

L'élevage bovin et les zones de montagnes à fort potentiel herbager

1.1 Les produits d'élevage bovin

L'augmentation de la population mondiale de 6.5 milliard d'habitant à 9,6 milliards d'ici 2050 (Nations Unies, 2012) suscite une augmentation de la demande en produit agricoles destinées à l'alimentation humaine (Bank, 2007). Parmi les produits agricoles les plus convoités, les produits animaux occupent une place de choix. Afin de satisfaire les besoins en viande des populations entre 1984 et 2009 une augmentation 45% des effectifs des vaches à viande de races spécialisées en France a été nécessaire (Pflimlin *et al.*, 2009). La France est passée ainsi de 2,9 millions à 4,2 millions de bovins dédiés à la production de viande en 25 ans. Cette augmentation des effectifs s'est poursuivie avec l'évolution des besoins des populations en produits carnés et plus particulièrement les politiques agricoles instaurant des quotas laitiers et des primes à la vache allaitante. La consommation mondiale de produits d'origine animale en particulier de la viande bovine, devrait augmenter de 50% d'ici 2050 (Thornton, 2010). Par ailleurs le lait est l'un des produits animaux les plus convoités par les

populations. En effet le lait est un produit alimentaires très nourrissant vu sa richesse en éléments minéraux (Desjeux, 1993), en matière grasse et protéique (38 g/L de matière grasse et 32 g/L de matière protéique) (Chatellier *et al.*, 2013). La moyenne mondiale de consommation de lait atteint 105 kg équivalent lait par habitant par année (Chatellier *et al.*, 2013). La croissance démographique devrait augmenter la consommation de lait de 57 % entre 2000 et 2030 (Gerber *et al.*, 2013). Vu la diversité des territoires, des systèmes de production et des produits laitiers sur le territoire, la France fait preuve d'un fort potentiel de production de lait, avec 23,9 milliards de litres de lait produit (Chatellier *et al.*, 2013). De vastes territoires en France s'avèrent favorables à l'élevage des herbivores et plus particulièrement de l'élevage bovin. En France les exploitations agricoles se situent majoritairement dans les zones à fort potentiel herbagers notamment les zones de montagnes. L'agriculture de montagne avec son orientation naturelle vers la production de fourrages est largement orientée vers la production herbivore (Chatellier and Guyomard, 2008) notamment la production bovine avec 40% d'exploitations en bovins allaitants et 33% d'exploitations en bovins laitiers (AGRESTE, 2011).

1.2 Zones de montagne : zones à fort potentiel herbager

Plus de la moitié du territoire Français est utilisé à des fin agricoles (Farruggia *et al.*, 2008). La couverture végétale utilisée pour l'agriculture est largement constituée de prairies permanentes qui représentent en moyenne 30% de la SAU en France (Pottier *et al.*, 2012). Ces végétations sont fortement concentrées dans les zones de montagne à l'instar de la région auvergnate située au cœur du Massif central. Le tiers (environ 38%) des surfaces en prairie permanente en France se situent en zone de montagne (Chatellier and Guyomard, 2008). Et les prairies permanentes occupent environ 80% de la surface agricole auvergnate (AGRESTE, 2015). Les zones de montagne s'avèrent ainsi des réservoirs potentiels d'aliments fourragers. En dépit de la richesse de ces zones en ressources herbagères, elles sont caractérisées par de fortes contraintes naturelles pour les pratiques agricoles autres que l'élevage. Les agriculteurs sont régulièrement confrontés à des difficultés d'accessibilité à travers les contraintes d'obstacles, de distances, de pentes et d'altitude (Brunschwig *et al.*, 2006; Andrieu *et al.*, 2007). Toutefois ces territoires sont prisés pour l'élevage des herbivores avec plus de 1765 exploitations bovines dans le Massif central (RA, 2010). L'élevage est de plus en plus soumis à des phénomènes d'extensification avec 1,9 UTA pour

56 ha en 2000 et 1,9 UTA pour 68 ha 2007. Les zones montagneuses avec leur fort potentiel en ressources herbagères et une diversité géographique accentuée sont de plus en plus occupées par les systèmes d'élevages herbivores en particulier des élevages bovins avec le phénomène d'extensification. Cependant la diversité géographique des zones de montagnes ne joue pas toujours en faveur de la valorisation des parcelles (Fleury *et al.*, 1996) contrairement à la diversité végétale qui est plus rentable au pâturage avec les prairies diversifiées (Schläpfer *et al.*, 2002). La conduite simultanée de troupeaux bovins laitiers et allaitants semble être une solution pour valoriser ces diversités.

