and native grasslands in a same farming unit are described by Corsican farmers. Moreover, the decreasing use of rangelands areas and transhumance through years in both study areas oblige to reconsider the nature of grazing areas traditionally associated with pastoralism. Finally, pastoralism is not only related to the composition of the feeding system but also refers to the set of farmers' practices enhancing the ability of the flock to produce and reproduce on this pastoral feeding system (Meuret and Lefrileux, 2009; Hubert, 2011; Santucci, 2010). This set of farmers' practices include breeding practices and more general management practices such as shepherding, batching of the different groups of animals and suckling management. Identifying breeding practices then contribute to further investigate the part of the flock traits – to adapt pastoral feeding system - enhanced by the farmers through selection, and, by contrast, the flock traits either modelled/secured by general management practices or considered by the farmer as already guaranteed by the existing genetic composition. This leads us to discuss the consideration of adaptation to pastoral feeding system in farmers' breeding practices in local purebred flocks.

6.4.2. Animal traits for pastoral farming in local purebred farming

- Low specificity between udder depth and nature of grazing areas

Results indicated no differences in the distribution of udder scores among flocks grazing in different grazing areas. The phenotypic correlation between milk yield and udder depth (e.g. Perez-Cabal et al, 2013) or milk yield and udder height (e.g. Kominakis et al, 2009; Iniguez et al, 2009) can influence the distribution of udder depths obtained in the results. Individual milk yields were not assessable in field conditions but should be included in protocols allowing such data collection. Moreover, some grasslands farmers were concerned about udder depth because it increased the udder movement at grazing and potentially occasioned losses of milk, a problem that is not specific of the nature of grazing areas. Results also indicated that udder depth was a trait considered in replacement and culling for a better milking ability and suckling ability. A third hypothesis is then that farmers controlled flock udder depths distribution, regardless of their feeding system, by choosing or rejecting ewes on their milking ability and suckling ability through replacement and culling. This underlines the importance of identifying correlation between traits made by farmers during their replacement and culling processes (cf. Chapter 5). Finally, flock phenotypes result from a set of trade-offs on selection criteria decided by farmers according to their objectives and the constraints they have to face (cf. Annex 2; Landais et al, 1988). Consequently, the apparent low specificity between distribution of udder depths and nature of grazing areas probably reveals the complexity of choices and trade-offs performed during replacement and culling processes.

Results also indicated a low specificity between the consideration of udder depth in replacement and culling criteria and the nature of grazing area. A first hypothesis is that Corsican farmers may not meet specific problems on udder depth on their flocks: hence, consideration of udder depth only concerns systematic exclusion of extreme phenotypes. This hypothesis is strengthened by the fact that 75% of the udder scored in each category of grazing area were at the hock joint or higher. In these cases, there is few chance that the criterion will be mentioned spontaneously, as farmers rather mention spontaneously the traits that are problematic in their flock (Slagboom et al, 2016). Extreme phenotypes can also be naturally excluded from the flock through morbidity (mastitis) and mortality in case farmers use transhumance or rangelands. A second hypothesis is that the way farmers value the knowledge and practices defining their professional identity strongly influence their answers and their decisions on animals to select or reject (e.g. Cristofini et al, 1978). In Corsica for example, several farmers feel concerned by the preservation of the hardiness of the Corsican ewe as a key resource distinguishing Corsican farming from other ways of performing farming. These farmers are likely to consider udder depth in their replacement criteria (hardiness through adaptation to grazing) regardless of the level of constraints imposed by the flock grazing areas.

- Additional traits of hardy animals

In this study, a focus is made on udder depth as the main animal trait considered at the individual level by Corsican farmers to adapt the physical constraints of their grazing areas. This choice is justified by the content of farmers' responses on their individual criteria of selection and motives for culling. However, udder depth is not the only animal trait associated with a hardy animal, able to respond to the constraints of its biophysical environment. Indeed, the ability to maintain milk production and reproductive performances through year in spite of feeding restriction periods (e.g. Blanc et al, 2006), and the ability to collect feeding resources in shrublands or woodlands or through long-distance displacements (e.g. Jouven et al, 2010) are generally emphasized as traits of a hardy animal.

In Corsica, ability to maintain milk production through year often referred to the ability to maintain production until the end of the campaign (May-June), and could be mentioned in all types of feeding systems, especially as a criterion of choice for male replacement. Moreover, routine evolution of flock lactation curve in winter season differed among flocks and included, in several flocks, a moderate (n=13) or severe (n=8) drop in milk production associated to weather conditions. Finally, previous studies indicated that farmers could use their perception of correlations between milk persistence and milk yield in the choice of replacement (cf. Chapter 5). The use of such correlation could be, among others, driven by the time dedicated to the knowledge of individual lactations (cf. Annex 2). In Corsica, it is then likely that (i) for female replacement, assessment of milk persistence is consciously or not included in the assessment of milk yield through year or milk yield at a t-time (ii) in some biophysical environments, irregularity of flock lactation curve is part of the routine performance of the flock and does not distinguish ewes from one another (iii) farmers have no specific problems with milk persistence, and the consideration of this criteria intervenes only in extreme phenotypes (iv) consideration of adaptation traits in breeding practices is hard to compare between farms through interviews because it closely depends from farmers' expectancies and perception of the flock performances (e.g. Tesnieres et al, 2013) and the traits perceived or assumed as guaranteed by the breed.

In-depth follow-up of breeding practices also indicate that the wish to maintain the adaptation traits of the breed can lead farmers to keep offspring from ewes belonging to mountain populations but concerns in this case few ewes in the total of the breeding animals used for replacement (cf. Annex 2). Moreover, the wish to consider functional traits in the genetic management of the flock can intervene in the perception of collective tools (participation to the breeding scheme, use of rams from CORSIA) but do not necessarily lead to the rejection of such collective tools in practice (cf. Chapter 2). Finally, the practices of transhumance and the culling on milk yield contribute to exclude ewes not adapted to rough grazing conditions. Several alternative levers such as the use of ageing ewes to guide the younger ones, or the transhumance of young ewes before their first lambing are learning tools used by farmers to maintain the adaptation of their flock to a pastoral feeding system. These learning processes in pastoral systems are well documented in several research works (e.g. Jouven et al, 2010; Meuret and Provenza, 2014). These levers mark the limit of the role given by the farmers to breeding practices (Vallerand et al, 1988). They contribute to explain, together with the qualities of the Corsican breed ewe and the decrease of the shepherding practice, that

farmers did not explicitly consider as an individual criterion the ability of the ewes to collect feeding resources from ligneous vegetation or long-distance walks.

Considering these different points, approaching flock adaptation to pastoral feeding systems hence raises the question of the possible on-field assessment of multi-dimensional and multi-factorial adaptation traits.

6.4.3. Role played by local breed to maintain a pastoral feeding system

We mentioned in the previous section that in Corsican purebred flocks, flock capacity to handle constraints of the pastoral feeding system can be considered as guaranteed by the breed or brought by alternatives practices. In our study, traits referring to adaptation to pastoral feeding systems were not specifically used in replacement and culling of the most pastoral feeding systems. In the same way, the distribution of udder depths among flocks was not specific to a particular nature of grazing area. In Thessaly, practices of crossbreeding with highly productive breeds through the last 20 years accompanied a general trend towards less pastoral feeding systems. In spite of farmers' mentions of inconsistency between the breed introduced and the feeding system, the role of local breeds in the maintaining of pastoral components was low and mainly expressed through punctual crossbreeding with local purebred males.

These results question the role of local breed in the maintaining of pastoral feeding systems, with respect to other factors such as the work management. Indeed, in both study areas, the management of workload (through milking ability, assistance at lambing, shepherding or crop tasks) seemed to play non-negligible role in the evolution of feeding systems and in the replacement and culling animals in local purebred flocks. In this aspect, Aubron et al (2016) described the important role of work management as a driver of the evolution towards less pastoral feeding systems in the Mediterranean area. As far as North Mediterranean area is concerned, the examples of Corsica and Thessaly question consequently the preservation of local breeds as genetic resources closely linked to the existence of pastoral farming systems. This link was demonstrated by Couix et al. (2016): the replacement of the Holstein breed by mixed local breeds in the west part of France was associated with an overall evolution of the farming systems towards the decrease of production costs, including the costs generated by the feeding system. This change of breed could be followed by the adoption of pasture-based feeding systems.

If the contribution of local breeds in maintaining pastoral feeding systems seems to present limitations, several evidences from the study areas indicate that the move towards intensification of feeding systems is not sustainable for farmers, either because of the soil erosion or climate variations or because of the costs linked with supplementation, and crop and pastures management. There is though reasons to believe that future of local breeds will remain an important stake in the sustainability of feeding systems in the North Mediterranean area.

6.5. Conclusion

In this study, co-evolution between breeding practices and feedings systems was approached through (i) the link between traits considered in replacement and culling, udder depths' flock distribution and the nature of the grazing area in local purebred flocks (ii) the influence of the crossbreeding with local and exotic breeds on the evolution of the feeding system towards a less pastoral one (iii) the link between the replacement and culling rates and the ability to secure forage offer in local purebred flocks. Results indicated that in purebred flocks, consideration of udder depth (as an adaptation to grazing) was lowly specific of the nature of the grazing area but that flexible replacement and culling rates could be a lever to take advantage or handle the interannual variations of the forage offer. In crossbred flocks, inconsistencies between highly productive breeds and on-going feeding systems give birth to several responses which not necessarily included the use of local breeds. The effect of farmer's responses on the feeding system trajectory was heterogeneous and depended on other factors including the work management. These results question the role of local breeds in the maintaining of pastoral feeding systems and, consequently, the future of local breeds in the North Mediterranean area.

Synthèse Chapitre 6

Ce chapitre a montré que pour des élevages utilisant la même race locale, la composition phénotypique de troupeau est susceptible d'évoluer différemment (ou d'être temporairement différente) en réponse à des contraintes de l'environnement de production telles que la variabilité de l'offre fourragère ou les contraintes physiques liées au pâturage. Les facteurs de cette différenciation sont multiples mais dépendent notamment du niveau de contrainte appliqué, et donc du degré de sécurisation de l'offre fourragère ou de la nature des zones pâturées.

En Thessalie, les résultats ont également permis de montrer que les systèmes alimentaires co-évoluent avec la composition génétique des troupeaux, sans que le recours à la race locale Karagouniko ne soit systématiquement suffisant pour maintenir les composantes pastorales de ces systèmes alimentaires.

Si les éleveurs de Corse et de Thessalie utilisent les caractères « rustiques » des races locales pour mettre en adéquation leur troupeau et les composantes pastorales de l'environnement de production, ce levier n'est ni unique (critères de renouvellement, variabilité des taux de renouvellement – réforme par exemple), ni immuable. La composition phénotypique des troupeaux, et donc la composition phénotypique de la race ou des populations animales régionales qui en résultent, évolue aussi en réponse aux évolutions des systèmes d'élevage, de leur environnement de production et du contexte socio-économique dans lequel ils se trouvent. Cette coévolution questionne le devenir des composantes pastorales des systèmes d'élevage et celle de la spécificité des races locales à contribuer au maintien de ces composantes pastorales

7. Discussion : Apport de l'étude des pratiques de gestion génétique dans l'approche de l'adaptation animale

Certains résultats évoqués dans la discussion (Chapitre 7 et 8) n'ont pas fait l'objet d'une présentation spécifique dans les résultats. Ils sont néanmoins utilisés dans cette partie pour nourrir les discussions proposées. Il s'agit de l'influence de la performance du troupeau sur les critères considérés dans le choix des reproducteurs, l'apprentissage du parcours par les agnelles (via l'utilisation de brebis âgées et la pratique précoce de la transhumance), la distribution des critères de persistance laitière en fonction des composantes pastorales des élevages, la complémentation hivernale en concentrés et fourrages et la représentation de la pratique du gardiennage.



Diversité phénotypique en races ovines Corse et Karagouniko : exemple des couleurs de robes (photos L. Perucho)

7.1. Contribution des PGG à l'adéquation entre composantes pastorales de l'environnement de production et composition phénotypique du troupeau

Les résultats de ce travail de thèse permettent de montrer que les pratiques de gestion génétique (PGG) agissent de 2 façons sur l'adéquation entre les composantes pastorales de l'environnement de production (EP) et la composition génétique du troupeau : d'une part, en concourant à l'amélioration de performances du troupeau pour des caractères associés à la rusticité, d'autre part, en permettant d'ajuster les effectifs de troupeau aux variations interannuelles de l'offre fourragère. La Figure 20 synthétise les différentes interactions entre objets d'étude identifiées à l'issue de ce travail de thèse. La contribution des PGG au lien entre troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production est reprise et détaillée dans la partie suivante.

7.1.1. PGG identifiées et leur contribution

Les PGG identifiées et leur contribution sont présentées en orange sur la Figure 20. Les éleveurs utilisent comme critères de renouvellement ou motifs de réforme des caractères d'intérêt⁸ (TOIs) qu'ils souhaitent voir exprimés dans le troupeau. Parmi ces TOIs, ceux faisant référence à une adéquation aux composantes pastorales de l'environnement de production sont : (i) la sensibilité au stress thermique et la sensibilité aux maladies lorsqu'elle est associée au mode de vie en extérieur (ii) la capacité à la marche, l'adaptation de la morphologie mammaire au pâturage et le comportement alimentaire, associés aux contraintes physiques et à la disponibilité des ressources fourragères des espaces de pâturage (iii) le comportement grégaire sur pâturage, associé à la capacité de gardiennage. D'autres TOIs plus complexes font aussi référence à une adaptation aux composantes pastorales : capacité à supporter l'estive, TOIs liés à la production laitière sur prairies naturelles, « rusticité » ou « résistance ». Ils peuvent englober une combinaison des TOIs précités et sont évalués par l'éleveur par rapport à une performance globale de l'animal (capacité de survivre, produire et se reproduire) faisant écho aux capacités de téléophorèse et homéostasie (e.g. Bocquier et Gonzalez-Garcia, 2010 ; Mandonnet, 2011). L'éleveur gère la performance du troupeau pour ces TOIs par l'application de critères de renouvellement et de motifs de réforme qu'il associe directement ou indirectement à ces TOIs (via des TOIs corrélés, cf. Chapitre 5) et/ou par l'utilisation de races ou populations locales « rustiques » (cf. Chapitres 3, 4, 5 et 6).

⁸ Nous conservons dans la discussion le sigle en anglais utilisé dans les parties résultats

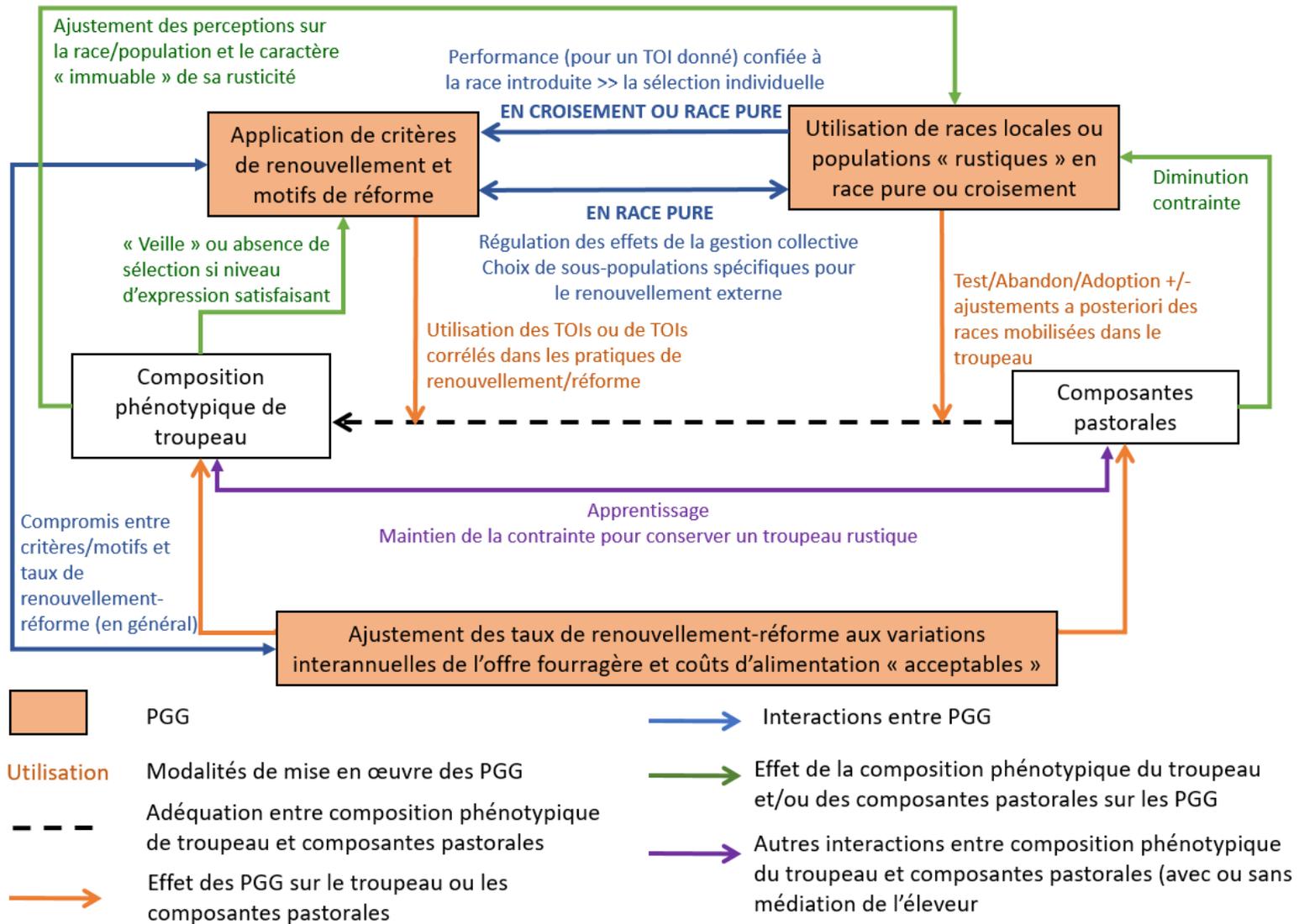


Figure 20 : Interactions entre PGG, composition phénotypique de troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production identifiées au cours du travail de thèse

L'utilisation de races ou populations locales spécifiques permettant de répondre aux contraintes pastorales se réalise par un ajustement de la composition génétique du troupeau au cours du temps, à l'échelle pluriannuelle, et fait intervenir l'utilisation de sous-populations spécifiques en race pure (Chapitres 3 et 5) ou la pratique du croisement (Chapitres 4, 5 et 6). La pratique du croisement, réalisée en dehors de tout programme officiel et souvent peu contrôlée en élevage (pas ou peu d'accouplements raisonnés), ne suit pas une évolution linéaire. Elle est faite de comportements exploratoires des éleveurs aboutissant à une recherche d'équilibre entre traits fonctionnels et traits productifs ou à la substitution d'une race par une autre, et d'ajustements a posteriori de la composition génétique du troupeau (Chapitres 4 et 6). Ces 2 PGG ont pour objectif une performance moyenne de troupeau en adéquation avec les composantes pastorales de l'environnement de production (parmi d'autres moteurs des PGG). Cette performance moyenne est, du point de vue des éleveurs, obtenue par la sélection d'une « bonne brebis » (Lauvie et al, 2015), plutôt que par la combinaison d'individus volontairement sélectionnés sur des TOIs différents pour augmenter l'adaptation du niveau d'organisation supérieur (i.e. le troupeau, Ollion et al, 2013 et Puillet et al, 2013 cités par Blanc et al, 2013). Cela s'illustre par des pratiques de renouvellement et réforme qui tendent plutôt, par élevage, vers la sélection d'un animal « idéal » et ne révèlent pas de volonté explicite de combiner une diversité de profils phénotypiques. En revanche, la réalisation de compromis, à l'échelle de l'animal, sur différents TOIs, peut faire apparaître des profils phénotypiques différents : un TOI doit être conservé dans le troupeau et cette conservation passe par une plus grande tolérance sur d'autres critères, pour l'animal exprimant le TOI par opposition à ceux ne l'exprimant pas (par exemple, maintien de descendants de souches « rustiques » dans le renouvellement en Corse malgré leur production laitière plus faible, Annexe 2). Ces compromis pourraient probablement faire apparaître, à l'échelle du troupeau, une variabilité phénotypique sur certains TOIs qu'il serait intéressant d'analyser en tant que résultat de PGG complexes mais non comme le résultat d'une planification préalable de l'éleveur.

La contribution des PGG dans l'adéquation entre composantes pastorales de l'EP et composition phénotypique de troupeau passe également par les ajustements des taux de renouvellement et de réforme sous l'influence de la variation fourragère interannuelle (Chapitre 6). Cet ajustement reste d'intensité relativement faible et concerne plutôt l'augmentation du taux de renouvellement en cas d'année avec une offre fourragère forte pour les élevages les plus pastoraux. Il peut en revanche atteindre des intensités plus fortes et concerner l'augmentation du nombre de réformes dans des élevages qui tentent d'augmenter la sécurisation de l'offre fourragère par l'achat de foin dans les zones les plus sèches (Chapitre 6). Cet effet apparaît cependant mineur au regard d'autres facteurs influençant la démographie des troupeaux, tels que les aléas sanitaires ou les multiples raisons amenant les éleveurs à retarder la réforme de certaines brebis (Chapitres 3 et 6).

7.1.2. Liens entre PGG

Les liens entre PGG sont identifiés en bleu dans la Figure 20. La compréhension des critères de renouvellement et des motifs de réforme ne peut s'envisager indépendamment des races ou croisements utilisés par l'éleveur et de leur perception par celui-ci. En race locale pure, l'utilisation d'outils collectifs de gestion d'une race locale en élevage n'aboutit pas nécessairement à la standardisation des critères de renouvellement appliqués à l'échelle de l'élevage (Chapitre 3). De plus, les éleveurs de race Corse possèdent à la fois une vision des TOIs qui caractérisent la race locale et une perception des hétérogénéités intra-race. Ces hétérogénéités sont assimilées par ces mêmes éleveurs à des sous-populations animales de la race Corse lorsque qu'elles sont associées à des pratiques/mode de conduite (système alimentaire) ou une localisation particulière (plaine/montagne) (Chapitres 3 et 5). Cette vision s'illustre par une sélection plus ou moins exigeante des fournisseurs de reproducteurs externes au troupeau, en fonction de leur localisation et de leurs pratiques. En ce sens, le refus d'utiliser les reproducteurs issus du schéma de sélection traduit alors un refus d'utiliser du matériel génétique issu d'un brassage entre une diversité de populations animales aux TOIs hétérogènes.

A l'inverse, l'utilisation de races fortement productives pour lesquelles les éleveurs ont principalement des attentes de production laitière est associée en Thessalie à des réseaux de fournisseurs étendus et peu spécifiques (Chapitre 4). Dans cette même région, les élevages de race locale Karagouniko sont d'ailleurs spécifiquement associés à l'utilisation de prairies naturelles à l'inverse des troupeaux croisés qui sont non spécifiques d'un type de pâturage (Chapitre 4), et le rôle joué par le pâturage dans la couverture des besoins énergétiques est plus élevé dans les troupeaux de race Karagouniko que dans les troupeaux croisés avec des races fortement productives (Annexe 3). La vision de la race choisie pour le troupeau et de l'hétérogénéité existant au sein de cette race se confronte, dans le sous-système décisionnel, au souhait éventuel d'un troupeau « rustique ». De cette confrontation émerge le rôle que l'éleveur souhaite faire jouer à la race dans la gestion de la « rusticité » du troupeau (Chapitre 5). Ce rôle peut être particulièrement fort dans des régions comme la Thessalie, où des races locales rustiques coexistent avec des races fortement productives : la rusticité du troupeau est alors confiée à la race locale introduite dans le cadre du croisement (Chapitres 5 et 6) et la sélection individuelle des futurs reproducteurs du troupeau porte plutôt sur des TOIs liés à la production (Chapitre 5). Enfin le standard de la race peut être utilisé comme critère de renouvellement pour sélectionner des animaux rustiques (Chapitres 3 et 5).

En race locale Corse, les éleveurs utilisateurs de reproducteurs du schéma de sélection appliquent des critères de renouvellement qui jouent un rôle de régulateur entre (i) les effets de la gestion collective (incitations à sélectionner sur tel ou tel critère, introduction de matériel génétique sélectionné par un tiers) et (ii) le souhait d'adéquation entre composition phénotypique de leur troupeau et environnement de production (Chapitre 3). Les éleveurs contribuent ainsi, à travers leurs PGG individuelles, à définir les qualités de la race dont ils sont gestionnaires i.e. l'orientation de la race (Holloway et al, 2011 ; Lauvie et al, 2007a).

Les taux de renouvellement et de réforme entrent en interaction avec les règles de sélection des reproducteurs (critères de renouvellement et motifs de réforme) de 2 manières : (i) les variations de ces taux sous l'influence de facteurs zootechniques ou climatiques (Chapitres 3 et 5) peuvent augmenter ou diminuer la pression de sélection sur le renouvellement ou sur la réforme ou permettre de profiter d'un nombre élevé de « bonnes brebis » (ii) la fixation

du taux type, selon qu'elle se définit à partir du taux de réforme ou du taux de renouvellement, sous-tend des stratégies de sélection différentes avec un maintien des TOIs du troupeau assuré soit par le renouvellement soit par la réforme (Annexe 2). Les critères de renouvellement et les motifs de réforme s'en trouvent donc aussi impactés : caractère systématique ou optionnel selon les TOIs des autres candidats au renouvellement et à la réforme (Annexe 2). Ce caractère optionnel concerne en revanche plus des critères de gestion du travail de traite et des critères liés à la production laitière, qui sont les critères de renouvellement et réforme prédominants en Corse, que des critères associés aux composantes pastorales de l'environnement de production (Annexe 2).

7.1.3. Effet feed-back du troupeau et des composantes pastorales sur les PGG

Cet effet est représenté en vert sur la Figure 20. Les performances du troupeau ainsi constitué au fil du temps par l'éleveur renvoient une information sur le niveau d'adéquation entre troupeau et environnement de production, incluant les composantes pastorales. Si les performances pour un trait donné sont considérées satisfaisantes, la sélection sur ce trait peut consister en une simple veille, voire en l'absence de son utilisation dans les processus de renouvellement et de réforme. Nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit par exemple d'une des raisons à l'absence de mention systématique de la profondeur de mamelle dans les critères de renouvellement et de réforme des éleveurs Corses travaillant sur parcours. En effet, les résultats des pointages sur les profondeurs de mamelle indiquent que les mamelles en dessous du jarret restent minoritaires (Chapitre 6).

Ces performances peuvent également mener à des ajustements sur le système alimentaire visant à diminuer la contrainte appliquée sur le troupeau : arrêt de la transhumance, augmentation des niveaux de complémentation, diminution du pâturage, etc. (Chapitre 6). L'éleveur diminue ainsi la part de la gestion des aléas confiée au troupeau (Vallerand, 1988). Inversement, le maintien de composantes pastorales telles que la transhumance en fin de gestation ou l'apprentissage des itinéraires de parcours de montagne aux agnelles dès leur première année et au contact de brebis âgées, sont des pratiques visant à améliorer ou entretenir la rusticité du troupeau en affranchissant l'éleveur d'une sélection sur les critères correspondants. Ces pratiques d'apprentissage ont été relatées dans plusieurs travaux de recherche (Wechsler et Lea, 2007) notamment sur l'aptitude aux déplacements sur terrains pentus (Meuret, 2011) ou sur le comportement alimentaire (Catanese et al, 2012 ; Meuret et Provenza, 2014).

Enfin la rusticité du troupeau est le reflet, pour l'éleveur, de la rusticité de la race. Elle joue en quelque sorte le rôle de « sentinelle », pour estimer la rusticité d'une race depuis l'échelle de l'élevage et le caractère immuable ou non de cette rusticité (Chapitres 3 et 6). Ces conclusions l'amènent en retour à entreprendre ou non une sélection sur ses TOIs à l'échelle du troupeau, à être exigeant sur les fournisseurs extérieurs d'animaux, à déléguer entièrement l'expression de cette rusticité aux qualités « intrinsèques » de la race (Chapitres 3 et 6), ou à développer des pratiques d'élevages comme l'apprentissage ou le maintien volontaire de composantes pastorales.

