

# Élevages au pâturage et développement durable des territoires méditerranéens et tropicaux

Connaissances récentes sur leurs atouts et faiblesses

Alexandre Ickowicz et Charles-Henri Moulin, coord.



## Diversité génétique et adaptation des races locales à leur milieu d'élevage

LAURENCE FLORI, ANNE LAUVIE, ELIEL GONZÁLEZ-GARCÍA, JESSICA MAGNIER, LOLA PERUCHO

L'utilisation de la diversité génétique animale constitue un des principaux leviers à considérer pour améliorer l'adaptation des systèmes d'élevage aux grands changements actuels. Chez les ruminants domestiques, on observe une grande diversité intraspécifique, comme en témoignent par exemple le nombre élevé de races bovines recensées (plus de 800) et classées en zébus (*Bos taurus indicus*), taurins (*Bos taurus taurus*) et métisses zébus × taurins ou encore les plus de 1500 races ovines inventoriées dans le monde<sup>4</sup>. Les principaux facteurs ayant contribué à générer cette diversité sont la domestication, les migrations parfois lointaines des ruminants depuis leurs foyers de domestication et les différentes pressions de sélection naturelle (telles que l'exposition à de nouvelles conditions climatiques et à de nouveaux agents pathogènes et l'abondance ou la pénurie des ressources alimentaires et hydriques) et artificielle (sélection des animaux par les éleveurs sur des critères morphologiques, de coloration de robe, de docilité ou sur leurs performances, en particulier) récentes. Les races locales rustiques et patrimoniales, principalement considérées dans les élevages de ruminants au pâturage, résultent ainsi d'un processus évolutif qui a déterminé leur aptitude à vivre dans un environnement précis.

Afin de conserver et d'utiliser au mieux cette diversité génétique au sein de systèmes d'élevage durables, il apparaît essentiel de bien la caractériser (à l'échelle de la population ou au sein du troupeau par exemple en lien avec des caractères d'intérêt comme l'efficacité alimentaire ou la dynamique de mobilisation-reconstitution des réserves corporelles), d'appréhender l'histoire démographique de ces races et d'identifier les mécanismes génétiques qui sous-tendent leurs capacités adaptatives. Il est également nécessaire de mieux caractériser les perceptions qu'ont les éleveurs de l'adaptation de leurs races, de leurs troupeaux et de leurs animaux et de mieux comprendre comment ils prennent en compte cette adaptation et la gèrent grâce à leurs pratiques.

### ■ Caractérisation génétique des races locales adaptées aux conditions tropicales et méditerranéennes

Ces vingt dernières années, la révolution génomique et le développement des nouveaux outils de génotypage à haut débit<sup>5</sup> et de séquençage qui l'ont accompagnée ont grandement facilité la caractérisation génétique fine des races de ruminants. Ces outils ont par exemple permis d'obtenir des données de génotypage pour de nombreuses races bovines et ovines pouvant servir de références, stockées dans la base de données Widde<sup>6</sup> (Sempéré *et al.*, 2015).

4. [www.fao.org/dad-is/fr/](http://www.fao.org/dad-is/fr/).

5. Qui permettent d'étudier simultanément plusieurs milliers à plusieurs centaines de milliers de marqueurs bialléliques répartis sur l'ensemble du génome.

6. <http://widde.toulouse.inra.fr/widde/>.

L'exploration de la structuration de la diversité génétique des races locales (par le biais d'approches multidimensionnelles ou de classifications hiérarchiques supervisées et non supervisées) appliquée à des données de génotypage individuel constitue une étape essentielle dans la description de ces races et un prérequis à l'étude plus poussée de leurs histoires démographique et adaptative. Chez les bovins, par exemple, cette approche exploratoire a permis de mieux caractériser la structure de la diversité génétique de certaines races locales en les comparant à un panel de races représentatives de la diversité génétique de l'espèce et de suggérer des hypothèses historiques sur leur origine, comme en attestent les exemples du Zébu mahorais (de Mayotte) et des races bovines méditerranéennes (Ouvrard *et al.*, 2019 ; Flori *et al.*, 2019).

