

Elever des génisses laitières sous vaches nourrices : une voie à explorer pour un vêlage 24 mois en système exclusivement herbager

PUECH T. (1), BRUNET L. (1)
(1) ASTER, INRAE, 88500 Mirecourt, France.

RESUME - Face aux événements sanitaires et géopolitiques de ces dernières années, l'agriculture et l'alimentation se sont invitées au cœur des débats sociaux et politiques : concurrences d'usage des sols alimentation humaine / alimentation animale, conditions de travail en élevage, bien-être animal. En élevage laitier, certains éleveurs explorent des modes d'élevage des génisses de renouvellement sous vaches nourrices pour réduire le travail d'astreinte et limiter les effectifs improductifs. Cette conduite d'élevage est expérimentée depuis 2016 sur le dispositif expérimental INRAE ASTER de Mirecourt. Nous montrons dans cet article que l'élevage des génisses sous vaches nourrices exclusivement à l'herbe permet (i) un meilleur gain de croissance (834 g/j sur les 9 premiers mois de vie) par rapport à un élevage plus classique au distributeur automatique de lait, pâturage et concentrés (563 g/j sur la même période, soit un différentiel de + 68 kg à la rentrée au bâtiment à l'automne) et (ii) une croissance plus régulière des génisses sous nourrices, en particulier sur la période 3-9 mois. Ce différentiel de croissance permet pour 82 % des génisses de vêler à 24 mois en système sans concentrés, en particulier pour les génisses laitières croisées, plus précoces que les races pures Holstein et Montbéliardes. Outre ces intérêts zootechniques, ce mode d'élevage présente des intérêts d'un point de vue sanitaire pour les veaux et doit être pensé en cohérence avec les autres conduites d'élevage.

Raising dairy heifers under nurses: a way to explore for 24-month calving in an exclusively grassland dairy system

PUECH T. (1), BRUNET L. (1)
(1) ASTER, INRAE, 88500 Mirecourt, France

SUMMARY - In the face of health and geopolitical events of recent years, agriculture and food have been at the heart of social and political debates: competition for land use, human food/animal feed, working conditions in livestock farming, animal welfare. In dairy farming, some farmers are exploring ways of rearing dairy heifers under nurses to reduce workload and limit unproductive livestock. This breeding method has been tested since 2016 on the INRAE experimental farm in Mirecourt. In this article, we show that rearing heifers under nurses exclusively on grass allows (i) a significant gain in growth (834 g/day over the first 9 months of life) compared to a more conventional rearing system with an automatic milk distributor, pasture and concentrate dispenser (563 g/day over the same period, i.e. a differential of + 68 kg at the end of autumn) and (ii) more regular growth of the heifers on grass, in particular over the 3-9 month period. This growth differential allows 82% of heifers to calve at 24 months in a concentrate-free system, particularly for crossbred dairy heifers, which are more precocious than purebred Holsteins and Montbeliards. In addition to these zootechnical advantages, this method of rearing has health benefits for the calves and must be considered in conjunction with other rearing methods.

INTRODUCTION

Ces dernières décennies, les systèmes agricoles se sont spécialisés et ont entraîné une progressive déconnexion entre productions animales et productions végétales, une diminution d'un facteur 6 du nombre d'exploitations (2.3.10⁶ en 1906 – Lebeau, 2002 – à 0.39.10⁶ en 2020 – Agreste, 2021) et d'un facteur 13 du nombre d'actifs agricoles (6.2.10⁶ en 1906, 0.5.10⁶ en 2020) en France métropolitaine. Si ces dynamiques sont en grande partie liées aux évolutions des politiques publiques, un usage accru des intrants et une mécanisation croissante, elles trouvent également une origine dans la faible attractivité des métiers de l'agriculture, et en particulier en élevage, du fait de nouvelles attentes notamment du point de vue du travail (Serviere *et al.*, 2019). De nombreuses institutions appellent une transformation des systèmes agricoles vers plus de durabilité (Tomich *et al.*, 2011), au sein desquels les systèmes d'élevage ont un rôle particulier à jouer pour valoriser des ressources non directement valorisables en alimentation humaine (Mottet *et al.*, 2017). De notre point de vue, ces évolutions nécessitent de repenser certaines conduites d'élevage, en particulier en systèmes laitiers, de manière à réduire voire supprimer les concurrences d'usage des sols agricoles entre alimentation humaine et alimentation animale tout en assurant la productivité de ces systèmes. Pour ce faire, l'installation expérimentale INRAE ASTER de Mirecourt expérimente depuis une quinzaine d'années des systèmes d'élevage bovin en herbivorie stricte pour limiter les concurrences d'usage des sols (feed/food). Les génisses de