La réponse à la question de recherche peut donc se synthétiser de la façon suivante :

- Les PGG jouent un rôle majeur dans l'adéquation entre composantes pastorales de l'environnement de production et composition phénotypique du troupeau.
- Cette adéquation ne passe pas uniquement par l'application de critères « de rusticité » pour le renouvellement : chaque TOI fait l'objet d'une combinaison spécifique de leviers visant à améliorer son expression dans le troupeau (race, réforme, sélection individuelle, utilisation de matériel génétique extérieur au troupeau).
- Tous ces leviers ne sont pas systématiquement mobilisés par l'éleveur pour chaque TOI et ce choix est conditionné par : (i) les modalités de la gestion collective de la race (gestion volontairement organisée ou obtenue *de facto* par la somme des pratiques individuelles dans la région d'élevage) (ii) les compromis réalisés avec d'autres TOIs en élevage.
- Il y a coévolution entre composantes pastorales de l'environnement de production et composition phénotypique du troupeau : l'adéquation a donc lieu dans les 2 sens lorsqu'on élargit l'approche des PGG à l'échelle pluriannuelle.
- L'existence d'une coévolution est intimement liée à l'utilisation de la race comme levier d'adéquation et à l'évolution phénotypique de cet objet race au fil du temps à l'échelle du territoire dans lequel elle est gérée.
- Les pratiques de renouvellement-réforme et la variation temporaire des taux correspondants restent fortement influencées par les TOIs liés à la gestion du travail en élevage, aux caractères laitiers et par la gestion des aléas zootechniques, même en système pastoral.

7.2. Contribution de l'analyse des PGG aux concepts d'adaptation, rusticité et robustesse animale

Une diversité de concepts a été utilisée dans la littérature des 20 dernières années pour qualifier la gestion des incertitudes et des contraintes. Nous limitons ici notre analyse aux concepts connexes d'adaptation, de rusticité et de robustesse animales. En effet, si la résilience et la flexibilité peuvent aussi être appliquées à des caractéristiques animales (Sauvant et Martin, 2010 ; Colditz et Hine, 2016) elles sont souvent utilisées pour qualifier des caractéristiques des systèmes d'élevage (Dedieu et Ingrand, 2010 ; Nozieres et al, 2011 ; Darnhofer et al, 2010 ; Dedieu et al, 2008). Les termes d'adaptation et robustesse sont aussi mobilisés pour définir des qualités des systèmes d'élevage (Darnhofer et al, 2010 ; de Goede et al, 2013) mais restent très souvent associées à des qualités animales.

Une revue non exhaustive de la littérature sur les concepts de robustesse, rusticité et adaptation animales (Tableau 18) permet de dégager 3 composantes majeures dans l'approche de l'adaptation animale. Ces composantes sont (i) les moteurs de l'expression de cette adaptation (ii) l'échelle de temps et (iii) le niveau d'organisation considéré pour l'apprécier. Les modalités qui se retrouvent dans la littérature sont présentées en Figure 21. On retrouve par ailleurs dans la littérature un va et vient entre l'adaptation comme « état » (e.g. travaux de la FAO sur les races locales) et « processus » (e.g. travaux sur la robustesse).

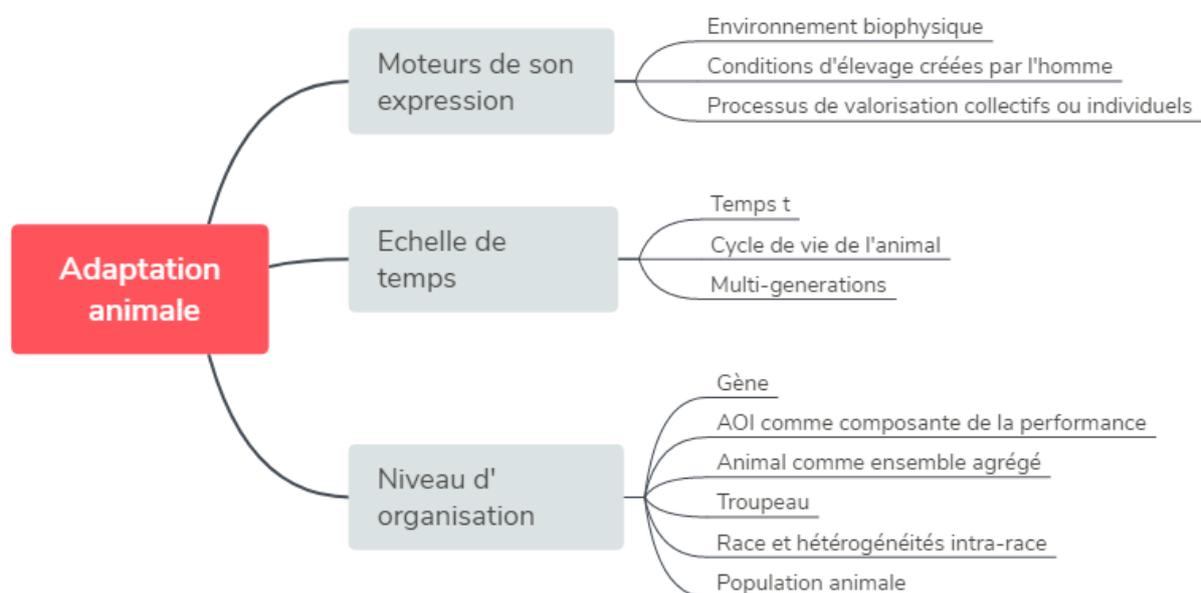


Figure 21 : Composantes majeures considérées dans l'approche de l'adaptation animale dans la littérature

L'étude des PGG comme vecteur d'adéquation entre troupeau et environnement de production permet d'illustrer que la prise en compte de ces 3 composantes est en effet nécessaire pour aborder l'adaptation.

7.2.1. Moteurs de l'adaptation

L'ajustement de la démographie du troupeau à un temps t de la campagne répond soit à des conditions d'élevage contraignantes (impossibilité d'augmenter les apports alimentaires en bergerie), soit à un environnement biophysique contraignant (offre fourragère sur parcours) (Chapitre 6), soit à des processus de valorisation individuels contraignants (manque de débouchés pour la réforme de brebis et faible valorisation des agneaux en Corse, Chapitre 3). Sur les 2 terrains, les TOIs mentionnés par les éleveurs concernent à la fois l'adéquation à l'environnement biophysique (sensibilité au stress thermique par exemple), aux conditions d'élevage créées par l'homme (facilité de traite, autonomie à l'agnelage) et aux processus de valorisation collectifs ou individuels (qualité du lait, productivité en lait et viande, standard de la race) (Chapitre 5). Par exemple, l'adaptation aux conditions d'élevage, notamment les conditions de traite, est un motif récurrent de refus d'achat de béliers au schéma de sélection, alors même que ces reproducteurs appartiennent au noyau de sélection de la race locale Corse (Chapitre 3). De la même manière, en Thessalie, la race locale Karagouniko est adaptée au pâturage sur prairies naturelles, mais la faible accessibilité ou qualité des pâturages communaux peut freiner les possibilités de valorisation de la race (élevage à bas intrants sans nécessité de capital foncier) et remettre en question son adaptation à sa zone géographique d'origine (Chapitre 4). L'approche holistique en zootechnie permet d'envisager ces 3 moteurs de l'adaptation comme éléments en interaction dans un ensemble plus vaste qu'est le système d'élevage (Bocquier et Gonzalez-Garcia, 2010 ; Dedieu, 2008). La rusticité et l'adaptation sont considérées par rapport à ces trois moteurs : environnement biophysique, conditions d'élevage créées par l'homme, processus de valorisation collectifs ou individuels (e.g. Tesnières et al, 2013 ; Meuret, 2011 ; Vallerand, 1988). La robustesse s'en distingue en traitant plutôt d'une réponse à une contrainte de l'environnement biophysique ou des conditions d'élevage créées par l'homme (Phocas et al, 2014c ; Blanc et al, 2013 ; Brunschwig et Blanc, 2011 ; Sauvart et Martin, 2010) (Tableau 18).

7.2.2. Niveaux d'organisation

Dans les 2 exemples cités précédemment, on constate que le niveau d'organisation considéré amène à des conclusions différentes sur l'adaptation : la race Corse et la race Karagouniko sont considérées comme adaptées à un environnement biophysique défini par les caractéristiques de leur berceau d'origine, mais les troupeaux de race locale élevés dans ce même berceau d'origine ne sont pas systématiquement adaptés aux conditions d'élevage et aux possibilités de valorisation qui s'offrent à l'éleveur à un moment donné de sa carrière. Ce manque d'adaptation peut aller jusqu'à remettre en question l'utilisation de la race locale (Chapitre 4). L'importance de la combinaison des niveaux d'organisation dans l'approche de l'adaptation des races locales a notamment été soulignée par Lauvie et al (2015). Le passage de l'individu au troupeau change également les conclusions sur l'adaptation à l'objectif de l'éleveur. En Corse par exemple, la performance moyenne du troupeau adaptée à l'objectif de l'éleveur est celle d'un troupeau de bonne production laitière, qui produit sur toute la campagne et facile à traire (Chapitres 3 et 5, Annexe 2). Le choix d'une minorité d'agnelles de renouvellement pour leur appartenance à des souches rustiques de productivité laitière plus faible, ou de mères moins productives mais plus faciles à traire, ne remet pas en cause la

définition du troupeau « qui convient » mais qualifie, à l'échelle de l'individu, ces agnelles comme également adaptées à l'objectif de l'éleveur (conservation de souches rustiques dans le troupeau, compromis en faveur de la facilité de traite). De même, l'existence d'un compromis entre plusieurs TOIs à l'échelle de l'animal montre que l'animal « adapté » n'est pas nécessairement la somme des TOIs recherchés (Annexe 2). Ces conclusions font écho aux travaux qui envisagent la robustesse, l'adaptation ou la rusticité d'un troupeau à travers les combinaisons de variabilités individuelles au sein d'un groupe d'individus (Tichit et al, 2008 ; Ollion et al, 2013 ; Nozieres et al, 2011) (Tableau 18). Toujours en Corse, l'obtention de ce profil de troupeau « adapté » peut être obtenue par la réforme de brebis ne répondant pas aux TOIs correspondants, alors que le renouvellement se centre sur la conformité des agnelles au standard de la race : les critères « adaptés » à l'objectif de l'éleveur diffèrent selon que l'on regarde le lot d'agnelles ou le troupeau d'adultes (Annexe 2).

7.2.3. L'adaptation dans le temps

L'échelle de temps considérée remet en question le caractère « adapté » du troupeau et de la race aux conditions d'élevage établies par l'éleveur. En Thessalie, les nombreux ajustements entre système alimentaire et composition génétique du troupeau réalisés sur les 20 dernières années montrent que la modification d'une composante du système alimentaire peut suffire à rendre un troupeau « adapté », du point de vue de l'éleveur, à son nouvel environnement de production (Chapitre 6). Or la part de gestion des aléas prise en charge par l'éleveur (Vallerand, 1988) est un facteur qui varie au fil du temps. Les éleveurs de Thessalie ont par exemple accepté, pendant plusieurs années, l'augmentation des inputs alimentaires qui permettrait une expression maximale du potentiel génétique de races fortement productives d'origines différentes, compte tenu du contexte économique alors favorable (prix du lait, prix des aliments, subventions) (Perucho et al, 2015). Le contexte étant différent aujourd'hui, les besoins alimentaires des races choisies remettent en question les choix de composition génétique. Enfin, ces ajustements montrent qu'une composition génétique « adaptée » n'est ni un état fixe ni le résultat d'un processus linéaire, mais que cette adaptation est constamment remise en question par la valorisation sur les produits et la possibilité de développer des modes d'élevage spécifiques de la race locale choisie, notamment l'élevage sur communaux (Chapitres 4 et 6). En Corse, la gestion de la race par le schéma de sélection et l'évolution géographique et structurelle de l'élevage ovin questionne les éleveurs sur le maintien de certaines qualités de la race Corse au fil du temps : adaptation au parcours, facilité de traite, adaptation à la transhumance (Chapitre 3 et 5). Or nous avons vu précédemment que cette perception des TOIs de la race jouait un rôle important dans les PGG mises en œuvre à l'échelle de l'élevage pour mettre en adéquation troupeau et environnement de production. Ces exemples issus des deux terrains confortent donc l'idée que l'adaptation d'un troupeau à son environnement de production (i) doit se compléter de l'analyse des modes de valorisation possibles de ce troupeau ou de la race le composant dans un territoire spécifique (e.g. Lauvie et al, 2011 ; Audirot et al, 2004) ; et (ii) ne peut s'envisager en dehors des évolutions phénotypiques sur le long terme de la/des race(s) qui l'alimente(nt), au gré des activités humaines participant directement ou non à sa/leur gestion (e.g. Lauvie et al, 2015 ; Couix et al, 2016 ; Verrier, 2011 ; Vissac, 2002) (Tableau 18).

En Thessalie, des types génétiques ou races « adoptés » et élevés dans des conditions différentes peuvent ainsi devenir « adaptés » à ce nouvel environnement de production, comme

l'illustrent Couix et al (2016) avec le cas des races Montbéliarde et Simmental dans le Grand Ouest de la France, c'est-à-dire hors de leur berceau d'origine respectif et dans le cadre de systèmes d'élevage sensiblement différents de ceux usuellement rencontrés dans ce dernier. Au sein d'une même race locale, les éleveurs peuvent potentiellement agir sur les qualités rustiques de leurs animaux (e.g. Meuret, 2011) et concourir à des hétérogénéités intra-race sur les TOIs « de rusticité » telles que celles suggérées par les éleveurs Corses.

L'analyse des PGG réalisée au cours de la thèse :

- Permet de confirmer l'imbrication de différents niveaux d'organisation, échelles de temps et moteurs d'adaptation dans la compréhension des mécanismes d'adaptation (terme utilisé au sens large et incluant robustesse et rusticité).
- Montre l'intérêt de définir l'adaptation d'un troupeau, non pas simplement au regard des traits des individus ou races le composant, mais aussi en fonction des changements démographiques dont il est l'objet.
- Compte tenu des significations complexes et individus-dépendantes de « l'adaptation » ou « la rusticité » d'un animal ou d'une race du point de vue de son gestionnaire, ces deux concepts se prêtent peu à la quantification ou à la mesure. La robustesse, telle qu'elle est définie aujourd'hui, paraît un cadre théorique pertinent pour (i) poursuivre la caractérisation de la réponse animale à des contraintes spécifiques (ii) évaluer/estimer par la suite la distribution de cette réponse dans des niveaux d'organisation supérieurs. Cette distribution ne peut pour autant constituer une raison suffisante pour introduire ou non une race ou un type génétique nouveau dans un groupe d'élevages, décision à confronter aux exigences que mettent les éleveurs derrière les termes « d'adaptation » et de « rusticité ».

AUTEURS	CONCEPT (NIVEAU D'ORGANISATION CONSIDERE) PRINCIPALES CARACTERISTIQUES
Tesnieres et al, 2013 Despret, 2011 Thompson, 1997 cité par Hubert, 2011 Casabianca, 2011 Meuret, 2011 Pellegrini, 2007	Rusticité (Animale/Race/Troupeau) Qualité intégrant une part socialement construite : TOIs souhaités par l'éleveur et exigences de l'homme, illustrant rapports homme /animal Multiplicité des TOIs concernés Rusticité spécifique d'un milieu biologique, économique et social
Flamant et al, 1979 cités par Tesnieres et al, 2013	Rusticité (Race) Dimension statique (adaptation à un milieu spécifique, biologique) et dynamique (potentiel d'adaptation à une gamme de milieux variés) Caractère adapté et adaptable
Vallerand, 1988	Rusticité (Animal/Troupeau/Population animale) Non quantifiable - Relatif à l'autonomie de l'animal pour la gestion des aléas non pris en compte par l'homme Adaptation comme part quantifiable de la rusticité (aptitudes zootechniques)
Dumont et al, 2007 et d'Hour et al, 1995 cités par Brunshwig et Blanc, 2011 Phocas et al, 2014c Blanc et al, 2013 Bocquier et Gozalez-Garcia, 2010 et Knap, 2005 cités par Phocas et al, 2014c Waddington, 1940 et Strandberg, 2009 cités par Blanc et al, 2013 Bodin et al, 2010 Blanc et al, 2010 cités par Blanc et al, 2013 Brunshwig et Blanc, 2011 Sauvart et Martin, 2010	Robustesse (Animal/TOI) Maintien de performances dans un milieu donné : réponse à une perturbation ou contrainte. Caractère adaptable à une gamme d'environnements divers Décomposable en composantes comportementale ou physiologique. Interactions entre fonctions physiologiques: étude d'un TOI mis en relation avec autres TOIs dans le niveau agrégé "animal"
Phocas et al, 2014c Bocquier et Gonzalez-Garcia, 2010 Minery et al, 2013 Bouix, 1992 Mandonnet et al, 2011 Blanc et al, 2006	Adaptation/Capacité adaptatives (Animal/TOI) Interactions génotype - milieu Caractère adapté (interaction forte) et/ou adaptable (interaction faible)

François, 2010 Mirkena et al, 2010 Dwyer et Lawrence, 2005	Adaptation/Capacités adaptatives (TOI) Quantifiable Réponse pour un TOI donné (indépendamment du caractère transposable de cette réponse à un autre environnement)
Hoffmann, 2013 Petit and Boujenane, 2017 FAO/WAAP, 2008	Adaptation (Race) Etat caractérisé par le milieu naturel et de gestion des conditions d'élevage dans lequel une race évolue
Oseni et Bebe, 2010 Paoli et al, 2013 Tesnieres et al, 2013 <i>References Chapitre 5</i>	Adaptation (Animal/Race/Espèce) Du point de vue de l'éleveur Décomposable en TOIs Indicateurs des TOIs directement mesurables ou non
Lauvie and al, 2015 Lauvie, 2011 Paoli et al, 2013 Couix et al, 2016 Verrier, 2011	Adaptation (Race/Population animale) Qualité dépendante des échelles de temps considérées : état valable à un temps t et pour un ensemble d'acteurs donnés Hétérogénéités possible au sein des races (définies comme construction sociale) Liée à contraintes du milieu mais aussi souhaits/opportunités de valorisation
Gunia et al, 2011	Adaptation (Animal/TOI) Extension de la robustesse à des milieux non nécessairement contraints Caractère transitoire ou définitif (acclimation/adaptation génétique)
Tichit et al, 2008 Vallerand, 1988 Ollion et al, 2013 et Puillet et al, 2013 cités par Blanc et al, 2013 Jouven et al, 2009 Nozieres et al, 2011 Douhard, 2013	Rusticité, Robustesse, Adaptation/Capacités adaptatives (Troupeau) Variabilités génétique et biologique individuelles combinées sous l'action de l'homme
Nicotra et al, 2015 Phocas et al, 2014c Williams et al, 2008 cites par Hoffmann, 2013 Germain, 2011	Rusticité, Robustesse, Adaptation/Capacités adaptatives (Population animale) Hétérozygotie maximum Combinaison de variabilités génétique et biologique individuelles (non nécessairement causée par l'action de l'homme)

Tableau 18 : Exemples d'utilisation des concepts de robustesse, adaptation et rusticité dans la littérature

7.3. Proposition d'objets d'étude et choix méthodologiques pour prolonger l'analyse de l'adaptation animale via les pratiques d'élevage

7.3.1. Caractérisation du système alimentaire et élevage pastoral

Les composantes pastorales sont abordées dans ce travail à travers une caractérisation simplifiée du système alimentaire (Moulin et al, 2001), ou « *grazing management* » en anglais (Girard et Hubert, 1999). Ce système alimentaire est défini dans la littérature par la combinaison de séquences d'utilisation des ressources alimentaires sur l'année, par l'éleveur et pour les différents lots d'animaux (e.g. unité de gestion, période, lot d'animaux, niveau de complémentation) et par la nature de ces ressources alimentaires (nature de la végétation pâturée, nature de la complémentation). Les niveaux de complémentation apportés sur l'année au regard des besoins en énergie du troupeau et l'autosuffisance en fourrages illustrent la stratégie de l'éleveur vis-à-vis de l'utilisation de la ressource alimentaire disponible.

Dans ce travail de thèse, la description du système alimentaire se focalise sur l'utilisation de la végétation spontanée pour le pâturage, le degré de couverture des besoins énergétiques par la complémentation en concentrés et fourrages, l'autosuffisance en fourrages, la pratique de la transhumance et la nature des surfaces de végétation spontanée. D'autres composantes pastorales qui entrent en jeu dans la construction des pratiques de gestion génétique, non définies a priori mais révélées par les discours d'éleveurs, sont les conditions climatiques et éventuellement les pathogènes associés au mode de vie en extérieur. Par ailleurs, la nature des ressources pâturées oppose, dans la construction d'un « gradient » de pastoralisme, la végétation spontanée (parcours ou prairies) aux ressources fourragères cultivées (consommées sur pied : prairies cultivées). Or, se baser sur cette dichotomie ne correspond pas pleinement aux définitions les plus classiques du pastoralisme, qui mettent l'accent sur le parcours comme base de l'alimentation du troupeau pastoral (Tchakérian, 2008), et sur la végétation ligneuse et l'hétérogénéité des ressources fourragères du parcours (Castel-Genis et al, 2011) comme moteur d'adaptation comportementale et de résilience des troupeaux pastoraux (Jouven et al, 2010). Le pastoralisme est aussi associé aux déplacements du troupeau sur de longues distances (Digard et al, 1993), bien que l'évolution des systèmes pastoraux en Méditerranée et leur diversité actuelle amènent à assouplir cette définition (Blench, 2001).

Une telle simplification du système alimentaire et de son caractère « pastoral », dont les variables ne sont pas systématiquement utilisées sur chaque terrain, nous a permis (i) de caractériser dans les grandes lignes le système alimentaire au cours d'entretiens en temps limité, tout en se donnant le temps d'aborder par ailleurs la caractérisation des pratiques d'élevage dans leur globalité (ii) d'amorcer le travail de réponse à l'hypothèse de départ en partant de variables du système alimentaire dont la diversité de modalités est déjà connue (Paoli et al, 2013). Cette caractérisation a pu être reliée à des différences de PGG entre élevages (taux de renouvellement/réforme, utilisation de races « rustiques ») (Chapitres 4 et 6). Cette

simplification s'est aussi révélée relativement adaptée, *a posteriori*, à la faible représentation des critères de renouvellement ou motifs de réforme liés au comportement alimentaire individuel pour la valorisation de la végétation spontanée, et la forte représentation de critères de renouvellement ou motifs de réforme non liés au système alimentaire (caractères maternels et liés à la traite) (Chapitre 5). La faible représentation des critères liés au comportement alimentaire sur parcours fait sens de par l'absence fréquente de gardiennage en Corse, et une utilisation des couverts hétérogènes et ligneux de garrigues plutôt réservée aux brebis tarées en Thessalie (les brebis en lactation utilisant des prairies naturelles). De surcroît, les critères de renouvellement ou motifs de choix des races liés aux composantes pastorales du système alimentaire ne sont pas associés à des surfaces pâturées spécifiques (profondeur de mamelle sur parcours et prairies en Corse, comportement compatible avec le gardiennage lié aux paysages d'openfield en Thessalie) (Chapitre 6).

En revanche, il serait intéressant de mener une analyse plus fine des périodes de pâturage sur l'année, par lot, par temps de pâturage et par parcelle (par exemple : calendrier de pâturage de Girard et Hubert, 1999), associée à une caractérisation des couverts végétaux permettant d'estimer les dynamiques d'offre fourragère sur l'année (voir par exemple qualification des surfaces pastorales de Castel-Genis et al, 2011; qualification de l'offre fourragère par unités de pâturage, Moulin et al, 2001). Cette analyse permettrait en effet de discriminer plus finement les exploitations selon les niveaux de contraintes alimentaires imposées au troupeau aux différentes périodes de l'année et donc d'identifier les troupeaux susceptibles de présenter, dans ce système alimentaire, des qualités de robustesse vis-à-vis de la restriction alimentaire temporaire. Cette robustesse peut se traduire notamment par les variations de la fonction de production au cours de l'année et à travers les compromis dans l'allocation des ressources faits par l'animal au cours de sa carrière (e.g. Blanc et al, 2013). Ceci nous amène à la question de la persistance laitière sur l'année, critère de renouvellement fréquemment mentionné sur les deux terrains (Chapitre 5) et pouvant être considéré comme un indicateur de robustesse.

7.3.2. Sélection sur la persistance laitière

La persistance laitière n'est pas mentionnée explicitement comme une adaptation à la restriction alimentaire par les éleveurs lorsqu'il s'agit de discriminer des individus du troupeau entre eux pour les choix de renouvellement et réforme. On constate d'ailleurs que la sélection ou réforme sur la persistance laitière est étendue dans l'échantillon et n'est pas l'apanage des élevages les plus « pastoraux ».

D'autre part, la comparaison des données de terrain et de la bibliographie suggère que l'exposition à la contrainte alimentaire est moins forte qu'auparavant, pour les brebis en lactation en période hivernale. En effet, les entretiens conduits en Corse indiquent que les éleveurs apportent du concentré systématiquement en hiver et souvent jusqu'à la fin de la lactation, à l'inverse de la diversité de stratégies de complémentation en concentrés mentionnées pour la Corse par Vallerand et al (1991) et dans des quantités souvent supérieures à celles mentionnées dans les années 90 par le même auteur. La complémentation en foin est plus variable, soit systématique soit apportée lorsqu'il y a déficit fourrager hivernal. En Thessalie, on observe la même tendance à la diminution de la contrainte alimentaire qu'en Corse, avec un rôle du concentré et du foin dans la couverture des besoins énergétiques du

troupeau bien plus élevé qu'en Corse à l'année, et un apport systématique de concentré et de foin a minima en début de lactation.

Les résultats présentés dans le Chapitre 3 indiquent que la persistance laitière est généralement exprimée à travers le nombre de mois pendant lesquels la production laitière se maintient, ou encore sa régularité sur l'année. La description de la persistance laitière par l'éleveur est donc celle d'une réponse productive globale à l'échelle de la campagne laitière sans que l'éleveur ne précise de couple contrainte-profil de réponse sur un pas de temps plus précis, excepté, dans quelques cas, en relation avec le stress thermique. La sélection sur la persistance laitière à l'échelle de la campagne pourrait donc ressortir d'une sélection indirecte (consciente ou non) sur l'élasticité de la réponse animale, autrement dit la capacité à revenir à un seuil de production « initial » après une perturbation (Sauvant et Martin, 2010). Enfin quelques éleveurs de Thessalie évoquent une chute de la production laitière consécutive au sevrage des agneaux en race locale, qui fait écho aux stratégies de priorisation de l'investissement maternel au détriment de la lactation après sevrage mentionnée par Blanc et al (2006). Cette réponse animale pourrait évoquer un compromis dans l'allocation des ressources réalisé par l'animal en situation de contrainte alimentaire, mais est plutôt justifiée par les éleveurs comme un échec de sélection de la race, qui reste orientée vers des fonctions autres de celle de production laitière.

Au vu de ces éléments, nous faisons l'hypothèse que les restrictions alimentaires temporaires sur la campagne laitière sont soit :

- (i) Inexistantes ou d'intensité trop faible pour que l'éleveur puisse distinguer des réponses individuelles différenciées pouvant orienter ses choix de renouvellement interne et de réforme
- (ii) Existantes à des moments très précis de la campagne et associées à une chute de la production laitière. Les données collectées sur le renouvellement et la réforme ne permettent toutefois pas d'identifier cette association.

L'identification des périodes de restriction alimentaire ne peut pas s'observer à travers un bilan nutritionnel considérant la campagne laitière toutes saisons combinées (tel que réalisé en Chapitre 6 pour la Corse et Annexe 3 pour la Thessalie).

D'autre part, les éleveurs qui subissent en routine une chute de la production laitière hivernale généralisée à tout le troupeau, en particulier à cause du froid, peuvent considérer cette réponse comme inévitable et reporter leurs exigences en termes de renouvellement sur la capacité de rebond de printemps ou sur le nombre de mois pendant lesquels la lactation se maintient à un niveau acceptable. Suivant cette logique, nous faisons l'hypothèse que la résistance au stress thermique est sélectionnée, de façon consciente ou non, à travers la sélection sur la persistance laitière de façon plus étendue que ce que ne montrent nos résultats (corrélations entre TOIs considérées par les éleveurs, Chapitre 5).

Pour approfondir ces hypothèses, il faudrait notamment caractériser les courbes de lactation individuelles (ou la courbe de lactation des mises-bas précoces) obtenue en routine, dans les différents environnements biophysiques, en identifiant les chutes hivernales et rebonds printaniers liés aux variations climatiques et aux variations de nature d'offre fourragère. Cela pourrait permettre d'identifier les couples contraintes-profil de réponse en jeu dans les deux régions d'élevage et servirait comme support de discussion pour expliciter les choix de l'éleveur sur le renouvellement et la réforme. La performance du troupeau pour un trait donné influence

en effet les préférences des éleveurs pour ce trait (Slagboom et al, 2016). Enfin, en Thessalie, la recherche de mise-bas en plusieurs groupes pour une continuité de livraison sur l'année implique une moindre exigence vis-à-vis de la persistance laitière des groupes les plus précoces et une plus grande difficulté à connaître le stade de lactation des individus, compte tenu de la distribution des mise-bas mais également de la grande taille des troupeaux.