L'étude génétique du Zébu mahorais<sup>7</sup> a en effet confirmé son originalité et initié la mise en place de mesures de conservation. Cette population locale (environ 70 % des 20 000 têtes recensées à Mayotte), dont la présence sur l'île pourrait remonter à plusieurs siècles d'après les données archéozoologiques (Boivin, 2013) est utilisée dans des systèmes de production traditionnels locaux (élevages familiaux de quelques têtes) et présente une forte valeur cérémonielle et culturelle. Certains éleveurs ont cependant commencé depuis une vingtaine d'années à effectuer des croisements avec des races taurines européennes améliorées (races Montbéliarde, Jersiaise, Gasconne et Brune), menaçant à terme le Zébu mahorais. Une démarche de reconnaissance de cette race locale a donc été entreprise par la constitution d'un dossier intégrant une caractérisation phénotypique et génétique conjointe et a ainsi conduit à sa reconnaissance officielle en 2018 (Ouvrard *et al.*, 2019). L'étude phénotypique de cette race, qui est un préalable au choix des animaux à caractériser génétiquement, a permis d'observer une grande hétérogénéité des patrons de robe et de certains paramètres morphologiques chez les 400 animaux étudiés et d'établir une description type utile pour définir le standard de la race (figure 2.10).

La caractérisation génétique de 150 de ces animaux, non apparentés, basée sur le génotypage de 50 000 marqueurs bialléliques répartis sur leur génome, a en revanche révélé une grande homogénéité génétique et une proximité avec les zébus de Madagascar (Ouvrard *et al.*, 2019), ces deux races présentant une plus forte ascendance indicine<sup>8</sup> que les races bovines du continent africain et une faible ascendance taurine africaine. Chez 16 % des individus, une faible ascendance taurine européenne (< 5 %), résultant probablement des croisements récents avec des races taurines européennes, est également observée. Il s'agit maintenant d'étendre l'inventaire de la population, d'en organiser la gestion en mettant en place un schéma de conservation et de valorisation. Ces premières études génétiques seront également poursuivies par l'estimation de certains paramètres démographiques et l'étude des capacités de production

7. Conduite grâce à une collaboration entre la coopérative des éleveurs Coopadem et le Cirad, aidés par des généticiens d'INRAE dans le cadre du projet Rita (réseau d'innovation et de transfert agricole) Defi-Animal, coordonné par Emmanuel Tillard (Selmet, La Réunion).

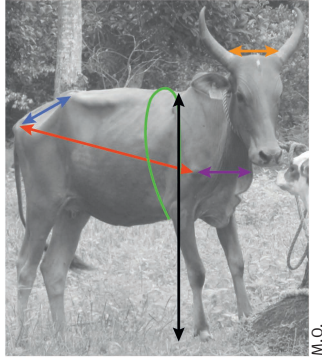
8. De *Bos indicus*.

**Figure 2.10. Exemple de paramètres mesurés chez 400 Zébus mahorais de 178 élevages différents sélectionnés sur l'ensemble du territoire de Mayotte.**



Figure 2.10. Suite.

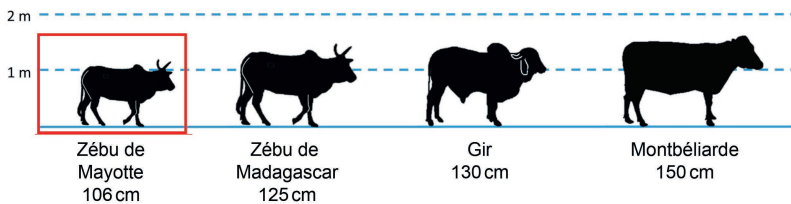
Paramètres quantitatifs



M.O.

Paramètres mesurés	Moyenne en cm (écart-type)
Hauteur au garrot	106 (7)
Taille oblique du corps	118 (9)
Tour de poitrine	139 (10)
Largeur de poitrine	34 (5)
Longueur de la hanche	39 (3)
Longueur entre les cornes	15 (2)

Comparaison de taille avec d'autres races



Sources : M.O., Mélissa Ouvrard ; J.M., Jessica Magnier.

et d'adaptation de cette race, qui restent encore mal connues. La population de Zébus mahorais a en effet développé des capacités d'adaptation propres à l'environnement contraint de l'île (climat chaud et humide, pression sanitaire, faible disponibilité des ressources hydriques et alimentaires).