1.3 Systèmes bovins mixtes herbivores de moyenne montagne.

De nombreux élevages en montagne combinent conduite simultanée d'un troupeau laitier et d'un troupeau allaitant en vue de mieux valoriser le parcellaire tout en dégagant un bon revenu (Cournut *et al.*, 2012). Les systèmes d'élevage bovins combinant bovin laitiers et bovin allaitant sont les plus répandus dans les zones de montagne : 75% des élevages mixtes avec lait en Auvergne sont des élevages mixtes bovin lait-viande (RA, 2010). La particularité de ces types d'élevages est qu'ils sont plus mis en œuvre dans des zones contraignantes et focalisés sur la valorisation des prairies. En effet la conduite simultanée de troupeaux bovins laitiers et allaitants est susceptible de mieux valoriser la diversité géographique et agronomique des zones de montagnes. Ces diversités se matérialisent par le fait que les parcelles diffèrent selon le type de végétation définie d'après leur valeur agronomique (Ansquer *et al.*, 2004) et selon leur caractéristiques topographiques (altitudes, exposition, profondeur du sol) et topologique. Hormis la charge de travail engendrée par l'association de plusieurs troupeaux avec des besoins différents ajouté à la complexité d'organisation liée à la fois aux troupeaux et au terrain, la pratique des systèmes bovins mixtes dans les zones de montagnes présente de nombreux avantages. Il s'agit principalement de la complémentarité des deux troupeaux qui permet de mieux valoriser les ressources herbagères, notamment grâce au troupeau allaitant, qui est moins exigeant en termes de qualité de l'herbe et peut être déplacé dans des parcelles éloignées de l'étable (Morlon and Benoit, 1990; Brunschwig *et al.*, 2006; Andrieu *et al.*, 2007). La conduite simultanée de deux troupeaux donne ainsi un avantage permettant d'exploiter avec une forte efficacité les surfaces de différents potentiels. L'association de troupeaux laitier et allaitant permet le bon ajustement des interactions entre les animaux et les

ressources disponibles (Cournut *et al.*, 2012). Les systèmes d'élevage en question bénéficient d'une diversité sur le plan animal et végétal qui s'apparente au principe fondamental de l'agroécologie à savoir le maintien d'une diversité d'espèces et de génétique dans l'espace et le temps, mais aussi d'une structure d'écosystème complexe. La conduite simultanée d'un troupeau laitier et d'un troupeau allaitant donne un avantage comparatif permettant d'exploiter avec une plus grande efficacité les surfaces de potentiels différents, en y faisant pâturer des animaux ayant des besoins différents. En dépit des contraintes d'ordre agronomiques et géographique à savoir l'éloignement, pente, manque de possibilité de mécanisation, accès difficile, la portance, accès au point d'eau des animaux au pâturage (Garcia-Launay *et al.*, 2012), la gestion des troupeaux bovins mixtes (laitiers et allaitants) peut être une solution pour atteindre des performances économiques équilibrées et stables (Cournut *et al.*, 2012). Les systèmes bovins mixtes herbagers s'inscriraient dans une démarche relevant de l'agroécologie (Dumont and Bernuès, 2014; Thomas *et al.*, 2014). Généralement l'élevage simultané de plusieurs espèces réduit les risques climatiques, sanitaires et économique (Bonaudo *et al.*, 2014). La gestion spatio-temporelle de la diversité des ressources et de la complémentarité des animaux peut permettre de renforcer la résilience des services écosystémiques à des aléas climatiques et économiques (Tichit *et al.*, 2011). Toutefois, ces éléments théoriques demandent à être confirmés et il est intéressant d'explorer les systèmes mixtes pour déterminer les niveaux de diversité animale permettant une plus grande efficacité alimentaire avec des meilleures performances économiques et environnementales tout en préservant l'environnement et la productivité des systèmes étudiés.

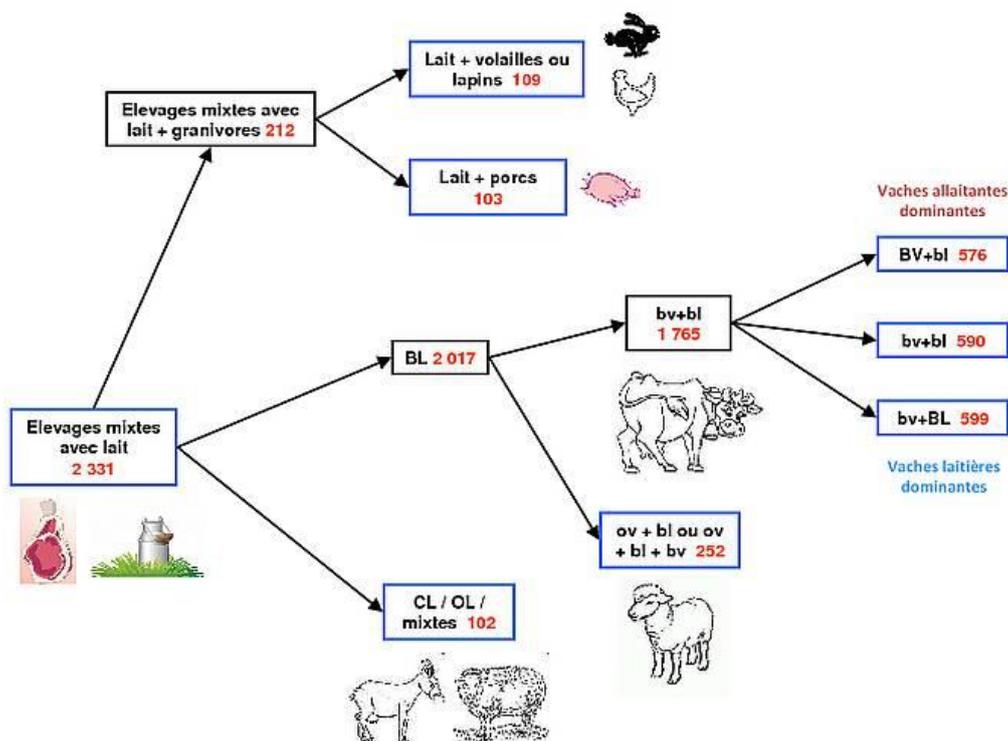


Figure 1. Arbre typologique des exploitations avec des élevages mixtes lait-viande (Source : (RA, 2010))

