



HAL
open science

Effet de la conduite du pâturage sur la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres

Alexia Charpentier

► **To cite this version:**

Alexia Charpentier. Effet de la conduite du pâturage sur la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres. Sciences du Vivant [q-bio]. 2015. dumas-01256864

HAL Id: dumas-01256864

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01256864>

Submitted on 15 Jan 2016

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

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

Année universitaire : 2014 -2015

Spécialité :

Sciences de l'Animal pour l'élevage de demain

Spécialisation (et option éventuelle) :

.....

Mémoire de Fin d'Études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Effet de la conduite du pâturage sur la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres

Par : Alexia CHARPENTIER



Soutenu à Rennes, le 17 Septembre 2015

Devant le jury composé de :

Maître de stage : Rémy Delagarde

Enseignant référent : Anne Lise Jacquot

Rapporteur : Jocelyne Flament

Présidente : Lucile Montagne

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Remerciements

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à mon maître de stage, Rémy Delagarde, pour sa confiance, ses conseils et sa bonne humeur qui m'ont permis de progresser sans cesse durant ces 6 mois de stage et de vivre une magnifique expérience.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Monsieur Jaap Van Milgen, Directeur de l'unité PEGASE et Monsieur Jacques Lassalas, Responsable de l'installation expérimentale de Méjusseume, pour leur accueil pendant mon stage de fin d'étude.

Je tiens aussi à remercier, Philippe Lambertson, Jean-Marc Aubry, Éric Siroux et François Briot, pour leur participation et leur contribution au bon déroulement de ces essais, ainsi que toute l'équipe de Saint Gilles pour leur accueil.

Je remercie également Sarah et Pierre Yves pour leur compagnie et leur aide pendant les longues heures d'observation, mais aussi pour leur bonne humeur et leur soutien au quotidien.

Merci également à Thibaud Le Mouel, Nicole Huchet et Stéphanie Giboulot du laboratoire de St Gilles pour les dosages et les analyses chimiques réalisés.

Et pour finir, un grand merci à tous mes collègues stagiaires et thésards pour leur sympathie et pour tous nos bons moments partagés, et plus particulièrement à Aymeric et Yvane pour leur contribution à la décoration du bureau et à la bonne ambiance.

Table des matières

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

INTRODUCTION	1
DES CONNAISSANCES CHEZ LES VACHES LAITIÈRES...	1
...A VÉRIFIER CHEZ LES CHEVRES LAITIÈRES	2
LES PROJETS A VENIR...	3
A. MATERIEL ET METHODES	5
I. ESSAIS, TRAITEMENTS ET CONDUITE DES ANIMAUX	5
1) PHASE PRE-EXPERIMENTALE	5
2) CONDUITE DU PATURAGE	6
3) CONDUITE DE LA COMPLEMENTATION	6
II. MESURES EXPERIMENTALES SUR LES CHEVRES	7
1) PRODUCTION LAITIÈRE ET COMPOSITION DU LAIT	7
2) POIDS VIF	7
3) COPROLOGIE ET TENEUR EN MS DES FECES	7
4) COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	7
III. MESURES EXPERIMENTALES SUR LES PRAIRIES	8
1) BIOMASSES ET DENSITES	8
2) HAUTEUR HERBOMETRE DE L'HERBE EN ENTREE ET SORTIE DE PARCELLE	8
3) SUIVI DE LA CROISSANCE DE L'HERBE	8
4) SIMULATION DU PATURAGE	9
5) HAUTEUR DES TALLEES ETIREES SUR L'OFFERT ET SUR LES REFUS	9
IV. ANALYSES CHIMIQUES	9
V. ANALYSES STATISTIQUES	9
B. RESULTATS	11
I. ESSAI SUR LE TEMPS D'ACCES AU PATURAGE	11
1) CARACTERISTIQUES DE L'HERBE	11
2) PRODUCTIONS ANIMALES	12
3) COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	12
4) COPROLOGIE	12
II. ESSAI SUR LA QUANTITE D'HERBE OFFERTE	12
1) CARACTERISTIQUES DE L'HERBE	12

2) PRODUCTIONS ANIMALES	13
3) COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	13
4) COPROLOGIE	13
C. DISCUSSION	14
I. PERFORMANCES GLOBALES OBTENUES DANS LES ESSAIS	14
II. LE TEMPS D'ACCES AU PATURAGE	15
III. LA QUANTITE D'HERBE OFFERTE	16
CONCLUSION	20
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	21
ANNEXES	

Liste des abréviations

ADF : Acid Detergent Fibre

ADL : Acid Detergent Lignin

Casdar : Compte d'Affectation spécial « Développement agricole et rural »

CI : Capacité d'Ingestion

CMEP : Carré Moyen de l'Erreur de Prédiction

EMP : Erreur Moyenne de Prédiction

HEc : Hauteur herbomètre d'Entrée dans la parcelle, corrigée de la croissance

HS : Hauteur herbomètre en Sortie de parcelle

HTO : Hauteur des Talles étirées sur l'herbe Offerte

HTR : Hauteur des Talles étirées sur l'herbe Refusée

MAT : Matières Azotées Totales

MM : Matières Minérales

MS : Matière Sèche

MSI : Matière Sèche Ingérée

NDF : Neutral Detergent Fibre

PDIE : Protéine vraie Digestible dans l'Intestin quand l'Energie est le facteur limitant

PDIN : Protéine vraie Digestible dans l'Intestin quand l'azote (N) est le facteur limitant

PEGASE : Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Elevage

PL : Production Laitière

PSDR : programme de recherche Pour et Sur le Développement Régional

PV : Poids Vif

QO : Quantité d'herbe Offerte

TA : Temps d'Accès

TB : Taux Butyreux

TP : Taux Protéique

UEL : Unité d'Encombrement pour les vaches Laitières

UFL : Unité Fourrage Lait

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Relation entre l'ingestion d'herbe relative (% de l'ingestion volontaire à l'auge) et la disponibilité en herbe relative au ras du sol, au-dessus de 2 cm, au-dessus de 5 cm chez la vache laitière (Delagarde *et al.*, 2011).

Figure 2 : Matière sèche ingérée apparente des vaches, moutons et chèvres, exprimée en pourcentage de la matière sèche ingérée apparente initiale, au cours de la défoliation progressive d'une parcelle (Collins et Nicol, 1986).

Figure 3 : Calendrier de déroulement des essais sur le temps d'accès (TA) et la quantité d'herbe offerte (QO).

Figure 4: Herbomètre électronique à plateau.

Figure 5 : Mesure de la hauteur de talles et des gaines étirées (Pérez-Prieto 2008).

Figure 6 : Evolution de la production laitière individuelle dans l'essai TA au cours du temps (Essai 1).

Figure 7 : Cinétique d'ingestion des chèvres au pâturage à partir de l'accès à la parcelle en fonction du temps d'accès (Essai 1).

Figure 8 : Evolution de la production laitière individuelle dans l'essai QO au cours du temps (Essai 2).

Figure 9 : Cinétique d'ingestion des chèvres au pâturage à partir de l'accès à la parcelle en fonction de la quantité d'herbe offerte (Essai 2).

Figure 10 : Evolution de la production laitière des chèvres au pâturage et en chèvrerie de la mise à l'herbe à la période post-expérimentale du deuxième essai.

Figure 11 (a, b) : Cinétique d'ingestion des vaches (a, Pérez-Ramírez *et al.*, 2009) au pâturage pendant 9 h et des chèvres (b, cette étude) pendant 8 h.

Figure 12: Variation de la production laitière relative des vaches et des chèvres en fonction de la quantité d'herbe offerte/animal/jour exprimée en pourcentage de la capacité d'ingestion (Essai 2).

Figure 13 (a, b) : Cinétique d'ingestion des vaches (a, Pérez-Ramírez *et al.* 2009) au pâturage pendant 22 h et des chèvres (b, cet essai) pendant 13 h (Essai 2).

Tableau 1 : Récapitulatif des articles disponibles sur les facteurs de gestion du pâturage et de disponibilité en herbe qui influent sur l'ingestion et la production des chèvres.

Tableau 2 : Valeur alimentaire et composition chimique des compléments distribués en parallèle du pâturage.

Tableau 3 : Méthode de calcul permettant d'obtenir la densité d'herbe de la parcelle et l'avancée quotidienne du fil par lot pour le pâturage rationné.

Tableau 4 : Effet du temps d'accès sur les caractéristiques de l'herbe offerte, la conduite du pâturage et les refus (Essai 1).

Tableau 5 : Effet du temps d'accès (TA) sur la production, la composition du lait, le poids vif et le comportement des chèvres laitières au pâturage (Essai 1).

Tableau 6 : Résultats coprologiques des essais sur le temps d'accès et la quantité d'herbe offerte au pâturage (Essais 1 et 2).

Tableau 7 : Effet de la quantité d'herbe offerte (QO) sur les caractéristiques de l'herbe offerte, la conduite du pâturage et les refus (Essai 2).

Tableau 8 : Effet de la quantité d'herbe offerte sur la production, la composition du lait et le poids vif des chèvres laitières au pâturage (Essai 2).

Tableau 9 : Variation de production laitière individuelle et par ha en fonction de la QO offerte la plus élevée dans notre essai.

Tableau 10 : Estimation de la proportion de surface couverte par de l'herbe piétinée en sortie de parcelle par observation visuelle (Essai 2).

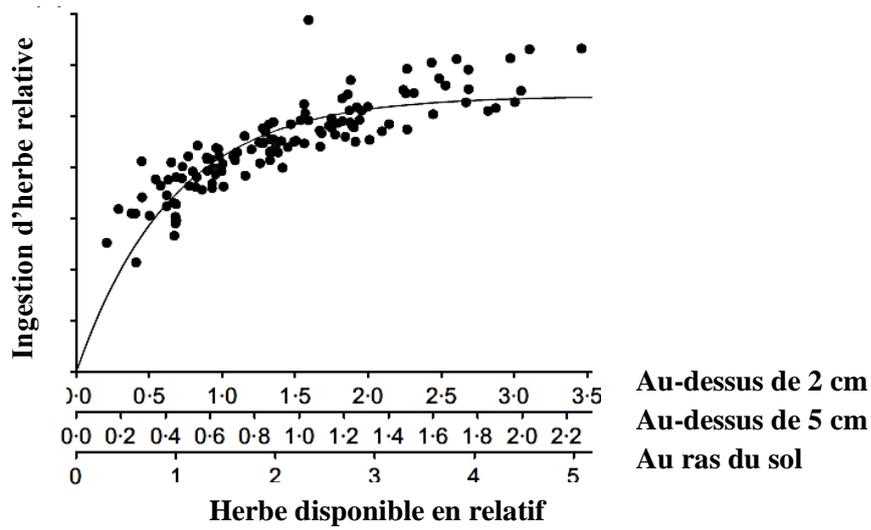


Figure 1 : Relation entre l'ingestion d'herbe relative (% de l'ingestion volontaire à l'auge) et la disponibilité en herbe relative au ras du sol, au-dessus de 2 cm, au-dessus de 5 cm chez la vache laitière (Delagarde *et al.*, 2011).

INTRODUCTION

En 1984, en Poitou Charentes (1^{ère} région de production de lait de chèvre en France, Institut de l'élevage, 2014), 62% du cheptel de chèvres laitières avait accès au pâturage (Jenot *et al.*, 2001). Aujourd'hui les chèvres qui pâturent ne représentent plus que 8% du cheptel (Agreste, 2012). On peut expliquer cette forte diminution par un accroissement de la taille des troupeaux français de 83 à 143 chèvres en moyenne par exploitation entre 2000 et 2009 (Bossis et Caramelle-Holtz, 2011), une gestion des parasites difficile avec des développements de résistances aux anthelminthiques (Hoste *et al.*, 2000), et par certains préjugés sur la difficulté de la conduite au pâturage de ces animaux laissant beaucoup de refus (Masson et de Simiane, 1980; Lefrileux *et al.*, 2012). Or, aujourd'hui les éleveurs doivent faire face aux aléas climatiques, à la volatilité et la hausse des coûts alimentaires auxquels ils sont sensibles du fait de leur relative faible autonomie alimentaire (55% pour les élevages caprins, contre 88% pour les élevages bovins (Bossis *et al.*, 2014), à des cahiers des charges de plus en plus stricts (pour les producteurs AOP) et à des consommateurs de plus en plus exigeants.