Cette approche exploratoire a également été appliquée à plus large échelle pour étudier la structuration de la diversité génétique de 21 races bovines méditerranéennes locales (640 individus génotypés pour plus de 50 000 marqueurs bialléliques) originaires d'Algérie (Cheurfa, Chélifienne, Guelmoise), de Chypre (Cyprus), d'Égypte (Baladi), de Grèce (Brachykeratiki), d'Italie (Maremmana, Romagnola, Sarda, Sardo-modicana, Cinesara, Modicana), du Maroc (Oulmes Zaër, Tidili, Brune de l'Atlas), d'Espagne (Mallorquina, Menorquina, Marismena, Negra andaluza) et de France (Raço di Biou et Corse) (Flori *et al.*, 2019<sup>9</sup>). Le bassin méditerranéen ayant été traversé par plusieurs routes de migrations empruntées par les populations d'éleveurs, l'histoire démographique de ces races apparaît relativement complexe. L'étude génétique montre que les races étudiées ont pour leur majorité des ascendances taurines européennes et africaines dont les proportions dépendent de la latitude. Cependant une certaine proportion d'ascendance indicine est également détectée chez les races égyptienne, grecque et chypriote et dans une moindre mesure chez les races italiennes Maremmana, Modicana et Sarda-modicana et chez la race Corse, témoignant d'un métissage avec des populations d'ascendance indicine en Europe du Sud dont le niveau décroît d'est en ouest. Ce patron d'ascendance est concordant avec l'histoire migratoire connue des éleveurs du néolithique depuis le centre de domestication des taurins dans le croissant fertile vers l'ouest via la Méditerranée et ses îles principales en suivant la route dite « méditerranéenne », il y a 6 000 à 6 500 ans. Il est également en accord avec la migration des taurins de l'Afrique du Nord vers l'Espagne après leur introduction en Afrique par l'Égypte, il y a 6 500 ans. L'entrecroisement en Égypte, à peu près à la même époque, de plusieurs routes de migrations empruntées par les communautés sédentaires à travers l'Europe et l'Afrique a pu parallèlement favoriser le métissage de différentes populations bovines. Des populations d'ascendance indicine ou métissées avec des zébus ont probablement été importées en Europe du Sud (entre 200 ans avant J.-C. et 1720) par la route de la soie qui connectait l'Asie à la mer Méditerranée, en s'arrêtant en Italie, en accord avec le gradient décroissant d'ascendance indicine observé de la Sicile à l'Italie continentale et à la Corse. La faible ascendance indicine détectée également chez certaines races algériennes (Cheurfa et Guelmoise) résulte probablement d'un métissage résiduel entre taurins et zébus africains alors que l'ascendance taurine européenne détectée dans les autres races nord-africaines fait état d'un métissage plus récent, durant le siècle dernier, avec des taurins européens. L'ensemble de ces scénarios plus ou moins complexes suggérés par ces approches exploratoires de la structuration génétique de ces populations devront cependant être confirmés par une modélisation plus fine des processus démographiques.

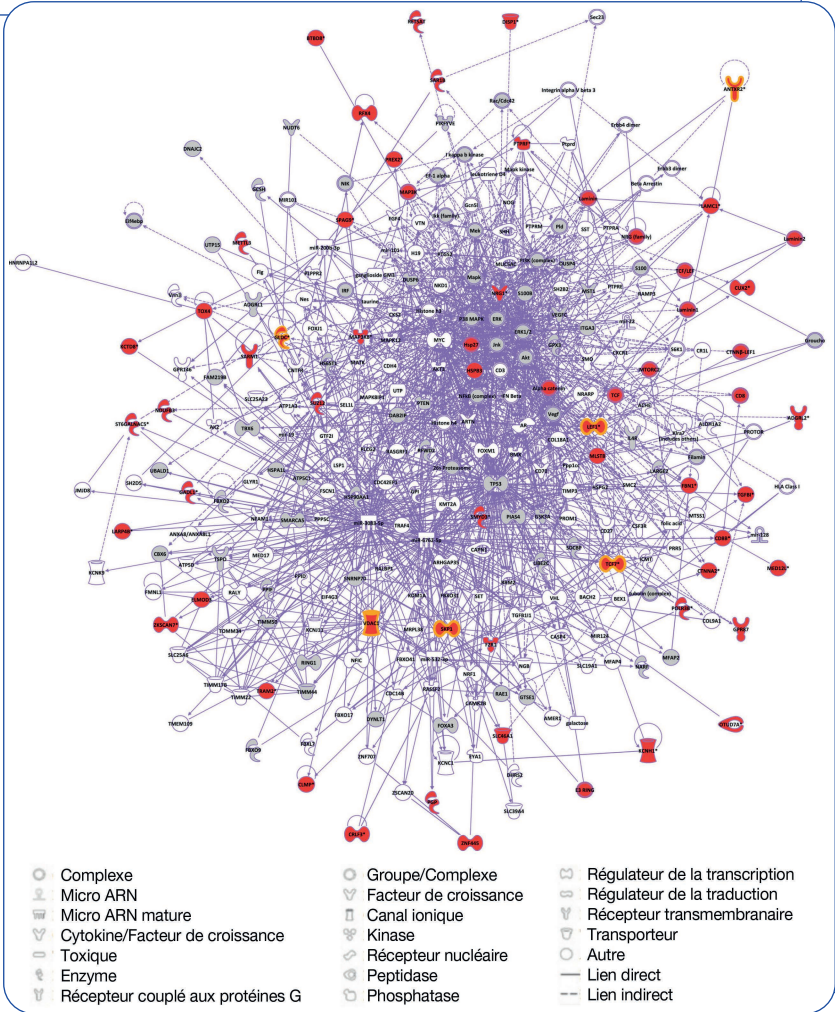
9. Projet Galimed (Inra, Métaprogramme Accaf), coordonné par Denis Laloë (Gabi, Jouy-en-Josas).