renouvellement y sont élevées depuis quelques années exclusivement à l'herbe sous vaches nourrices dans l'objectif d'atteindre un vêlage 24 mois. L'objectif de cet article est d'évaluer les performances techniques permises par ce mode de conduite expérimenté depuis 2016.

1. MATERIEL ET METHODES

A l'issue de 10 années d'expérimentation systèmes autonomes et économes en agriculture biologique, dominés par des productions bovin lait (Coquil *et al.*, 2009), le projet scientifique et agricole sur l'installation expérimentale INRAE-ASTER Mirecourt a été reconçu en 2016. Il vise la conception et la conduite d'un système agricole diversifié favorisant un usage direct des terres pour l'alimentation humaine. Conçu dans une logique d'autonomie et à l'échelle ferme entière selon une démarche « pas à pas » (permettant de remobiliser les apprentissages acquis en cours d'expérimentation au service du pilotage et de la reconception du système - Coquil *et al.*, 2014), ce système s'appuie sur une diversification et une recherche de complémentarités entre productions animales et végétales. Ainsi, l'ensemble des cultures annuelles sont exclusivement destinées à l'alimentation humaine (blé meunier, oléagineuses, lentilles...). Le troupeau bovin, historiquement présent sur le dispositif expérimental, a été complété par une troupe de porcs permettant de valoriser l'ensemble des productions non commercialisables (issues de tri, lait non commercialisable) et une troupe d'ovins allaitants

conduite en complémentarité des bovins (pâturage simultané), toutes deux conduites en plein air intégral. Ces évolutions de système ont nécessité des ruptures dans les choix de conduite du troupeau bovin pour diminuer (i) le temps de travail (en particulier le travail d'astreinte) et (ii) l'emprise spatiale du troupeau bovin (par une réduction des effectifs improductifs et une évolution du régime alimentaire) à destination des activités de diversification, tant animales que végétales, tout en capitalisant sur les acquis d'expérience des systèmes autonomes précédents pour lever certaines difficultés rencontrées (reproduction des vaches laitières, efficacité au pâturage...).

Par conséquent, les conduites d'élevage ont été reconçues dans le projet TEMPO (Coquil *et al.*, 2017), en particulier par l'instauration de l'herbivorie exclusive sur le troupeau bovin laitier, la mise en place de la monotraite intégrale, le croisement de races et l'élevage des génisses de renouvellement sous vaches nourrices.

Sur ce dernier point, Coquil *et al.* (2017) présentent la conduite d'élevage des génisses élevées sous vaches nourrices (Krohn, 2001). Les vêlages sont groupés et se déroulent principalement entre mi-janvier et mi-avril. Après 24 h avec leurs mères biologiques, les veaux sont séparés et élevés en case collective puis adoptés en bâtiment quelques jours plus tard par une vache nourrice (2 à 3 veaux par nourrice, selon sa production laitière). La mise à l'herbe a lieu début avril, en moyenne 6 semaines après la naissance des veaux. Les génisses et leurs nourrices sont conduites en pâturage tournant sur un secteur dédié (ombrage) jusqu'à la rentrée en bâtiment réalisée généralement durant la seconde quinzaine de novembre lorsque les conditions de portances ne sont plus satisfaisantes. Les génisses sont ensuite sevrées, à l'âge de 8 à 9 mois. Aucun concentré n'est apporté aux génisses ou à leur nourrice, quel que soit leur stade physiologique. En revanche du foin peut être apporté si la production des pâtures ne couvre pas les besoins des animaux. Cette conduite d'élevage vise une diminution des effectifs improductifs par une baisse de l'âge au vêlage de 36 à 24 mois (suppression de la cohorte 24-36 mois) via l'amélioration de la croissance et de la précocité des génisses de renouvellement tout en maintenant un régime alimentaire exclusivement à base d'herbe (pâturée ou foin).