Cette question aurait donc nécessité un traitement spécifique pour pouvoir être traitée de façon complète : (i) l'identification de l'ensemble des facteurs de chute de la production laitière dans chaque élevage, par leur énumération systématique et leur discussion un à un avec l'éleveur, (ii) l'identification des périodes de restriction alimentaire sur la campagne et celle des réponses animales (production, reproduction, état corporel) composant la réponse troupeau, à l'image de l'étude d'Ollion et al (2015) en vaches laitières, et (iii) la confrontation de la composition phénotypique de troupeau ainsi définie aux règles de décision de l'éleveur pour le renouvellement et la réforme.

7.3.3. Caractérisation de la composition phénotypique de troupeau

Le concept de composition phénotypique de groupe (Farine et al, 2015) est utilisé dans ce travail pour mentionner l'effet des PGG de l'éleveur sur le phénotype moyen du troupeau et éventuellement les hétérogénéités observées entre ces phénotypes. La composition phénotypique de troupeau est donc abordée sous l'angle de sa perception par l'éleveur, en fonction des observations qui lui proviennent du troupeau et de son objectif en termes de phénotypes du troupeau. L'exemple de la persistance laitière nous invite à réfléchir plus généralement sur l'intérêt de caractériser la composition phénotypique de troupeau par un regard indépendant de celui de l'éleveur. Cette composition phénotypique de troupeau est essentielle à l'étude des pratiques car elle renseigne sur l'efficacité de ces pratiques mais constitue aussi « l'information troupeau » transmise à l'éleveur (performances observées) et à l'origine de ses décisions de conduite du troupeau (Landais et al, 1988).

Lorsqu'on s'intéresse aux pratiques de gestion génétique, il n'est pas évident de distinguer la part de la composition phénotypique de troupeau résultant de cette gestion génétique, de celle résultant de l'effet de l'environnement ($P = G + E + (G \times E)$). De plus, en Thessalie, l'introduction fréquente de nouvelles races (Chapitre 6) et les croisements non contrôlés en élevage (Chapitre 4) rendent cette composition phénotypique de troupeau fortement variable à l'échelle pluriannuelle. Enfin les résultats du Chapitre 5 nous indiquent que les corrélations entre TOIs guidant les éleveurs dans leurs processus de renouvellement et de réforme peuvent mener à l'utilisation d'un même critère de renouvellement pour sélectionner une diversité de traits. Sans pouvoir statuer sur l'efficacité *stricto sensu* des pratiques de gestion génétique identifiées, confronter modalités des PGG et composition phénotypique de troupeau en Corse aurait pu cependant permettre de dégager les grands types de « *fonctionnement de troupeau* » (Moulin, 1993).

En Corse, la combinaison d'entretiens (Chapitres 3 et 5) et de suivis d'élevage (Annexe 2) indique que les préférences pour certains traits dans les processus de renouvellement et réforme cachent en réalité un ensemble d'arbitrages entre traits, en fonction des performances des autres animaux candidats (au renouvellement et à la réforme) et des autres traits exprimés par l'individu concerné. Ces arbitrages renvoient à la notion de réforme systématique ou optionnelle développée par Roche et al (2001) et pouvant s'appliquer aux pratiques de renouvellement. Ils sont aussi à l'origine d'une différence entre les traits énoncés et les traits effectivement sélectionnés par les éleveurs : c'est bien la sanction de ces arbitrages, la pratique effectivement mise en œuvre par l'éleveur, qui peut être évaluée (Vallerand, 1988). Or cette sanction est difficilement évaluable par entretiens au-delà d'un nombre réduit d'élevages faisant l'objet d'un suivi spécifique, mais elle peut l'être via la composition phénotypique du troupeau, pour des traits spécifiques pour lesquels l'influence de l'environnement dans la performance peut être estimée. En retour, la connaissance de la composition phénotypique de troupeau donne des éléments d'explication à la faible représentation de certains traits dans les pratiques de renouvellement réforme, si la performance globale du troupeau est jugée satisfaisante pour ces traits. C'est un des éléments d'explication des résultats sur la profondeur de mamelle (Chapitre 6).

7.3.4. Comportement des éleveurs face au risque

L'analyse des pratiques de gestion génétique fait émerger des raisonnements d'éleveurs qui traduisent une perception et un comportement face au risque différents selon les individus : risque de transmettre à la génération suivante un trait non satisfaisant (sur la perception de l'héritabilité du trait, Annexe 2), risque d'introduire des reproducteurs avec un statut sanitaire ou des traits problématiques (Chapitre 3), risque de faire face à des performances dégradées via une race non adaptée ou peu connue (Chapitre 6), risque de perdre la rusticité d'une race locale (Chapitre 5). Cette attitude face au risque est en effet omniprésente dans les décisions prises en élevage (e.g. Darré et al, 2007; Nozieres et al, 2011). Mais elle a plutôt été décrite pour la sécurisation de l'offre alimentaire (Brunschwig et al, 2007 cités par Blanc et al, 2010) et l'estimation des conséquences économiques (ou en termes de volumes de production) de la mise en place d'une pratique (Hardaker et al, 2015).

Si l'aléa climatique ou la conjoncture économique sont des sources d'incertitude (incapacité à calculer les probabilités associées à l'occurrence de l'évènement, Knight, 1921 cité par Eldin et Milleville, 1989), les pratiques de gestion génétique relèvent *stricto sensu* de l'appréciation d'un risque, en ce sens que l'éleveur est capable d'estimer la probabilité subjective de réalisation d'un évènement (Knight, 1921 cité par Eldin et Milleville, 1989). Par exemple, la probabilité d'obtenir une performance de troupeau par l'introduction d'une race ou d'une population animale spécifique est estimée par l'éleveur grâce à sa connaissance de la race concernée (ex : en Thessalie, races exotiques importées fortement productrices) ou grâce à sa connaissance des pratiques d'élevage associées à la population animale concernée (ex : en Corse, pratiques d'alimentation ou de croisement en plaine orientale). Cette probabilité participe au choix de la race et des fournisseurs d'animaux reproducteurs. La probabilité de transmettre un trait à la descendance par sa sélection sur les ascendants, ou de perdre la rusticité de la race locale dans un troupeau en race pure, est souvent estimée par l'éleveur au regard de son expérience (observations préalables sur les individus du troupeau) : elle détermine la décision de l'éleveur d'agir ou non sur les traits concernés. On retrouve cette notion de risque dans les formes de coordination choisies par les éleveurs Corses pour le choix de leurs reproducteurs (Vallerand et al, 1994) et dans leur appréciation de l'héritabilité des traits, mais celle-ci est plutôt traitée dans la littérature en termes d'opportunités d'amélioration génétique sur un trait (Haile et al, 2013). La gestion génétique du troupeau par les éleveurs est donc un domaine d'application privilégié pour l'étude du comportement des éleveurs face au risque.

Caractériser la tolérance ou l'aversion des éleveurs vis-à-vis du risque pour des pratiques de gestion génétique spécifiques telles que celles citées ci-dessus aurait donc sans doute permis de mieux comprendre leur variabilité au sein de l'échantillon.

- Cas des troupeaux de race pure

En race pure, la relation entre pratiques individuelles et outils collectifs de gestion d'une race locale est le lieu d'expression, (i) d'exigences variées des éleveurs sur l'adéquation entre composition phénotypique de troupeau et environnement de production, et (ii) d'aller-retours entre troupeau, race et population animale réalisés par les éleveurs et guidés par la perception des composantes de la rusticité de chacune de ces entités de la génération animale (Chapitre 3).

On peut en effet considérer que l'estimation du risque par l'éleveur est construite sur la confrontation de son projet professionnel à sa perception des composantes de la rusticité de chacune de ces entités de la génération animale. Les degrés d'exigence mentionnés en (i), lorsqu'ils concernent des élevages avec composantes pastorales, pourraient ainsi s'analyser comme des degrés de prise de risque sur l'adéquation entre composition phénotypique de troupeau et environnement de production. Par exemple, si l'utilisation d'une race locale garantit *de facto* la rusticité du troupeau du point de vue de l'éleveur (risque nul ou faible de perdre en rusticité), l'utilisation des outils collectifs peut se coupler à des pratiques de gestion génétique du troupeau ne prenant pas en compte des traits de rusticité. Au contraire, si l'éleveur considère que cette rusticité nécessite d'être entretenue (risque plus élevé de perdre en rusticité), l'utilisation des outils collectifs est exclue ou doit se coupler avec des pratiques de « veille » ou de sélection positive sur les TOIs associés.

- Cas des troupeaux croisés

En troupeau croisé, la relation entre choix des races utilisées dans le troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production (i) est non spécifique pour les troupeaux orientés vers des races fortement productives (Chapitre 4) (ii) prend différentes formes dans le temps au gré des modifications du système alimentaire et des races introduites (Chapitre 6).

Il est probable que les éleveurs de troupeaux croisés tendant vers des races fortement productives acceptent une prise de risque sur l'adéquation entre composition phénotypique du troupeau et environnement de production. Celle-ci donne lieu, à un temps t , à des couples troupeau-environnement faiblement spécifiques (Chapitre 4). Cette prise de risque est d'autant plus forte que les éleveurs n'excluent pas une possibilité d'ajustements progressifs de la ressource génétique par l'utilisation des croisements (Chapitre 6), permis par la disponibilité d'une multiplicité de races et de fournisseurs et des pratiques de turn-over rapide de la composition génétique des troupeaux (Chapitre 4). Elle est d'autant plus forte que le coût d'opportunité de tendre vers des races fortement productives est faible. En effet, (i) la gestion collective des races locales est affaiblie dans la région et ses résultats sont perçus par les éleveurs comme insuffisants (ii) les politiques de prix des opérateurs d'aval favorisent l'orientation exclusive vers l'augmentation de la productivité (iii) la végétation spontanée, ressource privilégiée de l'élevage de races locales, est souvent faiblement accessible ou de mauvaise qualité (Chapitre 4).

Ceci nous amène à discuter de la façon dont la thèse aborde le rôle de la filière et du collectif d'acteurs locaux dans les pratiques de gestion génétique mises en œuvre en élevage.

7.3.5. Approche du collectif et de la filière par l'individu

- Opportunités et limites de l'approche par l'individu

Dans l'étude d'une race comme entité biologique et construit sociotechnique (Vissac, 2002 ; Audiot et al, 2004), il est souligné l'importance de prendre en compte (i) les acteurs et formes organisationnelles participant à sa définition, (ii) les processus de valorisation permettant une connexion entre produit et race, et (iii) les pratiques utilisées par les gestionnaires pour qualifier les reproducteurs de cette ressource et donc agir dessus (Audiot et al, 2004). Dans ce travail, le parti est pris de considérer l'influence de la filière et du collectif sur les PGG à travers le point de vue individuel et la bibliographie existante, en complétant éventuellement les données par des entretiens avec d'autres acteurs de la filière (interprofession, coopératives de ramassage des agneaux et réformes, schéma de sélection). Nous n'utilisons donc pas de cadre d'analyse permettant l'étude de la filière ou du collectif existant à l'échelle du territoire de gestion de la race, comme par exemple celui de l'analyse des controverses utilisé par Lauvie et al (2007a).

Ce choix aurait pu notamment être intéressant s'il s'était agi de comparer terme à terme deux fonctionnements de filière, deux collectifs de gestion de la race (Thessalie et Corse) à travers leur impact sur la gestion de la race et sur le renouvellement et la réforme. Or les pratiques de gestion génétique étudiées sur chaque terrain n'ont pas été les mêmes, pour les raisons évoquées dans l'introduction. Partir de l'individu permet de se concentrer sur les facteurs filière ou les actions du collectif qui sont à l'origine de pratiques différenciées parmi les individus qui participent à ce collectif/à cette filière. Cela permet également de mettre en évidence les différents positionnements individuels pour la gestion de la ressource dans un contexte de production où le collectif est faible (en proportion des éleveurs régionaux et en termes de relation avec ces éleveurs, dans le cadre de la Thessalie) ou fort mais dont les relations avec les éleveurs hors schéma se traduisent essentiellement par la mise à disposition de services ou ressources (reproducteurs, mise en pension des agnelles, cas de la Corse)). Par exemple, en Corse, les différentes visions sur l'orientation de la race s'expriment peu dans les comités techniques organisés par l'organisme de sélection, dans lesquels une minorité d'éleveurs sont présents (et sont exclusivement des sélectionneurs), et au cours desquels les points techniques sur le fonctionnement du schéma sont priorisés. Par contre, ces orientations s'expriment dans le positionnement par rapport au schéma et à l'achat de béliers ou dans volonté récente d'un groupe d'éleveurs d'organiser des gardes partagées de troupeaux pour maintenir des systèmes pastoraux. Partir de l'individu pour comprendre les défis du fonctionnement collectif permet donc quand même d'identifier des conceptions différentes de la gestion de la race, et d'utiliser celle-ci comme « *un objet de médiation de différentes formes de savoirs* » (Steyaert, 2006).

Concernant l'identification du rôle de la filière, la limite à cette approche est plus marquée en Thessalie, ou à l'inverse de la Corse, (i) la filière est peu structurée et inclut donc une diversité d'opérateurs faiblement connectés entre eux (ii) les référentiels économiques et de débouchés des coproduits évoluent rapidement (iii) il existe peu de littérature récente sur la filière ovin laitier régionale. Dans ce contexte, il aurait été intéressant d'approfondir les politiques commerciales des laiteries évoquées dans le Chapitre 4 et de rendre compte des réseaux de fournisseurs d'animaux reproducteurs à l'échelle de la région.

- L'exemple du rôle de l'AOP

La confrontation des résultats du travail de thèse à la bibliographie existante permet de discuter la relation des éleveurs à l'entité « race locale », au regard des facteurs filière, dont le rôle de l'AOP. Nous faisons l'hypothèse que le souhait de travailler en race locale pure, fortement marqué en Corse et beaucoup plus atténué en Thessalie, est entre autres lié à la délimitation claire du territoire associé à la race locale et au sentiment d'identité qui y est associé. Sur ces deux facteurs jouent : (i) l'insularité (Corse) ou la localisation continentale de la région (Thessalie) (ii) l'existence d'une AOP générique (Feta) ou associée à une région et race locale (Brocciu) (iii) l'histoire de la race locale dans la région et les rassemblements autour d'une identité collective auxquels elle a donné lieu (Millet, 2017). En d'autres termes, et reprenant la thèse de Vissac (1994), la relation à la race, conduite en race pure, apparaît très dépendante de la complexité du système agraire associé.

On a ainsi d'un côté, une AOP Brocciu associée à l'utilisation exclusive de la race locale Corse, délimitée par des frontières physiques exacerbées par l'insularité, portée depuis l'amont de la filière dans les différents processus vers la certification, et fortement promue pour ses dimensions « traditionnelles » et identitaires par l'ensemble de la filière (Millet, 2017). Ce souhait de travailler en race pure transparait notamment dans l'importance d'entretenir les caractéristiques de la race locale à travers les pratiques individuelles (conserver des souches de montagne, des brebis faciles à traire, etc.), attitude également mentionnée par Holloway et al (2011) sur des cas d'étude d'éleveurs ovins et bovins au Royaume Uni. Les éleveurs sont en d'autres termes fortement intégrés à la gestion du bien commun « race locale » en Corse.

De l'autre côté, on a une AOP générique, concernant l'ensemble de la Grèce continentale, associée à plusieurs races locales et plutôt appropriée par l'aval de la filière dans une stratégie économique de limitation de la concurrence, que valorisé par l'amont (Anthopoulou et Kaberis, 2012). Les travaux réalisés par Anthopoulou et Kaberis (2012) et Anthopoulou et Goussios (2015) sont en ce sens révélateurs : si la Feta est fortement associée par les éleveurs et consommateurs grecs à l'identité grecque, voire à l'identité des régions, elle l'est indépendamment de l'AOP. A l'échelle régionale, l'élément de différenciation mis en valeur reste la microrégion, fortement liée à l'histoire des différentes communautés, et non la race. Dans le cas des races locales de Thessalie et de l'AOP Feta, la valeur du produit, bien que celui-ci soit lié à la race dans le cahier des charges, est en réalité plutôt conférée par la région de provenance ou le caractère « grec » (Anthopoulou et Kaberis, 2012), ce qui fait que la race doit se construire et se maintenir en dehors de sa connexion avec l'AOP. On est en présence d'une entité biologique dont la construction sociotechnique est inachevée (manque de connexion au produit) et participe à sa vulnérabilité (Audiot et al, 2004). Cet exemple illustre bien la définition de Vissac (1994) d'une population animale comme information biologique « *capacité* » par un groupe social. Il fait donc également réfléchir sur la responsabilité des opérateurs d'aval dans la gestion collective de la biodiversité domestique.

D'autres exemples où l'AOP échoue à valoriser une race locale infirment pourtant cette hypothèse liée à la genericité et aux frontières physiques de la zone de production : la chèvre Corse, qui bénéficie de la même AOP que la brebis Corse et est délimitée par les mêmes

frontières, n'a pu tirer profit de l'AOP Brocciu et la race se voit progressivement croisée avec des races fortement productives. Cette évolution survient faute d'avoir pu mettre en place un projet de gestion collective avant l'apparition de formes de valorisation normées (Audiot et al, 2004). Lauvie et Couix (2012) montrent également, à travers plusieurs exemples, que les SOQ territorialisés impactent généralement en retour la gestion des ressources génétiques animales domestiques, en renforçant les formes d'organisation des races et produits associés et la viabilité économique des SE les utilisant, mais aussi en réinterrogeant les objectifs de sélection et les pratiques de qualification des reproducteurs (Lambert-Derkimba et al, 2011).

Enfin il serait simpliste de réduire ce rapport à la race « pure » au problème de l'AOP générique en Thessalie. Dans cette région, le souhait de conserver une race locale « pure » s'efface au profit de l'urgence économique, et cela est exacerbé notamment par les politiques des laiteries et les difficultés de fonctionnement du schéma de sélection régional (Chapitre 4). Ce constat fait d'ailleurs écho aux menaces principales identifiées par Hoffman (2009) en ce qui concerne la préservation des races locales : les facteurs économiques suivis de l'insuffisance de politiques de soutien aux filières d'élevage. Les races locales perçues comme « rustiques » se retrouvent, dans un tel contexte, cantonnées aux élevages qui rassemblent 4 piliers essentiels à son utilisation : (i) les valeurs en termes de ressource animale utilisée (liée aux « traditions familiales » et/ou à un idéal professionnel) (ii) la localisation dans le berceau d'origine de la race locale (iii) la possibilité de jouer sur d'autres postes pour rester économiquement viable (production de fourrages, subsistance, pluriactivité) (iv) la volonté/la nécessité de poursuivre l'utilisation de la ressource spontanée (Chapitre 4). Lorsqu'un de ces piliers disparaît, la seule nécessité/volonté de poursuivre l'utilisation de la ressource spontanée suffit rarement au maintien de la race locale pure en élevage, dans le contexte régional présenté précédemment. On entre alors dans les processus de test-adoption-abandon de races fortement productives, non locales, observés pour les troupeaux croisés.

7.3.6. Intérêts et limites de l'approche compréhensive

Dans ce travail, l'approche compréhensive des pratiques de gestion génétique opérées par les éleveurs (pris individuellement) sous-tend l'exploration d'hypothèse de recherche sans cesse renouvelées par les différentes informations obtenues au fil des entretiens. Cette approche diffère de celles généralement utilisées pour traiter des PGG, à savoir les approches sur les préférences des éleveurs (par énumération et classement des caractères, ou méthode d'expérimentation des choix, e.g. Ndumu et al, 2008 ; Ahlman et al, 2014), les approches via le collectif de gestion de la race ou par les instruments de gestion qui en découlent (Lauvie et al, 2007a ; Labatut, 2013) et enfin les approches par prototypes de pratiques individuelles déclinées en modalités ordonnées (Girard et al, 2001) appliquées à la relation entre schéma de sélection et éleveurs (Boisseau, 2008). D'autre part les approches sur les préférences des éleveurs utilisent souvent les focus groupes pour faire émerger l'information (Gebreyesus et al, 2013 ; Zander et Drucker, 2008).

L'intérêt de conserver une approche compréhensive des PGG individuelles, prises dans leur globalité (de la relation aux outils collectifs aux préférences sur les TOIs, en passant par la gestion de la race), est de mettre en relation ces différentes PGG selon le sens que leur donne l'éleveur. L'approche par individu permet également de limiter le risque de passer à côté de pratiques peu représentées ou peu exprimées dans le collectif, tout en se donnant les moyens de caractériser les logiques de fonctionnement à l'origine de la diversité des pratiques observées. Par ailleurs, l'approche itérative (grille d'entretien complétée auprès des éleveurs au fur et à mesure des nouvelles réponses obtenues en entretien, par retour chez les éleveurs ou compléments téléphoniques) a permis d'aboutir à une quantification des TOIs et critères de renouvellement (Chapitre 5). La combinaison de cette quantification et de l'identification des logiques qui sous-tendent les systèmes de pratiques mis en place par les éleveurs constitue une source d'information intéressante pour la conception ou l'ajustement de projets dédiés à la conservation ou la valorisation des ressources animales génétiques locales. En revanche, cette méthode présente l'inconvénient, de par son caractère itératif et non systématique, d'être relativement chronophage. Les résultats obtenus le sont donc au détriment de la connaissance systématique des modalités de gestion de chaque caractère. Au vu de ces limites méthodologiques, nous proposons un schéma du protocole de collecte de données qui pourrait être appliqué pour identifier les PGG et leurs opportunités (Figure 22). Ce protocole tient compte de la connaissance actuelle des deux terrains d'étude et des résultats qui ont été obtenus jusqu'à présent : les TOIs (« caractères » dans le schéma) recensés dans le Chapitre 5 y sont abordés de façon systématique avec les éleveurs, grâce à la même énumération préalable utilisée pour chaque entretien.

Protocole de collecte de données : PGG et leurs opportunités
(entretiens individuels auprès d'éleveurs - échantillon représentatif de la population régionale d'éleveurs)

Enumération (préalable à l'entretien) des caractères évoqués par les éleveurs au cours de l'approche compréhensive (Thessalie et Corse confondues)

Pour chaque caractère :

- Niveau de performance observé dans le troupeau
- Degré de satisfaction de l'éleveur vis-à-vis de cette performance troupeau
- Moyens mis en œuvre par l'éleveur pour gérer cette performance (pratiques)
- Raisons motivant le choix de la pratique, en soi et par rapport aux autres pratiques



Regroupement des caractères par mode de gestion (pratique) de la performance correspondante

Pour chaque pratique :

- Représentation proportionnelle des caractères associés ("proportional piling")
 - Pour les pratiques de renouvellement et réforme : préférences par méthode d'expérimentation des choix (revient à statuer sur le caractère systématique ou optionnel de chaque critère)
 - Synthèse des risques et coûts d'opportunité mentionnés par l'éleveur
- Identification des différents modèles de décision pour la gestion des performances du troupeau pour chaque caractère



(focus-groups avec éleveurs représentatifs des différents modèles de décision identifiés)

Confrontation des modèles de décision identifiés au cours de focus-groupes :

- Différences de point de vue sur les modèles de décision appliqués : nature et raisons les motivant
- Caractères nécessitant d'être mieux connus, voire sélectionnés
- Caractères nécessitant d'être valorisés par les opérateurs de filière

Figure 22 : Proposition d'un protocole pour la collecte de données sur les PGG et leurs opportunités

8. Discussion : Evolution phénotypique et démographique des ressources génétiques animales en Méditerranée : quels enjeux scientifiques et de terrain ?



*Troupeau de brebis croisées avec des races exotiques pâturent sur les collines de Thessalie
(photos L. Perucho)*

8.1. Enjeux scientifiques : évaluer les moteurs de l'évolution des ressources génétiques domestiques en Méditerranée et les possibilités de valorisation de la robustesse des populations locales

8.1.1. Approfondir le rôle de la gestion du travail en élevage dans la construction de la ressource génétique

De nombreux critères de sélection et motifs de réforme mentionnés en Corse et en Thessalie font référence à la gestion du travail en élevage : travail de traite (facilité de traite à la main mais aussi à la machine, comportement), travail d'assistance des mise-bas (aptitude à l'allaitement, autonomie au cours de l'agnelage), travail de manutention et gardiennage des animaux (comportement avec l'homme et grégarité au pâturage) (Chapitre 5). La facilité de traite manuelle est aussi un élément intervenant dans le choix des races introduites dans le troupeau en Thessalie (Chapitres 5 et 6). Le temps alloué à la connaissance du troupeau - et donc disponible pour évaluer les reproducteurs - influence les stratégies de renouvellement et réforme utilisées en Corse pour atteindre l'objectif de gestion génétique (Annexe 2). La contrainte du contrôle laitier est un motif de non adhésion au schéma de sélection en Corse (Chapitre 3) et ne facilite pas sa mise en œuvre en Thessalie, où plusieurs élevages Karagouniko inscrits au schéma de sélection sont en traite manuelle de surcroît sans quai de traite. Enfin, les éleveurs Corses transhumants enquêtés ne pratiquent pas le gardiennage pour la majorité d'entre eux. On peut également voir la volonté d'avoir des animaux robustes, rustiques et autonomes évoquée par les éleveurs comme un moyen de consacrer moins de temps et de charge de travail à la régulation des aléas et l'atténuation des contraintes, notamment au pâturage (Vallerand, 1988 ; Nozières, 2011 ; Jouven et al, 2009). L'utilisation de brebis âgées pour guider les agnelles sur le parcours est en ce sens révélatrice. Le changement de race comme outil de simplification du travail dans la gestion de la reproduction a été mentionné par Hostiou et Fagon (2012) en ovin allaitant : l'utilisation de races rustiques permet notamment une flexibilité dans le calendrier des mises-bas et une diminution du travail d'astreinte au moment de l'agnelage. En Thessalie, on retrouve effectivement des périodes d'agnelages très variables (Chapitre 5), allant de l'étalement des agnelages sur l'année à un objectif d'agnelages très groupés qui se justifient par la gestion du travail (aux mise-bas et à la traite) et la continuité de la production sur l'année. En revanche, ces stratégies d'agnelage sont réalisées dans des troupeaux dont les races ou types génétiques ne sont pas nécessairement « rustiques ». Le lien entre gestion de la charge de travail et pratiques d'alimentation du troupeau, notamment production de foin, concentré et transhumance, a été montré par Aubron et al (2016) pour les élevages du Sud-Est de la France. Il fait écho aux résultats observés en Thessalie, qui vont vers une diminution des pratiques de transhumance, vers l'achat de fourrages et concentrés et la diminution du pâturage sous la combinaison de facteurs travail et de l'effet des contraintes de l'environnement de production (Chapitre 6). Concilier gestion du travail et composantes pastorales du système d'élevage est donc un enjeu fort, à l'origine notamment de l'intérêt croissant pour l'élevage de précision (Bocquier et al, 2014). Plus généralement la question du comportement animal et de sa relation à l'homme a une influence sur la perception de son métier par l'éleveur et le choix de pérenniser ou abandonner certaines pratiques d'élevage (Boivin et

al, 2012). Si de nombreux travaux ont permis de mettre en évidence le poids du travail en élevage dans le pilotage de la conduite d'élevage (Dedieu et Serviere, 2012), il serait intéressant d'approfondir le rôle de la contrainte travail dans la construction de la ressource génétique.

8.1.2. Appliquer le concept de composition phénotypique de groupe à la zootechnie système

La décrit la distribution des phénotypes d'un groupe. La distribution des phénotypes d'un groupe est à l'origine d'interactions particulières entre individus du groupe et donc des résultats spécifiques du groupe vis-à-vis des ressources et des contraintes de l'environnement dans lequel il évolue (Farine et al, 2015). En écologie, cette distribution, résumée sous le concept de « *composition phénotypique de groupe* », permet d'explicitier l'évolution des phénotypes individuels d'un groupe au fil du temps (Farine et al, 2015). Le concept de composition phénotypique de groupe peut s'appliquer au troupeau. Il permet de modéliser les évolutions des phénotypes individuels au sein du troupeau sous l'action combinée de l'homme (incluant les PGG) et des contraintes d'élevage (Figure 23). Les points suivants précisent comment l'étude des PGG et d'autres objets d'étude de zootechnie permet de faire le lien entre composition phénotypique de troupeau et composition phénotypique de la population animale domestique associée pour expliquer l'évolution des phénotypes individuels du troupeau et d'une population animale domestique au fil du temps :

- La composition phénotypique de la population animale influe sur les phénotypes individuels du troupeau

En fonction des phénotypes caractérisant la ou les race(s) ou population(s) animale(s) disponible(s), l'éleveur s'approvisionne en reproducteurs ou semence dans une ou plusieurs de ces races ou de ces populations animales (définies par la localisation, nature des fournisseurs, etc.) (Chapitres 3, 4 et 5).

- La composition phénotypique de troupeau influence les résultats du troupeau

Caractériser au sein du troupeau la variabilité des phénotypes individuels permet de piloter un troupeau aux qualités robustes par exemple en termes de reproduction (Tichit et al, 2004 ; Santucci, 1991) ou d'allocation des ressources lorsque la balance énergétique est négative (Ollion et al, 2015).