## I Étude génétique de l'histoire adaptative des races locales méditerranéennes

L'identification des gènes impliqués dans l'adaptation des races locales à leur environnement spécifique, couplée à la dissection des mécanismes moléculaires sous-jacents, permet de mieux comprendre les mécanismes adaptatifs. Elle peut également être considérée comme un moyen supplémentaire pour caractériser les races locales et montrer leur originalité d'un point de vue génétique. Elle passe par la localisation de traces (ou signatures) de sélections naturelle et artificielle dans le génome en analysant l'information génétique dense de plusieurs dizaines d'individus. L'annotation fonctionnelle des gènes candidats identifiés dans les régions sous sélection à l'aide d'outils de la biologie des systèmes (Flori *et al.*, 2012 ; 2014 ; 2019) permet d'émettre des hypothèses sur les principales fonctions, voies biologiques et réseaux de gènes dans lesquels les gènes sous sélection sont impliqués et sur les pressions de sélection qui ont pu s'exercer. L'utilisation complémentaire de méthodes d'association avec des phénotypes ou des variables environnementales définis à l'échelle des populations (Gautier, 2015) peut permettre d'établir un lien entre les signatures génomiques de sélection et ces variables et ainsi de confirmer certaines de ces hypothèses.

Les 21 races méditerranéennes précédemment étudiées ont été soumises pendant des siècles aux différentes variantes du climat méditerranéen. La réalisation conjointe d'un criblage des signatures de sélection dans leur génome et des régions chromosomiques associées avec des variables populationnelles discriminant les différents sous-types du climat méditerranéen a permis d'établir un lien direct entre certaines signatures de sélection et des variables climatiques et de proposer une carte génétique de l'association avec le climat (Flori *et al.*, 2019). Neuf régions sous sélection et 17 gènes candidats situés sur cinq chromosomes différents ont ainsi été identifiés, parmi lesquels plusieurs gènes candidats (LEF1, ANTXR2, VDAC1, TCF7 et SKP1) sont également associés à des variables climatiques. Les 55 gènes associés avec au moins une variable climatique (figure 2.11) sont impliqués dans plusieurs fonctions biologiques jouant un rôle dans l'adaptation au climat méditerranéen telles que la thermotolérance, la protection contre les ultraviolets (UV), la résistance aux agents pathogènes ou le métabolisme. Les principales pressions de sélection affectant les bovins de la zone méditerranéenne sont vraisemblablement les variations de l'exposition à la chaleur et aux UV, la disponibilité des ressources alimentaires et hydriques et l'exposition à des agents pathogènes. Parmi les gènes candidats forts associés au climat (par exemple NDUFB3, FBN1, METTL3, LEF1, ANTXR2 et TCF7), le gène ANTXR2, déjà trouvé sous sélection chez les races bovines ouest-africaines et associé à des variables climatiques chez l'homme et chez les moutons, code en effet pour le récepteur de la toxine de *Bacillus anthracis*, l'agent du charbon bactérien. Ces résultats suggèrent que le charbon bactérien, la plus ancienne zoonose connue avec une distribution mondiale, a dû exercer une forte pression de sélection sur les races bovines du bassin méditerranéen et de l'Afrique de l'Ouest et illustre un lien clair entre cette maladie et le climat. Les spores de *Bacillus anthracis* peuvent en effet persister dans le sol pendant des années et les facteurs climatiques tels que la température et les précipitations sont déterminants dans l'apparition des épizooties qu'elles provoquent.