1.4 Autonomie fourragère et alimentaire en élevages bovins herbagers

La meilleure utilisation des ressources herbagères par les systèmes bovins mixtes peut être une voie pour améliorer l'autonomie alimentaire des exploitations, réduire les coûts de production voire favoriser de meilleurs et plus stables résultats économiques (Aubron *et al.*, 2010). Par ailleurs une autonomie fourragère croissante permettrait une baisse considérable de la variabilité des résultats économiques de l'exploitation voire de sa sensibilité aux perturbations climatiques (Aubron *et al.*, 2010). L'autonomie fourragère serait synonyme de réduction des charges alimentaires mais aussi favoriserait l'autonomie alimentaire (Aubron *et al.*, 2010). L'idéal des systèmes d'élevage bovin herbagers est en effet d'avoir une alimentation axée sur la forte valorisation de leur parcellaire en vue de se procurer une meilleure autonomie fourragère. Parallèlement l'utilisation non contrôlée des prairies au profit de l'élevage serait source de dégradation de la biodiversité prairiale. Une surexploitation des ressources sur le long terme pourrait aboutir à la dégradation de services

écosystémiques liés aux végétations de prairies. Cependant parmi les principaux leviers de l'autonomie fourragère on cite : l'adaptation de la taille des troupeaux à la surface fourragère et aux cultures de l'exploitation pour réduire l'importation des fourrages (Mosnier *et al.*, 2012), la diminution de l'utilisation des intrants tels que les aliments concentrés (qui par leur teneur importante en nutriments et énergie sont particulièrement sollicités pour équilibrer les rations des bétails) au profit de l'utilisation de fourrages produits au sein de l'exploitations, et l'augmentation de la part de pâturage (Bernués *et al.*, 2011). On cite également les stratégies de vèlage qui consistent à faire coïncider les vèlages des troupeaux avec les périodes de pousse d'herbe et qui seraient particulièrement intéressantes. Cela permet de procurer aux animaux des ressources en herbe importantes aux périodes de forte lactation (Le Gall *et al.*, 2001). Le regroupement des vèlages en vue de maximiser le pâturage est également un facteur d'amélioration des résultats économiques et environnementaux (Le Rohellec *et al.*, 2009). La génétique des troupeaux peut aussi être déterminante pour espérer un meilleur rapport entre production animale et valorisation des ressources fourragères. Dans le cas des élevages bovins laitiers ; une comparaison entre la race normande et prim'Holstein penche en faveur de la race normande. En effet la race normande à une alimentation moins exigeante et valorise mieux les ressources herbagères, même si elle a un moindre potentiel laitier (Delaby and Peyraud, 2009). La diversité animale dans un contexte d'élevage de montagne intervient comme un levier d'autonomie fourragère à travers la conduite simultanée des troupeaux laitier et allaitant avec la complémentarité des deux troupeaux qui permet de mieux valoriser les ressources herbagères vu les besoins et performances différents des troupeaux (Morlon and Benoit, 1990; Brunschwig *et al.*, 2006; Andrieu *et al.*, 2007). Les études sur l'amélioration de l'utilisation de ressources prairiales portent sur le bon ajustement des chargements (Jouven and Baumont, 2008), la bonne adéquation entre les dynamiques de production fourragère et des besoins des animaux qui permettrait d'atteindre un meilleur degré d'autonomie fourragère voire alimentaire (Steinwilder *et al.*; Dillon *et al.*, 1995; Jacquot *et al.*, 2012). En effet l'équilibre entre l'offre herbagère et les besoins des animaux est la clé d'un meilleur degré d'autonomie alimentaire (Jacquot *et al.*, 2012), et constitue un élément déterminant pour la compétitivité des élevages bovins herbagers et leur capacité à mieux résister aux aléas naturels (Nettier *et al.*, 2010). L'autonomie fourragère a pour

conséquences la préservation et l'augmentation de l'importance des prairies permanentes au sein des systèmes d'élevage, assurant ainsi la conservation, voir une amélioration, de la biodiversité prairiale (Poetsch, 2008). L'autonomie fourragère favorise la séquestration du carbone (Soussana *et al.*, 2010) et une plus faible sensibilité des exploitations aux variations des prix des intrants (Bernués *et al.*, 2011). Il faut en plus de cela noter que l'herbe pâturée est plus intéressante sur le plan économique comparativement aux fourrages conservés et aux aliments concentrés (Poetsch, 2008). Un haut niveau d'autonomie fourragère à l'échelle de l'exploitation favorise l'amélioration des performances productives et économiques et constitue un facteur de préservation des prairies permanentes. L'autonomie fourragère se présente ainsi comme un facteur de durabilité des systèmes d'élevage herbagers. D'où l'intérêt de déterminer les modes de gestion et les configurations des troupeaux qui favorisent une meilleure valorisation des ressources herbagères dans les zones montagneuses.