La question de l'autonomie alimentaire et protéique revient donc souvent sur la table des éleveurs mais aussi des autres acteurs de la filière (techniciens, conseillers et chercheurs). L'herbe, par sa valeur nutritionnelle et son équilibre alimentaire (Delagarde et Hérisset, 2011), son faible coût et son adaptation aux conditions pédoclimatiques semble être la solution. Elle offre également une image positive, à la filière et aux fromages de chèvres, qui est aujourd'hui très idéalisée. En effet, selon une étude de FranceAgriMer (2013), 98% des personnes enquêtées pensent que les chèvres sont élevées tout ou partie de l'année à l'extérieur.

Cependant, pour redonner au pâturage une place importante dans l'alimentation des chèvres laitières en France, il est nécessaire d'avoir des références sur cette utilisation et la valorisation de l'herbe par les chèvres. En effet, les aspects nutritionnels de l'herbe et la gestion du pâturage sont des sujets qui préoccupent particulièrement les éleveurs caprins laitiers.

Des connaissances chez les vaches laitières...

Nous avons des connaissances aujourd'hui très complètes sur les vaches laitières, notamment sur les facteurs de variation de l'ingestion. Ils sont - outre la valeur alimentaire de l'herbe pâturée et l'animal - le système de pâturage, la disponibilité en herbe (la quantité d'herbe offerte et/ou la hauteur d'entrée), la disponibilité en temps et les interactions avec la complémentation (notion de substitution) (Delagarde *et al.*, 2001).

L'herbe disponible qui est le produit entre la biomasse disponible avant le pâturage par la surface offerte, est le principal facteur de la gestion de la pâture qui détermine son utilisation et les performances des vaches par hectare (ha) (Pérez-Prieto et Delagarde, 2013). On est aujourd'hui capable de prédire l'ingestion de la vache avec cette disponibilité en herbe (Fig. 1, Delagarde *et al.*, 2011). Cette ingestion relative (une ingestion relative de 1 représente une ingestion au pâturage égale à 100% de l'ingestion volontaire à l'auge) peut être exprimée en fonction de la quantité d'herbe disponible au-dessus de 2 cm, 5 cm ou au niveau du sol. L'ingestion augmente jusqu'à atteindre un plateau à partir d'une quantité d'herbe disponible au-dessus de 2 cm, 1.7 fois équivalente à la capacité d'ingestion de la vache.

Tableau 1 : Récapitulatif des articles disponibles sur les facteurs de gestion du pâturage et de disponibilité en herbe qui influent sur l'ingestion et la production des chèvres.

Référence	Animaux étudiés	Type de pâturage	Facteur(s) étudié(s)	Méthodes/ Mesures	Principaux résultats
Merchant et Riach (1994)	Chèvres (viande)	C	Hauteur du couvert sortie (3-4, 5-6, 9-10)	Ingestion par méthode des marqueurs n-alcanes Biomasse mesurée par quadra Fistules œsophagiennes	⇒ Diminution ingestion avec diminution hauteur d'herbe de 11.2 – 3 cm = suppose que les chèvres n'augmentent pas le rythme des bouchées ou le temps de pâturage quand la hauteur d'herbe diminue.
Animut et al. (2005)	Chèvres et moutons (viande)	T	3 niveaux de chargement	Biomasse mesurée par quadrats, analyse chimique des espèces PV toutes les 4 semaines Composition des espèces	⇒ Augmentation chargement = diminution préférences alimentaires
Berhan et al. (2005)	Chèvres (viande)	T	Carré latin : temps d'accès (4, 8, 24 h), herbe disponible	Ingestion 4 j de collecte totale de fèces 2 j de mesure fréquence cardiaque et comportement alimentaire	⇒ Augmentation de la vitesse d'ingestion avec la réduction du temps d'accès.
Bonanno et al. (2007)	Chèvres Girgentana (laitière)	C	3 niveaux de chargement	Biomasse, herbe sélectionnée et production. Ingestion et digestibilité par méthodes des n-alcanes.	⇒ Augmentation chargement = diminution herbe disponible/chèvre = diminution ingestion = diminution production
Collins et Nicol (1986)	Chèvres (viande) Moutons Bœufs	C	Quantité d'herbe offerte	Quadrats Masse d'herbe disparue	Fig. 2 ⇒ Diminution quantité herbe disponible = caprins plus sensibles que ovins et bovins
Collins et Nicol (1987)	Chèvres (viande) Moutons Bœufs	C	Quantité d'herbe offerte	Fistules œsophagiennes Analyse botanique pour comparer bol alimentaire et pâture	⇒ Diminution quantité d'herbe au cours du temps = faible adaptation régime alimentaire des caprins (≠ ovins et bovins)
Lefrileux et al. (2012)	Chèvres (laitière)	T et C	Type de pâturage 60 chèvres sur : - T : 0.21 à 0.35 ha - C : 0.9 à 1.7 ha	Production laitière journalière TB et TP 1 fois/semaine (2 traites successives)	⇒ Aucune différence de production ⇒ Plus de récolte d'excédents en pâturage T

T : tournant ; C : continu ; TB : taux butyreux ; TP : taux protéique ; PV : poids vif

Et pour que la vache consomme 100% de sa capacité d'ingestion, il faut offrir 2.5 fois la valeur de sa capacité d'ingestion au-dessus de 0 cm.

Ces données et prédictions sont regroupées sous formes d'équations au sein de logiciels comme INRAtion par exemple. Ces logiciels permettent de calculer très précisément des rations pour les vaches laitières même au pâturage, et présentent les réponses en termes de production laitière ou d'utilisation de la pâture en fonction des souhaits des éleveurs et des quantités d'herbe offertes.

...A vérifier chez les chèvres laitières

Pour ce qui est des caprins, les références scientifiques et techniques au pâturage sont peu nombreuses. Elles sont surtout axées sur le comportement alimentaire dans les milieux difficiles (Cabiddu *et al.*, 1999), et sur les caprins viande, ou en co-pâturage avec d'autres espèces (Ferreira *et al.*, 2013). Grâce à son comportement de sélectivité, la chèvre est en effet une espèce très complémentaire des bovins et ovins, elle est idéale pour le co-pâturage. Elle est l'espèce la plus consommatrice de plantes arbustives, même avec une quantité d'herbe offerte élevée (Celaya *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2013). Sur des prairies tempérées, les chèvres laitières ont montré une préférence pour le raygrass (plus appétant et plus digestible) par rapport au dactyle (Masson et de Simiane, 1980 ; Lefrileux *et al.*, 2008) ou au trèfle (Bonanno *et al.*, 2007). De plus lorsque l'on augmente la proportion de trèfle (20% trèfle/ 80% RG vs 80/20 respectivement), les chèvres réduisent leur temps de pâturage. Elles ne compensent pas le manque de temps à pâturer le raygrass par plus de temps à pâturer du trèfle contrairement aux moutons (Penning *et al.*, 1997). Elles préfèrent également consommer en priorité les parties végétales les plus hautes (Del Pozo et Osoro, 1997).

De nombreux essais ont été menés en France par Lefrileux *et al.* (2012) sur l'impact d'une mise à l'herbe précoce, du type de pâturage, et des quantités de concentrés distribués, sur la production laitière des chèvres. Ces auteurs ont obtenu des productions supérieures avec une mise à l'herbe précoce et des productions similaires en pâturage tournant et continu. Pour ce qui est de la complémentation, les auteurs ont montré qu'une ration à base d'herbe de qualité couplée à une quantité de concentré inférieur à 0.8 kg, est plus efficace pour augmenter la production laitière qu'une herbe moyenne avec beaucoup de concentrés. En effet, Lefrileux *et al.* (2012) ont établi que des quantités différentes de concentrés modifient peu la production si les chèvres ont la possibilité d'ajuster leur ingestion d'herbe. C'est-à-dire si l'herbe disponible au pâturage est suffisante, de bonne qualité, et si les chèvres ont un temps d'accès au pâturage leur permettant d'ingérer une quantité d'herbe suffisante.

Des conseils techniques sur cette disponibilité en herbe sont émis dans un ouvrage de l'Institut de l'élevage (2011): « L'alimentation pratique des chèvres laitières ». Les auteurs y recommandent une offre de 3 kg de Matière Sèche/j/chèvre (au-dessus de 4-5 cm) permettant une ingestion de 2 kg MS/j/chèvre (+ au moins 600 g/j de concentré) avec un refus acceptable d'environ 33%. Il est conseillé un temps de présence de 10 h/j au pâturage pour l'ingestion de ces 2 kg de MS avec une vitesse d'ingestion à 300 g MS/h et un temps de pâturage effectif à 70%, soit 7 h/j.

Il existe très peu d'études plus précises des facteurs de variation de l'ingestion chez les chèvres conduites au pâturage. Le Tab. 1, est un récapitulatif des études existantes, des facteurs étudiés et des principaux résultats.

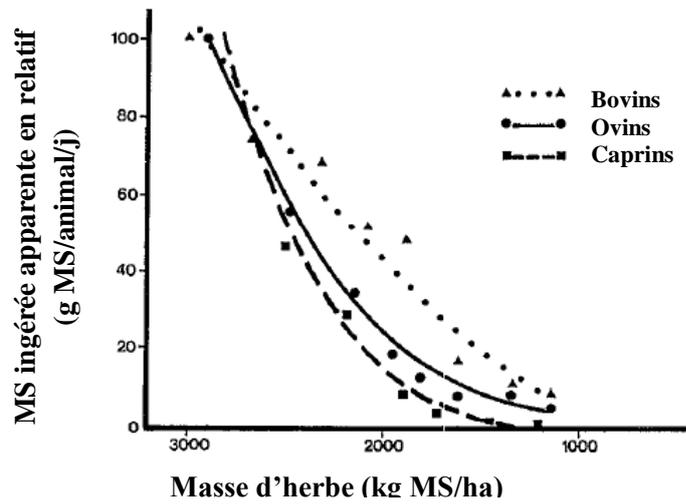


Figure 2 : Matière sèche ingérée apparente des vaches, moutons et chèvres, exprimée en pourcentage de la matière sèche ingérée apparente initiale, au cours de la défoliation progressive d'une parcelle (Collins et Nicol, 1986).

Seules sept références sur les facteurs de gestion du pâturage (hauteur du couvert, chargement, temps d'accès, herbe offerte, type de pâturage) sont disponibles chez la chèvre. Parmi celles-ci, uniquement deux sont basées sur les chèvres laitières. Il n'y a donc aucune référence sur les facteurs quantité d'herbe offerte et temps d'accès en chèvre laitière. De plus, seuls Collins et Nicol (Tab. 1) ont modélisé la variation de l'ingestion en fonction de la quantité d'herbe disponible. Pour cela, 3 bœufs, 30 moutons et 26 chèvres ont pâturé séparément sur des paddocks de 0.2 à 0.8 ha, composés de raygrass et trèfle blanc, avec une quantité initiale d'herbe de 3000 kg MS/ha.