**Figure 2.11. Réseau de gènes comprenant les gènes sous sélection et ceux associés aux variables climatiques chez 21 races méditerranéennes (Flori *et al.*, 2019).**



Le réseau a été obtenu en utilisant le logiciel *Ingenuity Pathway Analysis*. Les gènes sous sélection sont surlignés en jaune, ceux associés avec au moins une variable climatique sont colorés en rouge. Les gènes grisés ne sont associés à aucune variable climatique. La forme des molécules est représentative de leurs différentes familles.



Considérés globalement, ces résultats contribuent à montrer que les races locales sont des ressources génétiques précieuses à préserver et à intégrer dans des schémas de gestion et d'amélioration génétique appropriés. Cette préservation apparaît cruciale dans le contexte actuel d'incidence croissante de croisements avec des races supposées plus productives (dans des conditions environnementales différentes) qui menace ces races locales. Elle l'est également dans le contexte du changement climatique qui impose de nouvelles contraintes environnementales. La prédiction génomique de la vulnérabilité des races face à ces contraintes constitue un nouveau champ de recherche, dont les résultats pourront permettre de promouvoir certaines races moins vulnérables dans un environnement donné et d'en déconseiller d'autres.

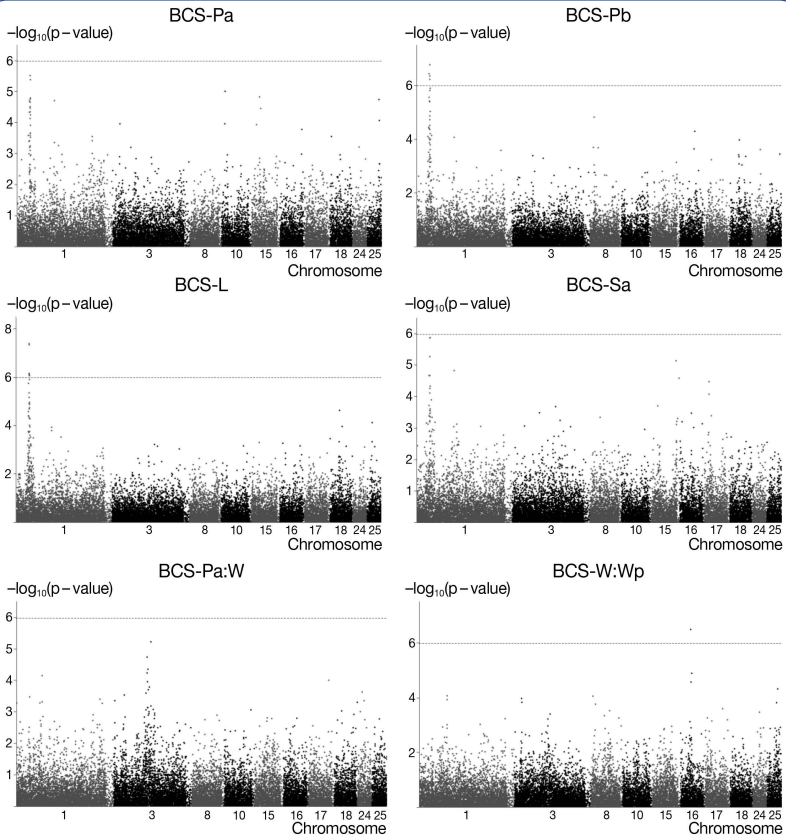
### **I Étude de la variabilité génétique intratroupeau dans l'adaptation aux conditions contraignantes d'alimentation**