1.5 Gestion des systèmes d'élevages dans les zones contraignantes

Les systèmes bovins nécessitent en général des efforts particuliers dans leur gestion, mais les systèmes d'élevages mixtes bovins laitier-allaitant nécessitent encore plus d'efforts. La gestion d'un système d'élevage étant relative à la conduite des troupeaux ainsi qu'à la planification des activités culturales et d'élevages, nous nous intéressons ici à la relation entre les modes de conduites des systèmes d'élevages et leurs performances (autonomie fourragère, performances économiques environnementales et de production). Les modes de gestion des systèmes de production agricole sont les moyens privilégiés pour accroître leurs performances et les affranchir des aléas qu'ils soient internes (sol, infections et carences nutritionnelles pour les produits animaux...) ou externes (climat et économie "politiques agricoles et prix"). Dans le cas des systèmes d'élevages mixtes bovins laitier-allaitant, la définition d'un mode de conduite adéquat s'avère incontournable pour faire face aux aléas externes et espérer un bon fonctionnement de l'exploitation avec de meilleures performances. En effet les aléas externes (variation de prix, politiques économiques et agricoles) ont la particularité de ne pas être directement maîtrisables au niveau de l'exploitation. De nombreux travaux sont réalisés dans l'objectif de procurer aux systèmes d'élevages des fonctionnements durables dans des contextes de contraintes naturelles, d'aléas naturels et économiques (variation de prix, évolution de politiques économiques). Les aléas sont pris en compte dans les décisions des éleveurs pour aborder la question d'adaptation

des systèmes d'élevage (Milestad and Darnhofer, 2003). La prise en compte des aléas dans la gestion des systèmes agricole est abordée dans des travaux réalisés aussi bien en France (Landais and Balent, 1993; Tichit *et al.*, 2004) qu'à l'internationale (Hardaker *et al.*, 1997). Les modes de conduites sont adoptés en fonction d'un ou de plusieurs objectifs selon des stratégies spécifiques. L'une des stratégies les plus prisées est la recherche d'autonomie alimentaire : dans ce cas la gestion efficace du système de production s'appuie fortement sur la recherche d'autonomie fourragère. Outre la gestion centrée sur le système de production, les agriculteurs améliorent les performances économiques de leur système avec la territorialisation des productions qui consiste à l'instauration de réglementation communes à travers leur organisation en AOP (Appellation d'Origine Protégé). En effet les populations sont en recherche de produit issus de tradition dans un territoire valorisant un savoir-faire local et possèdent une histoire et une identité forte (Bérard and Marchenay, 1995; Brunschwig, 2000). Ce besoin des populations assuré par la territorialisation des exploitations est source d'amélioration de performances économiques des exploitations tout en leur imposant des modes de fonctionnement responsables. Par ailleurs la production laitière dans la production labellisée à indication géographique telle que AOP (Appellation d'Origine Protégée) ou IGP (Indication Géographique Protégée) est importante pour des produits de meilleure qualité et le développement des territoires. Dans de tels contextes, l'alimentation des systèmes d'élevage fait également l'objet d'adaptations pour saisir des opportunités de contrats agroenvironnementaux (Hubert *et al.*, 1993). Ces organisations en plus de sécuriser les profits des exploitations favorisent la durabilité des systèmes, la création d'emploi locaux et la flexibilité des systèmes d'élevage.

2. Flexibilité des systèmes d'élevage

Afin de définir le concept de flexibilité des systèmes d'élevages et des situations dans lesquelles les systèmes d'élevage herbager pourraient être considérés comme flexibles. Nous allons définir successivement les termes de "système de production", "système fourrager" et "système d'élevage" avant de nous focaliser sur le concept de "flexibilité des systèmes d'élevages" qui fait l'objet d'un chapitre de résultat de la thèse.

Un système est une représentation simplifiée de la réalité selon un point de vue (Lerbet, 1984). Le Moigne (1977) caractérise un système par sa structure, son activité

et son évolution d'où sa définition d'un système comme « *un objet qui, dans un environnement, doté de finalités, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans qu'il perde pourtant son identité unique* » (Le Moigne, 1994). La définition des frontières d'un système, s'effectue en fonction du problème à traiter (Ten Napel *et al.*, 2011). Dans les cas des exploitations agricoles, les frontières correspondent à celles de l'exploitation elle-même. Une exploitation agricole ne peut ainsi être considérée comme un système fermé car elle échange matière première, produits, informations, énergie avec son environnement ou milieu extérieur (Ten Napel *et al.*, 2011). Un système de production se définit comme un assemblage d'ateliers identifiés sur la base des tâches et des activités nécessaires à l'atteinte un objectif (Coleno and Duru, 1998).

Un système fourrager se définit par Attonaty (1980) comme l'« *ensemble de moyens de production, des techniques et des processus qui, sur un territoire, ont pour fonction d'assurer la correspondance entre le (ou les) système(s) de culture et le (ou les) système(s) d'élevage* » (Attonaty, 1980).