Pour chaque espèce animale, deux taux de disparition de l'herbe ont été appliqués, un rapide (500 kg MS/ha/j) et un lent (250 kg MS/ha/j) sur une période de 4 et 10 j, respectivement. Le chargement a été ajusté régulièrement pour chaque espèce, soit en ajustant la taille des paddocks, soit en augmentant ou diminuant le nombre d'animaux présents. La masse d'herbe a été estimée par des quadrats (10 fois pour chaque essai), et la MS ingérée apparente (MSI apparente) a été estimée chaque jour grâce au changement de la masse d'herbe et avec l'aire pâturée quotidiennement pour chaque espèce. Sur la Fig. 2, les trois espèces débutent avec la même masse d'herbe initiale, soit 3000 kg MS/ha et ensuite la réduction de l'ingestion est plus ou moins rapide avec la diminution de la masse d'herbe selon les espèces. Ainsi, à 2 000 kg MS/ha, les bovins ingèrent toujours plus de 40% de ce qu'ils ingéraient initialement, les ovins ingèrent plus de 20%, tandis que les caprins ingèrent moins de 20% de ce qu'ils ingéraient initialement. Et à 1 400 kg MS/ha environ, les chèvres stoppent leur ingestion.

Les références du Tab. 1 permettent donc d'émettre quelques hypothèses générales: (1) les chèvres semblent plus sensibles que les vaches à une diminution de la quantité d'herbe disponible. (2) Avec des chargements élevés ou des temps d'accès réduits elles vont s'adapter en augmentant plus ou moins la vitesse d'ingestion. Mais tout cela reste des hypothèses, d'autant plus que les références sur les chèvres laitières sont peu nombreuses. Nous ne pouvons donc pas à ce jour avec si peu de données établir une loi de réponse de l'ingestion et de la production laitière des chèvres, en fonction des différents facteurs de conduite du pâturage.

Les projets à venir...

Pour pallier ce manque de données, deux sites d'expérimentations de l'INRA implantés dans le Grand Ouest étudient le pâturage des chèvres. Le premier est le site Patuchev (Lusignan) axant ses recherches sur une approche systémique du pâturage (comparaison entre pâturage et bâtiment, couplée à une reproduction saisonnée et dessaisonnée) et le second, plus récent, est le site de l'UMR PEGASE (Rennes) avec une approche plus analytique (digestibilité, ingestion, temps d'accès, quantité d'herbe offerte, comportement...). Ces deux sites travaillent également en collaboration avec d'autres acteurs sur deux projets en voie de démarrage. Le premier projet appelé Casdar Capherb (2016-2018), vise à accompagner les éleveurs dans la transition agro-écologique de leur système, en valorisant mieux l'herbe pour une meilleure autonomie alimentaire et efficacité. Dans ce projet, l'UMR PEGASE sera chargé de travailler sur les temps d'accès et les méthodologies autour du comportement alimentaire. Le second projet nommé PSDR GO Fleche (2016-2018) qui vise à renforcer la durabilité des filières caprines du Grand Ouest, est basé sur la compréhension du niveau actuel de valorisation de l'herbe et la détermination des avantages et freins liés au pâturage ou à l'affouragement en vert. L'UMR PEGASE sera chargée pour ce projet de réaliser une enquête pour évaluer la perception de l'herbe comme

un frein pour les éleveurs et de mener des études sur les méthodologies liées à l'ingestion et à l'effet de la quantité d'herbe offerte sur l'ingestion des chèvres.

Ce stage au sein de l'Unité Mixte de Recherche INRA-AGROCAMPUS OUEST-Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animale et les systèmes d'Elevage (UMR PEGASE, St Gilles) s'est inscrit dans une démarche préliminaire. Il a pour objectif, grâce à deux essais effectués sur l'installation expérimentale de Méjussaume, de commencer à appréhender les réponses des chèvres laitières (la production laitière et le comportement alimentaire) à différentes conduites de pâturage, basées sur des variations de temps d'accès et de quantité d'herbe offerte.

La première partie du rapport décrit le matériel et les méthodes mises en place pour la conduite des deux essais. Le premier porte sur l'impact de trois temps d'accès différents sur la production laitière de 36 chèvres et leur comportement alimentaire. Le second porte sur l'impact de trois quantités d'herbe offerte sur la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres laitières. La seconde partie présentera les résultats de ces deux essais, et la dernière partie sera une discussion des essais mis en place et des résultats obtenus.

	Mise à l'herbe	Transition		Référence Essai TA		Mise lots	Essai TA		Transition			Référence Essai QO		Mise lots	Essai QO	
	16-mars	17-mars	03-avr	04-avr	10-avr		16-avr	06-mai	7-mai	10-mai	11-mai	12-mai	19-mai		27-mai	17-juin
Conduite des animaux	60 chèvres		48 chèvres			36 chèvres	3 x 12 chèvres		36 chèvres			3 x 12 chèvres				
Paturage (h/j)	2 h.....8 h			8 h			4, 6 ou 8 h		8 h	8+3 h						
Complémentation (g/jour)	Foin à volonté.....			400 g déshydraté						0						
	2*306 g de concentré															

Figure 3 : Calendrier de déroulement des essais sur le temps d'accès (TA) et la quantité d'herbe offerte (QO).

(Déshydraté : 300 g de maïs plante entière + 100 g de Luzerne 18%)

A. MATERIEL ET METHODES

I. Essais, traitements et conduite des animaux

Deux essais ont été réalisés au cours de deux périodes expérimentales de trois semaines chacune selon le calendrier de la Fig. 3.

L'essai 1 visait à tester l'influence du temps d'accès (TA) au pâturage sur la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres.

TA4 : 4 h au pâturage en journée (8h-12h)

TA6 : 6 h au pâturage en journée (10h15-16h15)

TA8 : 8 h au pâturage en journée (8h10-16h10)

Les horaires d'entrée et sortie des animaux ont été choisis pour une bonne organisation du travail la semaine et des weekends. La quantité d'herbe offerte était de 2 kg MS/chèvre/j au-dessus de 4 cm pour les trois traitements.

L'essai 2 visait à connaître l'influence de la quantité d'herbe offerte (QO) sur la production laitière et le comportement. Les 3 traitements testés correspondaient à des quantités offertes *a priori* limitantes, peu limitantes, ou non limitantes pour l'ingestion et la production (d'après le référentiel vaches laitières, INRA, 2010).

QO1.6 : 1.6 kg MS/chèvre/j au-dessus de 4 cm

QO2.3 : 2.3 kg MS/chèvre/j au-dessus de 4 cm

QO3 : 3.0 kg MS/chèvre/j au-dessus de 4 cm

Les horaires de pâturage étaient de 8 h entre les deux traites (7 h et 16 h 30 puis 3 h après la traite du soir pour obtenir un minimum de 11 h de pâturage journalier.

Les deux essais ont été conduits avec 36 chèvres de races Alpine suivant un schéma expérimental en continu. Les chèvres ont été attribuées, après chaque période de référence (7 j) et les mises en lots, à un traitement en début d'essai et sont restées dans le même traitement jusqu'à la fin de chaque essai. Pour cela les chèvres étaient toutes identifiées par un collier de couleur (Rouge, Orange ou Jaune) attribué à chaque traitement, à chaque sous-parcelle et dans la chèvrerie.

Les mises en lots des deux essais ont été réalisées selon les critères suivants : Production Laitière (7 j), Taux Butyreux et Taux Protéique (3 j), Production laitière standardisée, Poids Vif (1 j), stade lactation, parité. La deuxième mise en lots a été effectuée selon les mêmes critères avec en plus le facteur lot de l'essai 1 pour que les chèvres soient réparties uniformément par rapport au premier essai.

1) Phase pré-expérimentale

La parcelle J-18 de la station expérimentale de Méjussaume (Le Rheu) située juste derrière la chèvrerie a été divisée en 3 sous-parcelles (Annexe I). La première sous-parcelle J18-1 était réservée aux phases pré-expérimentales, cette zone a été elle-même divisée en 6 bandes de 15 m de large chacune où les chèvres ont pâture en système tournant. La mise à l'herbe a eu lieu le 16 mars (Fig. 3) avec 60 chèvres pour une période pré-expérimentale allant jusqu'au 3 avril, soit 3 semaines de transition. Une sélection a été effectuée le 25 mars pour ne garder que 48 chèvres jusqu'à la fin de la période pré-expérimentale. Puis 12 chèvres ont été retirées à la fin de la première semaine de référence pour effectuer la mise en lots du premier essai avec 36 chèvres.

Tableau 2 : Valeur alimentaire et composition chimique des compléments distribués en parallèle du pâturage.

	Concentré	Maïs déshydraté	Luzerne déshydratée 18%	Foin dactyle
Matière sèche (g/kg MB)	904	925	908	917
Matière azotée totale (g/kg MS)	183	68	166	109
Matière minérale (g/kg MS)	73	32	116	90
NDF (g/kg MS)	319	388	434	670
ADF (g/kg MS)	152	190	300	339
ADL (g/kg MS)	26	22	77	33

A la première mise à l'herbe, les chèvres sont sorties seulement 2 h au pâturage et ont reçu du foin à volonté au cornadis. Progressivement, le temps d'accès au pâturage a été augmenté et la quantité de fourrage distribué le soir diminuée, pour arriver à l'objectif de 8 h d'accès au pâturage et 400 g de fourrage déshydraté distribué individuellement à partir du 03 avril.

Pendant cette période pré-expérimentale du 16 mars au 03 avril, le comportement des chèvres a été observé pour évaluer leur adaptation à ce nouveau régime alimentaire. L'observation consistait à relever toutes les cinq minutes le nombre de chèvres en prise alimentaire et celles couchées.

2) Conduite du pâturage

Les deux autres sous-parcelles J18-2 et J18-3 ont été réservées aux essais. Les chèvres y avaient accès grâce à un couloir central et ont pâturé environ 10 jours dans chaque sous-parcelle (Annexe I). Ces sous-parcelles étaient divisées en trois (zones A, B et C) qui correspondaient chacune à un traitement. Elles étaient différenciées à l'entrée par un collier de la même couleur que le collier des chèvres de chaque traitement. Le pâturage était de type rationné avec fil avant chaque jour individualisé pour chaque lot, et fil arrière déplacé deux fois par semaine. L'avancée du fil a été calculée chaque jour en fonction de la densité et de la hauteur herbomètre de chaque traitement mesurée quotidiennement (Cf III.1.).

La parcelle J18-3 a été fauchée le 15 avril pour éviter des hauteurs trop importantes pendant l'essai. L'âge des repousses était de 14 j à l'entrée dans cette sous-parcelle. De même, une fauche générale des refus a été réalisée après la première période pour permettre une repousse homogène entre bandes pour le second essai (le 29 avril pour J18-2 et le 11 mai pour J18-3), ce qui a permis un âge des repousses de 28 et 24 jours pour J18-2 et J18-3 respectivement. De plus, une fertilisation azotée de 30 unités d'azote/ha, a été effectuée après chaque fauche.

3) Conduite de la complémentation

Les chèvres ont reçu individuellement de la mise à l'herbe à la fin du deuxième essai à chaque traite 306 g (± 11 g) de concentré d'une moyenne de 90 % de MS et une teneur en matière azotée totale (MAT) de 183 g/kg MS (Tab. 2). Elles ont reçu individuellement 400 g de fourrage déshydraté (déshydraté 300 g maïs plante entière + 100 g luzerne) distribué en volumétrique après la traite du soir pendant la période associée au premier essai c'est-à-dire du 03 avril au 10 mai. Aucun fourrage déshydraté n'a été distribué pour le second essai. Les chèvres ont eu accès à l'abreuvement au pâturage et dans le bâtiment. Le complément minéral (Sodium 38.5%, Magnésium 0.2%) était à disposition à volonté dans le bâtiment seulement.