- Les résultats du troupeau ont un effet sur l'évolution des phénotypes individuels du troupeau

On étend les interactions entre individus du troupeau aux interactions résultant d'une action humaine sur le troupeau. Ces actions peuvent consister à encourager les processus d'apprentissage entre individus du groupe (Meuret et Provenza, 2014 ; Meuret, 2011) ou à appliquer une contrainte sur l'ensemble du troupeau qui provoque la modification de certains phénotypes individuels. Un exemple est donné par Barillet et al (2016) à travers les effets de la compétition alimentaire entre individus. Les auteurs postulent en effet que l'alimentation à l'échelle du troupeau sans ajustements individuels selon les besoins alimentaires, introduit une augmentation de la capacité d'ingestion et de la mobilisation des réserves nutritionnelles des meilleures laitières du troupeau, en réponse à une sous-alimentation chronique de ces brebis,

liée à la compétition alimentaire entre individus du troupeau (Lagriffoul et al, 2014 ; Marie et al, 1996 ; Barillet, 2016). Enfin, ces actions peuvent consister à sélectionner ou rejeter des phénotypes individuels considérés comme inaptes à participer à la production des résultats attendus du troupeau (renouvellement et réforme, Annexe 2, Chapitre 5). A ce propos, la façon dont les résultats du troupeau sont moteurs de changement pour les individus du troupeau est partiellement abordée par les travaux portant sur les règles de réforme systématique et optionnelles adoptées par les éleveurs (Roche et al, 2001) en relation avec les informations qu'ils obtiennent sur le troupeau (Slagboom et al, 2016).

- Les phénotypes des individus du troupeau contribuent aux phénotypes individuels et à la composition phénotypique de la population animale domestique associée : cas d'une race

Les nombreux travaux entrepris en sciences de gestion et sociologie sur la gestion collective des races animales ont abordé la question du lien entre intérêts individuels des éleveurs pour des phénotypes spécifiques à l'échelle du troupeau, et intérêt collectif pour la définition d'objectifs communs dans la gestion de la race (passage des phénotypes individuels de troupeau sélectionnés par chaque éleveur à une composition phénotypique de la race gérée par un collectif d'éleveurs). En revanche ces travaux se réfèrent davantage, à l'image de ce travail de thèse, à un phénotype individuel idéal (« *animal qui convient* » Lauvie et al, 2007a, « *animal sélectionnable* » Labatut et al, 2011) qui devrait théoriquement se traduire en un phénotype moyen idéal pour le troupeau et la race, non sans controverses et difficultés de coopération entre gestionnaires (Lauvie, 2007b ; Labatut et al, 2013). Le concept de composition phénotypique permet en ce sens de discuter de la façon dont les choix individuels et les choix de gestion collective se répercutent sur la distribution des phénotypes de la race à l'échelle de son territoire de gestion. Il incite à prendre en compte les hétérogénéités intra-race, résultantes de compositions phénotypiques de troupeau hétérogènes, dans les recherches sur les races locales.

Ceci nous amène à la question de la sélection sur la robustesse au sein d'une race ou d'une population animale donnée, et des choix de phénotypage qui en découlent.

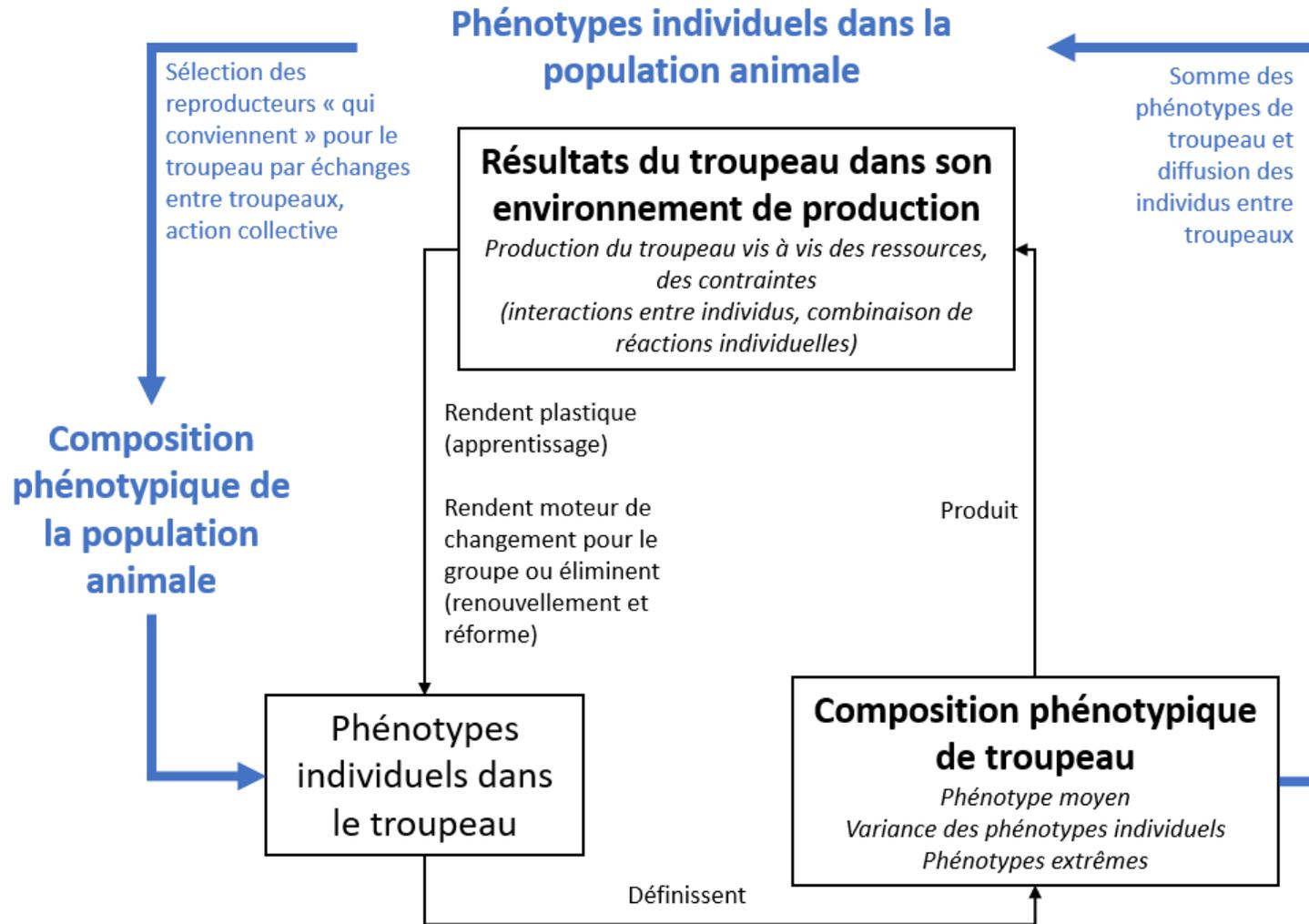


Figure 23 : Application du concept de composition phénotypique de groupe au troupeau (en noir) et à la population animale (en bleu, incluant la race) (adapté de Farine et al, 2015)

8.1.3. Phénotypage de la robustesse

Phénotyper la robustesse dans une race ou une population animale donnée ne peut se faire en suivant une approche holistique de la robustesse : il faut plutôt chercher à « *co-sélectionner des performances seulement sur quelques fonctions [...] maintenir ou créer des lignées différentes pour répondre à la diversité et à l'évolution des SP et des marchés* » (Phocas et al, 2014c). L'exemple de la Corse nous montre que les TOIs généralement associés à la robustesse ne sont pas nécessairement mentionnés par tous les éleveurs comme faisant l'objet de pratiques de gestion spécifiques. Par exemple, l'autonomie du couple mère-agneau, représentée par l'autonomie à l'agnelage et la capacité à l'allaitement, ne sont mentionnées que dans certains élevages, à l'image du comportement alimentaire, de la sensibilité au froid ou de la longévité (Chapitre 5). Ces différences peuvent s'expliquer par un niveau satisfaisant de performance pour ce TOI dans le troupeau ou dans la race utilisée, ou par une absence d'intérêt pour ces composantes de la robustesse. Afin de statuer sur l'un ou l'autre, il est nécessaire d'identifier en parallèle, par la mesure ou à dire d'éleveurs, la composition phénotypique de la race ou population animale et du troupeau pour chacun des TOIs concernés (analyse phénotypique horizontale, Phocas et al, 2014c). Les TOIs mentionnés en Corse et en Thessalie peuvent servir de base pour l'exploration de la robustesse en élevage ovin laitier méditerranéen. Ils permettent en effet de préciser les grandes fonctions sur lesquelles concentrer l'étude des processus biologiques et biomarqueurs associés, pour ce contexte particulier de l'élevage ovin laitier. Parmi celles-ci on trouve notamment les fonctions liées à la persistance laitière et la longévité, à la sensibilité aux maladies (en particulier piétin, fièvre catarrhale ovine, mammites), au stress thermique, l'efficacité alimentaire sur pâturage et ses composantes (dont le comportement alimentaire, la capacité d'ingestion, la thermorégulation et la capacité de stockage et mobilisation des réserves (Phocas et al, 2015), en hivernage ou transhumance) et d'autres fonctions relatives à l'adaptation au pâturage (déplacements et restriction alimentaire). La plupart des TOIs associés à ces fonctions sont candidats à une évaluation ou candidats à intégrer un index de synthèse en élevage ovin laitier en France (Phocas et al, 2013). De même la sensibilité aux maladies et l'efficacité alimentaire pour les fourrages sont des TOIs particulièrement pertinents à phénotyper dans une perspective agro-écologique (Dumont et al, 2014 cité par Phocas et al, 2016). Un tel phénotypage horizontal sur les races actuellement utilisées dans les élevages ovins laitiers méditerranéens permettrait notamment un choix plus éclairé sur les stratégies de gestion des ressources génétiques à mettre en place dans les régions ou l'importation de matériel génétique met en péril la biodiversité génétique : troupeaux mixtes, croisements, introgression de gènes, programme de sélection avec index de sélection sur mesure (Phocas et al, 2016).

8.2. Enjeu appliqué : évolution des systèmes alimentaires et races locales dans la zone nord-méditerranéenne

Ce travail de thèse a permis de mettre en évidence les TOIs qui discriminent reproducteurs, races et populations animales au sein d'une race du point de vue des éleveurs de Corse et Thessalie. Parmi ces TOIs, certains sont sélectionnés comme critères de renouvellement en vue d'être exprimés par le troupeau, d'autres sont considérés comme garantis par la race sans faire l'objet d'actions supplémentaires, et, entre ces deux positionnements, certains sont sujets à un ensemble de pratiques permettant l'amélioration des performances du troupeau (Chapitre 5). Or, faire reposer la représentation de certains TOIs dans le troupeau sur le seul choix de la race se heurte aux constats suivants : (i) les éleveurs Corses observent des hétérogénéités de performances au sein de la race locale pour certains TOIs (Chapitres 3 et 5) (ii) des croisements hors programme collectif de gestion questionnent le futur des races locales en Thessalie (Chapitres 4 et 6) (iii) 2 des races utilisées pour leur caractère rustique en Thessalie sont aussi des races à petits effectifs (Chapitres 4 et 5), à l'image de nombreuses races ovines grecques (Georgoudis, 2001). Il apparaît donc nécessaire de réfléchir à des modes de gestion des races locales qui contribuent à préserver la variabilité génétique dont elles sont le support, en s'adaptant au contexte des deux terrains étudiés. C'est l'objet des deux parties suivantes, qui seront suivies d'une réflexion sur l'évolution des SE dans la zone méditerranéenne, comme cause et conséquence des menaces pesant sur les races locales.

8.2.1. Gérer la biodiversité domestique dans un contexte régional de croisement : le cas de la race Karagouniko

Dans cette partie, nous nous concentrons sur la gestion et valorisation possible de la race Karagouniko, et non sur les races locales rustiques de petits effectifs telles que la Kalarritiko ou la race Piliou, dont les problématiques sont celles de la conservation.

La production laitière est le principal TOI motivant le choix de races exotiques pour la composition génétique des troupeaux en Thessalie (Chapitres 4 et 5). Inversement la race Karagouniko est l'objet d'un schéma de sélection fortement affaibli. (Chapitre 4). Il est donc difficile d'estimer le temps qui serait nécessaire à l'obtention d'un rythme de croisière de gain génétique par indexation sur la quantité de lait, principal critère de renouvellement et motif de réforme des éleveurs encouragé par les politiques de filière (Chapitre 5). Au vu de la situation actuelle, il paraît difficile de pouvoir enrayer la compétition des races exotiques importées telles que la Lacaune, l'Assaf et l'Awassi en misant sur la sélection en race pure centrée pendant un minimum de 10-15 ans sur la quantité de lait (Barillet et al, 2016). Se fixer pour objectif au long terme d'égaliser ces races en termes de production laitière est aussi prendre le risque que ne se produisent avant cela des phénomènes irréversibles de substitution en raison de la circulation transfrontalière croissante des ressources génétiques (FAO, 2015), comme cela s'est produit dans plusieurs régions méditerranéennes pour les bovins (Boyazoglu and Hatziminaoglou, 2005). Concernant la race Karagouniko, persister dans cette direction sans revalorisation parallèle par les prix des produits et modes d'élevages associés à son utilisation accentuera la vulnérabilité de la race, vulnérabilité sur laquelle les AOP existants semblent pour l'instant

impuissants (cf. 7. 3.5.). Les travaux de thèse réalisés en Thessalie ont fait l'objet d'une restitution suivie d'une discussion des enjeux de gestion génétique dans la région : 4 points saillants sont ressortis des interventions des éleveurs présents :

- Le revenu dégagé par l'élevage de brebis Karagouniko est faible compte tenu de la production moyenne des troupeaux : il reste très difficile d'en vivre (i) sans production de l'aliment sur l'exploitation (ii) en phase d'installation
- Il existe un manque de visibilité sur les performances individuelles en lait des brebis Karagouniko sous schéma de sélection
- Les éleveurs s'interrogent sur la fiabilité du contrôle laitier mensuel comme indicateur de la valeur laitière de l'animal (prise en compte de l'effet environnement notamment)
- Il est urgent d'améliorer rapidement la productivité laitière de la race Karagouniko ; les éleveurs manifestent un intérêt pour les biotechnologies de la reproduction visant à augmenter le gain génétique annuel dans la perspective d'une sélection intra-race, et pour le croisement contrôlé entre race Karagouniko et race(s) fortement productive(s)

Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de cibler les efforts de développement autour de moyens techniques et financiers permettant (i) le renforcement de l'action collective autour de la gestion de la race (participation des éleveurs à la définition des critères de sélection et aux modalités d'utilisation des outils de gestion génétique) (ii) un appui technique aux éleveurs à travers la coopérative d'élevage de la race par exemple (iii) une certification différenciée de l'AOP générique Feta sur les produits issus de ces élevages. La certification permettrait de conférer une haute valeur ajoutée aux produits de la race afin d'assurer un prix au producteur suffisamment compétitif par rapport aux prix proposés aux élevages fournissant les plus gros volumes (Chapitre 4). La certification biologique pourrait être un point de départ compte tenu des spécificités de l'élevage des races locales rustiques en Thessalie (Chapitre 4, Annexe 3), à la condition qu'une politique de gestion de pâturages communaux soit entreprise en parallèle afin de permettre leur accès et d'entretenir leur qualité (Chapitre 4). Certaines initiatives ont débuté dans la région de Karditsa afin de définir une gamme de fromages Feta différenciés selon les modes d'élevages et composition génétique des troupeaux, à destination de marchés de niche sur Athènes (Goussios, 2015 ; Anthopoulou et Goussios, 2015). L'appui technique devrait porter en particulier sur les pratiques d'alimentation (apports en énergie excédentaires Annexe 3) pour consolider les performances économiques des élevages. Un tel appui serait sans doute fortement incitatif pour des éleveurs déjà en forte demande de suivi technique et de formation, et dont les pertes économiques liées au déséquilibre des rations distribuées mériteraient d'être quantifiées. Ces 2 mesures, associées à des subventions initiales à l'élevage de Karagouniko, permettraient de « se donner du temps » pour poursuivre l'amélioration des performances laitières de la race Karagouniko à travers le schéma de sélection déjà existant. Elles permettraient aussi probablement de renforcer son efficacité (i) en augmentant le noyau de troupeaux en sélection (ii) en permettant l'amélioration des performances techniques et économiques grâce à une meilleure structuration de la filière (iii) en facilitant la communication sur les outils et résultats de l'action collective. Les récentes mises en place du plan tremblante, subventionné, dans le schéma de sélection régional de la brebis Karagouniko devraient jouer favorablement sur l'adhésion des éleveurs au schéma de sélection.

Il apparaît également important de mieux caractériser les qualités de la race Karagouniko, en particulier sur deux TOIs qui lui sont associés du point de vue des éleveurs : la faible sensibilité au stress thermique, en particulier à la chaleur et la conversion alimentaire sur

pâturage. Les températures élevées sont une contrainte évaluée comme sévère à très sévère toutes saisons confondues, pour les élevages ovins de la côte égéenne de la Grèce centrale (Papanastasiou et al, 2014 ; Papanastasiou et al, 2016). En Thessalie, la combinaison d'un climat continental, de périodes de sécheresses sévères (Loukas et al, 2007) et de bâtiments d'élevage en grande majorité à ventilation naturelle et peu isolants sont autant de facteurs qui justifient la place de ce TOI dans la gestion génétique des troupeaux. La seule étude menée à notre connaissance sur la sensibilité au stress thermique pour la race Karagouniko est en faveur d'une sensibilité plus forte à la chaleur que la race Chios, lorsque cette sensibilité est mesurée par la fréquence respiratoire sur le court terme (Panagakis et Chronopoulou, 2010 ; Panagakis, 2011). Les mêmes auteurs utilisent également des indicateurs directs tels que la température corporelle et la température du globe oculaire et montrent que le premier reste inchangé pour les 2 races alors que le second augmente avec la fréquence respiratoire. En revanche, le profil de réponse à un stress thermique chronique en termes de production, état corporel et reproduction (hors fertilité sous traitements hormonaux, Papadopoulos et al, 2016) par ailleurs mentionné pour d'autres races (Marai et al, 2007) n'a pas été étudié à notre connaissance sur la race Karagouniko. Enfin, compte tenu des difficultés de mise en place de la mesure des performances en élevage au sein du schéma de sélection, la question de la sélection génomique sur la sensibilité à la chaleur, si celle-ci s'avère un TOI intéressant de la race Karagouniko, se posera également. Il serait donc intéressant d'approfondir l'état de la littérature actuelle sur les génotypes associés à la sensibilité à la chaleur et la variabilité génétique existante dans la race Karagouniko pour les allèles associés. La caractérisation de l'efficacité alimentaire de la race Karagouniko sur pâturage pourrait être mise en relation avec le comportement alimentaire au pâturage : en effet, ce TOI fait l'objet d'un intérêt particulier dans plusieurs troupeaux (Chapitre 5) aux côtés de TOIs connexes, tels que le niveau d'ingestion en relation avec les coûts alimentaires, l'aptitude au rebond de printemps et l'adaptation à la restriction alimentaire. Il est aussi indirectement relié à la thermorégulation (Herd et Arthur, 2009 cités par Phocas et al, 2014a), donc à la sensibilité aux contraintes climatiques liées au pâturage. Une meilleure connaissance des génotypes associés à ces TOIs pour la race Karagouniko pourrait être utilisée pour des plans de croisements contrôlés avec d'autres races. Cette forme de valorisation de la ressource génétique implique également de s'assurer, en parallèle, du maintien de la race pure.

Une autre perspective pourrait se discuter : celle de combiner intra-troupeau une diversité de races menées dans des lots différents. Cette option permettrait de conserver une diversité génétique tout en jouant sur les spécificités des races utilisées, en particulier concernant la sensibilité au stress thermique et la persistance laitière : ces TOIs sont sources de modification des périodes de mise-bas en Thessalie et ils sont d'autant plus importants aux yeux des éleveurs qu'ils contribuent à la continuité de livraison du lait sur l'année. Dans cette configuration, les qualités spécifiques des races pour le pâturage et la valorisation des prairies spontanées, ainsi que les différents niveaux d'ingestion pourraient aussi motiver une conduite différenciée pour l'alimentation. Cette option présente deux limites : la spécificité des races locales de production faible à moyenne par rapport à des races fortement productives d'origine variée, concernant les TOIs évoqués, nécessite d'être objectivée indépendamment du point de vue de l'éleveur. De plus la charge de travail supplémentaire nécessaire pour une conduite en lots différenciés des races du troupeau est un frein à l'adoption d'une telle conduite (Phocas et al, 2016). S'ajoute à cela les infrastructures d'élevage souvent limitantes pour l'allotement en Thessalie. Il serait intéressant d'étudier dans quelle mesure les technologies de l'élevage de précision pourraient permettre de lever cet obstacle.

8.2.2. Combiner gestion collective et expression des orientations individuelles en race pure : le cas de la race Corse

La gestion génétique des troupeaux de race Corse illustre bien l'exemple d'une race construite sur la coexistence entre une multiplicité de pratiques individuelles. La gestion collective de la race Corse est donc nourrie et sans cesse questionnée par les orientations parfois divergentes que les éleveurs souhaitent lui donner. Elle est en ce sens le produit sans cesse modelé de l'intervention humaine (Vissac, 1994 ; Audiot, 1995). Dans le paragraphe qui suit, nous en montrons la complexité pour insister ensuite sur les principaux enjeux de gestion collective que cette complexité soulève.

- Coexistence d'une multiplicité d'orientations individuelles

En Corse, le choix de l'origine des béliers externes à l'élevage, le positionnement par rapport au schéma de sélection et la perception de la race Corse par ses éleveurs (orientation, rôle joué dans l'expression des TOIs du troupeau, homogénéité/hétérogénéité) illustrent une race construite à l'échelle régionale par une diversité de rapports humains : (i) rapports sociaux de production, à l'échelle du réseau d'acteurs (ii) rapports de l'éleveur à la race et au troupeau, à l'échelle de l'exploitation agricole (Chapitres 3 et 5).

- ✓ **Diversité de formes de coordinations domestiques pour la transaction du matériel génétique entre élevages**

Les rapports sociaux de production évoqués à l'échelle du réseau d'acteurs se traduisent notamment par différents modes de transaction du matériel génétique entre élevages : transaction via l'IA, transaction de reproducteurs du centre d'élevage qualifiés par l'index de leur ascendance et par leur morphologie vers des éleveurs non sélectionneurs, échanges ou dons entre éleveurs (Chapitre 3). Cette diversité actuelle reflète celle évoquée par Vallerand et al. (1994) et les formes de coordination domestiques que l'auteur associe à ces transactions : relations d'engendrement, d'estime et de voisinage (Vallerand et al, 1994). Ces différentes relations ont pour objectif de limiter l'incertitude sur les différents TOIs mentionnés dans le Chapitre 5. Les formes de transaction du matériel génétique, hormis celles normées par le schéma de sélection (utilisation de l'IA et achats de béliers issus du schéma de sélection pour les sélectionneurs), combinent souvent transactions sur la base de relation d'engendrement/d'estime et utilisation de béliers du centre d'élevage pour un même éleveur.

✓ **Diversité de modes de production des connaissances à l'échelle de l'élevage et de la région**

Cette diversité se retrouve plus généralement dans les régimes de production des connaissances adoptés par les éleveurs (Labatut et al, 2011). On retrouve en Corse une forte prégnance de certaines composantes du régime communautaire de sélection : choix des animaux basé sur l'expérience quotidienne (en particulier lien entre critères morphologiques et potentiel de performance ou de rusticité), association entre phénotype racial et espace de pratiques circonscrit, rapports sociaux entre éleveurs influençant les transactions de reproducteurs et l'utilisation des outils collectifs. On retrouve également l'enregistrement des généalogies, la qualification des descendants (à travers l'identification des lignées par le berger) et la hiérarchie entre animaux du troupeau inhérente à l'objectif de sélection qui composent le régime entrepreneurial de sélection (Labatut et al, 2011). Ces deux modes de production des connaissances peuvent être représentés dans un même élevage hors schéma de sélection à travers certaines des composantes évoquées. Chez les éleveurs sélectionneurs, on retrouve logiquement des composantes du régime intensif de sélection (Labatut et al, 2011) (voire chez les éleveurs CLS pour l'objectivation de certains TOI) mais aussi des composantes des régimes communautaire et entrepreneurial de sélection, parmi celles citées précédemment. De nombreux éleveurs Corses combinent ainsi instruments scientifiques et œil de l'éleveur pour le choix de leurs animaux.

✓ **Une gestion collective qui autorise l'expression des orientations individuelles**

Ainsi, la diversité des rapports de l'éleveur à la race et au troupeau, illustrée par ses pratiques de gestion génétique, n'est pas occultée par la mutualisation des données et des ressources génétiques associée à la participation au schéma de sélection. A l'image de ce qu'ont décrit Selmi et Joly (2014) pour la sélection bovine, les objectifs de sélection et les outils proposés par le schéma de sélection de la race Corse (respectivement quantité de lait et index et/ou contrôle laitier) ne constituent pas un référentiel absolu. Ceci s'observe aussi bien à l'échelle de la population d'éleveurs utilisant la brebis de race Corse (sélectionneurs/utilisateurs génétiques/autres et différents régimes de production de connaissance) qu'au sein de la population d'éleveurs sélectionneurs ou utilisateurs de la génétique du schéma (Chapitre 3). Ces résultats se rapprochent de ceux obtenues par Labatut et al (2008b) en Pyrénées-Atlantiques : l'utilisation de la génétique du schéma de sélection est faite selon des intensités différentes dans les élevages et combinée au maintien de pratiques permettant la gestion des performances du troupeau pour une diversité de TOIs. C'est le cas de la transhumance par exemple (Labatut et al, 2008a).

✓ **Diversité des leviers utilisés par TOI au sein de l'élevage**

Cette diversité de transactions du matériel génétique et de production des connaissances permet aux éleveurs d'utiliser différents leviers pour la gestion des performances du troupeau. L'utilisation des corrélations entre TOIs (Chapitre 5) et le choix du renouvellement externe sur l'origine des reproducteurs (Chapitres 3, 5 et Annexe 2) sont des exemples de leviers spécifiques de certains TOIs. Les compromis entre TOIs dans les pratiques de renouvellement et de réforme (Annexe 2) sont aussi différents selon les TOIs considérés. Ces différents leviers

dépendent aussi de la perception, par l'éleveur, du rôle qui doit être joué par les pratiques de gestion génétique et les pratiques d'élevage (au sens large) dans la préservation des TOIs de « rusticité » de la race (Vallerand, 1988).

- Enjeux de gestion collective associés
- ✓ **Représentation des différentes orientations individuelles dans le noyau de sélection**

La gestion de la race locale comme bien commun implique la participation d'une diversité d'éleveurs à travers un collectif se matérialisant, entre autres, par la définition d'objectifs de sélection communs. On a vu précédemment que la gestion collective actuelle de la race Corse autorise la coexistence d'un objectif de sélection commun et l'expression d'orientations individuelles à l'échelle de l'élevage. Pourtant, selon la représentation des différents éleveurs dans les dispositifs organisationnels de gestion de la race et dans la fourniture de reproducteurs, l'orientation de la race et la composition phénotypique des troupeaux risque de s'en trouver modifiée (Lauvie et al, 2007b ; Holloway, 2011). Or, la situation de la Corse semble mettre en tension deux réalités. On a d'un côté une diversité de points de vue sur la gestion de la race, diversité qui se retrouve à la fois au sein et en dehors du schéma de sélection et est associée à une diversité d'environnements de production. De l'autre, on observe une tendance à la concentration des élevages en plaine et à la promotion de modèles techniques visant à limiter les contraintes du milieu et à optimiser le gain génétique sur la production laitière pour les éleveurs sélectionneurs. La diversité phénotypique perçue par les éleveurs au sein de la race Corse est en ce sens révélatrice de l'évolution des systèmes agraires de la Corse (Vissac, 1994). Cette tendance est susceptible d'introduire, au sein du schéma de sélection, une proportion de plus en plus grande d'éleveurs qui recherchent l'amélioration des performances productives de la race tout en confiant le maintien de certains TOIs à sa qualité de race « rustique ». Enfin, une des difficultés majeures de cette gestion collective consiste aussi à concilier les temporalités nécessaires pour la sélection (Barillet et al, 2016) et les changements de valorisation de la race qui s'opèrent à l'occasion de l'arrivée de nouveaux acteurs par exemple et conduisent à ajuster les modes de qualification des reproducteurs par une succession de « tâtonnements » (Audiot et al, 2004).

- ✓ **Réflexion sur la prise en compte de la rusticité au sein du schéma**

Deux orientations opposées et « extrêmes » de la race Corse, exprimés par certains éleveurs, résument les enjeux de gestion collective actuels: (i) une race rustique autonome dans l'exploitation de milieux difficiles et conduite en un troupeau homogène d'un point de vue physiologique et comportemental versus (ii) une race devant permettre l'augmentation des volumes de lait produits en Corse sous l'effet combiné de l'amélioration génétique et la sécurisation des besoins alimentaires sur l'année, pour laquelle les troupeaux sont une somme d'individus dont les performances sont hiérarchisées. On retrouve d'ailleurs, associée à ses orientations, l'opposition entre agriculture productiviste et volonté de préservation d'une identité professionnelle (définie par un certain rapport à l'animal et une « rusticité » des troupeaux héritée des pratiques d'élevage ancestrales) qui fait écho aux divergences vis-à-vis de la « modernisation » observées dans la société agricole par Lemery (2003).