Du point de vue des performances de croissance des génisses, nous comparons ce mode d'élevage avec les performances d'élevage des génisses élevées au Distributeur Automatique de Lait (DAL) conduit dans le cadre du Système Herbager (SH) expérimenté entre 2006 et 2015 sur le même dispositif expérimental. Les génisses laitières (Holstein, Montbéliard) sont nées sur la même période (85% des vêlages ont eu lieu sur la période 15/01-15/04) et ont été élevées au DAL pendant 96j en moyenne. Les génisses ont été sevrées et alimentées en bâtiment (avec du foin et du concentré fermier) jusqu'à la mise à l'herbe début juillet. Elles ont été conduites en pâturage (pour partie complémenté) jusqu'à la rentrée en bâtiments fin octobre – début novembre. Sur les 9 premiers mois de vie, les génisses du SH ont été complémentées à hauteur de 118.5 kg par génisse, principalement répartis sur les trois premiers mois correspondant à la période naissance-sevrage (39.6 kg/génisse) et les trois mois suivants (55.4 kg /génisse sur la période 3-6 mois) et plus marginalement sur les trois mois suivants (23.5 kg/génisse sur la période 6-9 mois) du fait de leur mise à l'herbe en moyenne à 5 mois jusqu'à la rentrée à l'automne à 8 mois. Les concentrés fermiers apportés étaient principalement composés de céréales (44 % d'épeautre, 25 % d'orge, 10 % d'autres céréales) et de méteils (21 %). Les génisses du SH ont vêlé à l'âge de 36 mois du fait (i) d'une croissance insuffisante pour un vêlage à 24 mois (faible quantité de concentrés en première année) et (ii) de la volonté n'avoir que des vêlages de printemps.

Le présent travail vise à faire un point d'étape après 6 années d'expérimentation.

Dans un premier volet, nous analyserons les performances de croissance des génisses élevées sous nourrices (période 2016-2021) au regard des performances observées dans le SH (2006-2016¹). Pour ce faire, nous nous appuyons sur des pesées mensuelles des animaux pour évaluer les croissances sur 3 périodes de trois mois environ : la période 0-96 j (correspondant à la durée moyenne d'alimentation lactée des génisses du SH, sevrées à 96j), les trois premiers mois suivant le sevrage pour les génisses du SH (période 96-180 j) et les trois mois suivants correspondant à la fin de saison de pâturage (période 180-270 j). Les données seront présentées sous forme de poids à âge type à 96 j, 180 j et 270 j (respectivement PAT96, PAT180 et PAT270) et des gains moyens quotidiens sur ces mêmes périodes.

Le second volet, nous évaluerons les performances de reproduction des génisses de TEMPO élevées sous nourrices vis-à-vis de l'objectif de vêlage 24 mois en système exclusivement herbager, au regard du vêlage 36 mois des génisses du SH.

2. RESULTATS

2.1. DES CROISSANCES SOUTENUES EN ELEVEGE SOUS NOURRICES

Dans la continuité des premiers résultats de Coquil *et al.* (2017), nous montrons (Figure 1) que les croissances des génisses élevées sous vaches nourrices sont plus élevées que les croissances des génisses élevées au DAL puis au pâturage, malgré un apport de concentrés pour ces dernières (limité à 126 kg sur les 9 premiers mois). Les poids de naissance des génisses de TEMPO (moy. 39.9 kg) sont inférieurs à celui des génisses du SH (moy. 44.6 kg). Cette différence est due (i) à de plus faibles poids de naissance des génisses Holstein et Montbéliardes nées dans TEMPO (resp. 42.2 kg et 41.5 kg) par rapport au SH (resp. 43.9 kg et 45.3 kg) et (ii) aux petits gabarits des génisses croisées issues de TEMPO (37.5 kg, notamment par des croisements Jersiais, rouge scandinave ou vosgien).