En cas d'intempéries, le temps d'accès au pâturage a pu être écourté. Dans ce cas, les chèvres ont reçu une complémentation en foin distribué en collectif :

- Soit une partie distribuée le matin quand on savait que les chèvres ne pourraient pas sortir de la journée et le reste le soir après la traite
- Soit le soir quand les chèvres sont tout de même sorties quelques heures dans la journée

La quantité à distribuer a été calculée par une règle de trois en fonction du temps de présence réalisé au pâturage et de la quantité de compléments (Annexe II). Les données des jours très perturbés par la pluie ont été retirées pour les analyses statistiques.

II. Mesures expérimentales sur les chèvres

1) Production laitière et composition du lait

La production laitière de chaque chèvre a été quotidiennement enregistrée à chaque traite, de façon automatique par les compteurs à lait de la salle de traite. Les taux butyreux (TB) et taux protéique (TP) ont été mesurés sur 6 j dans chaque essai, répartis sur les semaines 2 et 3. Pour cela un prélèvement de lait individuel à chaque traite de ces 6 j a été effectué grâce à un échantillonneur sur chaque poste de traite. Après mélange du lait dans l'échantillonneur, celui-ci est vidé dans un flacon portant le numéro de la chèvre. Le lait est ensuite analysé par le Laboratoire Interprofessionnel Laitier Loire Anjou Bretagne (Lillab).

2) Poids vif

Chaque chèvre a été pesée deux fois à la fin de chaque essai. La première fois le dernier jour de l'essai (« poids vif fin expérimentation ») puis trois jours après (« poids vif post expérimental ») lorsque les chèvres sont sur le même régime alimentaire. Cela permet de corriger l'effet des variations du contenu digestif de chaque traitement liées au niveau d'alimentation. Ainsi, le poids post-expérimental est bien lié à la masse corporelle des animaux.

3) Coprologie et teneur MS des fèces

En semaine 3 de chaque essai, un prélèvement de fèces a été effectué après la traite du soir sur les 36 chèvres mais également sur quelques chèvres hors-essai. Les fèces ont été récoltées par fouille rectale et placées dans des flacons regroupant chacun 4 chèvres d'un même lot pour une analyse coprologique. De plus, 4 prélèvements sur 4 traites consécutives (la première étant le soir du prélèvement coprologique) ont été effectués et conservés à 4°C. Le dernier jour, les fèces des 4 j de chaque chèvre ont été regroupées et homogénéisées et pesées dans une barquette aluminium puis séchées à l'étuve pendant 72h à 60°C pour déterminer la teneur en matière sèche.

4) Comportement alimentaire

Durant la phase de transition du premier essai, un appareil portatif accéléromètre « le Lifecorder » a été utilisé pour vérifier sa fiabilité à enregistrer des durées d'ingestion sur les chèvres. La fonctionnalité de l'appareil a été précédemment validée sur les vaches laitières (Delagarde et Lamberton, 2015). L'appareil fixé sur un collier enregistre l'accélération verticale de la tête associée au mouvement d'ingestion. Pour valider l'appareil sur les chèvres, une comparaison de l'enregistrement avec des observations visuelles a été effectuée sur quelques chèvres (Annexe III). Ces tests s'avérant concluant, le comportement des chèvres a donc été suivi au cours des essais pour déterminer les durées d'ingestion et le nombre de repas pour chaque traitement.

Les 21 Lifecorders ont été posés simultanément sur 7 chèvres par traitement avec un minimum de 3 j par chèvre, suivi d'un changement de chèvre pour un nouvel enregistrement d'au moins 3 j. Ainsi lors du dépouillement chaque chèvre possède des données d'ingestion sur plusieurs jours. Le dépouillement consiste en la vérification de chaque enregistrement sur plusieurs points : la concordance des horaires d'enregistrement avec les horaires de pâturage, la force du signal, la fixation d'un seuil de sensibilité et le retrait des jours perturbés (intempéries par exemple).

Tableau 3 : Méthode de calcul permettant d'obtenir la densité d'herbe de la parcelle et l'avancée quotidienne du fil par lot pour le pâturage rationné.

Paramètres	Unité	Formule
Avancée du fil (A)	m	$A = QO \times 12 \times (\text{Larg} \times \text{Biom4}) \times 1000$
Biomasse > 4cm	kg MS/ha> 4cm	$\text{Biom4} = (\text{HEcc} - 4) \times D$
Hauteur entrée corrigée de la croissance	mm	$\text{HEcc} = \text{HE} + \text{Croiss}$
Densité (D)	kg MS/ha/cm	$D = \text{kg de MS/ha (récoltés)} \times \text{HD} \times 10$
Hauteur herbomètre disparue (HD)	mm	$\text{HD} = \text{Hauteur avant fauche} - \text{hauteur après fauche}$
Croissance journalière (Croiss)	mm	$\text{Croiss} = (\text{Ht} - \text{Ht-1}) / (\text{Jt} - \text{Jt-1})$

HE : Hauteur herbomètre Entrée

Ht : hauteur herbomètre à l'instant t

Ht-1 : hauteur herbomètre à l'instant t-1

Jt : Date à l'instant t

Jt-1 : Date à l'instant t-1

Larg : Largeur de la parcelle

QO : quantité d'herbe offerte en kg MS/chèvre au-dessus de 4 cm.



Figure 4: Herbomètre électronique à plateau.

Des corrections sont également faites sur les données brutes :

- Si deux repas sont séparés par moins de 6 min, on ne compte qu'un seul repas
- Si un repas dure moins de 6 min il est éliminé.

Le calcul d'ingestion ne tient compte que des heures réelles d'accès au pâturage.

III. Mesures expérimentales sur les prairies

Un des points importants dans la gestion du pâturage au cours des essais a été le calcul de l'avancée quotidienne du fil. Pour cela nous avons utilisé les formules présentées dans le Tab. 3. Les valeurs pour la biomasse, la matière sèche ont été obtenues grâce à une coupe à la motofaucheuse, et la hauteur d'entrée corrigée par la croissance a été obtenue grâce à plusieurs séries de mesures avec un herbomètre selon les méthodes décrites ci-dessous.

1) Biomasses et densités

La biomasse d'herbe a été estimée à une fréquence d'une ou deux fois par semaine, grâce à la fauche de deux bandes à la motofaucheuse dans chaque traitement. La coupe se fait à une hauteur de 4 cm par rapport au sol, sur l'ensemble de la surface de la parcelle à pâturer dans les 3-4 jours à venir, dans des zones jugées représentatives. La totalité de l'herbe fauchée a été ramassée dans un sac identifié (bandes de 1 à 6). Avant et après la fauche, la hauteur de l'herbe est mesurée sur chaque bande à l'aide de l'herbomètre, pour obtenir la hauteur d'herbe disparue (HD).

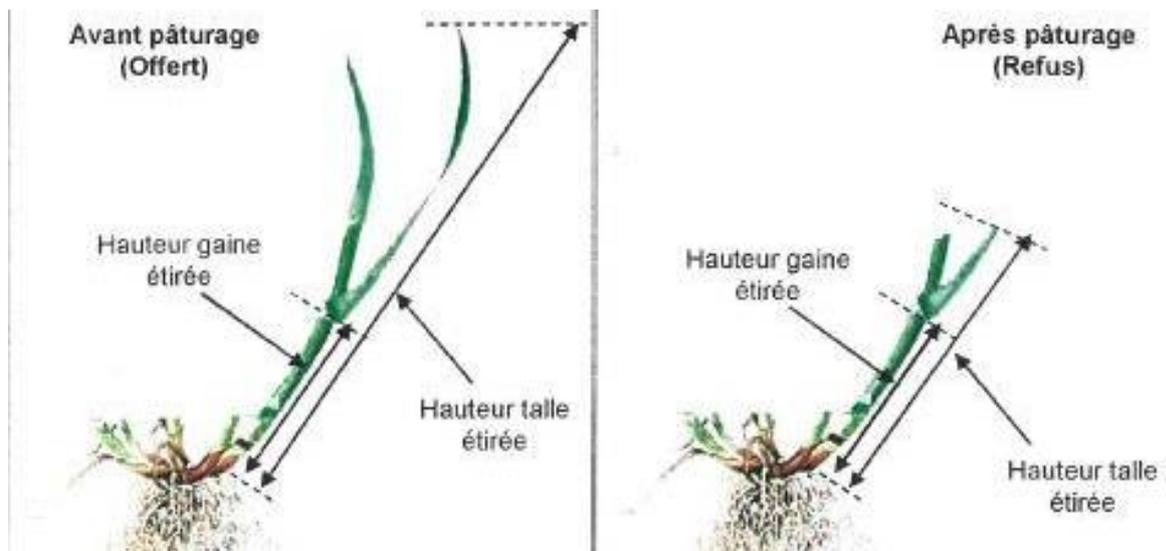
De retour au laboratoire, le sac et l'herbe récoltée pour chaque bande sont pesés, puis des échantillonnages sont réalisés. Le premier pour déterminer une MS provisoire pour l'avancée du fil du lendemain, grâce à deux échantillons moyens des six bandes (100 g) séchés dans un four à microondes 2 fois 5 min. Puis un échantillon (500-600 g) de chaque bande est séché à l'étuve (60°C) pendant 48h pour la MS définitive. Un dernier échantillon moyen de chaque traitement (600 g) est lavé et séché à l'étuve (60°C) pendant 48h. Le lavage permet d'éliminer la terre qui peut fausser les analyses chimiques.

2) Hauteur herbomètre de l'herbe en entrée et sortie de parcelle

La hauteur de l'herbe est mesurée chaque matin à l'aide d'un herbomètre électronique à plateau (Fig. 4), sur chaque traitement, dans la surface correspondant à la bande à offrir le lendemain. Pour cela, 30 mesures ont été effectuées par traitement, en suivant un circuit en W. Pour les calculs de surface à offrir, cette hauteur d'entrée a été corrigée de la croissance moyenne. Le même protocole a été utilisé pour mesurer les hauteurs refus sur les surfaces pâturées la veille.

3) Suivi de la croissance de l'herbe

La hauteur d'herbe est mesurée avec l'herbomètre (40 mesures) sur une zone en fond de chaque parcelle en repousse, une fois par semaine, durant les 2 ou 3 semaines précédant le pâturage, permettant d'estimer une croissance moyenne de l'herbe en mm/j.



[Figure 5](#) : Mesure de la hauteur de talles et des gaines étirées (Pérez-Prieto, 2008).

4) Simulation du pâturage

Deux fois par semaine, en semaines 2 et 3 de chaque essai, un échantillon d'herbe représentatif de la fraction ingérée par les chèvres a été prélevé par traitement grâce à des poignées d'herbe coupées manuellement à la hauteur du pâturage des chèvres (observation de la surface pâturée la veille). Deux sous-échantillons sont effectués. Le premier (200 g environ), a été trié manuellement en 5 catégories : les graminées, le trèfle, la chicorée, le pissenlit et les autres espèces. Chaque catégorie a été ensuite séchée en étuve (48 h à 60°C) afin de déterminer la MS de chaque famille botanique et la proportion en sec de chaque espèce dans chaque traitement. Le second (au moins 300 g) a été séché 48 h en étuve à 60°C en vue d'une analyse chimique.

5) Hauteur des talles étirées sur l'offert et sur les refus

Deux fois par semaine, pendant les semaines 2 et 3 de chaque essai, la hauteur étirée des talles (limbe central le plus développé, Fig. 5) et de la plus haute gaine foliaire (celle du limbe mesuré) a été mesurée sur 50 talles par traitement dans la zone offerte le lendemain. Le même protocole a été appliqué sur 80 talles par traitement pour les refus, dans la zone pâturée la veille.

IV. Analyses chimiques

Les échantillons d'herbe, de fèces et d'aliments séchés à l'étuve sont broyés à la grille 0.8 mm avant de procéder aux analyses.

La teneur en MS est déterminée après séchage des échantillons en deux temps :

- Une première fois au laboratoire de Méjussaume à 60°C pendant 48 h
- Puis au laboratoire de Saint Gilles à 103°C pendant 24 h.