Ces orientations (ou leurs déclinaisons plus nuancées) coexistent régionalement sans menacer à court-terme le devenir du schéma, mais constituent des points de vigilance pour les acteurs concernés, OS et éleveurs. L'OS s'est saisi, en ce sens, des principales controverses sur la gestion de la race (standard, rusticité, conformation mammaire), en mettant en place un comité de déqualification des béliers du centre d'élevage et des travaux de pointages sur les mamelles en élevage. Des journées de rencontres entre éleveurs Corses et éleveurs du Pays Basque ont été organisées afin de discuter de la rusticité des races utilisées dans les deux territoires. Par ailleurs, des travaux sur la rusticité ont été initiés récemment : dans le cadre du projet RUSTIC, une analyse de 531 motifs de cause de réforme observés pour la campagne laitière 2016-2017 sur 15 élevages enregistrés dans la base SIEOL a permis de recenser et quantifier les motifs de réforme (Astruc, 2017). La suite du projet RUSTIC prévue pour 2018-2019 visera à mettre en regard les causes de réforme avec les caractères fonctionnels collectés via le contrôle de performance (Astruc, 2017).

✓ Plusieurs objectifs de sélection pour une même race ?

Gérer collectivement le « bien commun » qu'est la race tout en conciliant les points de vue individuels sur l'orientation de ce « bien commun » est à la fois une réflexion nécessaire et un véritable défi (e.g. Minery et al, 2013 ; Verrier et al, 2011). Cette perspective revient en effet à risquer d'affaiblir l'efficacité du schéma de sélection sur les TOIs de production, et de voir en conséquence des races exotiques se substituer aux races locales. Faut-il donc plutôt envisager plusieurs objectifs de sélection, définis « sur mesure », pour une même race (Nauta et al, 2012 ; Phocas et al, 2014c) ? Cette perspective reviendrait à sortir de la coopération pour la gestion d'une race en vue d'une performance animale attendue (Selmi et al, 2014) pour aller vers la coopération pour la gestion d'une diversité de phénotypes qui assure à chaque éleveur la possibilité d'ajustements de ces phénotypes à l'échelle du troupeau par sa propre sélection en élevage.

L'utilisation de la génomique pour la sélection intra-race en ovins laitiers offre des perspectives aux différentes attentes exprimées par les éleveurs vis-à-vis de l'orientation de la race Corse. Il a été montré qu'elle pourrait permettre en race Lacaune une augmentation du gain génétique annuel de 10 à 20% sans dépenses supplémentaires par rapport à celles engagées dans le schéma de sélection classique (Astruc et al, 2016). Mais elle pourrait également être utilisée en vue de diversifier les critères de sélection actuels en introduisant des TOIs de rusticité et/ou de standard dans un nouvel index génomique. Les obstacles à une telle utilisation de la génomique en schéma de sélection ovin laitier sont de 2 ordres. Le premier concerne la capacité à gérer, d'un point de vue technique et organisationnel, la demande en semence fraîche pour l'IA à chaque campagne, et la coexistence de béliers génomiques et de béliers issus avec performances de filles nécessaire à une telle demande (Astruc et al, 2016). Ces obstacles propres à la sélection ovine engendrent des limites économiques fortes qui obligent à préciser les scénarios de contractualisation entre sélectionneurs et coopératives d'élevage (Labatut et al, 2014). Le second type d'obstacle est lié à la réorganisation d'une sélection initialement basée sur la coopération entre gestionnaires pour la proposition d'index sur mesure permettant de répondre simultanément pour une même race, à une diversité d'orientations individuelles (Phocas et al, 2014c). Le développement d'une telle batterie d'index sur mesure peut notamment contribuer à préserver la diversité génétique au sein de la population animale. Il

revient cependant à risquer une désagrégation de toute forme d'action collective autour des « biens communs » que sont les races animales et questionne les modalités de mise en marché de la ressource génétique (Labatut et al, 2014 ; Mougenot et Gaillard, 2017).

8.2.3. Evolution des systèmes d'élevage en Méditerranée : quelle conséquence sur l'évolution de la ressource génétique et inversement ?

Nous avons montré dans le Chapitre 6 la coévolution entre système d'alimentation et ressources génétiques animales utilisées sur les 20 dernières années en Thessalie. L'évolution vers un système agraire complexe, sujet aux multiples influences socio-économiques, avec une filière petits ruminants laitiers peu structurée et des modes de conduites d'élevage très divers et très rapidement changeants, s'accompagne du croisement des troupeaux de races locales pures avec des races importées et de multiples ajustements faits sur la composition génétique des troupeaux : la race est en ce sens, comme le propose Vissac (1994), un « bon indicateur de la qualité du système agraire ». Si cette coévolution est faite d'ajustements entre race et système alimentaire, on observe pourtant une extension progressive de types génétiques « améliorés » dans des conditions d'élevage variées en termes d'équipements et de système alimentaire (Chapitres 4 et 6). Ce constat pose la question de la capacité d'adaptation de ces types génétiques à des contraintes de nature et d'intensité propres à l'élevage Nord-Méditerranéen. On peut en effet faire l'hypothèse que le niveau de contrainte sur l'apport alimentaire n'est pas suffisamment fort pour que l'utilisation de matériel génétique à forte production laitière soit proscrite. Le retour à la race locale ne se fait que si une incohérence est observée entre ressource animale et système alimentaire : ce retour peut consister en du croisement et se réaliser après plusieurs années d'essais, d'ajustements. Une alternative aux ajustements « *a posteriori* » entre composition génétique du troupeau et EP est la recherche constante d'un équilibre entre races importées et races locales, qui se rencontre plutôt dans des élevages où (i) les contraintes liées aux pratiques pastorales sont particulièrement fortes (transhumance) (ii) il y a possibilité de valorisation des produits d'élevage (transformation fermière) ou la présence d'un complément de revenu. La combinaison de contraintes de travail associées à des TOIs animaux (comportement, facilité de traite, aptitude au gardiennage) et la volonté d'optimisation de la ressource fourragère naturelle viennent freiner l'évolution vers des races importées à forte productivité (Chapitres 3 et 6).

A l'inverse, si la contrainte s'allège dans certains systèmes et que la race locale est conservée, des hétérogénéités phénotypiques au sein de la race s'installent. Pour sécuriser une offre alimentaire de plus en plus variable, un certain nombre d'éleveurs situés dans les plaines côtières de Corse s'orientent vers l'autosuffisance en foin, alors que d'autres assurent la complémentation hivernale par du foin importé. Une grande partie de l'alimentation reste fournie par la végétation spontanée à partir du printemps. Les contraintes appliquées sur la race Corse sont donc très liées à une évolution des systèmes de production qui va vers une diminution des systèmes pastoraux du centre Corse et une concentration de l'élevage sur les plaines. Inversement, certains éleveurs Corses souhaitent relancer certaines dynamiques pastorales, notamment à travers la garde partagée des troupeaux en transhumance, pour conserver le caractère rustique de leur ressource animale. Au fil de ces évolutions, la race Corse

demeure la seule race introduite dans les troupeaux (Chapitres 3 et 5). Se pose alors la question des qualités qu'elle conserve, en particulier au regard d'autres races concurrentes, en particulier pour les TOIs difficiles à prendre en compte dans les schémas classiques de sélection (Lauvie et Couix, 2012). De ces qualités dépend en effet en partie sa capacité à rester « attractive » pour ses gestionnaires au regard d'autres races.

D'autre part, les systèmes d'élevage à faible niveaux d'intrants peuvent être perçus comme une forme de valorisation de ces races (Lauvie et Couix, 2012), dans le sens où la race locale offre un service écosystémique de régulation du paysage et des activités agricoles, en permettant, de part ces TOIs rustiques, la permanence de tels systèmes (Leroy et al, 2018). Steyaert (2006) montre également la place des choix de production comme le pâturage sur prairie de marais dans la définition de la stratégie de valorisation de la race Maraichine, race participant à la conservation de la biodiversité des marais. Couix et al, (2016), illustrent également cette coévolution dans le sens d'un impact de l'introduction des races locales sur les SE, mais vont plus loin sur cet impact : si le changement de système alimentaire n'est pas systématique, il s'accompagne, pour la moitié des éleveurs ayant adopté la race Montbéliarde à la place d'un troupeau Holstein, de l'adoption d'un système d'alimentation plus herbager (Couix et al, 2016). La race Maraichine participe également, selon Steyaert (2006), à un regain d'intérêt de la part des éleveurs pour les prairies du Marais Poitevin.

On a donc d'une part une ressource génétique qui évolue au gré des qualités que requièrent les conditions d'élevage dans lesquelles elle est placée, et d'autre part des systèmes alimentaires pastoraux qui se maintiennent, voire émergent de l'utilisation de ressources génétiques locales. La disparition des composantes pastorales des systèmes d'élevage, à l'œuvre dans plusieurs pays méditerranéens dont la Corse et la Thessalie (de Rancourt et al, 2009), introduit donc de nouveaux éléments à prendre en compte dans la gestion collective de la race et questionne la stratégie commune de valorisation.

Conclusion générale

L'utilisation des races locales en race pure ou en croisement contribue à l'adéquation entre composition phénotypique du troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production. Cette pratique de gestion génétique peut être considérée par les éleveurs comme suffisante, en raison d'une rusticité de la race locale perçue comme « immuable », de contraintes pastorales qui s'allègent ou au contraire de contraintes pastorales qui garantissent la rusticité des animaux du troupeau qui y font face. Dans ce cas, l'éleveur peut focaliser ses pratiques de renouvellement et de réforme sur d'autres caractères d'intérêt. Mais l'utilisation des races locales peut aussi se coupler à d'autres PGG qui ont pour but de maintenir les caractères de rusticité du troupeau : choisir ses reproducteurs auprès de fournisseurs garants d'un mode d'élevage ou de sous-populations spécifiques de la race, refuser certains outils collectifs de gestion de la race, choisir le renouvellement sur des critères de rusticité ou leurs critères corrélés.

Modifier la démographie du troupeau peut aussi contribuer à l'adéquation entre composition phénotypique du troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production. Cela est le cas lorsque l'éleveur ajuste les taux de renouvellement – réforme à la variabilité interannuelle de l'offre fourragère.

Cependant, la composition phénotypique d'un troupeau incluant une ou des races locales évolue également sous l'influence de PGG assurant son adéquation avec l'environnement de production dans son ensemble et avec le contexte socio-économique de l'élevage. Ces facteurs sont en particulier la gestion du travail en élevage (travail de traite, assistance des agnelages, temps disponible pour l'observation et la connaissance des animaux), la réponse à des objectifs économiques ou techniques (production laitière, sécurisation de l'offre fourragère, intensification fourragère permettant l'expression du potentiel laitier, possibilité d'écoulement des réformes) ou encore la gestion des aléas sanitaires et zootechniques (anticipation des pertes sur épizootie ou réformes involontaires par exemple). Si le système d'élevage évolue, l'évolution de la composition phénotypique d'un troupeau pourra en être d'autant plus modifiée.

L'éleveur pourra donc jouer sur la diversité des PGG pour conserver une adéquation à différentes composantes, dont les composantes pastorales, ou prioriser l'adéquation à un type de composantes. Ses arbitrages reviennent à décider du rôle que l'on fait jouer à la ressource génétique (comme résultat de PGG) et seront donc notamment influencés par la situation des races et populations animales disponibles.

L'ensemble de ces dynamiques sur le long terme peut conduire à une coévolution parallèle des systèmes d'élevage et de la composition phénotypique des troupeaux sous l'influence de multiples facteurs, dont les contraintes pastorales. Cette coévolution donne parfois lieu à des ajustements comme par exemple le recours aux races locales sur un troupeau croisé en Thessalie. Au sein d'une même race locale, cette coévolution donne lieu à des compositions phénotypiques de troupeau qui pourront différer selon l'évolution du système d'élevage auquel elles sont associées.

CONCLUSION GENERALE

La capacité des reproducteurs issus du renouvellement externe à assurer le rôle qui leur est attribué, par exemple celui de permettre le maintien des composantes pastorales du système, peut donc se trouver remise en question. La restriction de l'approvisionnement en béliers à des réseaux de fournisseurs spécifiques dans certains élevages corses en est une manifestation.

Une coévolution complexe se joue donc entre des troupeaux, la population animale qui permet d'alimenter ces troupeaux en reproducteurs et les gradients de pastoralisme des systèmes d'élevage dans lesquels ils sont élevés. Ailleurs au Nord de la Méditerranée, on retrouve à l'égal de la Corse et de la Thessalie des gradients de composantes pastorales et la présence de races exotiques. La coévolution entre troupeaux, populations animales et systèmes d'élevages questionne donc avec acuité le devenir des systèmes pastoraux et celui des populations locales de petits ruminants.

Bibliographie

- Aboul-Naga, A., Osman, M.A., Alary, V., Hassan, F., Daoud, I., Tourrand, J.F., 2014. Raising goats as adaptation process to long drought incidence at the Coastal Zone of Western Desert in Egypt. *Small Ruminant Research* 121, 106–110. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.02.009>
- Agreil, C., Meuret, M., 2007. Feeding behaviour adjustments by ewes foraging in highly heterogenous and temporally variable environments. *Options Méditerranéennes Série A*, 331–336.
- Agreste, 2016. Memento de la statistique agricole. Corse. Direction Regionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF).
- Ahlman, T., Berglund, B., Rydhmer, L., Strandberg, E., 2011. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *J. Dairy Sci.* 94, 1568–1575. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3483>
- Ahlman, T., Ljung, M., Rydhmer, L., Rocklinsberg, H., Strandberg, E., Wallenbeck, A., 2014. Differences in preferences for breeding traits between organic and conventional dairy producers in Sweden. *Livestock Science*. 162, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.12.014>
- Amare, T., Goshu, G., Tamir, B., 2018. Flock composition, breeding strategies and farmers' traits of interest evaluation of Wollo highland sheep and their F1 crosses. *Journal of Animal Science and Technology* 60.
- Ambassade de France en Grèce, S. économique, 2017. Le commerce extérieur de la Grèce en 2016.
- Anthopoulou, T., Goussios, D., 2015. Activating territorial specificities under a national PDO cheese label. Cooperation of small dairy territories to promote local-placed Feta in Thessaly Region 16.
- Anthopoulou, T., Kaberis, N., 2012. Indications géographiques et dynamiques de développement territorial. Le difficile passage des coordinations tacites aux démarches collectives de valorisation patrimoniale (Grèce), in : Indications Géographiques, Dynamiques Socio- Economiques et Patrimoine Bio-Culturel En Turquie et Dans Les Pays Méditerranéens. CIHEAM Montpellier.
- Assemblée de Corse, 2011. Organisation du ramassage des brebis de réforme (No. 2011/E4/128). Collectivité Territoriale de Corse.
- Astruc, J.M., 2017. Programme RUSTIC : étude des causes de sortie des brebis.
- Astruc, J.M., Baloche, G., Buisson, D., Labatut, J., Lagriffoul, G., Larroque, H., Robert-Granie, C., Legarra, A., Barillet, F., 2016. La sélection génomique des ovins laitiers en France. *INRA Productions Animales* 29, 41–56.
- Aubron, C., Noël, L., Lasseur, J., 2016. Labor as a driver of changes in herd feeding patterns: Evidence from a diachronic approach in Mediterranean France and lessons for agroecology. *Ecological Economics* 127, 68–79. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.02.013>
- Audiot, A., 1995. Races d'hier pour l'élevage de demain, INRA éditions. ed, Espaces ruraux. Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- Audiot, A., Bouche, R., Brives, H., Casabianca, F., Gaillard, C., Roche, B., Trift, N., Steyaert, P., 2004. Comment valoriser les populations animales locales transforme les ressources génétiques, in : BRG - 5eme Colloque National. Un Dialogue Pour La Diversité Génétique.
- Audiot, A., Flamant, J.C., 1982. Qualités et dynamiques des populations d'animaux domestiques utilisant des surfaces pastorales. *Ethnozootechnie* 31, 41–57.
- Barillet, F., 2007. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. *Small Ruminant Research, Special Issue: The Outlook of Quantitative and Molecular Genetics Applications in Improving Sheep and Goats* 70, 60–75. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.01.004>
- Barillet, F., 1979. Organisation de la sélection ovine laitière et programme de conservation de races en Grèce (Rapport de mission). Institut National de la Recherche Agronomique, Toulouse (France).
- Barillet, F., Lagriffoul, G., Marnet, P.-G., Larroque, H., Rupp, R., Portes, D., Bocquier, F., Astruc, J.-M., 2016. Breeding objectives and reasoned strategy of implementation at the population level for French dairy sheep breeds. *Inra Prod. Anim.* 29, 19–40.
- Baticle, Y., 1974. L'élevage ovin dans les pays européens de la Méditerranée occidentale, Société Les Belles Lettres. ed. Publications de l'Université de Dijon XLVII, Paris.
- Bebe, O., Udo, H.M.J., Rowlands, G.J., Thorpe, W., 2003. Smallholders dairy systems in the Kenya highlands: breed preferences and breeding practices. *Livestock Production Science* 117–127.
- Belibasaki, S., Sossidou, E., Gavojdian, D., 2012. Local breeds: can they be a competitive solution for regional development in the world of “globalization”? The cases of greek and romanian local breeds. *Animal Science and Biotechnologies* 45, 278–284.
- Bellon, S., Guérin, G., 2004. Anticiper les aléas climatiques en programmant des sécurités. *Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)* 137–140.
- Bertin, J., 1983. *Semiology of graphics: diagrams, networks, maps*, The University of Wisconsin Press. ed. Madison.
- Bett, R.C., Kosgey, I.S., Kahi, A.K., Peters, K.J., 2009. Analysis of production objectives and breeding practices of dairy goats in Kenya. *Tropical Animal Health and Production* 41, 307–320. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9191-9>
- Blanc, F., Bocquier, F., Agabriel, J., D'hour, P., Chilliard, Y., 2006. Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research* 55, 489–510.
- Blanc, F., Bocquier, F., Agabriel, J., D'hour, P., Chilliard, Y., 2004. Amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages de ruminants : conséquences sur les fonctions de production et la longévité des femelles, in : *Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants*. pp. 155–161.
- Blanc, F., Dumont, B., Brunschwig, G., Bocquier, F., Agabriel, J., 2010. Robustesse, flexibilité, plasticité : des processus adaptatifs révélés dans les systèmes d'élevage extensifs de ruminants. *Inra Productions Animales* 23, 65–80.
- Blanc, F., Ollion, E., Puillet, L., Delaby, L., Ingrand, S., Tichit, M., Friggens, N.C., 2013. Evaluation quantitative de la robustesse des animaux et du troupeau : quels principes retenir ?, in :

BIBLIOGRAPHIE

Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants. Presented at the Rencontres autour des recherches sur les ruminants, Institut de l'élevage, pp. 265–272.

- Blanchet, A., Gotman, A., 1992. L'enquête et ses méthodes : l'entretien, Nathan. ed.
- Blasco, A., Toro, M.A., 2014. A short critical history of the application of genomics to animal breeding. *Livestock Science, Genomics Applied to Livestock Production* 166, 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.015>
- Blench, R., 2001. "You can't go home again". *Pastoralism in the new millenium*.
- Bocquier, F., Debus, N., Lurette, A., Maton, C., Viudes, G., Moulin, C.H., Jouven, M., 2014. Elevage de précision en systèmes d'élevage peu intensifiés. *Inra Productions Animales* 27, 101–112.
- Bocquier, F., Gonzalez-Garcia, E., 2011. Sustainability of ruminant agriculture in the new context: feeding strategies and features of animal adaptability into the necessary holistic approach. *Animal* 5, 1494–1494. <https://doi.org/10.1017/S1751731111001261>
- Bodin, L., Bolet, G., Garcia, M., Garreau, H., Larzul, C., David, I., 2010. Robustesse et canalisation : vision de généticiens. *INRA Productions Animales* 23, 11–22.
- Boichard, D., Brochard, M., 2012. New phenotypes for new breeding goals in dairy cattle. *Animal* 6, 544–550. <https://doi.org/10.1017/S1751731112000018>
- Boisseau, E., 2008. Diversité des pratiques de gestion des ressources génétiques par les éleveurs ovins laitiers : vers une amélioration de la gestion collective des races locales en Pyrénées-Atlantiques (Mémoire de Master). ENITA Clermont-Ferrand, Clermont-ferrand (FR).
- Boivin, X., Benssoussan, S., L'Hotellier, N., Bignon, L., Brives, H., Brule, A., Godet, J., Grannec, M.L., Hausberger, M., Kling-Eveillard, F., Tallet, C., Courboulay, V., 2012. Hommes et animaux d'élevage au travail : vers une approche pluridisciplinaire des pratiques relationnelles. *Inra Productions Animales* 25, 159–168.
- Bonnet, C., 1980. L'élevage ovin laitier en Corse, in: *La Sélection Des Ovins Laitiers. 1ère Journée Technique de l'Elevage Corse. 3 Octobre 1979, Greghje e Rughjoni, Cahiers de La Recherche Sur l'élevage En Corse. INRA - LRDE, Corte (France)*.
- Bouix, J., 1992. Adaptation des ovins aux conditions de milieu difficiles, in: *Animaux Domestiques et Gestion de l'espace. Presented at the Séminaire Animaux domestiques et gestion de l'espace, Theix (France)*, pp. 49–56.
- Bourbouze, A., Rubino, R., 1992. Grandeur, décadence et renouveau sur les terres utilisées en commun dans les pays de la Méditerranée, in : *Terres Collectives En Mediterranée: Histoire, Législation, Usages et Modes d'utilisation Par Les Animaux. Bourbouze A. et Rubino R.*, pp. 9–23.
- Boyazoglu, J., Flamant, J.C., 1990. Mediterranean systems of animal production, in: *The World of Pastoralism. Galaty J.G. and Johnson D.L., New York (USA)*, p. 353.
- Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, Y., 2005. Livestock genetic resources and production systems: a mediterranean overview. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 10.

- Boyazoglu, J., Morand-Fehr, P., 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: a critical review. *Small Ruminant Research* 40, 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00203-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00203-0)
- Brunschwig, G., Blanc, F., 2011. Rusticité et résilience des systèmes d'élevage pastoraux, in : *La Rusticité : L'animal, La Race, Le Système d'élevage ? Pastum*. pp. 39–46.
- Brunschwig, G., Devienne, S., Bourbouze, A., 2007. Regards croisés sur la gestion des élevages pastoraux en conditions de milieu difficiles : analyse de cas dans les Andes centrales péruviennes, la steppe mongole et l'Atlas marocain, in : *Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants*.
- Byrne, T.J., Amer, P.R., Fennessy, P.F., Hansen, P., Wickham, B.W., 2012. A preference-based approach to deriving breeding objectives: applied to sheep breeding. *Animal* 6, 778–788. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002060>
- Caballero, R., Fernandez-Gonzalez, F., Perez Badia, R., Molle, G., Roggero, P., Bagella, S., D'Ottavio, P., Papanastasis, V., Fotiadis, G., Sidiropoulou, A., Ispikoudis, I., 2009. Grazing systems and biodiversity in Mediterranean areas: Spain, Italy and Greece. *Pastos* 39, 9–152.
- Canario, L., Mignon-Grasteau, S., Dupont-Nivet, M., Phocas, F., 2013. Genetics of behavioural adaptation of livestock to farming conditions. *Animal* 7, 357–377.
- Carayol-Costa, B., 2011. Quelles perspectives d'évolution pour l'insémination artificielle en race Corse ? Etude du positionnement des éleveurs et des autres acteurs de la filière ovine laitière (Mémoire de Master). Université de Corse, Faculté des Sciences et Techniques.
- Casabianca, F., 2011. La notion de rusticité. Définitions et conceptions, in : *La Rusticité : L'animal, La Race, Le Système d'élevage ? Pastum*. pp. 19-24.
- Castel-Genis, J.M., Chentouf, M., Mena, Y., Morand-Fehr, P., Pacheco, F., Srour, G., Toussaint, G., Ruiz, A., 2011. Propositions d'indicateurs complémentaires pour l'évaluation des systèmes de production ovine et caprine à base de parcours ou de pâture cultivées. *Options méditerranéennes Série A*, 19.
- Catanese, F., Distel, R.A., Provenza, F.D., Villalba, J.J., 2012. Early experience with diverse foods increases intake of nonfamiliar flavors and feeds in sheep. *J. Anim. Sci.* 90, 2763–2773. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4703>
- CGRFA, 2012. Report of a consultation on the definition of breed categories. FAO, Rome (Italy).
- Choisit, J.P., Vallerand, F., 1992. Ovins, caprins : Des filières en transformation. *Economie Corse, INSEE* 10–13.
- Colditz, I.G., Hine, B.C., 2016. Resilience in farm animals: biology, management, breeding and implications for animal welfare. *Animal Production Science* 56, 1961. <https://doi.org/10.1071/AN15297>
- Collectivité Territoriale de Corse, 2006. Plan de relance filières ovines et caprines (Rapport du Président du Conseil Exécutif de Corse).

BIBLIOGRAPHIE

- Coux, N., Gaillard, C., Lauvie, A., Mugnier, S., Verrier, É., 2016. Des races localement adaptées et adoptées, une condition de la durabilité des activités d'élevage. *Cah. Agric.* 25, 650009. <https://doi.org/10.1051/cagri/2016052>
- Cournut, E., 1985. Les tendances d'évolution des élevages, in: *L'Élevage Ovin Corse : Éléments Pour Son Développement*. Presented at the 5ème Journée technique, INRA - LRDE, Corte (France).
- Cristofini, B., Deffontaines, J.-P., Raichon, C., Verneuil, B. de, 1978. Pratiques d'élevage en Castagniccia. *Études rurales* 89–110.
- Darnhofer, I., Bellon, S., Dedieu, B., Milestad, R., 2010. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 545–555. <https://doi.org/10.1051/agro/2009053>
- Darré, J.P., 1985. *La parole et la technique : l'univers de pensée des éleveurs du Ternois*. L'Harmattan, Paris.
- Darré, J.-P., Mathieu, A., Lasseur, J., Marcel, 2007. *Le sens des pratiques : Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*. Inra-Quae, Paris.
- de Goede, D.M., Gremmen, B., Blom-Zandstra, M., 2013. Robust agriculture: Balancing between vulnerability and stability. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 64–65, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2012.03.001>
- De Rancourt, M., Fois, N., Lavin, M.P., Tchakerian, E., Vallerand, F., 2009. Mediterranean sheep and goat production: An uncertain future. *Small Ruminant Research* 62, 167–179.
- Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J.Y., Gibon, A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Productions animales* 21, 45–58.
- Dedieu, B., Ingrand, S., 2010. Incertitude et adaptation : cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. *Productions animales* 23, 81–90.
- Dedieu, B., Serviere, G., 2012. Vingt ans de recherche-développement sur le travail en élevage : acquis et perspectives. *INRA Productions animales* 25, 85–100.
- Delfosse, C., Prost, J.A., 1998. Transmission et appropriation des savoirs fromagers : un siècle de relations entre industriels de Roquefort et transformateurs corses. *Ruralia* 2.
- Despret, V., 2011. Attachement homme-animal : manières de connaître ou manières d'aimer ? in : *La Rusticité : L'animal, La Race, Le Système d'élevage ? Pastum*, pp. 95-102.
- D'hour, P., Petit, M., Pradel, P., Garel, J.P., 1995. Evolution du poids et de la production laitière au pâturage de vaches Salers et limousines dans deux milieux, in : *Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants*. pp. 105–108.
- Digard, J.P., Landais, E., Lhoste, P., 1993. La crise des sociétés pastorales. Un regard pluridisciplinaire. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 46, 683–692.
- Dossa, L.H., Sangaré, M., Buerkert, A., Schlecht, E., 2015. Production objectives and breeding practices of urban goat and sheep keepers in West Africa: regional analysis and implications for the development of supportive breeding programs. *Springer plus* 4. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1075-7>

BIBLIOGRAPHIE

- Douhard, F., 2013. Resilient livestock systems: a resource allocation approach to combine selection and management within the herd environment (PhD Thesis). AgroParisTech, Paris.
- DRAAF, 2017. Les chiffres clés de l'agriculture corse. Bilan de campagne 2016.
- Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., Tichit, M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal* 7, 1028–1043. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002418>
- Dumont, B., Garel, J.P., Ginane, C., Decuq, F., Farruggia, A., Pradel, P., Rigolot, C., Petit, M., 2007. Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal* 1, 1042–1052. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000250>
- Dumont, B., González-García, E., Thomas, M., Fortun-Lamothe, L., Ducrot, C., Dourmad, J.Y., Tichit, M., 2014. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal* 8, 1382–1393. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001281>
- Duncan, A.J., Teufel, N., Mekonnen, K., Singh, V.K., Bitew, A., Gebremedhin, B., 2013. Dairy intensification in developing countries: effects of market quality on farm-level feeding and breeding practices. *Animal* 7, 2054–2062.
- Dwyer, C.M., Lawrence, A.B., 2005. A review of the behavioural and physiological adaptations of hill and lowland breeds of sheep that favour lamb survival. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 235–260. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.05.010>
- Eckstein, H., 1970. Case-study and theory in political Science, in: *The Handbook of Political Science: Strategies of Inquiry*. Greenstein F.I. and Polsby N., Londres, pp. 79–137.
- Eldin, M., Milleville, P., 1989. *Le Risque en agriculture*. IRD Editions.
- Environmental Systems Research Institute, 2015. ArcGis software version 10.3.1. Environmental Systems Research Institute Inc, Redlands CA (USA).
- Eychenne, C., 2008. Les éleveurs et l'estive : pour une approche compréhensive des pratiques pastorales. *Natures Sciences Sociétés* 16, 131–138.
- FAO, 2015. The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture, FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Scherf B.D., Pilling D., Rome (Italy).
- FAO/WAAP, 2008. Production Environment Descriptors for Animal Genetic Resources (Report of the FAO/WAAP Workshop). FAO, Caprarola (IT).
- Farine, D.R., Montiglio, P.O., Spiegel, O., 2015. From individuals to group and back: the evolutionary implications of group phenotypic composition. *Trends in Ecology and Evolution* 30, 609–621.
- Faucher, D., 1923. L'évolution industrielle de l'élevage ovin en Corse. *Revue de géographie alpine* 11, 277–283. <https://doi.org/10.3406/rga.1923.5505>
- Faye, E., 2010. Analyse-diagnostic de l'agriculture de la vallée du Tavignano en Corse (Mémoire de Master). AgroParisTech.