Malgré ces différences à la naissance, les génisses élevées sous vaches nourrices présentent des croissances significativement plus élevées qu'en élevage au DAL: 812 g/j sur la période 0-96 j (549 g/j en modalité DAL), 917 g/j sur la période 96-180 j (478 g/j en modalité DAL) et 779 g/j sur la période 180-270 j (657 g/j en modalité DAL). Ces différences de croissance entraînent une différence de 68 kg à l'âge de 9 mois entre les deux modalités d'élevage (Figure 1).

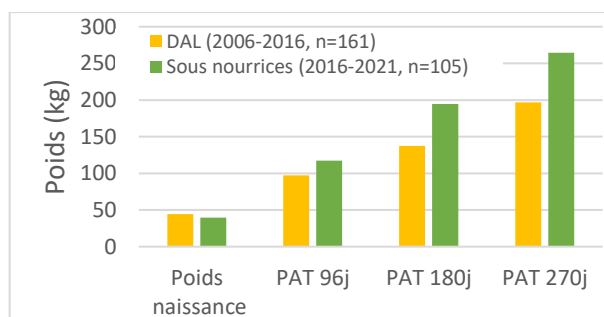


Figure 1 : Poids de naissance et à âge type selon le mode d'élevage des génisses en première année.

Outre les meilleures performances de croissance des génisses élevées sous vaches nourrices, ces performances sont relativement stables entre les années sur les 6 premiers mois de vie. La figure 2 permet de mettre en avant que le mode d'élevage des génisses sous vaches nourrices présente moins de variabilité qu'en élevage au DAL. En effet, si la régularité

¹ En 2016, la moitié de la cohorte de génisses (n=9) a été élevée selon les conduites du SH et l'autre moitié (n=9) a été élevée sous nourrice.

des croissances est comparable entre les deux modes d'élevage sur la période 0-96 j (coefficient de variation pour la modalité DAL – CV_{DAL} – de 16 %, $CV_{nourrices}$ 16 % pour la modalité élevage sous vache nourrice), on observe que le mode d'élevage sous vache nourrice présente des croissances plus stables sur la période 3-6 mois ($CV_{DAL}=29$ %, $CV_{nourrices}=18$ %) ainsi que sur la période 6-9 mois ($CV_{DAL}=40$ %, $CV_{nourrices}=27$ %).

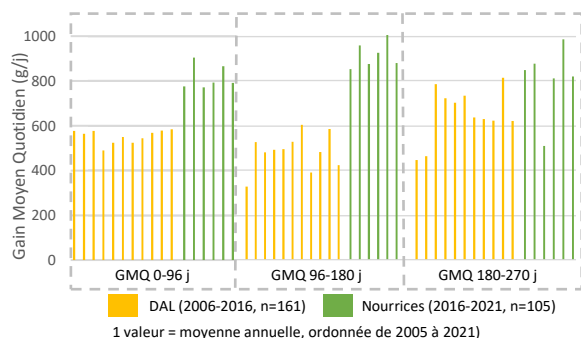


Figure 2 : Variabilité des croissances des génisses élevées au DAL ou sous vaches nourrices.