On obtient la matière minérale en disposant les échantillons pendant 2 jours dans un four à 550°C (Association Française de Normalisation, 1988). La teneur en azote est obtenue grâce à la méthode DUMAS (Association Française de Normalisation, 1988). Pour obtenir les teneurs en fibres (NDF, ADF, ADL), les échantillons sont analysés par la méthode établie par Van Soest (1963). La digestibilité pepsine cellulase de l'herbe offerte est déterminée par la procédure d'Aufrère et Demarquilly (1989). La valeur alimentaire des concentrés et fourrages est déterminée grâce au logiciel Prevalim (INRA, 2010).

V. Analyses statistiques

Le traitement statistique consiste en analyses de variance ou de covariance à l'aide du logiciel Epsilon (Delaby, non publié), selon le principe du Modèle Linéaire Généralisé (GLM) du logiciel SAS(1987). Seules les données des semaines 2 et 3 de chaque essai sont analysées, la semaine 1 étant considérée comme une période d'adaptation aux traitements.

Les données sur l'herbe (n=6 pour chaque essai) sont traitées par une analyse de variance avec un modèle intégrant les effets traitement et semaine :

$$Y = \mu + t_i + s_j + e_{ij}$$

Où μ , t_i , s_j et e_{ij} représentent respectivement la moyenne générale, les effets fixes du traitement ($n=3$) et de la semaine ($n=2$) et l'erreur expérimentale.

Similairement, une partie des données animales ($n=36$ pour chaque essai) est analysée par analyse de covariance, avec des variables explicatives discrètes (facteurs) et continues (co-variables). Dans cette analyse le facteur est le traitement et les covariables correspondent aux données initiales obtenues pendant la semaine de référence.

$$Y = \mu + d_i + t_j + e_{ij}$$

Où μ , d_i , t_j et e_{ij} représentent respectivement la moyenne générale, la covariable, l'effet fixe du traitement ($n=3$) et l'erreur expérimentale.

Les autres données animales sont analysées par une analyse de variance avec un modèle intégrant l'effet traitement :

$$Y = \mu + t_i + e_i$$

Où μ , t_i et e_i représentent respectivement la moyenne générale, l'effet fixe du traitement et l'erreur expérimentale.

Les effets linéaire ou quadratique des traitements (TA ou QO) sont testés à partir des contrastes orthogonaux suivants :

Effet linéaire : -1 ; 0 ; 1

2 degrés de liberté (ddl)

Effet quadratique : 1 ; -2 ; 1

6 ddl

Le seuil de signification retenu est $P \leq 0.05$.

Tableau 4 : Effet du temps d'accès sur les caractéristiques de l'herbe offerte, la conduite du pâturage et les refus (Essai 1).

Variable	TA			Etr	Effet Traitement	Effet TA	
	4	6	8			L	Q
Biomasse > 4 cm (kg MS/ha)	2662 ^a	2864 ^a	2457 ^a	116.3	NS	NS	0.094
Hauteur herbomètre entrée (mm)	171 ^a	174 ^a	155 ^a	5.3	NS	0.094	NS
Hauteur talles étirées (mm)	312 ^a	334 ^b	338 ^b	4.5	0.046	0.025	NS
Hauteur gaines étirées (mm)	176 ^a	180 ^a	160 ^a	34.6	NS	NS	NS
Surface offerte (m ² /j/chèvre)	7.5 ^a	7.4 ^a	8.6 ^b	0.25	0.070	0.049	NS
Quantité d'herbe offerte (kg MS/chèvre/j)	1.9 ^a	2.0 ^a	2.0 ^a	0.02	0.085	0.054	NS
MS de l'herbe offerte (kg/kg MB)	162 ^a	145 ^a	158 ^a	17.7	NS	NS	NS
MO (g/kg MS)	886 ^a	890 ^a	890 ^a	3.3	NS	NS	NS
Digestibilité MO (%)	78.0 ^a	76.2 ^a	77.0 ^a	0.53	NS	NS	0.099
MAT (g/kg MS)	181 ^{ab}	169 ^a	190 ^b	3.4	0.048	NS	0.027
NDF (g/kg MS)	462 ^a	484 ^a	452 ^a	24.1	NS	NS	NS
ADF (g/kg MS)	239 ^a	252 ^a	249 ^a	4.5	NS	NS	NS
ADL (g/kg MS)	31 ^a	31 ^a	38 ^a	1.7	0.095	0.059	NS
UFL (/kg MS)	0.94 ^a	0.91 ^a	0.93 ^a	0.009	NS	NS	0.087
PDIN (g/kg MS)	116 ^{ab}	108 ^a	122 ^b	2.3	0.049	NS	0.028
PDIE (g/kg MS)	96 ^a	94 ^b	97 ^a	0.4	0.023	NS	0.010
UEL (/kg MS)	0.97 ^a	1.00 ^a	0.97 ^a	0.007	0.097	NS	0.047
Hauteur herbomètre sortie (mm)	68 ^a	65 ^a	55 ^a	3.4	NS	0.058	NS
Hauteur talles étirées refus (mm)	122 ^a	118 ^a	105 ^b	3.7	0.072	0.038	NS
Hauteur gaines étirées refus (mm)	83 ^a	81 ^a	70 ^a	3.4	NS	0.063	NS

*Sur une ligne, des lettres différentes indiquent des différences significatives ($P \leq 0.05$) et NS : non significatif ($P > 0.1$) ; Etr: Ecart type résiduel du modèle ; L : Linéaire ; Q : Quadratique.

Tableau 5 : Effet du temps d'accès (TA) sur la production, la composition du lait, le poids vif et le comportement des chèvres laitières au pâturage (Essai 1).

Paramètres	TA			Syx	Effet traitement	Effet TA	
	4	6	8			L	Q
Production laitière (kg/j)	3.02 ^a	3.36 ^b	3.24 ^b	0.183	0.001	0.007	0.002
Matières grasses (g/j)	110 ^a	121 ^b	111 ^a	8.6	0.006	NS	0.002
Matières protéiques (g/j)	89 ^a	101 ^b	97 ^b	6.4	0.001	0.006	0.002
Taux butyreux (g/kg)	36.3 ^a	36.2 ^a	34.5 ^a	2.35	NS	0.068	NS
Taux protéique (g/kg)	29.4 ^a	30.2 ^a	30.1 ^a	0.95	NS	0.099	NS
Production laitière 3.5% (kg/j)	3.04 ^a	3.38 ^b	3.18 ^c	0.180	0.001	0.050	0.001
Poids vif (kg)	45.0 ^a	47.3 ^b	46.6 ^b	1.30	0.001	0.005	0.003
Poids vif post-expérimental (kg)	49.2 ^{ab}	49.8 ^a	48.7 ^b	1.25	NS	NS	0.071
Durée d'ingestion (min/j)	238 ^a	338 ^b	354 ^c	16.97	0.001	0.001	0.001
Durée du premier repas (min)	235 ^a	281 ^b	232 ^a	36.41	0.005	NS	0.002
Durée moyenne d'un repas (min)	224 ^a	170 ^b	86 ^c	41.41	0.001	0.001	NS
Pourcentage de temps passé à pâturer (% du temps d'accès)	0.99 ^a	0.95 ^b	0.75 ^c	0.03	0.001	0.001	0.001

B. RESULTATS

Les résultats présentés dans cette étude correspondent aux deux essais sur le temps d'accès et la quantité d'herbe offerte au pâturage. Dans l'ensemble les conditions climatiques ont été particulièrement bonnes avec des températures douces (14.3°C de moyenne en Avril, Mai et Juin, www.meteo-bretagne.fr) permettant une croissance élevée de l'herbe (4.8mm /j en moyenne) pendant les deux essais. L'essai sur le temps d'accès a été légèrement perturbé par trois jours de pluie qui ont impliqué une réduction du temps d'accès au pâturage et la distribution de foin en conséquence au cornadis. Les lots n'ayant pas les mêmes horaires et temps d'accès au pâturage, les chèvres qui ont pâturé 6 h ont été les plus impactées, mais avec une consommation totale de seulement 2.5 kg/chèvre de foin sur les trois semaines de l'essai. Les chèvres ayant eu accès 8 h au pâturage ont consommé 1.9 kg/chèvre de foin, et les chèvres ayant eu accès 4 h n'ont consommé que 0.9 kg/chèvre de foin pendant l'essai. L'essai sur la quantité d'herbe offerte a été perturbé sur une journée en raison de fortes pluies. Les chèvres ont consommé individuellement sur la totalité de l'essai 1.1 kg de foin. Les données des jours perturbés par la pluie ont été retirées des analyses statistiques.

I. Essai sur le temps d'accès

1) Caractéristiques de l'herbe

Les caractéristiques de l'herbe offerte ont présenté peu de différences significatives entre traitements (Tab. 4). La biomasse au-dessus de 4 cm a été en moyenne de 2660 kg MS/ha avec une hauteur herbomètre en entrée de parcelle de 167 mm. Les hauteurs des talles étirées des traitements TA6 et TA8 ont été plus élevées que celles du traitement TA4 avec comme mesures respectives 336 mm et 312 mm, pour une hauteur de gaine moyenne de 172 mm et un rapport gaine/talle moyen de 52%. Le traitement a eu un effet significatif sur la hauteur des talles étirées en sortie de parcelle avec TA8 plus faible de 15 mm (effet linéaire décroissant $P < 0.05$). La hauteur herbomètre moyenne en sortie a été de 62 mm (pas d'effet traitement). Une surface supplémentaire de 1 m² /chèvre/jour a été allouée aux animaux du traitement TA8 en raison d'une biomasse numériquement plus faible. La quantité d'herbe offerte a bien été identique entre traitements. La teneur en MS moyenne de l'herbe offerte a été de 154 g/kg MB (Tab. 5). Pour la composition chimique et la valeur alimentaire, les seules différences entre traitements ont été sur la teneur MAT avec un écart de 21 g/kg MS entre les traitements TA6 et TA8, ainsi que sur les teneurs en PDIN et PDIE. Cependant, ces valeurs PDI sont toujours supérieures aux recommandations INRA (pas de déficit azoté dans l'herbe, INRA, 2010). Les valeurs énergétiques (UFL) et d'encombrement (UEL) n'ont pas été affectées par les traitements, tout comme les teneurs en fibres et la digestibilité moyenne de la matière organique qui a été de 77%.

La teneur en MS de l'herbe ingérée (données non représentées) n'a pas été différente entre les traitements (150 g/kg MB), tout comme la composition botanique de l'herbe ingérée qui a été de 510 g/kg MS de graminées, 144 g/kg MS de trèfle, 154 g/kg MS de chicorée, 154 g/kg MS de pissenlit et 38 g/kg MS d'autres espèces (luzerne, rumex, mouron). La valeur alimentaire de l'herbe ingérée a été en général plus élevée que celle de l'herbe offerte, avec par exemple 28 g MAT/kg MS en plus dans l'herbe ingérée que dans l'herbe offerte. La valeur UFL a augmenté de 0.93 à 0.96 en moyenne entre l'offert et l'ingéré, sans différence significative entre traitements. La teneur en ADF de l'herbe ingérée a été légèrement plus élevée de 8 g/kg MS pour TA8 (effet linéaire, $P < 0.01$).