- Flamant, J.C., Bibé, B., Gibon, A., Vu Tien, J., 1979. Approche pour une amélioration génétique des races locales ovines. Notion de rusticité. Presented at the 5ème JROC, INRA/ITOVIC, Paris, pp. 427–441.
- Fragos, K., 1988. Genetic improvement programs for sheep and goats in Greece. *Animal Science Review*, Special Edition.
- Francois, D., Allain, D., Foulquié, D., Boissy, A., Jacquiet, P., Moreno-Romieux, C., Rupp, R., Bodin, L., Hazard, D., Bouix, J., 2010. Amélioration génétique de l'adaptation des ovins aux milieux difficiles, in : 17èmes Rencontres Recherches Ruminants, Collection Résultats Institut de l'Élevage. Presented at the Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Institut de l'élevage, Paris, pp. 439–442.
- Gabina, D., 2006. The future of sheep and goat production in Europe: prospects within the framework of new support regimes and market conditions. *Small Ruminant Research* 62, 149–226.
- Galanopoulos, K., Abas, Z., Laga, V., Hatziminaoglou, I., Boyazoglu, J., 2011. The technical efficiency of transhumance sheep and goat farms and the effect of EU subsidies: Do small farms benefit more than large farms? *Small Ruminant Research* 100, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.05.008>
- Gamisans, J., 1999. La végétation de la Corse, EdiSud. ed.
- Gandini, G., Avon, L., Bohte-Wilhelmus, D., Bay, E., Colinet, F.G., Choroszy, Z., Diaz, C., Duclos, D., Fernandez, J., Gengler, N., Hoving-Bolink, R., Kearney, F., Lilja, T., Maki-Tanila, A., Martin-Collado, D., Maurice-Van Eijndhoven, M., Musella, M., Pizzi, F., Soini, K., Toro, M., Turri, F., Viinalas, H., EURECA Consortium, Hiemstra, S.J., 2010. Motives and values in farming local cattle breeds in Europe: a survey on 15 breeds. *Animal Genetic Resources, Food and Agriculture Organization of the United Nations* 45–58.
- Gasson, R., 1973. Goals and values of farmers. *Journal of Agricultural Economics* 24.
- Gebreyesus, G., Haile, A., Dessie, T., 2013. Breeding scheme based on community-based participatory analysis of local breeding practices, objectives and constraints for goats around Dire Dawa, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 25.
- Gelasakis, A., Valergakis, G.E., Fortomaris, P., Arsenos, G., 2010. Farm conditions and production methods in Chios sheep flocks. *J. Hell. Vet. Med. Soc.* 61, 111–119.
- Gelasakis, A.I., Valergakis, G.E., Arsenos, G., Banos, G., 2012. Description and typology of intensive Chios dairy sheep farms in Greece. *J. Dairy Sci.* 95, 3070–3079. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4975>
- Georgoudis, A., Baltas, A., Tsafaras, C., Ligda, C., Danou, E., Fragos, K., 2001a. Developing biodiversity indicators for the livestock in Greece. Presented at the OECD Expert Meeting on Agri-Biodiversity Indicators, Zurich, Switzerland.
- Georgoudis, A., Chatziplis, D., Ligda, C., Fragos, K., 2001b. Network data processing for milk recording in Greece, in : Klopčič, M., Malinger, K., Siard, N., Zgur, S. (Eds.), *Performance Recording of Animals: State of the Art, 2000*, European Association for Animal Production publication. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 355–358.

BIBLIOGRAPHIE

- Georgoudis, A., Hatziminaoglou, I., Pappas, V., 1995. The breeding scheme of the Karagouniko sheep in Greece, in: *Stratégies for Sheep and Goat Breeding, Cahiers Options Méditerranéennes*. Gabina, D., Zaragoza, pp. 61–65.
- Germain, H., Fiolet, M., Binot, C., 2011. Choix génétiques autour de la relance de trois races ovines rustiques en Languedoc-Roussillon, in : *La Rusticité : L’animal, La Race, Le Système d’élevage ? Pastum*. pp. 83-91
- Getachew, T., Haile, A., Tibbo, M., Sharma, A.K., Solkner, J., Wurzinger, M., 2010. Herd management and breeding practices of sheep owners in a mixed crop-livestock and a pastoral system of Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 5, 685–691.
- Gibon, A., Roux, M., Vallerand, F., 1988. Eleveur, troupeau et espace fourrager : contribution à l’approche globale des systèmes d’élevage. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, INRA 11, 7–11.
- Girard, N., Bellon, S., Hubert, B., Lardon, S., Moulin, C.-H., Osty, P.-L., 2001. Categorising combinations of farmers’ land use practices: an approach based on examples of sheep farms in the south of France. *Agronomy* 21, 435–459. <https://doi.org/10.1051/agro:2001136>
- Girard, N., Hubert, B., 1999. Modelling expert knowledge with knowledge-based systems to design decision aids. The example of a knowledge-based model on grazing management. *Agricultural Systems* 123–144.
- Gizaw, S., Komen, H., van Arendonk, J.A.M., 2010. Participatory definition of breeding objectives and selection indexes for sheep breeding in traditional systems. *Livestock Science* 128, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.10.016>
- Gomes Arandas, J.K., Chaves Alves, A.G., Facó, O., Belchior, E.B., Shiotsuki, L., de Arruda Leite, P.M.B., Ribeiro, M.N., 2017. Do traditional sheep breeders perform conscious selection? An example from a participatory breeding program of Morada Nova sheep. *Tropical Animal Health and Production*. 49, 1479–1487. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1350-4>
- Goussios, D., 2015. Construction de Cluster en Thessalie. Presented at the Entrepreneurial Discovery Focus-groups on dairy and meat value-chain in Eastern Macedonia and Thrace, Komotini (Grèce).
- Guerin, G., Agreil, C., 2007. Qualifier les surfaces pastorales pour combiner le renouvellement des ressources alimentaires et la maîtrise des couverts végétaux. *Acquis, enjeux et questions actuelles. Présenté aux Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, Paris, pp. 145–152.
- Guillaume, F., Boichard, D., Ducrocq, V., Fritz, S., 2011. Utilisation de la sélection génomique chez les bovins laitiers. *Inra Productions Animales* 4, 363–368.
- Gunia, M., 2011. Facteurs génétiques de la rusticité et sélection animale, in : *La Rusticité : L’animal, La Race, Le Système d’élevage ? Pastum*. pp. 25-30
- Hadjigeorgiou, I., 2011. Past, present and future of pastoralism in Greece. *Pastoralism: Research, Policy and Practice* 1.
- Hadjigeorgiou, I., Osoro, K., de Almeida, J.P.F., Molle, G., 2005. Southern European grazing lands: Production, environmental and landscape management aspects. *Livestock Production Science* 96, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.05.016>

BIBLIOGRAPHIE

- Haile, A., Mirkena, T., Duguma, G., Wurzinger, M., Rischkowsky, B., Tibbo, M., Okeyo, A.M., Solkner, J., 2013. Community based sheep breeding programs: Tapping into indigenous knowledge. *Livestock Research for Rural Development* 25.
- Hardaker, J.B., Lien, G., Anderson, J.R., Huirne, R., 2015. *Coping with Risk in Agriculture*, 3rd edition: Applied Decision Analysis. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Hatziminaoglou, I., 2001. Brebis et chèvres en Grèce et dans le monde. Editions Giachoudi, Thessalonique.
- Hatziminaoglou, I., Volanis, M., Zervas, N., 1989. Breeding goal and breeding scheme in sheep. *Animal Science Review, Special Edition* 6, 139–166.
- Hatziminaoglou, J., Polyzos, N., Magoulas, I., Boyazoglu, J.G., 1992. Législation, utilisation par les animaux et perspectives. Le cas de la Grèce., in : *Terres Collectives En Méditerranée*. Bourbouze A. et Rubino R., pp. 91–115.
- Henryon, M., Berg, P., Sørensen, A.C., 2014. Invited review: Animal-breeding schemes using genomic information need breeding plans designed to maximise long-term genetic gains. *Livestock Science, Genomics Applied to Livestock Production* 166, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.016>
- Herd, R.M., Arthur, P.F., 2009. Physiological basis for residual feed intake. *J. Anim. Sci.* 87, 64–71. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1345>
- Hoffman, I., 2013. Adaptation to climate change: exploring the potential of locally adapted breeds. *Animal* 7, 346–362.
- Hoffman, I., Scherf, B., Wieczorek, M., Pilling, D., Mwacharo, J.M., 2009. Threats to animal genetic resources –Their relevance, importance and opportunities to decrease their impact (Background study paper No. 50), Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO.
- Holloway, L., Morris, C., Gilna, B., Gibbs, David, 2011. Choosing and rejecting cattle and sheep: changing discourses and practices of (de)selection in pedigree livestock breeding. *Agriculture and Human Values* 28, 533–547. <https://doi.org/10.1007/s10460-010-9298-2>
- Hostiou, N., Fagon, J., 2012. Simplification des conduites d'élevage : analyse transversale des pratiques mises en œuvre dans les filières herbivores et granivores. *INRA Productions animales* 25, 127–140.
- Hubert, B., 2011. La rusticité : caractère intrinsèque ou propriété émergente ? in : *La Rusticité : L'animal, La Race, Le Système d'élevage ? Pastum*. pp. 13-15
- Ilatsia, E.D., Roessler, R., Kahi, A.K., Piepho, H.-P., Zarate, V., 2012. Production objectives and breeding goals of Sahiwal cattle keepers in Kenya and implications for a breeding programme. *Tropical Animal Health and Production*. 44, 519–530. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9928-8>
- ILOCC, 2013. Edition Spéciale AOC Brocciu. Le petit Journal de l'Interprofession.
- ILOCC, 2011. La production de lait de brebis en Corse : Campagne 2011. Repères techniques et technico-économiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Iniguez, L., Hilali, M., Thomas, D.L., Jesry, G., 2009. Udder measurements and milk production in two Awassi sheep genotypes and their crosses. *Journal of Dairy Science* 92, 4613–4620. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1950>
- INRA, 2014. Races animales françaises menacées d'abandon pour l'agriculture (Rapport méthodologique). Institut National de la Recherche Agronomique.
- INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments. Tables INRA 2007, Quae. ed. Versailles (France).
- Jabbar, M.A., Diedhiou, M.L., 2003. Does breed matter to cattle farmers and buyers? Evidence from West Africa. *Ecological Economics, Valuing Animal Genetic Resources* 45, 461–472. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00097-1)
- Johnson, T.P., 2014. Snowball Sampling: Introduction, in: *Wiley Stats Ref: Statistics Reference Online*. American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat05720>
- JORF, 2013. Cahier des charges de l'appellation d'origine "Brocciu Corse" ou "Brocciu."
- Jouven, M., Baumont, R., Ingrand, S., Bocquier, F., 2009. Modelling small ruminant systems in Mediterranean area. *Options Méditerranéennes : Serie A* 277–292.
- Jouven, M., Lapeyronie, P., Moulin, C.-H., Bocquier, F., 2010. Rangeland utilization in Mediterranean farming systems. *Animal* 4, 1746–1757. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000996>
- Kalatzopoulos, G., 1989. Le fromage "fêta," in : *Le Lait Dans La Région Méditerranéenne, Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)*. Tisserand, J.L., Paris : CIHEAM, pp. 221–222.
- Kaufmann, J.-C., 2011. *L'entretien compréhensif - L'enquête et ses méthodes*, 3e édition. ed. Armand Colin, Paris.
- Knap, P.W., 2005. Breeding robust pigs. *Aust. J. Exp. Agric.* 45, 763–773. <https://doi.org/10.1071/EA05041>
- Knight, F., 1921. *Risk uncertainty and profit*, Houghton Mifflin. ed. Boston (USA).
- Kominakis, A., Hager-Theodorides, A.L., Saridaki, A., Antonakos, G., Tsiamis, G., 2017. Genome-wide population structure and evolutionary history of the Frizarta dairy sheep 1. *animal* 11, 1680–1688. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000428>
- Kominakis, A.P., Papavasiliou, D., Rogdakis, E., 2009. Relationships among udder characteristics, milk yield and, non-yield traits in Frizarta dairy sheep. *Small Ruminant Research* 84, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.06.010>
- Kosgey, I.S., Rowlands, G.J., van Arendonk, J. a. M., Baker, R.L., 2008. Small ruminant production in smallholder and pastoral/extensive farming systems in Kenya. *Small Ruminant Research* 77, 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.02.005>
- Kriegk, M., 2011. *Analyse-diagnostic de l'agriculture de la plaine orientale de Corse (Mémoire de Master)*. AgroParisTech.

- Kugonza, D.R., Nabasirye, M., Hanotte, O., Mpairwe, D., Okeyo, A.M., 2011. Pastoralists' indigenous selection criteria and other breeding practices of the long-horned Ankole cattle in Uganda. *Tropical Animal Health and Production* 44, 557–565. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9935-9>
- Kulak, K., Wilton, W.J., Fox, G.B., Dekkers, J.C.M., 2003. Comparison of economic values with and without risk for livestock trait improvement. *Livestock Production Science* 79, 183–191.
- Labatut, J., 2013. La coopération au cœur des dispositifs de gestion des races locales. *Innovations Agronomiques* 85–97.
- Labatut, J., Aggeri, F., Astruc, J.M., Bibé, B., Girard, N., 2009. The active role of instruments in articulating knowing and knowledge: The case of animal qualification practices in breeding organisations. *The Learning Organization* 16, 371–385. <https://doi.org/10.1108/09696470910974162>
- Labatut, J., Aggeri, F., Bibe, B., Girard, N., 2011. Construire l'animal sélectionnable. *Revue d'anthropologie...* 5, 302–336. <https://doi.org/10.3917/rac.013.0302>
- Labatut, J., Aguerre, X., Arranz, J.M., Astruc, J.M., Bibé, B., Boisseau, E., Girard, N., Thenard, V., 2008a. Vers une meilleure connaissance des usages des outils de sélection pour piloter la gestion collective des races ovines laitières locales en Pyrénées-Atlantiques. Présenté aux Rencontres autour des recherches sur les ruminants.
- Labatut, J., Astruc, J.M., Barillet, F., Boichard, D., Ducrocq, V., Griffon, L., Lagriffoul, G., 2014. Implications organisationnelles de la sélection génomique chez les bovins et es ovins laitiers en France : analyses et accompagnement. *Inra Productions animales* 27, 303–316.
- Labatut, J., Girard, N., Astruc, J.M., Bibé, B., Boisseau, E., 2008b. From individual practices to cooperation modes in a collective breeding organisation : the case of local sheep breed management in Western-Pyrenees. Presented at the 8 European IFSA Symposium - Empowerment of the rural actors: A renewal of farming systems perspectives, INRA editions, Clermont-Ferrand, pp. 171–173.
- Lacombe, N., 2015. Les coproduits entre marginalisation et relance. Le cas des viandes de petits ruminants en élevage méditerranéen.
- LACTIMED, 2014. Developing the typical dairy products of Thessaly. Diagnosis and local strategy. University of Thessaly and the Mediterranean Agronomic Institute of Montpellier (CIHEAM - IAMM).
- Lafitte, L., 2012. Analyse-diagnostic de l'agriculture de la Castagniccia (Corse) (Mémoire de Master). AgroParisTech.
- Laga, V., 1986. Systèmes d'élevage ovins laitiers transhumants de Grèce centrale : résultats des élevages et performances de la race Vlachiko (Doctorat). Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Laga, V., Ragkos, A., Skapetas, V., Mitsopoulos, I., Kiritsi, S., Abas, Z., Mazaraki, K., Bambidis, V., 2012. Current trends in the transhumant sheep and goat sector in Greece. *Options Méditerranéennes Série A*, 473–476.

BIBLIOGRAPHIE

- Lagriffoul, G., Morin, E., Astruc, J.M., De Boissieu, C., Hassoun, P., Larroque, H., Legarto, J., Barillet, F., 2014. 25 ans d'évolution du potentiel laitier de la race Lacaune, des conditions d'alimentation des brebis et des résultats économiques dans le bassin ovin laitier de Roquefort, in : Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants.
- Lambert-Derkimba, A., Verrier, E., Casabianca, F., 2011. Tensions entre ressources génétiques locales et ancrage territorial des produits. La race porcine corse dans un projet AOP. *Economie Rurale* 322, 39–49.
- Landais, É., Deffontaines, J.-P., Benoit, M., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Études rurales* 125.
- Landais, E., Lasseur, J., 1993. Une application du concept de modèle d'action. Pour une lecture zootechnique des pratiques d'élevage. *Etudes Rurales*.
- Lauvie, A., 2007a. Gérer les populations animales locales à petits effectifs. Approche de la diversité des dispositifs mis en œuvre (Doctorat). AgroParisTech, Paris.
- Lauvie, A., Audiot, A., Couix, N., Casabianca, F., Brives, H., Verrier, E., 2011. Diversity of rare breed management programs: Between conservation and development. *Livestock Science*. 140, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.025>
- Lauvie, A., Casabianca, F., Verrier, E., Audiot, A., Brives, H., 2007b. Gestion des populations animales à petits effectifs. Accès aux dispositifs par l'analyse des controverses. *Natures Sciences Sociétés* 15, 154–161.
- Lauvie, A., Couix, N., 2012. Diversité des formes de valorisation des populations animales et gestion des ressources génétiques animales. *Inra Productions Animales* 25, 431–440.
- Lauvie, A., Paoli, J.C., Moulin, C.H., 2015. Managing local breeds: a dynamic connected to livestock farming systems that concerns different levels of organization. *Animal Genetic Resources* 56, 119–125.
- Lemery, B., 2003. Les agriculteurs dans la fabrique d'une nouvelle agriculture. *Sociologie du travail* 45, 9–25.
- Lenclud, G., Pernet, F., 1978. Ressources du milieu, gestion du troupeau et évolution sociale : le cas de la Corse. *Etudes Rurales* 71, 49–87.
- Leroy, G., Baumung, R., Boettcher, P., Besbes, B., From, T., Hoffmann, I., 2018. Animal genetic resources diversity and ecosystem services. *Global Food Security* 17, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.04.003>
- Leroy, G., Baumung, R., Notter, D., Verrier, E., Wurzinger, M., Scherf, B., 2017. Stakeholder involvement and the management of animal genetic resources across the world. *Livestock Science* 198, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.02.018>
- Lhoste, P., Milleville, P., 1986. La conduite des animaux : techniques et pratiques d'éleveurs, in: *Méthodes Pour La Recherche Sur Les Systèmes d'élevage En Afrique Intertropicale*, Etudes et Synthèses de l'IEMVT. Landais E. et Faye J., Maisons-Alfort, pp. 247–268.

BIBLIOGRAPHIE

- Ligda, C., Altarayrah, J., Georgoudis, A., the ECONOGENE consortium, 2009. Genetic analysis of Greek sheep breeds using microsatellite markers for setting conservation priorities. *Small Ruminant Research* 83, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.04.002>
- Ligda, C., Casabianca, F., 2013. Adding value to local breeds: challenges, strategies and key factors. *Animal Genetic Resources* 107–116.
- Loukas, A., Vasiliades, L., Tzabiras, J., 2007. Evaluation of Climate Change on Drought impulses in Thessaly, Greece. *European Water* 17–28.
- Malher, X., Beaudreau, F., Poupin, B., Falaise, G., Losdat, J., 1999. Réforme et renouvellement dans les grands troupeaux laitiers caprins de l'Ouest de la France. *INRA Productions Animales* 12, 123–133.
- Mandonnet, N., Tillard, E., Faye, B., Collin, A., Gourdine, J.L., Naves, M., Bastianelli, D., Tixier-Boichard, M., Renaudeau, D., 2011. Adaptation des animaux d'élevage aux multiples contraintes des régions chaudes. *Productions Animales* 24, 41–64.
- Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M., 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. *Small Ruminant Research* 71, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- Marie, C., Bocquier, F., Barillet, F., 1996. Influence du potentiel laitier sur les composantes de l'efficacité alimentaire de brebis Lacaune 4.
- Marie-Etancelin, C., Astruc, J.M., Pailler, F., Larroque, H., Robert-Granie, C., 2005. Première évaluation génétique de la morphologie mammaire des brebis laitières Lacaune, in : *Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants*. Paris, pp. 289–292.
- Martin-Collado, D., Byrne, T.J., Amer, P.R., Santos, B.F.S., Axford, M., Pryce, J.E., 2015a. Analysing the heterogeneity of farmers' preferences for improvements in dairy cow traits using farmer typologies. *Journal of Dairy Science*. 98, 4148–4161. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9194>
- Martin-Collado, D., Soini, K., Maki-Tanila, A., Toro, M.A., Diaz, C., 2014. Defining farmer typology to analyze the current state and development prospects of livestock breeds: The Avilena-Negra Iberica beef cattle breed as a case study. *Livestock Science*. 169, 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.003>
- Melese, J., 1982. *L'analyse modulaire des systèmes de gestion, Hommes et techniques* (3ème Edition).
- Meuret, M., 2011. Quand les éleveurs apprennent à leurs animaux à devenir plus “rustiques,” in : *La Rusticité : L'animal, La Race, Le Système d'élevage ? Pastum*. pp. 31–38.
- Meuret, M., Lefrileux, Y., 2009. À partir de quand qualifier de “pastoral” un élevage caprin contemporain en France ? *Ethnozootecnie* 131–132.
- Meuret, M., Provenza, F.D., 2014. How French shepherds create meal sequences to stimulate intake and optimise use of forage diversity on rangeland. *Animal Production Science* 55.
- Millet, M., 2017. Hommes, milieux, brebis et laits à la croisée des fromages : L'ancrage territorial des ovins laitiers en Corse et en Pyrénées-Atlantiques depuis la fin du XXe siècle.

BIBLIOGRAPHIE

- Minery, S., Brochard, M., Pinard, D., 2013. La génétique : des potentialités renouvelées pour une meilleure adaptation des animaux à différentes conduites d'élevage. *Ethnozootecnie* 39–42.
- Mirkena, T., Duguma, G., Haile, A., Tibbo, M., Okeyo, A.M., Wurzinger, M., Sölkner, J., 2010. Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review. *Livestock Science* 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.003>
- Mohammed, T., Kebede, K., Mekasha, Y., Abera, B., 2014. Herd management and breeding practices of sheep owners in North Wollo zone, Northern Ethiopia. *Middle East Journal of scientific research* 21, 1570–1578.
- Mougenot, C., Gaillard, C., 2017. Faut-il génotyper “nos bonnes vaches”? Une approche de la génomique par les contradictions 17.
- Moulin, C.-H., 1993. Le concept de fonctionnement de troupeau. Diversité des pratiques et variabilité des performances animales dans un système agropastoral sahélien., in : *Etudes et Recherches Sur Les Systèmes Agraires et Le Développement*, INRA. Versailles, pp. 73–93.
- Moulin, C.H., Bocquier, F., 2005. Adaptation de l'enseignement supérieur en sciences animales à un monde en mutation : conséquences sur la pédagogie et la transmission des savoirs, in : *Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants*. Paris, pp. 53–56.
- Moulin, C.H., Dedieu, B., Passelaigues, C., 2000. Renouvellement, réforme et gestion des effectifs du troupeau : exemples en élevage ovin viande, in : *Rencontres Autour Des Recherches Sur Les Ruminants*. Presented at the *Rencontres Recherche Ruminants*.
- Moulin, C., Girard, N., Dedieu, B., 2001. L'apport de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation. *Fourrages* 337–363.
- Moulin, C.H., Ingrand, S., Lasseur, J., Malderieux, S., Napoleone, M., Pluvinage, J., Thénard, V., 2008. Comprendre et analyser les changements d'organisation et de conduite de l'élevage dans un ensemble d'exploitations : propositions méthodologiques, in : *L'élevage En Mouvement. Flexibilité et Adaptation Des Exploitations d'herbivores*. pp. 181–196.
- Mpellos, G., Pappas, D., 2011. La contribution du centre d'amélioration génétique animale à l'appui et au développement de l'élevage. *Georgia-Ktinotrofia* 8, 58–70.
- Mwacharo, J.M., Drucker, A.G., 2005. Production objectives and management strategies of livestock keepers in south-east Kenya: implications for a breeding programme. *Tropical Animal Health and Production* 37, 635–652.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., Bernabucci, U., 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 10th World Conference on Animal Production (WCAP) 130, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>
- Nauta, W.J., Baars, T., Saatkamp, H., Weenink, D., Roep, D., 2009. Farming strategies in organic dairy farming: Effects on breeding goal and choice of breed. An explorative study. *Livestock Science*. 121, 187–199. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.06.011>
- Ndumu, D.B., Baumung, R., Wurzinger, M., Drucker, A.G., Okeyo, A.M., Semambo, D., Sölkner, J., 2008. Performance and fitness traits versus phenotypic appearance in the African Ankole

BIBLIOGRAPHIE

- Longhorn cattle: A novel approach to identify selection criteria for indigenous breeds. *Livestock Science* 113, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.04.004>
- Nicotra, A.B., Beever, E.A., Robertson, A.L., Hofmann, G.E., O’Leary, J., 2015. Assessing the components of adaptive capacity to improve conservation and management efforts under global change. *Conservation Biology* 29, 1268–1278. <https://doi.org/10.1111/cobi.12522>
- Nielsen, H.M., Amer, P.R., Byrne, T.J., 2014. Approaches to formulating practical breeding objectives for animal production systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 64, 2–12. <https://doi.org/10.1080/09064702.2013.827237>
- Nozieres, M.O., Moulin, C.H., Dedieu, B., 2011. The herd, a source of flexibility for livestock farming systems faced with uncertainties? *Animal* 5, 1442–1457. <https://doi.org/10.1017/S1751731111000486>
- Olesen, I., Groen, A.F., Gjerde, B., 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *Journal of Animal Science*. 78, 570–582.
- Ollion, E., Ingrand, S., Delaby, L., Trommenschlager, J.-M., Colette-Leurent, S., Blanc, F., 2015. Assessing the diversity of trade-offs between life functions in early lactation dairy cows. *Livestock Science* 183, 183. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.016>
- Oseni, S., Bebe, O., 2010. Climate change, genetics of adaptation and livestock production in low-input systems. Presented at the 2nd International Conference: Climate, Sustainability and Development in Semi-Arid Regions, Fortaleza (Ceara, Brésil), pp. 1–12.
- Osty, P., Lardon, S., De Sainte-Marie, C., 1998. Comment analyser les transformations de l’activité productrice des agriculteurs ? Propositions à partir des systèmes techniques de production. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, INRA Editions 397–413.
- Paoli, J.C., Santucci, P.M., 2010. Le problème des parcours méditerranéens au regard du dispositif de prévention des incendies. Le cas de la Corse., in : Emilie COUDEL, B.H., Hubert DEVAUTOUR, Christophe-Toussaint SOULARD (Ed.), ISDA 2010. Cirad-Inra-SupAgro, Montpellier, France, p. 10 p.
- Paoli, J.C., Viollet, A., Santucci, P., Gambotti, J.Y., Lauvie, A., 2013. Towards a better understanding of adaptation of local breeds to livestock farming systems: an exploratory methodological proposal. *Options Méditerranéennes Série A*, 501–505.
- Papachristoforou, C., Markou, M., 2006. Overview of the economic and social importance of the livestock sector in Cyprus with particular reference to sheep and goats. *Small Ruminant Research, Special Issue: The future of sheep and goat production in Europe: prospects within the framework of new support regimes and market conditions* 62, 193–199. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.014>
- Papadopoulos, S., Kantas, D., Theodosiadou, E., Barbagianni, M., Kogionos, L., Stagkos, D., Kouretas, D., Fthenakis, G., Valasi, I., 2016. Effect of melatonin treatment on fertility and antioxidant capacity of Karagouniko ewes under heat-stress conditions. Presented at the 18th International Congress of Animal Reproduction, Tours (France).