La définition de système d'élevage la plus fréquente dans la littérature et la plus complète est évoquée par Landais. Il définit une système d'élevage ainsi : « *un système d'élevage est un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques* (Landais, 1987). Le système d'élevage est composé de trois sous-unités : l'éleveur(s) et ses pratiques, le troupeau composé de tous les animaux, et les ressources (aliments, énergie, matériels, bâtiments...) (Landais, 1987).

Les systèmes d'élevage à travers leur mode de conduite s'adaptent aux perturbations, on parle de capacité d'adaptation ou de flexibilité du système. La flexibilité d'un système se définit comme sa capacité à s'adapter aux perturbations, de s'accommoder aux circonstances et à maintenir une cohérence par rapport à l'environnement à affronter (Reix, 1997). La flexibilité d'un système se mesure en sa capacité de perdurer dans l'état désiré (Thompson and Nardone, 1999; Mignon, 2001). La flexibilité traduit dans certain cas la capacité à apprendre des situations antérieures pour mieux s'accommoder à de nouvelles situations (Cohendet and Llerena, 1999). Fouque définit la flexibilité d'un système comme sa capacité à multiplier les configurations possibles (Fouque, 1999). La flexibilité dans le contexte de notre étude

est globalement « *l'aptitude à s'accommoder aux circonstances, à absorber les changements, une habilité à préserver et créer des options, à apprendre* » (Chia and Marchesnay, 2008). Plusieurs expressions sont utilisées pour désigner les capacités d'adaptation d'un système. On utilise les jeux de mots suivants : Capacité à absorber les changements, Adaptation aux changements, Habilité et aptitudes spécifiques à préserver ou à créer des options, Capacité à apprendre, Capacités d'anticipation.

Dans le domaine de l'étude des systèmes agricoles, la notion de résilience et de flexibilité sont très proches dans certaines situations. En effet la flexibilité peut être statique ou dynamique (Alcaras and Lacroux, 1999). Dans un cadre dynamique la flexibilité est l'adaptation continue des systèmes aux perturbations, ce qui peut correspondre à la résilience du système considéré. A l'échelle d'un système, la flexibilité englobe l'organisation dans toutes ses dimensions (décisions, coordinations, apprentissage, organisation des processus). Cependant une bonne adaptation des systèmes de production nécessite une conduite adéquate. La question d'adaptation des systèmes d'élevage est abordée dans de nombreux travaux (Moulin, 1993; Milestad and Darnhofer, 2003; Chia and Marchesnay, 2008; Dedieu and Ingrand, 2010).

Afin de procurer aux élevage efficacité, flexibilité, certain auteurs ont émis l'idée de s'intéresser simultanément à la sécurité des systèmes fourragers, aux systèmes d'élevage intensifs et à leur productivité (Landais and Gilibert, 1991). La bonne capacité d'adaptation des systèmes bovins mixtes a ainsi été démontrée par (Cournut *et al.*, 2012) qui montrent que la conduite simultanée de troupeaux bovins laitiers et bovins allaitants permet de bonne capacité d'adaptation aux systèmes d'élevage à travers une bonne concordance entre les besoins des animaux et la disponibilité des ressources. Il montre également que l'association de troupeaux est source de flexibilité des systèmes d'élevage à travers la possibilité d'ajustement des interactions entre les animaux et les ressources disponibles (Cournut *et al.*, 2012). Des leviers de la flexibilité des systèmes de production ont ainsi été définis par (Delaby *et al.*, 2001). Dans le cas des systèmes de production bovin, il s'agit de la fertilisation du type de fauche de la période de fauche, déprimage, intensité de pâturage, nombre de passages d'animaux sur les parcelles, temps de repousse (Delaby *et al.*, 2001). On a par ailleurs les ajustements organisationnels qui portent sur les apports de fourrages conservés et sur la chronologie d'utilisation des parcelles (Andrieu, 2004). Au sujet des systèmes de

pâturage et de l'autonomie fourragère des systèmes d'élevage, Martin et al. (2009) ont étudié les conditions de flexibilité dans l'utilisation des prairies et ont publié un arbre de discrimination des opportunités d'utilisation des prairies. La conduite est dite flexible si les performances agronomiques et/ou économiques se conservent selon une diversité de conditions de pâturage. Dans la cadre de nos travaux les systèmes à définir se doivent d'être fondé sur les leviers de flexibilité afin de mieux faire face aux aléas. On opte ainsi pour l'accroissement du caractère adaptatif de la conduite du système dans le temps et dans l'espace. Comme le stipule Gunderson (2000), on cherche à diversifier les processus, les activités tout en amplifiant l'autonomie des différentes composantes de systèmes de production.

2.1 Les différentes catégories d'aléas

Un aléa est une variable aléatoire caractérisée par des événements qui peuvent être favorables ou défavorables (Mosnier, 2009). Mosnier (2009) recense quatre catégories d'aléas auxquels sont soumis les systèmes de production, à savoir : les risques climatiques et sanitaires qui affectent les quantités produites et leur qualité, les risques humains et professionnel, les risques de prix ou de marché qui jouent sur le prix des intrants et des produits finis, les risques institutionnels générés par le changement de politiques ou de régulation. Les différents aléas auxquels sont confrontés les systèmes peuvent être matérialisés par des actions (avec des avantages ou inconvénients) intervenant dans un contexte spatio-temporel (Mosnier, 2009). Les systèmes d'élevages sont de plus en plus confrontés à des aléas qui peuvent être internes ou externes aux systèmes.