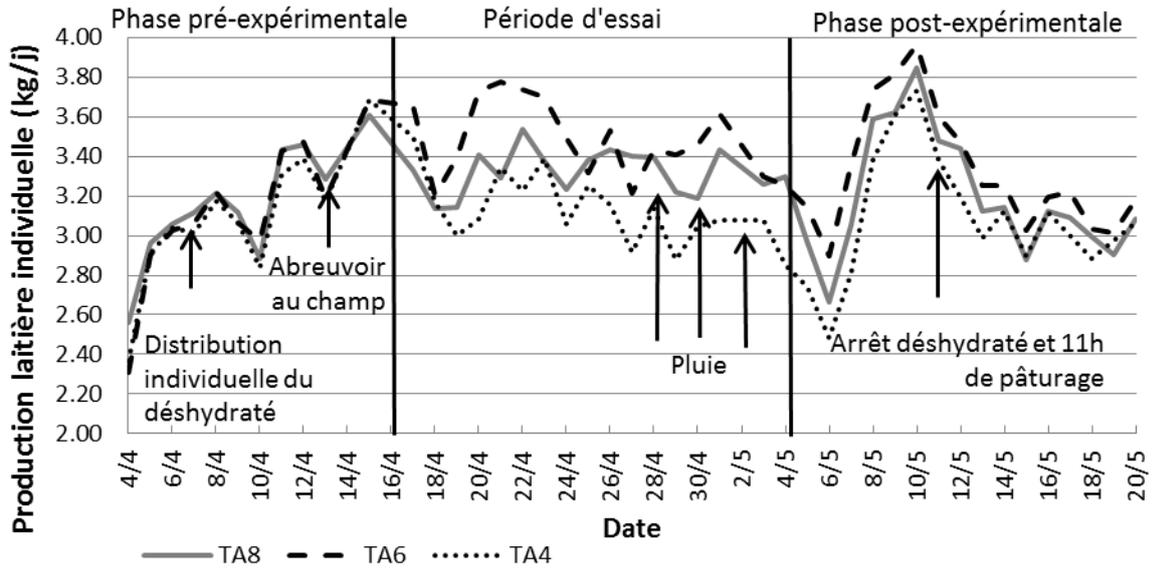


Figure 6 : Evolution de la production laitière individuelle dans l'essai TA au cours du temps (Essai 1).

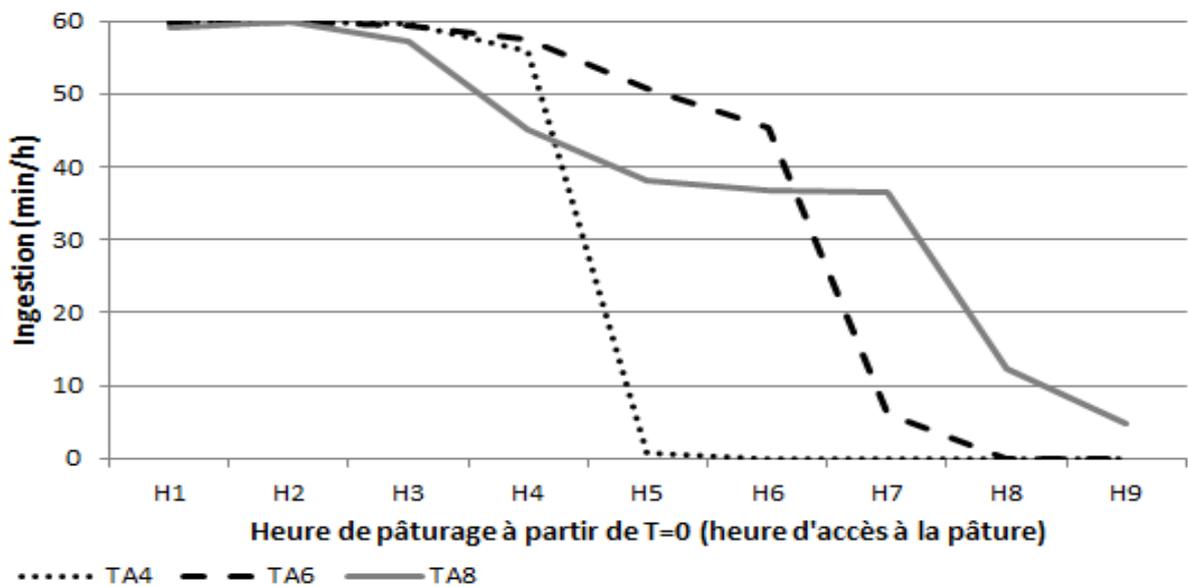


Figure 7 : Cinétique d'ingestion des chèvres au pâturage à partir de l'accès à la parcelle en fonction du temps d'accès (Essai 1).

2) Productions animales

La production laitière brute (Tab. 5) a été plus faible sur TA4 que sur les deux autres traitements (- 0.3 kg lait/j, effet quadratique $P < 0.01$). Il y a une séparation de la courbe de lait du traitement TA4 dès le début de l'essai, alors que les trois courbes sont très rapprochées en périodes pré et post-expérimentale (Fig. 6). La production de matières protéiques de TA4 est également plus faible que sur les deux autres traitements (- 10 g/j, effet quadratique $P < 0.01$), contrairement à la production de matières grasses qui est plus élevée sur le traitement TA6 que sur les deux autres traitements (+ 10 g/j, effet quadratique $P < 0.01$). Le taux butyreux (35.7 g/kg) et le taux protéique (29.5 g/kg) du lait n'ont pas varié significativement avec le temps d'accès. Pour la production laitière standardisée, les trois traitements sont significativement différents avec TA6 supérieur de 340 g/j à TA4 et supérieur de 200 g/j à TA8. En fin d'essai, le poids vif a été plus faible sur le traitement TA4 que sur les deux autres traitements (- 2.0 kg, effet quadratique $P < 0.01$), mais cet écart n'est plus observé en période post-expérimentale (tous les animaux ont la même alimentation), où le poids vif sur TA8 est inférieur de 1 kg à celui de TA6, et identique à celui de TA4.

3) Comportement alimentaire

La durée d'ingestion a augmenté avec le temps d'accès (Tab. 5), avec un écart de 116 min entre les deux traitements extrêmes (effet quadratique $P < 0.01$). La durée du premier repas a été similaire pour TA4 et TA8 avec une moyenne de 234 min, mais supérieure de 47 min pour TA6 (effet quadratique $P < 0.01$). La durée moyenne d'un repas a été divisée par 2.5 quand le temps d'accès a été multiplié par 2 (effet linéaire $P < 0.01$). Le pourcentage de temps passé à pâturer a diminué avec l'augmentation du temps d'accès et a été très élevé pour les deux premiers traitements (99%, 95% et 75%, respectivement pour TA4, TA6 et TA8, effet quadratique $P < 0.01$). Les chèvres des traitements TA4 et TA6 ont été en ingestion presque 100% du temps pendant les quatre premières heures de pâturage (Fig. 7). La baisse d'activité des chèvres du traitement TA8 est plus précoce que celles de TA6 mais elles ont toujours eu au moins 30 min/h d'ingestion.

4) Coprologie

Les résultats coprologiques (Tab. 6) ont montré une infestation légère des chèvres au pâturage aux strongles, c'est-à-dire un nombre d'œufs/g se situant dans la première tranche de la grille d'interprétation (Annexe III). Les chèvres en bâtiment n'ont pas de strongles digestifs. La présence de coccidies n'est pas significative puisqu'elle a été inférieure au premier seuil de la grille qui est de 1 000 ookystes/g de fèces.

II. Essai sur la quantité d'herbe offerte

1) Caractéristiques de l'herbe

Les traitements n'ont pas influencé les caractéristiques de l'herbe offerte (Tab. 7). La biomasse moyenne au-dessus de 4 cm a été de 3050 kg MS/ha pour une hauteur herbomètre en entrée de parcelle de 167 mm. La hauteur des talles étirées en entrée de parcelle a été de 365 mm avec une hauteur de gaines de 115 mm. La quantité d'herbe réellement offerte correspond aux objectifs fixés. La hauteur herbomètre des refus et la hauteur des talles étirées des refus ont été plus faibles pour le traitement QO1.6 que pour les deux autres traitements, respectivement 54 mm vs 61 mm pour la hauteur herbomètre et 112 mm vs 150 mm pour les talles étirées (effet quadratique $P < 0.05$).

Tableau 6 : Résultats coprologiques des essais sur le temps d'accès et la quantité d'herbe offerte au pâturage (Essais 1 et 2).

Parasites	Essai TA				Essai QO			
	TA4	TA6	TA8	Bâtiment	QO1.6	QO2.3	QO3	Bâtiment
Strongles digestifs (œufs/g)	<50*	0	<50*	0	<50*	<50*	<50*	0
Autres strongles (œufs/g)	300*	140*	235*	125*	160*	<50*	75*	170*
Coccidies (ookystes/g)	50	< 50	0	175	75	120	210	60

*Infestation légère : entre 15 et 50 œufs pour les strongles digestifs, jusqu'à 300 œufs pour les strongloïdes et à partir de 1 000 ookystes pour les coccidies.

Tableau 7 : Effet de la quantité d'herbe offerte (QO) sur les caractéristiques de l'herbe offerte, la conduite du pâturage et les refus (Essai 2).

Variable	QO			Syx	Effet traitement	Effet QO	
	1.6	2.3	3			L	Q
Biomasse > 4 cm (kg MS/ha)	3003 ^a	3215 ^a	2924 ^a	130.7	NS	NS	NS
Hauteur herbomètre entrée (mm)	165 ^a	174 ^a	162 ^a	5.1	NS	NS	NS
Hauteur talles étirées (mm)	364 ^a	371 ^a	361 ^a	17.9	NS	NS	NS
Hauteur gaines étirées (mm)	107 ^a	124 ^a	115 ^a	12.6	NS	NS	NS
Surface offerte (m ² /j/chèvre))	5.6 ^a	7.5 ^b	10.6 ^c	0.04	0.001	0.001	0.002
Quantité d'herbe offerte (kg MS/chèvre/jour)	1.6 ^a	2.3 ^b	3.1 ^c	0.03	0.001	0.001	NS
MS de l'herbe offerte (kg/kg MB)	158 ^a	147 ^a	139 ^a	20.0	NS	NS	NS
MO (g/kg MS)	884 ^a	889 ^a	887 ^a	4.3	NS	NS	NS
Digestibilité MO (%)	76.9 ^a	76.1 ^a	76.6 ^a	0.63	NS	NS	NS
MAT (g/kg MS)	159 ^a	154 ^a	166 ^a	4.9	NS	NS	NS
NDF (g/kg MS)	483 ^a	476 ^a	475 ^a	14.1	NS	NS	NS
ADF (g/kg MS)	245 ^a	251 ^a	248 ^a	5.2	NS	NS	NS
ADL (g/kg MS)	26 ^a	29 ^a	33 ^a	2.7	NS	NS	NS
UFL (/kg MS)	0.91 ^a	0.91 ^a	0.91 ^a	0.005	NS	NS	NS
PDIN (g/kg MS)	102 ^a	98 ^a	106 ^a	3.1	NS	NS	NS
PDIE (g/kg MS)	93 ^a	92 ^a	94 ^a	0.9	NS	NS	NS
UEL (/kg MS)	1.00 ^a	1.01 ^a	1.00 ^a	0.010	NS	NS	NS
Hauteur herbomètre sortie (mm)	54 ^a	60 ^b	62 ^b	0.8	0.016	0.007	0.080
Hauteur talles étirées refus (mm)	112 ^a	145 ^b	154 ^b	3.2	0.009	0.004	0.048
Hauteur gaines étirées refus (mm)	70 ^a	72 ^a	75 ^a	8.0	NS	NS	NS

Sur une ligne, des lettres différentes indiquent des différences significatives ($P \leq 0.05$) et NS : non significatif ($P > 0.1$) ; Syx: Ecart type résiduel du modèle ; L : Linéaire ; Q : Quadratique.

L'herbe offerte a eu une teneur en MS de 148 g/kg MB. La composition chimique et la valeur alimentaire de l'herbe offerte n'ont pas été affectées par les traitements. L'herbe offerte avait des teneurs moyennes de 159 g de MAT, 0.91 UFL, 102 g de PDIN et 93 g de PDIE par kg de MS.