- Papanastasiou, D., Bartzanas, T., Panagakis, P., Kittas, K., 2014. Assessment of a Typical Greek Sheep Barn Based on Potential Heat-Stress of Dairy Ewes. *Applied Engineering in Agriculture* 953–959. <https://doi.org/10.13031/aea.30.10256>
- Papanastasiou, D.K., Bartzanas, T., Panagakis, P., Zhang, G., Kittas, C., 2016. Study of heat-stress levels in naturally ventilated sheep barns during heat waves: development and assessment of regression models. *International Journal of Biometeorology* 60, 1637–1644. <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1153-8>
- Papy, F., 1998. Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision, in : Biarnès, A., *La Conduite du Champ Cultivé : Points de Vue d’Agronomes : Séminaire*, Montpellier (FRA), 1994/09 (Eds.), *La conduite du champ cultivé : points de vue d’agronomes, Colloques et Séminaires*. ORSTOM, Paris, pp. 245–259.
- Pâtre, 1997. Production laitière ovine. *Pâtre, la revue des éleveurs de moutons*.
- Pâtre, 1986. Production laitière ovine. *Pâtre, la revue de l’élevage ovin*.
- Pellegrini, P., 2007. Les races bovines rustiques et leur domestication. *Ethnologie française* 34, 129–138.
- Perez-Cabal, M.A., Legaz, E., Cervantes, I., Fernando de la Fuente, L., Martinez, R., Goyache, F., Pablo Gutierrez, J., 2013. Association between body and udder morphological traits and dairy performance in Spanish Assaf sheep. *Arch. Tierz.-Arch. Anim. Breed.* 56, 430–442. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-042>
- Perucho, L., 2013. Analyse-diagnostic de l’agriculture de la région de Velesino en Thessalie, Grèce (Mémoire de Master). AgroParisTech.
- Perucho, L., Bazin, G., Goussios, D., 2015. Crise économique grecque et nouvelles dynamiques agraires : l’exemple de la Thessalie orientale. *Annales de géographie* 705, 473–497.
- Petit, D., Boujenane, I., 2017. Importance of determining the climatic domains of sheep breeds. *Animal* 1–7. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002944>
- Phocas, F., Agabriel, J., Dupont-Nivet, M., Geurden, I., Médale, F., Mignon-Grasteau, S., Gilbert, H., Dourmad, J.-Y., 2014a. Le phénotypage de l’efficacité alimentaire et de ses composantes, une nécessité pour accroître l’efficacité des productions animales. *INRA Productions Animales* 27, 27.
- Phocas, F., Belloc, C., Bidanel, J., Delaby, L., Dourmad, J.Y., Dumont, B., Ezanno, P., Fortun-Lamothe, L., Foucras, G., Frappat, B., Gonzalez-Garcia, E., Hazard, D., Larzul, C., Lubac, S., Mignon-Grasteau, S., Moreno, C.R., Tixier-Boichard, M., Brochard, M., 2016. Review: Towards the agroecological management of ruminants, pigs and poultry through the development of sustainable breeding programmes. II. Breeding strategies. *Animal* 10, 1760–1769. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001051>
- Phocas, F., Belloc, C., Delaby, L., Dourmad, J.Y., Ducrot, C., Dumont, B., Ezanno, P., Foucras, G., Gonzales-Garcia, E., Hazard, D., Lamothe, L., Larzul, C., Mignon-Grasteau, S., Moreno, C., Tixier-Boichard, M., 2014b. Outils et leviers pour favoriser le développement d’une génétique animale adaptée aux enjeux de l’agroécologie (étude ABCIS INRA No. SSP-2014-061). MAAF.

BIBLIOGRAPHIE

- Phocas, F., Bobe, J., Bodin, L., Charley, B., Dourmad, J.Y., Friggens, N.C., Hocquette, J.F., Le Bail, P.Y., Le Bihan-Duval, E., Mormède, P., Quéré, P., Schelcher, F., 2014c. Des animaux plus robustes : un enjeu majeur pour le développement durable des productions animales nécessitant l'essor du phénotypage fin et à haut débit. *INRA Productions animales* 27, 181–194.
- Phocas, F., Brochard, M., Larroque, H., Lagriffoul, G., Labatut, J., Guerrier, J., 2013. Etat actuel et perspectives d'évolution des objectifs de sélection chez les ruminants. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants* 129–132.
- Pilling, D., Rischkowsky, B., Scherf, B., 2008. Production environment descriptors for livestock breeds - a review of existing material (FAO/WAAP Workshop). FAO, Caprarola (IT).
- Porqueddu, C., Melis, R. a. M., Franca, A., Sanna, F., Hadjigeorgiou, I., Casasús Pueyo, I., 2017. The role of grasslands in the less favoured areas of Mediterranean Europe.
- Prost, J.A., Vallerand, F., 1986. Développer l'élevage ovin-caprin dans les zones marginalisées. Quelques enseignements de la situation Corse, in : Publications 1985, Greghe e Rughjoni, Cahiers de La Recherche Sur l'élevage En Corse. INRA - LRDE, Corte (France).
- Puillet, L., 2013. A modelling framework to evaluate benefits of animal adaptive capacity for livestock farming systems. Presented at the 64th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Nantes (France).
- R Development Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienne (Autriche).
- Raadsma, H.W., Dhungyel, O.P., 2013. A review of footrot in sheep: New approaches for control of virulent footrot. *Livestock Science*. 156, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.011>
- Ragkos, A., Abas, Z., 2015. Using the choice experiment method in the design of breeding goals in dairy sheep. *Animal* 9, 208–217. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002353>
- Ravis-Giordani, G., 1983. Bergers corses. Les communautés villageoises du Niolu. Edisud.
- Rieutort, L., 1995. L'élevage ovin en France : espaces fragiles et dynamique des systèmes agricoles. Presses Univ Blaise Pascal.
- Ripoll-Bosch, R., Joy, M., Bernués, A., 2014. Role of self-sufficiency, productivity and diversification on the economic sustainability of farming systems with autochthonous sheep breeds in less favoured areas in Southern Europe. *Animal* 8, 1229–1237. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000529>
- Riutort, P., 2004. Précis de sociologie, Presses Universitaires de France. ed. Paris.
- Roche, B., Dedieu, B., Ingrand, S., 2001. Taux de renouvellement et pratiques de réforme et de recrutement en élevage bovin allaitant du Limousin. *Inra Productions Animales* 14, 255–263.
- Rogovic, J., Pfister, J.A., Provenza, F.D., Grbesa, D., 2006. Sheep and goat preference for and nutritional value of Mediterranean maquis shrubs. *Small Ruminant Research* 64, 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.017>
- Rome, S., Giorgetti, J.P., 2007. La montagne corse et ses caractéristiques climatiques. *La Météorologie*.

BIBLIOGRAPHIE

- Samdup, T., Udo, H.M.J., Eilers, C.H. a. M., Ibrahim, M.N.M., van der Zijpp, A.J., 2010. Crossbreeding and intensification of smallholder crop-cattle farming systems in Bhutan. *Livestock Science*. 132, 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.014>
- Santucci, P., 2010. Vous avez dit pastoral ? Analyse de la mutation du pastoralisme corse. *Cahiers des Techniques de l'Inra* 25–34.
- Santucci, P., 1991. Le troupeau caprin et ses propriétés régulatrices, bases de l'élevage caprin extensif (Doctorat).
- Sauvant, D., Martin, O., 2010. Robustesse, rusticité, flexibilité, plasticité...les nouveaux critères de qualité des animaux et des systèmes d'élevage : définitions systémique et biologique des différents concepts. *Inra Productions Animales* 25, 5–10.
- Scarpa, R., Ruto, E.S.K., Kristjanson, P., Radeny, M., Drucker, A.G., Rege, J.E.O., 2003. Valuing indigenous cattle breeds in Kenya: an empirical comparison of stated and revealed preference value estimates. *Ecological Economics* 45, 409–426. <https://doi.org/10.1016/S09211800903000946>
- Scherf, B., Rischkowsky, B., Hoffman, I., 2005. Status of animal genetic resources: time for action? Presented at the International Workshop “Options and Strategies for the Conservation of Farm Animal Genetic Resources,” Montpellier (FR).
- Sebillotte, M., Soler, L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. I. Acquis et questions vives., in : *Modélisation Systemique et Systeme Agraire : Décision et Organisation*.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J.B., Dunshea, F.R., Lacetera, N., 2018. Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal* 1–14. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>
- Selmi, A., 2014. La construction d'un “animal nouveau” : la sélection génétique entre production de savoirs, marchés et action collective. *Natures Sciences Sociétés* 22, 33–41.
- Selmi, A., Joly, P.-B., 2014. Les régimes de production des connaissances de la sélection animale. *Ontologies, mesures, formes de régulation. Sociologie du travail*.
- Simi, P., 1964. *Le climat de la Corse*. Imprimerie Nationale.
- Sivignon, M., 1975. *La Thessalie : analyse géographique d'une province grecque*, Institut des Etudes Rhodaniennes. ed. Lyon.
- Slagboom, M., Kargo, M., Edwards, D., Sorensen, A.C., Thomasen, J.R., Hjørtø, L., 2016. Herd characteristics influence farmers' preferences for trait improvements in Danish Red and Danish Jersey cows. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science* 66, 177–182. <https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1277550>
- Sorba, J.M., Sonet, C., Lauvie, A., 2016. Quelle place pour les races locales dans la mise en marché des produits ? Le cas des fromages de brebis corse. *Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)* 376–371.
- Stefanakis, A., Volanis, M., Zoiopoulos, P., Hadjigeorgiou, I., 2007. Assessing the potential benefits of technical intervention in evolving the semi-intensive dairy-sheep farms in Crete. *Small Ruminant Research* 71, 66–72.

- Steyaert, P., 2006. La race bovine maraîchine, objet de médiation de différentes formes de savoirs. *Revue internationale des sciences sociales* 91–99.
- Strandberg, E., 2009. The role of environmental sensitivity and plasticity in breeding for robustness: lessons from evolutionary genetics, in: *Breeding for Robustness in Cattle*. Klopčič, M., Wageningen, pp. 17–34.
- Stuen, S., 2016. Haemoparasites in small ruminants in European countries: Challenges and clinical relevance. *Small Ruminant Research* 142, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.005>
- Tabbaa, M.J., Al-Atiyat, R., 2009. Breeding objectives, selection criteria and factors influencing them for goat breeds in Jordan. *Small Ruminant Research* 84, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.03.007>
- Tchakerian, E., 2008. Pastoralisme méditerranéen : état des lieux et perspectives pour huit régions méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne* 29, 309–320.
- Tesnière, G., Labatut, J., Joly, N., Lauvie, A., Magne, M.-A., 2013. La rusticité revendiquée : pratiques, savoirs et compétences au service de nouvelles formes de sélection animale territorialisées en Pays Basque. Présentés aux the Nouvelles formes d'agriculture ; Pratiques ordinaires, débats publics et critique sociale, Dijon, p. 14.
- Thiau, S., 1992. Présentation de la race ovine laitière Vlachico dans son milieu naturel : la montagne macédonienne grecque (Mémoire de fin d'études). Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles, Clermont-Ferrand (FR).
- Thibault, H.L., 2015. Mise en place d'un service d'action pastorale en Corse (Rapport de mission d'expertise n°15021). Conseil General de l'Alimentation de l'Agriculture et des Espaces Ruraux (CGAAER).
- Thompson, P.B., 1997. The Varieties of Sustainability in Livestock Farming, in: *Livestock Farming Systems: More than Food Production*. Presented at the 4th International Symposium of Livestock Farming Systems, EAAP publication, Wageningen, pp. 5–15.
- Tibbo, M., Iniguez, L., Rischkowsky, B., 2008. Livestock and climate change: local breeds, adaptation and ecosystem resilience, in: *Review of Agriculture in the Dry Areas*, CARAVAN. ICARDA, pp. 37–39.
- Tichit, M., Hubert, B., Doyen, L., Genin, D., 2004. A viability model to assess the sustainability of mixed herds under climatic uncertainty. *Animal Research* 405–417.
- Tichit, M., Ingrand, S., Moulin, C.H., Cournut, S., Lasseur, J., Dedieu, B., 2008. Capacités d'adaptation du troupeau : la diversité des trajectoires productives est-elle un atout ? in : *L'élevage En Mouvement. Flexibilité et Adaptation Des Exploitations d'herbivores*. pp. 119–133.
- Tindano, K., Moula, N., Traore, A., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2017. Assessing the diversity of preferences of suburban smallholder sheep keepers for breeding rams in Ouagadougou, Burkina Faso. *Tropical Animal Health and Production*. 49, 1187–1193. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1315-7>

BIBLIOGRAPHIE

- Tixier-Boichard, M., Verrier, E., Rognon, X., Zerjal, T., 2015. Farm animal genetic and genomic resources from an agroecological perspective. *Frontiers in Genetics* 6, 1–3.
- Todaro, M., Dattena, M., Acciaioli, A., Bonanno, A., Bruni, G., Caroprese, M., Mele, M., Trabalza Marinucci, M., 2015. Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: physiological and technical insights. *Small Ruminant Research* 126, 59–66.
- Tsiboukas, K., Vallerand, F., 2004. Formes de filières lait-fromage de petits ruminants en Grèce et leurs perspectives de développement, in: *L'évolution Des Systèmes de Production Ovine et Caprine : Avenir Des Systèmes Extensifs Face Aux Changements de La Société, Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)*. Presented at the Séminaire du Sous-Réseau Systèmes de Production du Réseau Coopératif Interrégional FAO-CIHEAM de Recherche et Développement sur les Ovins et les Caprins, Dubeuf, J.P., Zaragoza : CIHEAM, pp. 307–315.
- Vallerand, F., 1989. Eléments méthodologiques pour l'identification et l'analyse des systèmes méditerranéens d'élevage ovine, in : *Publications 1984, Greghje e Rughjoni, Cahiers de La Recherche Sur l'élevage En Corse. Corte (France)*.
- Vallerand, F., 1988. La rusticité. Niveaux et méthodes d'approche en milieu réel, in : *De La Touffe d'herbe Au Paysage. Hubert B., Girault N., Paris*.
- Vallerand, F., Casabianca, F., De Sainte-Marie, C., Bouche, R., 1994. D'une qualité à l'autre. Conduire le changement du système de qualification des reproducteurs de race ovine corse. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* 157–175.
- Vallerand, F., Choisis, J.P., Diaz, A., 1991. Les filières laitières ovine et caprine corses. Enquêtes exhaustives sur les systèmes de production et de collecte, INRA-LRDE. ed, Greghje e Rughjoni, Cahiers de la recherche sur l'élevage en Corse. Corte (France).
- Vallerand, F., Cournut, S., Moraud, S., 1981. Les systèmes ovins laitiers en Corse, in : *La Production Laitière Dans Les Espèces Ovine et Caprine. Presented at the 6èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine, INRA-ITOVIC, Toulouse (France), pp. 453–468*.
- Vallerand, F., Tsiboukas, K., Kazakopoulos, L. (Université A. d'Athènes (Greece) D. d'Economie A. et D., 2001. A Greek paradox: Omnipresent sheep and goat farming but neglected because of development structures; How to improve it? in: *Options Méditerranéennes. Série A: Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)*. Presented at the Meeting of the Sub-Network on Production Systems of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Sheep and Goats, Molina de Segura-Murcia (Spain), 23-25 Sep 1999, CIHEAM-IAMZ.
- Varela, E., Robles-Cruz, A., 2016. Ecosystems services and socio-economic benefits of Mediterranean grasslands, in: *Options Méditerranéennes: Série A. Presented at the Ecosystem services and socio-economic benefits of Mediterranean grasslands, Kyriazopoulos, A et al., Zaragoza: CIHEAM, pp. 13–27*.
- Verrier, E., 2011. L'amélioration génétique : une activité humaine organisée, au service de l'adaptation des populations animales. Présenté à la 37ème Journée de la Recherche Equine, Institut français du cheval et de l'équitation, pp. 85–92.

BIBLIOGRAPHIE

- Verrier, E., Audiot, A., Bertrand, C., Chapuis, H., Charvolin, E., Danchin-Burge, C., Danvy, S., Gourdine, J.L., Gaultier, P., Guémené, D., Laloë, D., Lenoir, H., Leroy, G., Naves, M., Patin, S., Sabbagh, M., 2015. Assessing the risk status of livestock breeds: a multi-indicator method applied to 178 French local breeds belonging to ten species. *Animal Genetic Resources*.
- Verrier, E., Le Mezec, P., Boichard, D., Mattalia, S., 2010. Changes in Dairy Cattle Breeding Goals and Selection Methods. *Bull. Acad. Vet. Fr.* 163, 73–78.
- Verrier, E., Orlianger, M., Patin, S., Rognon, X., 2005a. Ruminants genetic resources from French mountain areas: characterisation, adaptation, valorisation, in: *Animal Production and Natural Resources Utilisation in the Mediterranean Mountain Areas*. Presented at the EAAP, Wageningen Academic Publishers, Ioannina (Grèce), pp. 564–568.
- Vigour, C., 2005. *La comparaison dans les sciences sociales*.
- Vissac, B., 2002. *Les vaches de la République. Saisons et raisons d'un chercheur citoyen.*, QUAE. ed, Espaces ruraux. Inra.
- Vissac, B., 1994. Race animale et qualité des systèmes agraires. La race indicateur de pilotage de la qualité. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* 241–248.
- Waddington, C.H., 1940. The genetic control of wing development in *Drosophila*. *Journal of Genetics* 41, 75–139.
- Wechsler, B., Lea, S.E.G., 2007. Adaptation by learning: Its significance for farm animal husbandry. *Applied Animal Behaviour Science* 108, 197–214. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.012>
- Wilkes, A., Barnes, A.P., Batkhishig, B., Clare, A., Namkhainyam, B., Tserenbandi, Chuluunbaatar, N., Namkhainyam, T., 2017. Is cross-breeding with indigenous sheep breeds an option for climate-smart agriculture? *Small Ruminant Research* 147, 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.036>
- Williams, S.E., Shoo, L.P., Isaac, J.L., Hofmann, A.A., Langham, G., 2008. Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biology* 6, 2621–2626.
- Wurzinger, M., Ndumu, D., Baumung, R., Drucker, A., Okeyo, A.M., Semambo, D.K., Byamungu, N., Sölkner, J., 2006. Comparison of production systems and selection criteria of Ankole cattle by breeders in Burundi, Rwanda, Tanzania and Uganda. *Tropical Animal Health and Production* 38, 571–581. <https://doi.org/10.1007/s11250-006-4426-0>
- Zander, K.K., Drucker, A.G., 2008. Conserving what's important: Using choice model scenarios to value local cattle breeds in East Africa. *Ecological Economics* 68, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.023>
- Zervas, G., 1998. Quantifying and optimizing grazing regimes in Greek mountain systems. *Journal of Applied Ecology* 983–986.
- Zervas, G., Hadjigeorgiou, I., Zabeli, G., Koutsotokis, K., Tziala, C., 1999. Comparison of a grazing with an indoor-system of lamb fattening in Greece. *Livestock Production Science* 245–251.

BIBLIOGRAPHIE

- Zervas, N., Boyazoglu, J., 1977. L'élevage en Grèce, présent et avenir. *Bulletin d'Ethnozootechnie* 18, 73.
- Zervas, N., Boyazoglu, J.G., Kailasakis, P., Papadimitriou, T., Flamant, J.C., 1975. Comparaison des races ovines Chios et Frisonne avec leurs croisements en Grèce continentale. *Annales de Génétique et de Sélection Animale* 7, 277–291.
- Zervas, N., et al, 1985. Référencement incomplet.
- Zervas, N.P., Hatziminaoglou, J., Boyazoglu, J., Georgoudis, A., 1991. Production potential and breeding schemes of some Mediterranean dairy sheep breeds. *Animal Genetic Resources Information* 8, 13–26. <https://doi.org/10.1017/S1014233900003060>
- Zonabend Konig, E., Mirkena, T., Strandberg, E., Audho, J., Ojango, J., Malmfors, B., Okeyo, A.M., Philipsson, J., 2015. Participatory definition of breeding objectives for sheep breeds under pastoral systems—the case of Red Maasai and Dorper sheep in Kenya. *Tropical Animal Health and Production* 48, 9–20.

Annexes

Annexe 1 : Affiche 3R 2015

Pratiques de gestion génétique en élevage ovin laitier : modalités et dynamiques existantes dans deux régions méditerranéennes***Genetic management practices in dairy sheep farming: modalities and dynamics existing in two Mediterranean regions***

PERUCHO L. (1), GAMBOTTI J.Y. (1), LAUVIE A. (2), LIGDA C. (3), PAOLI J.C. (1), MOULIN C.H. (4)

(1) INRA LRDE, Quartier Grossetti, 20250 Corte

(2) INRA SELMET, Place Viala, 34060 Montpellier Cedex

(3) Veterinary Research Institute, P.O. BOX 60272, 57001 Thessalonique

(4) SupAgro SELMET, Place Viala, 34060 Montpellier Cedex

INTRODUCTION

Les pratiques de gestion génétique en élevage sont encore peu décrites (e.g. Moulin et al, 2000). La Corse (France) et la Thessalie (Grèce) sont deux régions méditerranéennes où les modes de gestion des populations animales (une seule race ovine en Corse, plusieurs races ovines et des croisements non contrôlés en Grèce) et l'utilisation différentielle du foncier illustrent la diversité des dynamiques de gestion génétique en élevage ovin laitier.

1. MATERIEL ET METHODES

Ce travail se base sur 68 entretiens semi-directifs auprès d'éleveurs ovins laitiers répartis sur les terrains d'étude français (n=33) et grec (n=35). Le mode d'échantillonnage est de type raisonné et vise à couvrir une diversité de modes d'utilisation du foncier résumée en types de systèmes de production (tableau 1). L'échantillon choisi ne vise pas la représentativité mais la mise en évidence de tendances permettant de mieux comprendre les dynamiques à l'œuvre dans les pratiques de gestion génétique. Celle-ci est abordée à l'échelle de l'élevage et supra-élevage à travers le choix des animaux de renouvellement et réforme et la gestion de la race/des races par les éleveurs au sein de leur troupeau ou via des organisations collectives.

Tableau 1 Classification en systèmes de production (d'après Paoli et al, 2013)

S	Corse	Thessalie
1	Foncier non mécanisable (parcours)	Transhumant, communaux exclusifs ou quasi-exclusifs
2	Majorité du foncier non mécanisable, parties restantes valorisées	Transhumant, pâturages herbagers privés et communaux
3	Majorité du foncier mécanisable non valorisé	Sédentaire, communaux majoritaires
4	Majorité du foncier mécanisable et valorisé	Sédentaire, majorité du foncier valorisé, communaux peu utilisés
5	-	Sédentaire, totalité du foncier valorisé, communaux peu utilisés

2. RESULTATS**2.1. INFLUENCE DU MODE D'USAGE DU FONCIER**

Les types de systèmes les plus extensifs du point de vue de l'usage du foncier ne sont inscrits ni en Corse (S1) ni en Grèce (S1 et S2) dans des schémas officiels de sélection régionaux. L'élevage de races grecques locales ou régionales est aussi majoritairement représenté dans les systèmes transhumants (S1 ou S2) ou sédentaires sur communaux (S3) alors que les troupeaux issus de croisement avec des races à haute productivité (majoritaires en Thessalie) sont tous sédentaires et correspondent à des systèmes de type S5 pour la moitié d'entre eux. De même, la perception des intérêts et limites des races mobilisées par les éleveurs grecs se caractérise par une prédominance des

critères faisant référence aux capacités adaptatives des animaux, alors que ceux-ci sont absents du discours lorsqu'il s'agit de choisir le renouvellement interne au troupeau. Cet apparent paradoxe renvoie à la caractérisation complexe de la « rusticité » animale, désignation large évoquant une diversité d'aptitudes renseignant peut-être avant tout sur l'intention de celui qui l'attribue (Hubert, 2011). D'autres caractéristiques du système d'élevage reliées au projet technique de l'éleveur dont son objectif en termes d'effectif de troupeau, le mode de valorisation du lait, son expérience dans le métier et les autres sources de revenus éventuelles participent également aux prises de décision en termes de choix des animaux.

2.2 IMPORTANCE DU PARAMETRE GENETIQUE

La pression de sélection (en particulier sur les agnelles de renouvellement) et la correspondance entre animaux pressentis pour la réforme/renouvellement et ceux finalement sélectionnés sont souvent compromises par un ensemble de contraintes reproductives, sanitaires, économiques et liées aux cadres d'action publique qui méritent d'être quantifiées et confrontées au contexte local. De même les logiques du renouvellement externe en béliers questionnent l'importance de la gestion de la consanguinité et du risque sanitaire face à la recherche d'une génétique donnée: en Corse, les éleveurs enquêtés fonctionnent avec un cercle restreint de connaissances pour réaliser des échanges de reproducteurs mais 52% achètent des béliers issus du schéma de sélection alors que les caractéristiques des animaux du schéma sont paradoxalement la première source de revendications. En Grèce, les réseaux d'échanges entre éleveurs sont plus étendus mais l'évaluation de la génétique mâle introduite reste, tout comme en Corse, très difficile (monte naturelle en 1 ou 2 lots d'animaux).

3. DISCUSSION

Une analyse approfondie des facteurs contribuant à l'élaboration des choix génétiques doit être confrontée à la diversité des systèmes d'élevage régionaux afin de mieux comprendre les composantes complexes de leur interaction. Les conséquences de ces pratiques en termes de devenir des populations animales concernées permettront de nourrir le débat sur la diversité des objectifs de sélection et sur les modes de gestion collective de ces populations.

CONCLUSION

Le mode d'usage du foncier contribue à expliquer partiellement les pratiques de gestion génétique mais la façon dont les contraintes internes au système ou liées au contexte local contribuent à façonner les aptitudes des populations animales doit être approfondie.

Travail réalisé dans le cadre du projet Arimnet DOMESTIC

Hubert B., 2011. La Rusticité, Ass. Fran. Pasto./Agropolis Int./Cardère ed., France, 13-15

Moulin C.H., Dedieu B., Passelaigues C., 2000. Renc. Rech. Rum. Paoli J.C., Viollet A., Santucci P., Gambotti J.Y., Lauvie A., 2013. Opt. Med., 108, 501-505

Annexe 2 : Affiche 3R 2018

Renouvellement et réforme en élevage ovin laitier : une diversité de stratégies et compromis entre critères pour le choix des futurs reproducteurs en race Corse
Replacement and culling in dairy-sheep farming: different strategies, criteria and trade-offs to carry out the choice of future breeding animals of Corsican breed

PERUCHO L. (1), PAOLI J.C. (1), GAMBOTTI J.Y. (1), MOULIN C.H. (2), LIGDA C. (3), LAUVIE A. (2)

(1) INRA, UR LRDE, 20250 Corte, France

(2) UMR SELMET, INRA – CIRAD – MontpellierSupAgro – Univ Montpellier, 34060 Montpellier Cedex, France

(3) ELGO, Veterinary Research Institute, Thessalonique, Grèce

INTRODUCTION

Les pratiques de renouvellement et réforme sont souvent abordées sous l'angle des préférences des éleveurs (e.g. Tindano *et al.*, 2017). Les critères de choix mentionnés ne sont pourtant pas systématiquement déterminants dans les choix faits en conditions d'élevage (Roche *et al.*, 2001). Un suivi des pratiques mises en œuvre par les éleveurs permettrait de mieux comprendre leur rôle dans la constitution effective des lots de renouvellement et réforme.

1. MATERIEL ET METHODES

Un suivi a été réalisé sur 7 élevages ovins laitiers en Corse sur la campagne 2015-2016. Les élevages suivis ont été choisis de façons à couvrir une diversité de localisations, systèmes alimentaires, relation au schéma de sélection et critères de sélection et de renouvellement. Ces informations ont été obtenues sur la base d'un travail exploratoire préalable. Le suivi consistait à combiner questions semi-directives, observation de pratiques et utilisation de données d'élevage aux phases clés du renouvellement et de la réforme afin de mieux comprendre les contraintes et compromis intervenant dans le choix des futurs reproducteurs.