Les aléas internes liés à la biologie et à la reproduction des animaux sont les perturbations endogènes à certaines composantes du système d'élevage. Il s'agit de perturbations prévisibles et maîtrisables à la source en agissant sur les composantes concernées, ou en protégeant ces dernières. Ces aléas influencent directement les productions. Il s'agit principalement des problèmes sanitaires, problèmes de croissance des animaux, pathologies contagieuses. Des moyens de prévention existent pour éviter les aléas sanitaires, limitation des risques d'infestation par les parasites (Boyard *et al.*, 2007) à travers les soins vétérinaires, l'anticipation de la vente ou l'abattage systématique. Par ailleurs pour gérer les risques, il est possible de réduire l'exposition au risque pour éviter l'exposition de la production entière aux aléas.

Les aléas anticipés ou habituels n'ont pas ou ont peu d'effets sur les profits des éleveurs dans la mesure où ces derniers les anticipent. Nombre de solutions existent pour gérer les aléas internes contrairement aux aléas externes.

Les aléas externes sont soit d'ordre naturel, économique ou institutionnel. Les aléas externes d'ordre naturel regroupent les risques climatiques matérialisés par des conditions climatiques extrêmes. Ce sont des variations qui affectent généralement l'ensemble des agriculteurs des zones soumises aux mêmes caractéristiques pédoclimatiques dans les mêmes périodes. Ils provoquent la baisse de productivité des cultures donc des ressources destinées à l'élevage. Sur le plan économique les aléas externes concernent la variabilité des prix des intrants et des produits en raison de politiques commerciales plus libérales (fin des quotas laitiers, diminution des aides couplées à la production et des interventions de la PAC dans les échanges internationaux). En effet la succession des réformes de PAC et les décisions de l'OMC rendent très imprévisibles l'évolution des prix dans le contexte économique à l'avenir. On peut notamment mentionner le découplage total de la PAC, la suppression du système des quotas laitiers dans l'Union Européenne, dont la conséquence d'augmenter la production de lait dans les exploitations laitières et d'entraîner la baisse du prix du lait a été prédite par nombre d'auteurs dans les années 2000 (Bouamra-Mechemache *et al.*, 2008; Réquillart *et al.*, 2008; Sckokai *et al.*, 2011; Lelyon *et al.*, 2012). Les productions peuvent générer des aléas de prix, c'est le cas de baisse de prix des produits en cas de production surabondante. La combinaison de ces phénomènes rend de plus en plus imprévisibles l'évolution des prix dans le contexte économique à l'avenir. Plusieurs facteurs peuvent engendrer les aléas de prix. Par exemple le prix des intrants et des moyens de production utilisés dans les systèmes de production bovin, en plus d'être indexé sur les coûts des énergies, a augmenté de 35 % en moyenne entre 2005 et fin 2012 en France (Chatellier *et al.*, 2013). Face à ces aléas non maîtrisables via le système, il s'avère essentiel d'ajuster continuellement le mode de production. Les objectifs de réduction des aléas pour maximiser les performances des systèmes de production peuvent être contradictoires. Les décisions à un moment ont généralement des conséquences sur les décisions futures (Mosnier, 2009). D'où la gestion aléas externes s'avère délicate mais indispensable à la viabilité des systèmes d'élevage.

La thèse se focalise sur les aléas externes d'ordre économique, notamment les aléas de prix. Ces aléas constituent une source de variabilité des profits des exploitations qui peut menacer leur pérennité. Les aléas d'ordre économiques intègrent généralement les effets des aléas naturels. Par exemple une saison climatique non favorable à la production d'un produit entraîne généralement l'augmentation des prix du produit concerné. D'où la prise en compte indirecte des aléas liés aux variations climatiques dans les prix des produits. Contrairement au fonctionnement traditionnel des exploitations, orientées vers l'intensification de l'agriculture favorisée par les politiques anciennes de la PAC garantissant des prix agriculteurs, il est aujourd'hui essentiel de songer à l'adaptation des systèmes aux changements liés à l'environnement naturel, économique et social. La tendance aujourd'hui est de s'adapter aux aléas à travers des modes de gestions qui garantissent la durabilité des systèmes.

2.2 Gestion des aléas économiques et aléas de prix

Les aléas climatiques ont la particularité de rendre difficile la gestion des productions fourragères et du pâturage (Baumont *et al.*, 2008; Mosnier, 2009). Les aléas économiques qui interviennent à travers la variation des prix des produits et l'évolution des conjonctures économiques peuvent menacer la capacité des exploitations à dégager des revenus stables. Pour gérer les risques on peut soit réduire l'exposition au risque pour atténuer la sensibilité de la production aux aléas ou jouer sur la flexibilité de son système pour l'adapter. La réduction de l'exposition aux risques n'étant pas évidentes dans le cas des aléas externes, il est essentiel de jouer sur la flexibilité des systèmes pour faire face aux perturbations. Cependant la complexité des systèmes d'élevages exige de dissocier les risques naturels des risques économiques. Toutefois les risques naturels sont parfois endogènes aux risques économiques. Pour rester dans le contexte de notre étude nous nous intéressons particulièrement aux risques économiques notamment les variations de prix. En effet les aléas naturels et l'évolution des politiques économiques influencent les prix des produits et des intrants destinés à l'élevage. Un aléa est ainsi dans le cadre de nos travaux une variable aléatoire comme le prix, qui est caractérisé par des événements tels que « prix élevés » ou « prix bas » ; il peut être favorable ou défavorable aux producteurs du marché (Mosnier, 2009). Dans le cas des systèmes d'élevages les intrants et les produits sont des éléments indispensables au fonctionnement économiques des exploitations. Leur prix constitue