En complément des travaux antérieurement cités chez les bovins, dans les conditions du Massif central en France, à la frontière avec la Méditerranée, nous avons démontré une composante génétique importante expliquant la variabilité intratroupeau dans les processus de mobilisation-reconstitution des RC chez la race ovine de viande Romane (Macé *et al.*, 2018a ; 2018b ; 2019). Nous avons caractérisé et identifié le spectre des profils de PV et de NEC présents chez les femelles du troupeau et démontré une variabilité intratroupeau de ces paramètres et leurs dynamiques pendant les phases de mobilisation et de reconstitution à l'échelle du cycle de production, et pendant toute la carrière de la brebis. Des valeurs d'héritabilité  $h^2$  supérieures à 0,2 ont été obtenues, confirmant l'influence de facteurs génétiques dans la variation de ces paramètres chez la race Romane. De fortes corrélations phénotypiques et génétiques entre les phases de mobilisation et de reconstitution ont également été estimées (Macé *et al.*, 2018 ; 2019). De plus, nous avons identifié les *quantitative trait locus* (QTL) responsables de la variabilité détectée dans la dynamique des RC (figure 2.12). Quelques gènes candidats ont été identifiés, dont trois intéressants : le gène LEPR, qui code pour le récepteur à la leptine, une hormone plasmatique très importante dans la régulation des taux d'adiposité et l'ingestion chez les mammifères, le gène du récepteur métabotropique glutamate 1 (GRM1) et enfin le gène TRPS1 (*Tricho-rhino-phalangeal syndrom type I*) associé au gain de poids pendant la période postsevrage, et régulateur de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien agissant sur le stockage et les dépenses énergétiques. Ces résultats ouvrent des pistes intéressantes pour la mise en valeur de ce caractère d'adaptation (RC) dans la conception de schémas d'amélioration génétique adaptés aux nouveaux défis (changement climatique et transition agroécologique des systèmes d'élevage), où la contribution de la composante animale dans la résilience globale des systèmes devrait être importante.

### **I Gestion de l'adaptation des races locales à l'échelle des élevages au travers des pratiques des éleveurs**

Les caractéristiques d'adaptation des races locales à leur milieu en font des ressources théoriquement intéressantes à mobiliser par les éleveurs des zones concernées. Nous verrons cependant que ce n'est pas si simple et que la notion d'adaptation peut renvoyer à la fois à une diversité de définitions et de perceptions, mais aussi à de multiples pratiques mises en œuvre pour la gérer ou la valoriser.

**Figure 2.12. Identification des QTL responsables du niveau d'état corporel (BCS pour *body condition score*) chez la brebis Romane pendant plusieurs stades physiologiques (Macé et al., 2022).**



Le  $-\log_{10}(p\text{-value})$  pour tous les SNP (*single nucleotide polymorphism*) a été tracé pour les chromosomes 1, 3, 8, 10, 15, 16, 17, 18, 24 et 25. La ligne pointillée indique le seuil de signification à l'échelle du génome ( $BONF_{gen} = 5,94$ ). Les seuils de signification à l'échelle du chromosome étaient OAR1 : 5,02, OAR3 : 4,96, OAR8 : 4,57, OAR10 : 4,52, OAR15 : 4,49, OAR16 : 4,45, OAR17 : 4,42, OAR18 : 4,43, OAR24 : 4,14, OAR25 : 4,26.

Gènes candidats en lien avec des caractères de gras et des voies métaboliques lipidiques.

**BCS-Pa** : note d'état corporel en début de gestation.

**BCS-Pb** : note d'état corporel en fin de gestation.

**BCS-L** : note d'état corporel pendant la lactation.

**BCS-Sa** : note d'état corporel en début de phase d'allaitement, après mise bas.

**BCS-Pa:W** : note d'état corporel pour la période commençant au début de la gestation et finissant juste après le sevrage.

**BCS-W:Wp** : note d'état corporel pour la période commençant juste après le sevrage et allant jusqu'à 1 mois après le sevrage. Cinq principales régions identifiées sur les chromosomes OAR1, 3, 8, 9, 11.

Gènes candidats en lien avec des caractères de gras et des voies métaboliques lipidiques.