La teneur en MS de l'herbe ingérée (données non représentées) n'a pas été différente entre les traitements (150 g/kg MB), tout comme la composition botanique de l'herbe ingérée qui a été de 495 g/kg MS de graminées, 164 g/kg MS de trèfle, 101 g/kg MS de chicorée, 133 g/kg MS de pissenlit et 107 g/kg MS d'autres espèces (luzerne, rumex, mouron). L'herbe ingérée a été de meilleure qualité que l'herbe offerte avec les valeurs suivantes : 183 g de MAT, 0.94 UFL, 177 g de PDIN et 97 g de PDIE par kg de MS. Les chèvres sur le traitement QO3 ont consommé une herbe avec une teneur en ADF légèrement plus élevée de 13 g/kg MS que sur les deux autres traitements.

2) Productions animales

De façon générale, les productions sur le traitement QO1.6 ont été plus faibles pour l'ensemble des variables que sur les deux autres traitements (Tab. 8). La production laitière a augmenté linéairement ($P < 0.01$) avec la quantité d'herbe offerte, avec une pente moyenne de 0.39 kg PL/ kg MS d'herbe offerte. L'effet du traitement est visible dès le 3^{ème} jour d'essai (Fig. 8), avec ensuite des écarts de production laitière entre chaque traitement assez stables sur les 3 semaines d'essai. Les productions de matières grasses et protéiques ont augmenté quadratiquement avec la QO ($P < 0.05$), avec des productions sur QO1.6 respectivement inférieures de 18.5 et 19.5 g/j à celles des deux autres traitements. Les taux butyreux et protéique ont été plus faibles pour le traitement QO1.6 de 1.4 g et 1.7 g/kg de lait, comparés aux deux autres traitements (effet quadratique $P < 0.05$). Le poids vif de fin d'essai et le poids vif post-expérimental (49.1 kg) n'ont pas été impactés par les traitements.

3) Comportement alimentaire

Les chèvres ont eu un temps d'accès moyen pendant l'essai de 13 h de pâturage par jour (9 + 4 h). La durée d'ingestion (Tab. 8) a varié avec la quantité d'herbe offerte de 54 min entre QO1.6 et QO2.3 (effet quadratique $P < 0.05$), celle sur QO3 étant intermédiaire entre les deux autres traitements. La durée moyenne du premier repas du traitement QO3 a été inférieure de 44 min à celle de QO2.3. Cependant, la durée moyenne des repas a été plus élevée de 12 min pour le traitement QO3 que pour QO1.6 (effet linéaire, $P < 0.05$). Le pourcentage de temps à pâturer a été différent entre les traitements, en cohérence avec la différence de durée d'ingestion, avec une augmentation de 8% entre les traitements QO1.6 et QO2.3 (effet quadratique, $P < 0.01$). Les cinétiques journalières d'ingestion (Fig. 9) sont assez similaires entre traitements, et l'activité d'ingestion décline progressivement jusqu'à la 10^{ème} heure de pâturage qui correspond à la rentrée en bâtiment pour la traite du soir (moins d'une heure). Un léger pic d'activité est observé après la traite du soir, suivi d'une décroissance régulière de l'activité de pâturage jusqu'à la 14 ou 15^{ème} heure de pâturage (suivant les jours) qui correspondent à la rentrée des animaux au bâtiment pour la nuit. Sur l'ensemble du temps d'accès au pâturage, l'activité des chèvres du traitement QO1.6 semble plus faible. Cette plus faible activité est significative aux heures H4, H5, H10, H11 et H12.

Tableau 8 : Effet de la quantité d'herbe offerte sur la production, la composition du lait et le poids vif des chèvres laitières au pâturage (Essai 2).

Variable	QO			Syx	Effet traitement	Effet QO	
	1.6	2.3	3			L	Q
Production laitière (kg/j)	2.55 ^a	2.93 ^b	3.10 ^b	0.22	0.0001	0.001	NS
Matières grasses (g/j)	81 ^a	98 ^b	103 ^b	7.9	0.0001	0.001	0.037
Matières protéiques (g/j)	72 ^a	88 ^b	93 ^b	7.7	0.0001	0.001	0.044
Taux butyreux (g/kg)	32.1 ^a	33.6 ^b	33.5 ^b	1.52	0.0396	0.030	NS
Taux protéique (g/kg)	28.5 ^a	30.2 ^b	30.2 ^b	0.73	0.0001	0.001	0.002
Production laitière 3.5% (kg/j)	2.37 ^a	2.85 ^b	3.00 ^b	0.22	0.0001	0.001	0.048
Poids vif (kg)	48.9 ^a	48.4 ^a	49.3 ^a	1.22	NS	NS	NS
Poids vif post expérimental (kg)	49.5 ^a	49.1 ^a	48.8 ^a	1.21	NS	NS	NS
Durée d'ingestion (min/j)	489 ^a	543 ^b	513 ^{ab}	45.8	0.0233	NS	0.013
Durée moyenne d'un repas (min)	57 ^a	59 ^{ab}	69 ^b	14.7	NS	0.048	NS
Durée moyenne du premier repas (min)	187 ^{ab}	201 ^a	157 ^b	48.6	0.0984	NS	NS
Pourcentage de temps passé à pâturer (% du temps d'accès)	0.62 ^a	0.70 ^b	0.66 ^{ab}	0.065	0.0087	0.081	0.008

Sur une ligne, des lettres différentes indiquent des différences significatives ($P \leq 0.05$) et NS : non significatif ($P > 0.1$) ; Syx: Ecart type résiduel du modèle ; L : Linéaire ; Q : Quadratique.

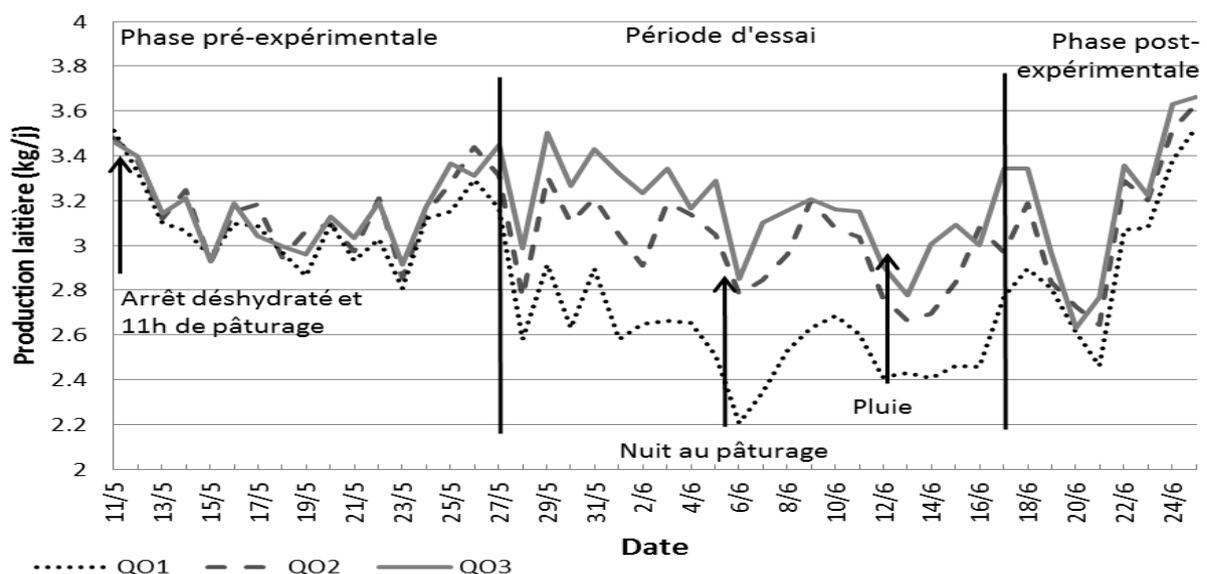


Figure 8 : Evolution de la production laitière individuelle dans l'essai QO au cours du temps (Essai 2).

4) Coprologie

A la fin du deuxième essai, les chèvres au pâturage montraient toujours une infestation légère aux strongloïdes et strongles digestifs (Tab. 6), c'est-à-dire correspondant au seuil le plus bas sur la grille d'interprétation (Annexe III). Les chèvres en bâtiment ne présentent pas de strongles digestifs (Tab. 6). La présence de coccidies n'est pas significative puisque les chèvres présentent moins de 1 000 ookystes/g de fèces.

C. DISCUSSION

L'objectif de ces deux essais était de déterminer l'effet d'une variation du temps d'accès au pâturage et de la quantité d'herbe offerte sur la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres au pâturage. Ces deux facteurs ont été choisis pour leur importance en termes de conduite du pâturage. Le temps d'accès est important pour l'éleveur d'un point de vue gestion et organisation de son travail sur la journée, et c'est aussi un moyen utilisé pour s'adapter aux conditions climatiques variables, notamment la pluie. Quant à la quantité d'herbe offerte qui détermine la pression de pâturage, c'est un facteur important pour l'éleveur en termes de surface à mettre à disposition de son troupeau, de maîtrise de la qualité des repousses pour les cycles suivants et de la valorisation de l'herbe par hectare. Comme expliqué en introduction les références scientifiques ou techniques sur ces facteurs de conduite en chèvres laitières sont quasiment inexistantes. On pourra donc principalement effectuer des comparaisons avec les vaches pour lesquelles ces facteurs ont été très largement étudiés, mais aussi avec les brebis et les chèvres à viande. Les résultats de ces deux essais pourront donc constituer de nouvelles références pour les chèvres laitières.

I. Performances globales obtenues dans les essais

Depuis la mise à l'herbe jusqu'à quelques jours après la fin du deuxième essai (période de plus de 3 mois), les chèvres au pâturage ont produit une moyenne de 3.1 kg/j de lait, avec comme complémentation 600 g/j de concentré et en moyenne 200 g/j de complément déshydraté sur la période. En parallèle, les chèvres restées en bâtiment ont produit en moyenne 3.05 kg/j de lait (Fig. 10). Rien ne permet donc de dire que le pâturage a entraîné une baisse de la production par rapport au lot en chèvrerie. Il ne faut cependant pas sur-interpréter ce résultat puisque il n'y a pas eu de distribution homogène des chèvres entre celles à l'intérieur et celles au pâturage, et l'alimentation du lot en chèvrerie n'a pas été suivi et ajusté pour une comparaison précise. Cependant, Lefrileux *et al.* (2012) ont également trouvé lors de leurs essais comparatifs, des productions laitières très voisines de 845 kg/chèvre/an en bâtiment et 843 kg/chèvre/an au pâturage, avec un niveau de concentrés moyen de 600 g/j/chèvre.

S'il n'y a peu de différence de production laitière entre les lots chèvrerie et pâturage, il faut noter une différence en termes de variabilité de la production laitière. En effet, il est très visible (Fig. 10) que la production laitière des chèvres au pâturage a été beaucoup plus variable d'un jour à l'autre que celle du lot en chèvrerie, avec des productions parfois beaucoup plus élevées et parfois beaucoup plus faibles. Cela peut s'expliquer par les changements de parcelles, avec des jours en début ou fin de parcelle avec de l'herbe plus ou moins disponible, des qualités d'herbe différentes entre parcelles, des aléas climatiques, etc....