Toutefois, si on observe une stabilité des performances des croissances des génisses sous nourrices durant les 6 premiers mois de vie, il est à noter que ce mode d'élevage semble dépendant des conditions de milieu et en particulier de la qualité des fourrages disponibles. En effet, on observe un décrochement des croissances des génisses à l'automne 2018 (GMQ moyen 180-270 j = 506 g/j) au regard des croissances observées les 5 autres années (en moyenne de 856 g/j sur la même période). Le déficit hydrique marqué observé en 2018 sur la période juin-novembre (-341 mm) a entraîné une complémentation des animaux à hauteur de 79 % de la ration sur la période automnale (septembre – octobre – novembre). Ce fort niveau de complémentation (uniquement à base de fourrages grossiers, sans concentrés) semble être un facteur de premier ordre dans la baisse de croissance des génisses. En effet, à titre de comparaison, les sécheresses des années 2019 et 2020 (et des déficits hydriques sur la même période respectivement de -142 mm et -204 mm) ont entraîné également une complémentation mais à un niveau moindre (respectivement 50 et 60 % de la ration sur la même période) peu pénalisant pour la croissance des génisses (Figure 2 – les années 2016-2017 et 2021 ont pas ou peu nécessité de complémentation – avec des déficits hydriques respectivement de -15 mm, -58 mm et +1 mm).

2.2. DES CROISSANCES PERMETTANT, POUR PARTIE, UN VÊLAGE A 24 MOIS EN SYSTEME SANS CONCENTRES

Si le SH comprenait une seule période de reproduction (vêlages groupés au printemps, pas de rattrapage en automne), les conduites d'élevage de TEMPO ont évolué avec une période de rattrapage à l'automne (pour un vêlage 30 mois en croisement viande) voire au printemps suivant (pour un vêlage 36 mois). La majorité des génisses élevées sous vaches nourrices sont mises à la reproduction pour un vêlage 24 mois (94 %, $n=99/105$), soit à un âge moyen de 14.5 mois. Le poids à la mise en reproduction est en moyenne de 360 kg (353 kg pour les génisses croisées, 354 kg pour les Holstein et 378 kg pour les Montbéliardes). Les petites génisses (moins de 300 kg) sont mises en reproduction sur la période de rattrapage automnale (vêlage 30 mois). Les poids de mise en reproduction sont en deçà de 120 kg comparativement aux génisses du SH (475 kg pour les montbéliardes, 490 kg pour les Holstein) présentées à 25.9 mois pour un vêlage en moyenne à 36.2 mois.

A l'issue des différentes campagnes de reproduction, 90 % des génisses élevées sous nourrices mises en reproduction ont mis bas (87 % pour les génisses élevées au DAL). La

majorité des génisses ont mis bas à 24 mois (81 %). On observe une disparité marquée entre les génisses croisées et les races pures. En effet 92 % des génisses croisées ont vêlé à 24 mois ($n=33/36$), alors que seules 64 % des génisses Holstein ($n=7/11$) et 50 % des génisses Montbéliardes ($n=6/12$) ont vêlé à 24 mois (cohorte de génisses nées entre 2017 et 2020). Par ailleurs, les 9 génisses élevées sous nourrices en 2016 ont été présentées à la reproduction et gestantes pour un vêlage à 27 mois (génisses nées entre janvier et février 2016 pour un vêlage en avril-mai 2018, $n=6$ Montbéliardes, $n=3$ Holstein). Ces résultats suggèrent que la maturité sexuelle des génisses en race pure et élevées sous vaches nourrices s'acquière au cours du 15^{ème} mois : 68 % des génisses présentées en reproduction au cours de leur 15^{ème} mois ont été gestantes à l'issue de la campagne de reproduction ($n=13/19$), alors que moins d'une génisse sur deux présentée à la reproduction avant le 15^{ème} mois est gestante pour un vêlage 24 mois ($n=4/9$). L'acquisition de la maturité sexuelle semble plus précoce pour les génisses croisées : 88 % des génisses croisées présentées dans leur 15^{ème} mois ou après sont gestantes à l'issue de la période de reproduction ($n=23/26$) et près de 80 % le sont également lorsque présentées dans leur 13^{ème} ou 14^{ème} mois ($n=10/13$).