**Pa** : début de gestation.

**Pb** : fin de gestation.

**L** : pendant la lactation.

**Sa** : début de phase d'allaitement, après mise-bas.

**W** : juste après sevrage.

**Wp** : allant jusqu'à 1 mois après le sevrage.

### **La perception par les éleveurs de l'adaptation des races locales renvoie à une diversité de caractéristiques animales**

Dans le cadre de l'étude génétique des races bovines locales méditerranéennes évoquée précédemment, vingt enquêtes ont été effectuées auprès d'éleveurs de la race bovine Corse afin de mieux caractériser leur perception de l'adaptation de la race<sup>10</sup>. Ces entretiens semi-directifs, auprès d'éleveurs de montagne et de plaine, sélectionneurs ou non, croisant ou pas avec d'autres races, appartenant ou non à l'association de gestion de la race, concernaient les thèmes suivants : histoire de l'exploitation, caractéristiques du système d'élevage, points de vue et pratiques liées à l'adaptation, lien à l'action collective autour de la race. Non seulement ces enquêtes rendent compte de la diversité des caractéristiques d'adaptation citées par les éleveurs (tableau 2.4), mais l'analyse thématique des entretiens a permis de préciser la diversité des façons de voir chacune des caractéristiques d'adaptation. En analysant les parties des entretiens associées à l'« autonomie de l'animal pour s'alimenter » par exemple, on observe que ce thème est associé selon les éleveurs à diverses caractéristiques animales : faibles besoins des animaux de la race, comportement alimentaire, état corporel qui est vu selon les éleveurs comme une caractéristique de la race positive ou négative, ressources alimentaires diverses valorisées par la race. Cette analyse donne aussi des éléments sur les conséquences perçues de cette autonomie, qui concernent le faible coût associé, la facilité de gestion, le fait que l'activité soit peu demandeuse en temps ou encore le fait que cette autonomie pouvait être en inadéquation avec les attentes sociales. Enfin, cette analyse permet d'explicitier les points de vue des éleveurs sur les causes de cette autonomie : certains éleveurs considèrent que c'est la morphologie de la race qui permet cette adaptation, certains la considèrent comme innée alors que d'autres considèrent qu'elle peut s'acquérir, et enfin certains éleveurs considèrent que les pratiques peuvent influencer favorablement ou défavorablement sur cette adaptation (Lauvie *et al.*, 2013).

**Tableau 2.4. Fréquences de citation des caractéristiques d'adaptation mentionnées par les éleveurs de vache Corse enquêtés.**

	Pourcentage des éleveurs enquêtés qui citent au moins une fois le critère dans l'ensemble de l'entretien
Autonomie de l'animal pour s'alimenter	100 %
Morphologie et aspects extérieurs	100 %
Reproduction	95 %
Adaptation au territoire	90 %
Comportement	85 %
Résistance	80 %
Qualité de viande	20 %
Entretien du territoire	50 %

10. Entretiens menés lors du stage de césure de C. Rolland, INRAE, UR LRDE (2012-2013).

### **La prise en compte de l'adaptation dans les pratiques des éleveurs et la gestion collective**

Les perceptions de l'adaptation des races locales par les éleveurs sont importantes à prendre en compte car elles interagissent avec les pratiques et choix de gestion de ceux-ci. Le travail de thèse de Lola Perucho (2018) a permis, à partir des cas de l'élevage ovin laitier en Corse et en Thessalie, d'explicitier les pratiques de gestion génétique mises en œuvre par les éleveurs, en lien avec leur système d'élevage. Ce travail met en évidence différentes modalités selon lesquelles les caractéristiques d'adaptation des races locales ou des individus animaux sont en jeu dans ces processus.

Les caractéristiques d'adaptation peuvent entrer en jeu dans le choix des types génétiques élevés. Ainsi, l'étude des trajectoires de plusieurs éleveurs de Thessalie pour analyser les changements de races et les changements de systèmes d'alimentation (composantes pastorales de ces systèmes en particulier), révèle que, chez les éleveurs qui identifient une inadéquation entre composition génétique du troupeau et système d'alimentation, trois types de réponses sont possibles : croisement avec une race locale, arrêt de l'utilisation d'une race hautement productive ou essai d'une autre race, ou modification du système d'alimentation. Lorsque la première réponse est choisie, c'est bien en lien avec les caractéristiques d'adaptation attribuées à la race locale (Perucho, 2018).