ainsi un facteur déterminant pour les résultats économiques des exploitations. L'accroissement des incertitudes économiques contraint les agriculteurs à s'organiser pour faire face aux perturbations. Ils sont ainsi tenus d'ajuster continuellement leur mode de production. La capacité des systèmes d'élevage à résister et à s'adapter aux aléas, que ces derniers soient naturels ou économiques, s'avère essentielle pour leur durabilité économique (Reix, 1997; Sauvart and Perez, 2010). Nous nous focalisons sur l'adaptation des systèmes qui présente un enjeu scientifique s'agissant de redéfinir les systèmes de manière à leur permettre de résister aux perturbations ou encore de s'adapter aux aléas de prix pour accroître leur durabilité.

3. La question de la durabilité des systèmes d'élevage bovin

3.1 Agroécologie et systèmes bovins mixtes herbagers

Au-delà de l'application des concepts et principes de l'agroécologie à la conception et à la gestion d'agroécosystèmes durables (Thomas *et al.*, 1993), l'agroécologie est l'ensemble des pratiques dont l'objectif est d'amplifier les processus naturels pour concevoir les systèmes productifs peu artificialisés, respectueux de l'environnement et moins dépendant des intrants (Altieri, 1987; Gliessman, 1997; Wezel and Soldat, 2009). Il s'agit de : « *l'étude intégrative de l'écologie de l'ensemble des systèmes alimentaire, intégrant les dimensions écologiques, économiques et sociales* » (Francis *et al.*, 2003). L'agroécologie consiste à prendre en compte la diversité biologique à tous les niveaux d'organisation des systèmes de production agricole pour comprendre les dynamismes et les piloter durablement par rapport aux attendus de production. Au niveau des systèmes d'élevage l'application des principes de l'agroécologie consiste d'une part à la réduction de l'utilisation des intrants en augmentant l'efficacité alimentaire des animaux et la part des ressources non directement valorisable par l'homme dans l'alimentation animale et d'autre à réduire la pollution à travers le principe précité pour encourager le recyclage des déchets en s'appuyant sur la complémentarité entre les différents ateliers de production. Cinq principes fondamentaux de l'agroécologie en lien avec la production agricole sont définis par Altieri (2002) à savoir : (1) La gestion intégrer de la santé animale : choisir les animaux adaptés à l'environnement d'élevage, utiliser les pratiques réduisant la sensibilité aux pathogènes), (2) La réduction des intrants nécessaires à la production : utilisation des ressources non directement valorisées par l'homme , (3) L'optimisation du

fonctionnement métabolique des systèmes, (4) Le renforcement de la résilience des systèmes à travers leurs capacités d'adaptation (leur flexibilité) : Valorisation complémentaire des animaux et diversification des ressources, utilisation des ressources non directement valorisables par l'homme, (5) La préservation de la biodiversité à travers l'adaptation des pratiques agricoles et des modes d'utilisation des ressources naturelles.

Le choix des modes de gestion des systèmes bovins herbagers à travers la détermination des compromis entre les différentes performances des systèmes de production (performances de valorisation des ressources, performances économiques et environnementales) en respectant les principes précités, permet de tendre vers des performances meilleures. Les systèmes bovins mixtes herbagers font ainsi preuve du maintien d'une diversité d'espèces, mais aussi d'une structure d'écosystème complexe (un environnement montagneux). La diversité qu'elle soit animale, géographique, ou végétale est considérée dans le cadre de l'agroécologie comme un levier de production (Veen *et al.*, 2009; Dumont and Bernuès, 2014). Le respect des principes de l'agroécologie a ainsi pour avantages de sécuriser les revenus de l'exploitation et de minimiser les impacts négatifs de l'élevage sur l'environnement (Le Rohellec *et al.*, 2009; Fortun-Lamothe *et al.*, 2013). Produire en respectant les principes de l'agroécologie permet de procurer un minimum de durabilité aux systèmes de production bovins herbagers.