3. DISCUSSION

3.1. UN MODE D'ELEVAGE D'INTERET D'UN POINT DE VUE SANITAIRE ET POUR VALORISER CERTAINS ANIMAUX PEU ADAPTES AU SYSTEME

Si l'élevage des génisses sous vaches nourrices présente un intérêt du point de vue de la croissance des génisses et de la capacité à vêler à 24 mois, ce mode d'élevage présente un intérêt du point de vue sanitaire. En effet, ce mode d'élevage présente un intérêt par la forte diminution des fréquences des diarrhées. 30 % des génisses du SH ont été traitées pour cause de diarrhée ($n=48/161$, soit 55 événements sanitaires nécessitant un traitement allopathique ou non, principalement sur la période naissance-sevrage, $n=52/55$). Environ un quart des diarrhées étaient considérées comme sévères (entraînant des traitements allopathiques – $n=15/55$ ou la mort des animaux $n=6/55$). Entre 2016 et 2021, aucune diarrhée sévère n'a été constatée sur les génisses élevées sous nourrices et aucun traitement anti-diarrhéique (allopathique ou non) n'a été réalisé, dans la continuité des résultats de Michaud *et al.* (2018).

Par ailleurs, Constancis (2021) montre que l'élevage des génisses sous nourrices sur la saison de pâturage permet une acquisition plus rapide de l'immunité vis-à-vis des strongles gastro-intestinaux, avec une mise en place de celle-ci dès le début de la seconde saison de pâturage.

Par ailleurs, du point de vue du choix des vaches nourrices, ce mode d'élevage permet de valoriser certains animaux peu adaptés au système. En effet, outre deux facteurs essentiels pour définir les nourrices que sont le niveau de production et le tempérament de la future nourrice (Vaarst *et al.*, 2020), ces dernières peuvent être choisies sur certains critères devenus non fonctionnels en système laitier pâturant : boiteries récurrentes, quartiers défectueux, taux cellulaires élevés... Dans le système expérimenté, on observe que la moitié des vaches nourrices sont réformées à l'issue de la saison de pâturage, principalement pour cause de non gestation. La réforme des vaches nourrices s'est faite dans les 3 à 6 mois après la fin la période de pâturage. Compte tenu de la sollicitation physiologique par les veaux et de la volonté de grouper les vêlages au printemps, seules 5 % des vaches nourrices présentées en reproduction en cours de saison de pâturage avec des veaux ont été gestantes à l'issue de celle-ci. Pour autant, la moitié des nourrices ont été maintenues dans le troupeau laitier à l'issue de la campagne de pâturage (poursuite de la lactation, insémination fécondante ante ou

post saison de pâturage), certaines vaches nourrices ayant réalisé plusieurs campagnes d'allaitement.

3.2. UN MODE D'ELEVAGE QUI S'INCRIT DANS UNE LOGIQUE SYSTEME

Jusqu'en 2015, les systèmes expérimentés sur l'installation expérimentale ASTER étaient dominés par la production bovin lait. La diversification engagée en 2016 a nécessité une évolution forte des conduites d'élevage sur le troupeau bovin, notamment pour réduire l'emprise du troupeau bovin sur le système. A ce titre, l'élevage des génisses sous vaches nourrices s'inscrit dans un schéma de cohérence (herbivorie stricte – monotraite – croisement de races – élevage des génisses sous vaches nourrices décrit par Coquil *et al.*, 2017). Du point de vue de la productivité, la monotraite a réduit la productivité des vaches laitières de 33% (3 351 kg de lait / vache laitière / an) par rapport au SH (4 998 kg de lait commercialisé / vache laitière / an). Or, (i) la diminution des effectifs improductifs permise, pour partie, par un vêlage 24 mois des génisses (23 % d'effectifs bovins improductifs en 2015 dans le SH, 11 % en 2021) et (ii) l'augmentation du prix de vente du lait, pour partie lié à l'augmentation des taux de matière utile par la monotraite, a permis de maintenir certaines performances à l'échelle du troupeau bovin (1 199 € de lait commercialisé / UGB bovin en 2015, 1 174 € de lait commercialisé / UGB bovin en 2021, 972 €/UGB sur la période 2016-2021). Des investigations complémentaires devront, de ce point de vue, être conduites à l'échelle du système de production pour évaluer les complémentarités entre les différents ateliers et leurs dynamiques temporelles.