2. RESULTATS

2.1. DIVERSITE DE STRATEGIES DE RENOUVELLEMENT REFORME EN RACE BREBIS CORSE

Trois objectifs globaux de gestion génétique du troupeau ont été identifiés : augmenter la productivité laitière en limitant la dégradation de la conformation mammaire (objectif 1), maintenir la productivité laitière du troupeau et sa rusticité (objectif 2), combiner augmentation modérée ou maintien de la production laitière et optimisation du travail de traite et d'allaitement (objectif 3). Les stratégies de renouvellement réforme associées à ces objectifs globaux sont présentées dans le tableau 1. Dans les objectifs 1 et 3, les contraintes de type sanitaire, de gestion du temps de travail et de perception du risque de consanguinité influencent les moyens que se donne l'éleveur pour mettre en œuvre les stratégies énoncées. Par exemple, pour atteindre l'objectif 1, un éleveur ayant peu de temps à consacrer aux brebis peut choisir des indicateurs de production simples et évaluables à des moments précis de l'année (croissance agnelles, quantité de lait au pic de lactation sur luzernières) ou adhérer à une démarche de contrôle laitier plus coûteuse en temps mais limitant le risque d'erreur dans les règles de décision.

Tableau 1 Stratégies de renouvellement – réforme en fonction de l'objectif de gestion génétique

Objectif	Renouvellement femelle	Renouvellement mâle	Réforme femelle
1 (n=2)	Sur croissance agnelles Ou contrôle laitier	Recours à la génétique du schéma de sélection (multiplicité de béliers de sélectionneurs ou IA)	Sur production laitière au pic de lactation (ou contrôle laitier) et phénotypes mammaires « extrêmes », forte exigence
2 (n=1)	Sur conformité des agnelles au standard de la race en maintenant un taux élevé	Sur brebis mère du troupeau avec forte pression de sélection et prise en compte de la rusticité	En fonction du taux de renouvellement, tolérance sur les performances
3 (n=4)	Sur brebis mère et agnelles « Au cas par cas », sur production laitière et conformation mammaire	Même stratégie que femelles avec exigence supérieure	Sur production laitière principalement

2.2. RENOUVELLEMENT FEMELLE : LE RESULTAT DE COMPROMIS SUR UNE DIVERSITE DE CRITERES

A l'inverse de la réforme, qui n'est jamais envisagée en cas de bonne production laitière, le renouvellement femelle sur une bonne production laitière est une règle de renouvellement conditionnée par d'autres critères pour les éleveurs avec l'objectif 3. Par exemple, une position des trayons ou grosseur des trayons compromettant la traite (manuelle et mécanique) peut disqualifier une agnelle fille de bonne laitière, sauf si l'agnelle est issue d'IA ou si le taux-type de renouvellement n'est pas atteint. L'éleveur accepte alors le risque pris sur la descendance en le nuancant par le caractère aléatoire de la transmission du phénotype et l'apport de la voie mâle. Pour une agnelle, une conformation mammaire satisfaisante peut primer sur l'exigence en termes de production laitière : une hauteur de mamelle profonde peut être rédhitoire même si la brebis est une très bonne laitière, sauf si la conformation mammaire (hors hauteur) est jugée satisfaisante pour la traite. La régularité de la production laitière est valorisée dans les règles de décision : une brebis dont la production est régulière sur l'année mais dont la conformation mammaire n'est pas satisfaisante pour la traite pourra être qualifiée pour le renouvellement femelle si elle reste souple à la traite manuelle (adaptation de l'éleveur). Enfin la conservation de descendants de « souches de montagne » peut diminuer, pour un nombre limité d'agnelles, l'exigence sur la production laitière, mais un seuil d'exigence demeure.

3. DISCUSSION

Ces résultats illustrent l'intérêt d'adapter la classification systématique/optionnelle de Roche *et al.* (2001) aux décisions de renouvellement et font écho à l'influence des taux-types sur les compromis entre critères observée par Moulin *et al.* (2000).

CONCLUSION

Le suivi des pratiques de renouvellement – réforme en élevage révèle la diversité des stratégies mises en œuvre au sein d'une même race et la complexité des compromis entre critères en particulier pour le renouvellement femelle.

Les auteurs remercient les éleveurs ayant accepté de participer à ce travail, mené dans le cadre du projet Arimnet DOMESTIC avec le soutien financier du CPER

Moulin C.H., Dedieu B., Passelaigues C., 2000. Renc. Rech. Rumin. Roche B., Dedieu B., Ingrand S., 2001. Inra Prod. Anim., 14(4), 255-263.

Tindano K., Moula N., Traore A., Leroy P., Antoine-Moussiaux N., 2017. Trop. Anim. Health Pro., 49(6), 1187-1193.

Annexe 3 : Résumé des Actes 9^o Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο ELET 2018

Karagouniko sheep farming systems and grazing management

Perucho L¹, Hadjigeorgiou I.², Lauvie A.³, Moulin C.H.³, Paoli J.C.¹, Ligda C.⁴

¹INRA, UR 0045 Laboratoire de Recherches sur le Développement de l'Élevage (LRDE), 20250 Corte, France. ²Department of Nutrition Physiology and Feeding, Faculty of Animal Sciences and Aquaculture, Agricultural University of Athens, 75 Iera Odos, Athens, 11855, Greece. ³UMR Systèmes d'élevage Méditerranéens et Tropicaux (SELMET), INRA – CIRAD – Montpellier SupAgro - Univ Montpellier, 34060 Montpellier cedex 1, France. ⁴Hellenic Agricultural Organization, Veterinary Research Institute, P.O. Box 60 272, 57 001, Thessaloniki Greece.

Abstract

Dairy-sheep farming in Thessaly hosts a diversity of animal genetic resources, ranging from local purebred flocks to crossbred flocks involving exotic highly productive breeds. Exploratory interviews indicated that the Karagouniko breed farming is associated with the use of native grasslands and that the breed is stressed by farmers for its adaptation to grazing. The objective of the study was to identify in-depth the link between the Karagouniko breed farming and the use of native grasslands (collective or private). For this purpose, we conducted a follow-up on Karagouniko breed farms (n=7) and analysed the trajectories of farms that used to raise local purebred flocks (either Karagouniko or their crosses with local populations) and currently raise crossbred flocks including exotic highly productive breeds (n=15). Results indicated that the part of grazing in the covering of energy requirements was heterogeneous in the Karagouniko purebred flocks, but still higher than the one of crossbred flocks in the same area. The change in the flock genetic composition over the last 20 years was often associated with a change in the feeding and grazing management. Finally, the heterogeneity of access and quality to collective grasslands held back, among other factors, the maintaining of the current Karagouniko purebred flocks. In a context of strong competition from highly productive crossbred flocks, these results question the future of the Karagouniko sheep farming and suggest the need to promote the specific link between the breed and the native grasslands.

Key words: Karagouniko sheep breed, farming systems, grazing, Thessaly

Annexe 4 : Catégories de la grille d'entretien C1 et informations collectées

Categories of the interview grid	Information collected through the interview
General information	Presentation by the farmer of own farming activity (introduction) Existence of a different animal production in farm and of external source of income
Agricultural land composition	Crops grown for in-farm use: nature and area Natural and sown pastures used by the dairy-sheep farm: nature and area if available Collective grazing lands used by the dairy-sheep farm
Grazing and feeding management	Practice of transhumance if existing Organisation of grazing through year for the different animal groups Supplementary feeding through year for the different animal groups
Reproduction	Mating period in year Use of artificial insemination and oestrus synchronization First-lambing ewes: age at first mating and lambing period Lambing period for adult ewes
Flock composition	Number of reproductive ewes Number of reproductive rams Number of replacement lambs
Production	Weaning age Average milk production/milked ewe/year Length of milking period Adding-value options: cheese-processing, organic farming, etc. Dairies' price policies for incoming milk: emphasis on opening and closing dates Milking method in farm Modalities of meat production: slaughtering periods and characteristics of lamb sold
Use and perception of collective tools	Participation to the breeding scheme Supply of rams from the cooperatives of the breeding centre Use of female lambs boarding facilities from the breeding scheme
Replacement and culling	Average culling rate Average replacement rate (if different from current flock composition) Period of culling and replacement during year Marketing channels for culled animals Motives for culling ewes Age of culling ewes Motives for culling rams Age of culling rams Motives for choosing replacement males Motives for choosing replacement females Motives for choosing external supply in rams Motives for choosing external supply in ewes

Annexe 5 : Catégories de la grille d'entretien T1 et informations collectées

Categories of the interview grid	Information collected through the interview
General information	<p>Presentation by the farmer of own farming activity (introduction)</p> <p>Existence of a different animal production in farm and of external source of income</p> <p>Participation to a breeding scheme</p>
Agricultural land composition	<p>Crops grown for in-farm use: nature and area</p> <p>Natural and sown pastures used by the dairy-sheep farm: nature and area if available</p> <p>Collective grazing lands used by the dairy-sheep farm</p>
Grazing and feeding management	<p>Practice of transhumance if existing</p> <p>Grazing management: emphasis on lactating ewes</p> <p>Supplementary feeding: emphasis on lactating ewes at lactation peak</p>
Reproduction	<p>Mating period in year</p> <p>Use of artificial insemination and oestrus synchronization</p> <p>First-lambing ewes: age at first mating and lambing period</p> <p>Lambing period for adult ewes</p>
Flock composition	<p>Number of reproductive ewes</p> <p>Number of reproductive rams</p> <p>Number of replacement lambs</p>
Production	<p>Weaning age</p> <p>Average milk production/milked ewe/year</p> <p>Length of milking period</p> <p>Adding-value options: cheese-processing, organic farming, etc.</p> <p>Dairies' price policies for incoming milk: emphasis on local breeds and milk quality</p> <p>Milking method in farm</p> <p>Modalities of meat production : slaughtering periods and characteristics of lamb sold</p>
Breeds and crossbreeding strategy	<p>Breeds currently composing the flock</p> <p>Reasons for choosing this/those breeds</p> <p>Future plan for the flock genetic composition</p> <p>Other breeds mentioned by the farmer: interest and limits</p>
Replacement and culling	<p>Average culling rate</p> <p>Average replacement rate (if different from current flock genetic composition)</p> <p>Motives for culling ewes</p> <p>Age of culling ewes</p> <p>Motives for culling rams</p> <p>Number or mating years before culling rams</p> <p>Motives for choosing replacement females</p> <p>Motives for choosing replacement males</p> <p>Nature of providers and frequency of external supply in rams</p>

Annexe 6a: Entretiens C2Characterisation of the livestock farming system and farming activity

- Location of the farm
- For how long have you been performing your farming activity?
- How did you get your knowledge on dairy-sheep farming (training, old farmers, etc.)?
- Were your ascendants shepherds?
 - a. If yes, are you choosing breeding animals on the same way than your ascendants?
- When did you get the flock leading to your current flock?
- From which area was this initial flock coming from?
- Are you performing milk recording?
- Would you be ready to perform artificial insemination?
- Are you milking by hand or by milking machine?
 - a. If both, when do you milk by hand and by milking machine?
- Are you performing once-daily milking through year?
- Are you helped by waged workforce?
 - a. If yes, to what extent do they participate in lambings and milking?
- Except from waged workforce, how many persons are working with dairy-sheep farming as full-time activity?
- Composition of flock for the current or previous milk season (according to interview date):

	Number and comments
Ewes (including first lambing ewes)	
First lambing ewes	
Mating rams	
Female lambs	
Male lambs	
Milked ewes	

- Except from culling ewes, do you consider your flock as rather homogeneous in term of milk yield?
- What is the average milk production/ewe/year?
- Regarding to this performance, what is your objective?
 - a. If objective of increase, what are the levers considered to reach this goal (feeding, genetics, etc.)?
- Are you processing cheese on farm for commercial purposes?
 - a. If yes, what percentage (or number of Litres) of the total milk production is processed into cheese for the milk season?
- Do you perform transhumance?
 - a. If yes, are ewes milked during transhumance?
 - b. Are you shepherding ewes during transhumance?
 - c. At what date are you coming back from transhumance?
- When do lambing season begin?
- Are you raising other farming animals?
 - a. If yes, what species?
 - b. If yes, how many?
- Are you selling fodder?
- Except from farming and fodder selling, do you have another source of income?

ANNEXES

- How many hectares are used by the ewes or for the feeding of ewes?
- Description of land composition for these hectares:

	Ha	Additional information/Nature of cultivated pastures and crops
Native grasslands		
Rangelands/Scrublands		
Cultivated grasslands		
Crops for animal feeding		

- From these hectares, what percentage do you own?
- In which circumstances do the flock sleep outside?
- Are ewes lambing outside?
 - a. If yes, in which circumstances?
- At what age usually occurs first lambing?
 - a. If 24 months, is it voluntary?
- Description of commercial channels for lambs (except from own replacement lambs):

	% of early lambs	Average carcass weight of early lambs	% of late lambs	Average carcass weight of late lambs
Given/sold to CORSIA or other farmers for breeding purposes				
Sold to private consumers				
Slaughtering-house then local butchery				
Cooperative				
Individual lambs resellers for Italian market (live weight)				
Others				

- At what age do you wean early lambs for replacement?
- In how many groups do you wean them?
- At what age do you slaughter early lambs?
- At what age do you slaughter late lambs?
- When do you begin to deliver milk to dairy house (in terms of date and number of lactating ewes)?
- Description of channels for disposal of ewes to be removed from the flock each year:

	% of ewes to be removed from the flock
Given/sold to other farmers for breeding purposes	
Cooperative	
Slaughtering-house then local butchery	
Individual lambs resellers for Italian market	
Used in own restaurant	
Rendering	
Others	

ANNEXES

- Would it be a problem to increase flock size?
- In a routine year (if different from the year considered in the interview):

	Quantities/Number
Total milk production	
Number of milked ewes and flock composition (if different from previous data)	
Quantities of food consumed by the flock during the year:	
Concentrate (broken down by nature of concentrate)	
Forage (broken down by nature of forage)	

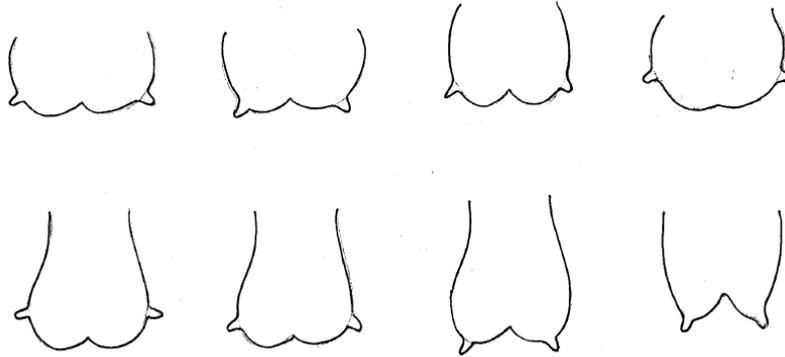
Characterisation of breeding practices and flock phenotypic composition

- On what criteria do you choose females for replacement?
- On what criteria do you choose males for replacement?
- How do you define a late lambing (date)?
- Do early lambing last until this date or are rather grouped on a shorter period?
 - a. If grouped, what are the dates of beginning and end of this period?
- How many ewes do not lamb in routine at the yearly scale?
- How many ewes lamb in early wave in routine at the yearly scale?
- Is there a routine drop in lactation in January-February?
- Do you archive filiations of lambs at their birth?
- Do you specifically identify female lambs for replacement at their birth (Ear tag or other mean to archive ID)?
- At what time do you take a final decision on the composition of the female replacement cohort originating from early lambing wave?
- Among female lambs born in early lambing wave, do you tend to choose replacement on the very first females born, or rather wait so that more milk is delivered in early stages?
- Do you usually keep more female lambs (for replacement) than the number you planned to keep prior to lambing?
- Did you ever include male lambs from late lambings in the male replacement cohort?
- In routine situation, would you say that the number of ewes present at lambing vary from one year to another or remain stable?
 - a. If perceived as varying: what is the range of variation (in numbers of ewes)?
- If a good ewe (in terms of milk production) is twinning, can you keep its offspring for replacement?
 - a. If yes: can you keep male and female lambs?
- If a good ewe (in terms of milk production) display restless behaviour at milking, can you keep its offspring for replacement?
 - a. If yes: can you keep male and female lambs?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays restless behaviour at milking, do you cull the ewe within the milk season?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays mastitis (except gangrenous), can you keep its offspring for replacement?
 - a. If yes: can you keep male and female lambs?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays mastitis (except gangrenous), do you cull the ewe within the milk season?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays similarities with Sardinian breed standard, can you keep its offspring for replacement?

- a. If yes: can you keep male and female lambs?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays similarities with Sardinian breed standard, do you cull the ewe within the milk season?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays low milk flow under pressure (difficulties in milking udder), can you keep its offspring for replacement?
 - a. If yes: can you keep male and female lambs?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays low milk flow under pressure (difficulties in milking udder), do you cull the ewe within the milk season?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays udder with extended parenchyma, resulting in difficult emptying at milking, can you keep its offspring for replacement?
 - a. If yes: can you keep male and female lambs?
- If a good ewe (in terms of milk production) displays udder with extended parenchyma, resulting in difficult emptying at milking, do you cull the ewe within the milk season?
- Do you sometimes keep ageing ewes (8 years or more) with decreased milk production in the flock?
- How many ewes of 8 years or more do you have this year in the flock (regardless of their individual milk production level)?
- Did you ever ended up keeping for replacement some female lambs that were initially dedicated to meat production?
- How do you define the number of female lambs to be kept for replacement and the number of ewes to be culled each year?
 - a. If replacement rate is fixed, what is this rate?
- If a zootechnical hazard occurs during lambings (unbalanced sex-ratio, lamb mortality, few early lambings) and drastically reduces the available choice, do you keep in any case a minimum replacement rate?
 - a. If yes, what is this minimum?
 - b. If yes, can you buy female lambs to another farmer so that to reach this minimum?
- Does a low forage offer due to climatic conditions influence the replacement or culling rate of the flock?
 - a. If yes, do you modify replacement rate or culling rate?
 - b. If yes, of how much does this rate vary with respect to routine situation (in number of ewes)?
- Does a high forage offer due to climatic conditions influence the replacement or culling rate of the flock?
 - a. If yes, do you modify replacement rate or culling rate?
 - b. If yes, of how much does this rate vary with respect to routine situation (in number of ewes)?
- On the previous campaign, how many losses/mortality did you have, including acute mastitis leading to death?
- In addition, with these losses/mortality, how many ewes did you cull?
- Is this number of losses/mortality the usual one?
 - a. If no, what is the usual number?
- How many time do you wait before culling a young ewe with unsatisfying milk production?
- In routine, how many young ewes are culled on unsatisfying milk production every year?
- In the previous/ending milk season, among ewes culled on milk production, what feature motivated their culling (for instance, drop during milk season – low persistency, lower milk yield for 2 years or more, sudden stop in milk production – mastitis)?
- In how many groups do you cull ewes on milk production?
- At what period(s) does this culling occur?
- What are the ages of breeding rams this year?

ANNEXES

- Do you keep male lambs for replacement every year?
- Do you buy rams at CORSIA every year?
- With how many farmers do you usually interact to exchange or get breeding rams?
 - a. If 1 or more, do you rather take young or adult rams?
- Among these farmers, is there farmers participating to the breeding scheme?
- Are you looking for a diversity of udders shape in your flock or do you aim to tend towards an ideal udder shape?
- Among the following udder shapes:
 - a. What would be the ideal type(s)?
 - b. Which are represented in your flocks?



- Did you or your predecessors perform crossbreeding on the flock?

ANNEXES

Annex 6b : Supports photos utilisés pour analyser la prise en compte de la profondeur de mamelle dans les choix de renouvellement et de réforme

A mis bas en précoce, vide 2 fois pendant sa carrière, 6 ans d'âge (5^{ème} lactation)



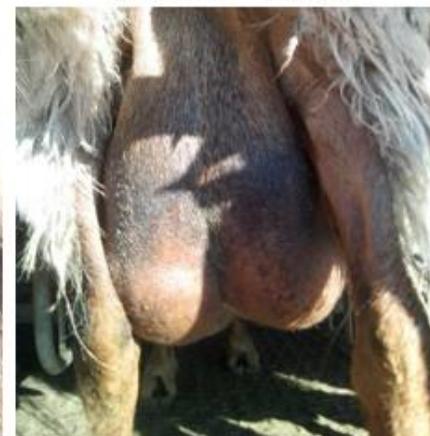
A mis bas en précoce, a toujours mis bas, 4 ans d'âge (3^{ème} lactation)



A mis bas en précoce, a toujours mis bas, 4 ans d'âge (3^{ème} lactation)



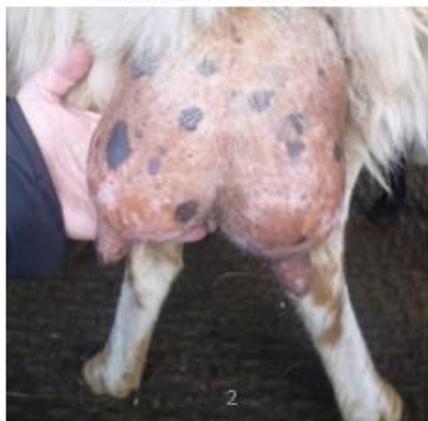
A mis bas en tardive, a toujours mis bas, 7 ans d'âge (6^{ème} lactation)



A mis bas en précoce, a toujours mis bas, 6 ans d'âge (5^{ème} lactation)



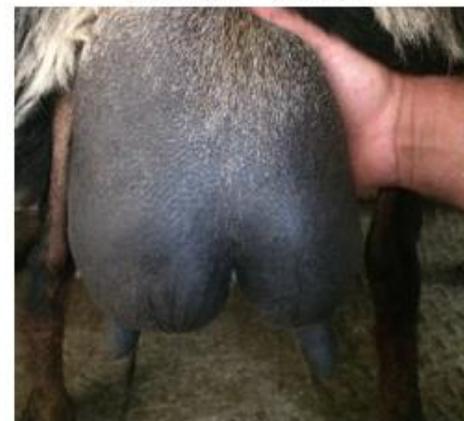
A mis bas en précoce, a toujours mis bas, 4 ans d'âge (3^{ème} lactation)



A mis bas en précoce, a toujours mis bas, 5 ans d'âge (4^{ème} lactation)



A mis bas en précoce, a toujours mis bas, 6 ans d'âge (5^{ème} lactation)



Les brebis sont présentées à l'éleveur comme de bonnes laitières en complément des informations ci-dessus

ANNEXES

Annexe 7 : Application du cadre d'analyse des changements en élevage (Moulin et al, 2008) : support d'entretien T2

FARMER X	Year preceding the introduction of highly productive breed	Year of first crossbreeding with highly productive breed	... (n years of change) ...	2016-2017 and possible perspectives
Sources of income				
Family and waged workforce				
Housing equipment				
Flock size				
Replacement rate				
Culling age or number of mating years before culling				
Batching (number of animal groups)				
Age of suckling and level of milk production				
Milking method				
Lambings period, slaughtering lambs and length of milk collection				
Techniques of reproduction				
Supplementation	Situation A	→		
Surface and use of land	Situation A	→	Situation B	
Grazing management	Situation A	Situation B	Situation C	→
Equipment for agricultural tasks			Change in the feeding system	Change in the flock genetic composition
Dairy house				
Breeds involved in the flock genetic composition	Situation A	Situation B	→	Situation C
Type of external breeding animals introduced and providers	Situation A	Situation B	→	Situation C

Change in the flock genetic composition and the feeding system

Title: Role of breeding practices in the adequacy between local breed flocks and pastoral farming

Abstract

Using native vegetation through grazing, in production environments particularly exposed to climate change, is an important challenge for small-ruminant farming in the Mediterranean area. This challenge that can be addressed with the use of local breeds' adaptation traits. If such traits are of growing concern for the scientific community, current situation of local breeds of small ruminants is paradoxically worrying. The way farmers take into account local breeds adaptation traits in their breeding practices is still little understood. We define breeding practices as (i) the choice of breed(s) and crossbred animals composing the flock (ii) the adjustment of replacement and culling rates (iii) the choice of replacement and culling animals. The objective of the doctoral thesis is to understand how breeding practices performed by Mediterranean dairy sheep farmers help to ensure adequacy between the phenotypic composition of their flock and the pastoral components of their production environment. For this purpose, two Northern Mediterranean regions, Corsica (France) and Thessaly (Greece) are put into perspective. Modalities and opportunities of specific breeding practices are identified through a first set of exploratory semi-structured interviews (n=40 in Corsica, n=46 in Thessaly) and analysed in their regional context. Then, breeding practices studied on both regions are compared, using the same set of interviews. A second set of semi-structured interviews (n=30 in Corsica, n=15 in Thessaly) is performed in order to in-depth investigate some specific examples of adequacy between flock phenotypic composition and components of pastoral farming. Punctual use of supplementary modes of data collection, either qualitative or quantitative, diachronic or synchronic, adds to the understanding of breeding practices brought by the two set of interviews. Adequacy between flock phenotypic composition and pastoral components of the production environment is ensured by different breeding practices interacting with each other. Firstly, farmers set their flock composition based on a diversity of traits, among which possible traits conferring an adequate response to pastoral farming. In some cases, the use of local breed(s) is the only breeding practice associated to the setting of a flock displaying these "rustic" traits. In other cases, the use of internal replacement criteria is a complementary lever. Moreover, the use of specific rams' providers helps to regulate the effects of the collective management of the breed, in particular on the flock response to pastoral constraints. Finally, replacement and culling rates are modified to adjust flock demography to the interannual variability of forage offer. This short-term adequacy is absorbed into a long-term coevolution between the phenotypic composition of the animal population supplying the flocks, and the production environment in which they are raised. This coevolution questions the ability of local breeds to help to maintain pastoral farming in Mediterranean regions subject to fodder intensification.

Key-words: replacement, dairy sheep, culling, crossbreeding, pastoral, Mediterranean

Titre : Rôle des pratiques de gestion génétique dans l'adéquation entre troupeaux de races locales et conduites pastorales

Résumé

Valoriser la végétation spontanée par le pâturage, dans des environnements de production particulièrement exposés aux effets du changement climatique, est un enjeu fort de l'élevage de petits ruminants en Méditerranée auquel les caractères d'adaptation des races locales peuvent permettre de répondre. Si l'étude de ces caractères fait l'objet d'un fort intérêt de la part de la communauté scientifique, la situation des races locales de petits ruminants est aujourd'hui paradoxalement fortement préoccupante. La prise en compte des caractères d'adaptation des races locales dans les pratiques de gestion génétique (PGG) mises en œuvre en élevage est encore mal comprise. Nous définissons les PGG comme les pratiques (i) de choix des races ou croisements composant le troupeau, (ii) d'ajustements des taux de renouvellement et de réforme et (iii) de choix des animaux de renouvellement et de réforme. L'objectif de la thèse est de comprendre comment les PGG mises en œuvre par les éleveurs ovins laitiers méditerranéens contribuent à assurer l'adéquation entre la composition phénotypique de leurs troupeaux et les composantes pastorales de leur environnement de production. Pour ce faire, deux régions Nord Méditerranéennes, la Corse (France) et la Thessalie (Grèce) sont mises en perspective. Un premier corpus d'entretiens semi-directifs exploratoires (Corse n=40, Thessalie n=46) permet une analyse des modalités et opportunités de PGG spécifiques de chaque région suivie d'une comparaison des PGG étudiées sur les deux terrains. Un deuxième corpus d'entretiens semi-directifs (Corse n=30, Thessalie n=15) est utilisé pour approfondir des exemples spécifiques de l'adéquation entre composition phénotypique de troupeau et composantes pastorales. Le recours ponctuel à des modes de collecte de données complémentaires, quantitatifs ou qualitatifs, diachroniques ou synchroniques, permet d'enrichir l'approche compréhensive des PGG structurée autour des 2 corpus d'entretiens. L'adéquation entre composition phénotypique du troupeau et composantes pastorales de l'environnement de production est assurée par différentes PGG en interaction entre elles. Premièrement, les éleveurs configurent leur troupeau autour d'une diversité de caractères dont, éventuellement, des caractères conférant une réponse adéquate du troupeau à la conduite pastorale. Dans certains cas, l'utilisation de race(s) locale(s) est la seule PGG associée à la configuration d'un troupeau présentant ces caractères « de rusticité ». Dans d'autres cas, l'utilisation de critères de renouvellement interne est un levier complémentaire. De surcroît, le recours à des fournisseurs spécifiques de béliers permet de réguler les effets de la gestion collective de la race, en particulier sur la réponse du troupeau aux contraintes pastorales. Deuxièmement, l'ajustement des taux de renouvellement et de réforme permet une adéquation de la démographie du troupeau à la variabilité interannuelle de l'offre fourragère dans les élevages corses les plus pastoraux. Cette adéquation, analysée sur le court terme, se fonde sur le long terme dans une coévolution entre la composition phénotypique de la population animale qui alimente ces troupeaux et les environnements de production dans lesquels ils sont élevés. Cette coévolution pose la question de la capacité des races locales à contribuer au maintien du pastoralisme dans des régions méditerranéennes sujettes à l'intensification fourragère.

Mots clés : renouvellement, ovin lait, réforme, croisement, pastoral, Méditerranée