3.2 La biodiversité des végétations de prairie

Edward O. Wilson à l'origine du terme « biodiversité » le définit comme la « *Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes* » (Hermitte, 1992). Cette définition est parue la première fois dans l'article 2 de la Convention sur la diversité biologique de 1992 (Hermitte, 1992). La plupart des travaux sur la biodiversité des couverts végétaux ont eu pour résultat l'élaboration de typologies construites en croisant les facteurs du milieu et/ou de pratiques (Fleury *et al.*, 1988; Jeangros *et al.*, 1991; Jeannin *et al.*, 1991). Plusieurs composantes de biodiversité ont été définies (Noss, 1990) à savoir la diversité taxonomique (nombre d'espèces), la diversité écologique (diversité d'exigences écologiques des espèces), et la diversité fonctionnelle (variété des modes

de fonctionnement des espèces). Ces composantes de la biodiversité sont liées entre elles (Orth *et al.*, 2004). De nombreux travaux s'appuient sur la biodiversité taxonomique qui consiste à différencier les espèces, les dénombrer afin de définir des types de couvert végétal. C'est le principe même de la construction des typologies de prairies. Il a été démontré que l'évolution de la diversité floristique est régie par la vitesse de colonisation et la vitesse d'extinction des espèces présentes (Olff and Ritchie, 1998). Une colonisation rapide et ou une extinction lente des espèces favoriserait le maintien, voire l'augmentation du nombre d'espèce de la diversité taxonomique. Afin de mesurer la biodiversité des couverts végétaux, des méthodes d'évaluation du niveau de biodiversité végétale à partir d'indicateurs visuels simples ont été mis en place (SRVA, 2002; Orth *et al.*, 2004). Des indicateurs indirects à savoir les indicateurs de pratiques permettent également de mesurer la biodiversité. Ces indicateurs ne sont toutefois pas transposables spatialement ; on dit qu'ils sont site spécifiques (Büchs, 2003). Au niveau des systèmes de production agricole, les méthodes d'évaluation de la biodiversité visent à caractériser l'état environnemental de l'exploitation et son évolution à l'aide d'indicateurs basés sur des pratiques (Girardin *et al.*, 1999). L'Hypothèse de Grime qui stipule que la diversité est faible aux valeurs extrêmes des facteurs agronomiques (Grime, 1973) s'inscrit dans ce cadre. Connu sous le nom d'Hypothèse de stress intermédiaire, elle situe le niveau maximum de biodiversité aux valeurs médianes des facteurs agronomiques (facteurs liés aux milieux [fertilité, humidité, acidité, climat] et facteurs liés aux pratiques [taux d'utilisation, fréquence d'utilisation]) (Grime, 1973).

La préservation de la biodiversité des couverts végétaux est possible à travers les modes gestion productifs et le respect des principes de l'agroécologie. La préservation de la biodiversité des écosystèmes prairiaux est également favorisée à travers l'organisation territoriale des exploitations en IGP/AOP (Gueringer *et al.*, 2009; Gueringer *et al.*, 2013). Ces organisations territoriales des exploitations sont régies par des cahiers des charges qui s'appuient sur les réglementations visant à protéger l'intégrité de l'environnement. La préservation de la biodiversité des couverts végétaux présente de nombreux avantages pour l'élevage. Par exemple la biodiversité des écosystèmes prairiaux permet en plus de la production fourragère aux systèmes agricoles d'être plus résilients face aux aléas climatiques. Les prairies permanentes permettent le stockage du carbone dans les sols pour limiter le lessivage du sol et les

émissions de Gaz à effet de serre (Pflimlin, 2008; Soussana *et al.*, 2010). Schläpfer *et al.* (2002) , montre par exemple à travers une étude économique que les coûts de compensation de la variabilité interannuelle et saisonnière de production des systèmes homogènes basés sur des prairies temporaires les rendent moins intéressants que les systèmes basés sur des prairies permanentes contrastées. Les prairies permanentes s'avèrent ainsi une source incontestable de durabilité systèmes d'élevage herbagers.

3.3 Durabilité des systèmes d'élevage

Le rapport Brundtland en 1987 définit le développement durable comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». La définition de développement durable adoptée à la conférence (de Rio sur l'environnement, 1992) stipule que le développement durable est « *un mode de développement censé satisfaire les besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs* ». A travers le concept de développement durable les acteurs s'accordent pour aborder la durabilité des systèmes en plusieurs volets indissociables (Vilain, 2008). Le développement durable est fondé sur trois composantes interdépendantes, à savoir une composante environnementale, une composante sociale, une composante économique. Cependant (Landais, 1998) défini quatre piliers de durabilité des exploitations agricoles à savoir la viabilité, la reproductibilité, la vivabilité et la transmissibilité. Une exploitation agricole durable est ainsi « *une exploitation viable, vivable, transmissible et reproductible* ». La durabilité sous entendant la capacité du système à perdurer dans le temps. De nos jours les préoccupations environnementales sont de plus en plus croissantes avec l'affluence des réglementations environnementales qui interviennent avec le problème de changement climatique et de la préservation des ressources naturelles qui préoccupent de plus en plus les scientifiques et les professionnels. Ajouté aux cahiers de charge pour la durabilité de l'environnement, la réduction de l'utilisation des énergies fossiles, la Directive sur les Nitrates (Directorate-General, 2002), le Water Framework Directive (Estrela and Vargas, 2012). Les exploitations se trouvent de plus en plus engagées dans des démarches de signes de qualités, et sont de plus en plus contraintes par des cahiers de charges. On parle d'émergence de la préoccupation autour de la durabilité de l'agriculture (Landais, 1998). L'idée de définir des modes de conduite durables pour les systèmes d'élevages bovins mixtes lait-viande dans des