Par ailleurs, l'élevage des génisses sous vaches entraîne une évolution marquée du travail quotidien quant à l'élevage des veaux (Vaarst *et al.*, 2020). En effet, l'élevage des génisses sous nourrices déplace voire réduit (Michaud *et al.*, 2018) le travail d'astreinte d'alimentation des veaux vers un travail de présence et de surveillance quotidien de manière à élever des génisses dociles (le choix des nourrices représente un critère essentiel). De ce point de vue, la dimension expérimentale du dispositif ASTER représente une spécificité peu transposable en ferme commerciale du fait du contact et la manipulation régulière des animaux (par exemple pesées à des fins de suivis scientifiques). Des expérimentations de construction de relation Homme-animal ont été récemment menées en période de sevrage pour penser leur adaptation en élevage commercial.

CONCLUSION

Dans cet article, nous présentons les résultats de croissance et reproduction de génisses conduites sous vaches nourrices. Ce mode de conduite vise à faire adopter entre 2 et 3 vaches destinées au renouvellement à une vache nourrice. Les animaux sont conduits principalement au pâturage dans l'objectif d'un premier vêlage à 24 mois, sans concentré quel que soit le stade physiologique. Dans ce mode d'élevage, nous montrons dans cet article que l'élevage des génisses sous vaches nourrices permet une meilleure croissance des génisses sur les 9 premiers mois (+ 68 kg) par rapport à une modalité d'élevage couramment rencontré au distributeur automatique de lait puis au pâturage, et ce malgré l'utilisation de concentrés pour ces dernières (118.5 kg/génisse sur la même période). Toutefois, si la croissance des génisses sous nourrice est plus stable qu'en modalité classique, celle-ci semble particulièrement dépendante des conditions de milieu à l'automne, notamment des fourrages disponibles au pâturage. Les différentiels de croissance obtenus permettent pour 81 % des génisses élevées sous nourrices de mettre bas à 24 mois, particulièrement pour les génisses croisées (92 %) par rapport aux races pures Holstein (64 %) et Montbéliardes (50 %). De ce point de vue, il semblerait que l'acquisition de la maturité sexuelle soit plus précoce pour les génisses croisées

(13^{ème} mois) que les races pures (15^{ème} mois). Au-delà des résultats présentés, ce mode d'élevage présente des intérêts d'un point de vue sanitaire pour les génisses (diarrhées, immunité vis-à-vis des strongles gastro-intestinaux). Inscrit dans une cohérence systémique, qui dépasse le seul cadre de l'élevage des génisses de renouvellement, ce mode d'élevage s'inscrit dans un cadre plus large de reconception de conduites d'élevage au sein d'un système de polyculture-polyélevage diversifié.

Les auteurs remercient le lecteur pour ses remarques et le collectif technique ASTER pour son engagement et la qualité des données nécessaires à ce travail.

Agreste, 2021. Agreste primeur (5). 4 p.

Coquil, X, Blouet, A, et al., 2009. Inra Prod. Anim., 22 (3), 221-234

Coquil X, Fiorelli JL, et al., 2014. Renew. Agri. Food Syst. 29, 195-205

Coquil X, Brunet L, 2017. Fourr. 231, 213-222

Constancis C, 2017. Thèse de doctorat, 196p.

Krohn C, 2001. Appl. Anim. Behav. Sci. 72, 271–280

Lebeau R, 2002. Armands Colin Eds. Les grands types de structure agraire dans le monde. 182p.

Michaud A, Cliez A, et al., 2018. Renc. Rech. Ruminants. 66–69

Mottet A, De Haan A, et al., 2017. Glob. Food. Secur., 14, 1-8.

Serviere G, Chauvat S, et al., 2019. INRA Prod. Anim., 32 (1), 13-24

Tomich T, Brodt S et al., 2011. Annu. Rev. Environ., 36 (1), 193-222

Vaarst M, Hellec F, et al., 2020. J. Sust. Organic Agric. Syst. 70(1), 49–57.