La notion de rusticité, souvent mise en avant lorsque l'on parle de races locales, peut renvoyer à une diversité de traits selon les éleveurs, et également à diverses modalités de gestion. Pour certains éleveurs de brebis Corse par exemple, celle-ci peut renvoyer à différentes acceptions : sensibilité aux maladies ou aux conditions climatiques, valorisation des parcours en lien avec la production, aptitudes à la marche, longévité des femelles (Perucho, 2018). Quelques éleveurs sélectionnent individuellement leurs reproducteurs sur la rusticité à travers des indicateurs indirects, essentiellement morphologiques (robe, standard). D'autres considèrent que cette rusticité est « acquise » via la race ou les conditions d'élevage. Par exemple, la transhumance permet une sélection *de facto* par élimination des brebis les moins aptes à suivre le troupeau (pertes d'animaux) (Perucho, 2018).

Pour un même trait d'adaptation, les leviers mis en œuvre par les éleveurs pour obtenir un troupeau en adéquation avec leurs attentes sont multiples : par exemple, sur 23 éleveurs corses mentionnant la sensibilité aux maladies comme un trait d'intérêt, un seul éleveur en fait un critère de choix du renouvellement interne, quand la majorité en font seulement un critère de réforme (Perucho, 2018). Au-delà des pratiques de renouvellement interne et de réforme, d'autres leviers peuvent également entrer en jeu comme les critères de choix des éleveurs fournisseurs de reproducteurs mâles (Perucho, 2018).

Les travaux de Perucho (2018) soulèvent également les questions d'interactions entre choix individuels des éleveurs et outils de gestion collective de la race. Parmi les huit éleveurs sélectionneurs de brebis Corse enquêtés dans ce travail, tous prennent en compte les critères de production laitière et d'index (valeur génétique estimée) pour choisir les mères à agnelles. Cependant, six d'entre eux prennent aussi en compte d'autres critères (de deux à quatre critères supplémentaires selon les éleveurs, parmi lesquels l'ascendance,

la couleur de toison, le standard de race, le comportement à la traite, la persistance laitière, les caractéristiques des mamelles). Ils combinent ainsi l'usage d'un outil collectif et de critères individuels pour constituer un troupeau adapté à leurs attentes et à leurs systèmes (Perucho, 2018).

Enfin, les travaux qui s'intéressent aux pratiques des éleveurs de races locales révèlent aussi que dans les processus qui rendent les races adaptées à certaines situations ou contraintes, d'autres dimensions que les seules dimensions biologiques peuvent être considérées, comme des dimensions plus sociales ou organisationnelles liées aux races. Ainsi Perucho *et al.* (à paraître) illustrent par exemple comment l'organisation collective des éleveurs autour d'une race peut contribuer à faire face à un aléa sanitaire auquel les animaux de la race sont confrontés.



Les questions d'adaptation des races locales mettent donc en jeu des caractéristiques biologiques et génétiques, valorisées et gérées par les éleveurs dans leurs pratiques individuelles et collectives. La caractérisation des mécanismes biologiques et génétiques à l'œuvre apporte des informations précieuses pour améliorer la gestion de ces races. Réciproquement, mieux connaître les pratiques des acteurs de la gestion, et en premier lieu des éleveurs, ainsi que les points de vue qui les sous-tendent, participe à la compréhension de l'évolution des ressources génétiques. L'intégration d'approches relevant de disciplines complémentaires est nécessaire à une meilleure compréhension des interactions entre populations humaines, populations animales et milieux d'élevage, dont l'adaptation des populations animales est une des conséquences.

## **Les mécanismes d'adaptation analysés à l'échelle des familles et des collectifs locaux**

**JACQUES LASSEUR, VÉRONIQUE ALARY, LINA AMSIDDER, MARTINE NAPOLÉONE, ABDRAHMANE WANE**

Cette partie s'intéresse à l'analyse des processus d'adaptation des ménages pastoraux et agropastoraux en zones arides et méditerranéennes, considérant conjointement les dimensions sociales et biotechniques impliquées. Nous analysons particulièrement la contribution de trois leviers : (i) la diversité des situations considérée au niveau des ménages sous l'angle de « portefeuille capacitaire » et au niveau local sous l'angle d'une diversité de systèmes de production, (ii) l'importance des institutions et organisations collectives considérées au travers des réseaux sociaux et des actions collectives, (iii) les formes d'apprentissage en considérant les références aux normes et valeurs qui guident l'action. Les recherches menées en Égypte, au Tchad, au Maroc et en France et présentées ici illustrent la manière dont les éleveurs les mobilisent et les combinent parfois, permettant ainsi le passage d'une situation qui fragilise les ménages à une situation qui renforce les solidarités et conforte leur durabilité.