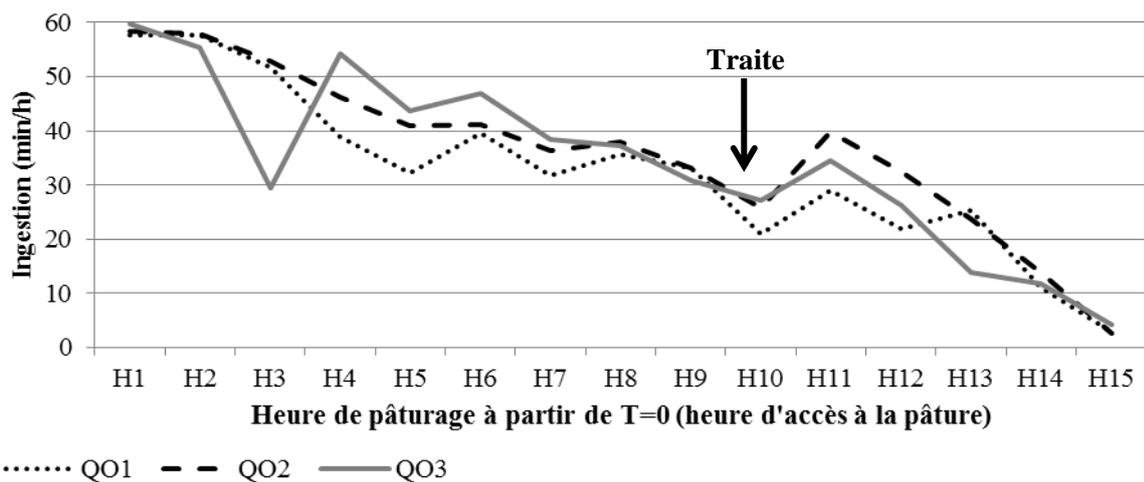


Figure 9 : Cinétique d'ingestion des chèvres au pâturage à partir de l'accès à la parcelle en fonction de la quantité d'herbe offerte (Essai 2).

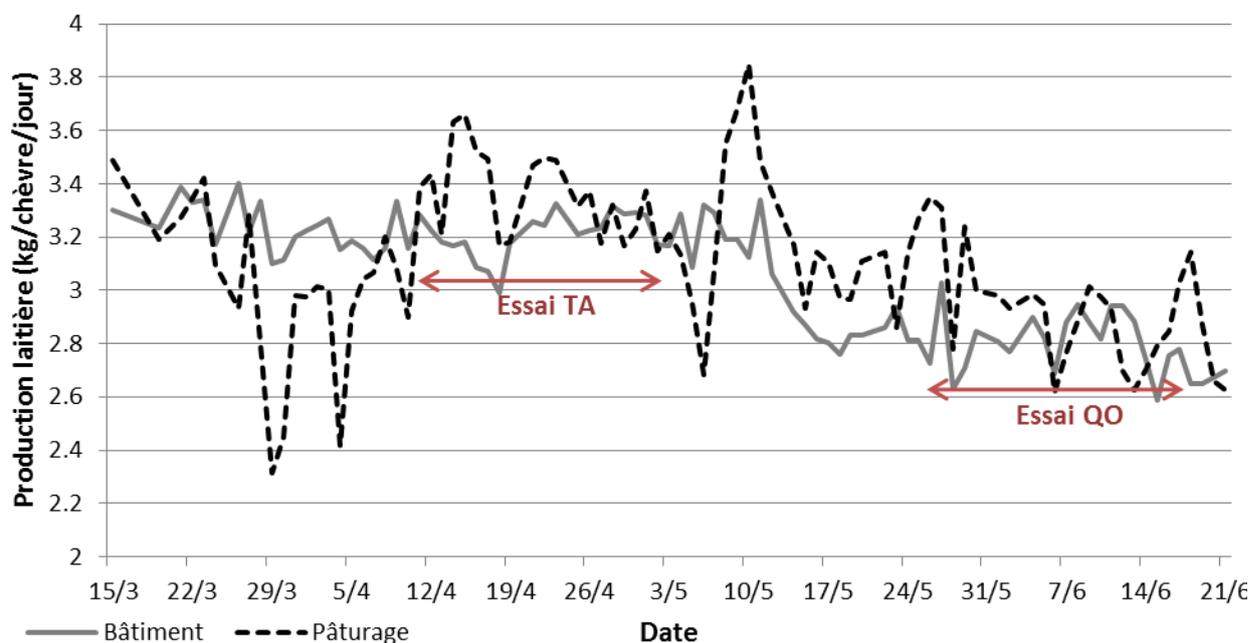


Figure 10 : Evolution de la production laitière des chèvres au pâturage et en chèvrierie de la mise à l'herbe à la période post-expérimentale du deuxième essai.

Si on considère seulement les chèvres au pâturage, certains auteurs ont déjà enregistré un niveau de production plus élevé que dans notre étude. C'est le cas pour Min *et al.* (2005) dont la production était de 3.45 kg/j/chèvre de moyenne sur les deux années d'essais où les chèvres recevaient 660 g de concentré/j. Lefrileux *et al.* (2008), sur une période de 100 j à un stade de lactation à peu près équivalent au nôtre (de 30 à 130 j de lactation), a obtenu une production laitière en pâturage continu de 4.29 kg/chèvre/j. Ces différences de productions peuvent s'expliquer par des complémentations différentes (apport de 100 g en moyenne de déshydraté tout au long de l'essai de Lefrileux *et al.*, 2008), par des valeurs alimentaires d'herbe et des compositions des concentrés différentes, mais aussi probablement par un potentiel génétique des animaux plus élevé et une disponibilité en herbe non limitante.

II. Essai sur le temps d'accès

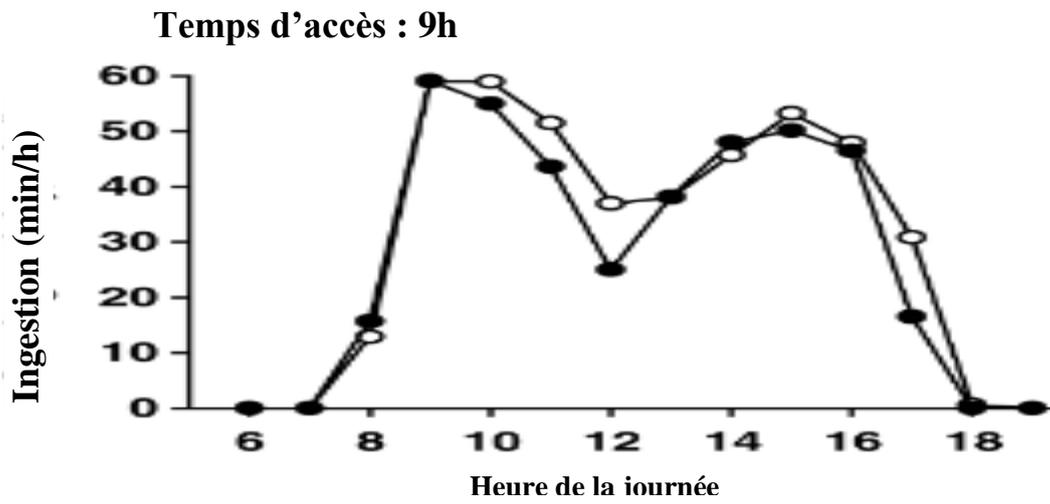
Les résultats de l'essai 1 sur le temps d'accès ont révélé un effet du traitement sur la production laitière des chèvres au pâturage. En effet, le lot TA4 a produit 300 g de lait/chèvre/j en moins que les lots TA6 et TA8. Les temps d'accès choisis pour cet essai étaient donc intéressants puisqu'ils ont permis de mettre en évidence un point d'inflexion de la réponse laitière des chèvres entre des temps d'accès de 4 et 6 h. Cela a également montré que pratiquer 6 h de pâturage peut permettre d'obtenir les mêmes performances qu'un pâturage de 8 h grâce à une bonne adaptation comportementale des chèvres.

On peut affirmer que les variations de production laitière sont bien liées aux écarts de temps d'accès puisqu'il n'a été montré aucune différence significative sur la quantité d'herbe offerte, les hauteurs d'herbe en entrée de parcelle et sur la valeur alimentaire et la composition chimique de l'herbe dans les trois lots. Le facteur étudié a donc bien été isolé, toutes choses étant égales par ailleurs.

Pour expliquer ces résultats, une hypothèse majeure est que les chèvres du lot TA4 ont moins ingéré que les autres. Ceci semble confirmé par les hauteurs herbomètre et talles étirées en sortie de parcelle qui sont légèrement plus élevées que sur les deux autres traitements, même si la différence n'est pas significative. Un deuxième indice pouvant être utilisé est le poids vif qui est plus faible dans le lot TA4 en fin d'essai. La différence de poids vif entre celui mesuré le dernier jour de l'essai et celui post-expérimental peut s'expliquer par une différence de contenu digestif. Sur des vaches au pâturage, le contenu explique 84 % des variations de poids vif à court terme (Agabriel et Giraud, 1988). Le fait que le traitement TA4 ait un poids vif plus faible que les deux autres traitements, mais que cette différence ne soit pas significative sur le poids vif post expérimental s'expliquerait donc par un plus faible contenu digestif chez les chèvres TA4 et donc une quantité d'herbe ingérée plus faible.

Le dernier paramètre permettant de dire que les chèvres ont moins ingéré est la durée d'ingestion enregistrée. Celle-ci est en effet beaucoup plus faible pour TA4 que pour les deux autres traitements. Par comparaison des deux traitements extrêmes, TA4 et TA8, lorsque le temps d'accès au pâturage est diminué de 50%, la diminution de la durée d'ingestion est de 33% et la diminution de production laitière n'est que de 8%. Il est alors possible de supposer que les chèvres ont augmenté largement leur vitesse d'ingestion pour s'adapter à ce temps d'accès réduit et à la baisse de durée d'ingestion, mais il aurait fallu mesurer les quantités d'herbe ingérées pour confirmer cette hypothèse. C'est ce qu'ont fait Berhan *et al.* (2005), qui ont comparé chez des chevrettes à viande trois temps d'accès :

a)



b)

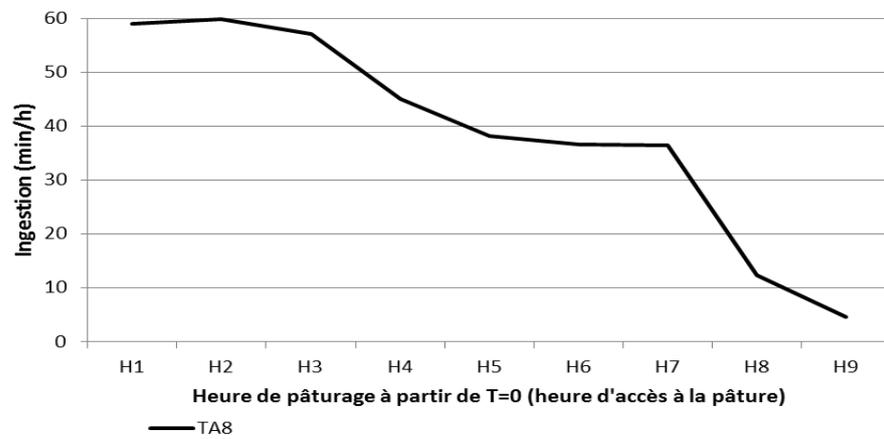


Figure 11 (a, b) : Cinétique d'ingestion des vaches (a, Pérez-Ramírez *et al.*, 2009) au pâturage pendant 9 h et des chèvres (b, cette étude) pendant 8 h.

4 h, 8 h, et 24 h par jour. En comparant les résultats de leurs lots 4 h et 8 h, pour une diminution du temps d'accès de 50%, la diminution de la durée d'ingestion est de 41%, avec une augmentation de la vitesse d'ingestion de 19% (105 g MS/h pour 4 h et 85 g MS/h pour 8 h). Les chèvres semblent donc capables d'augmenter leur vitesse d'ingestion pour compenser un faible temps d'accès, même si cela n'est pas suffisant puisque les chèvres ont tout de même ingéré 26% de MS en moins en pâturant 4 h dans l'essai de Berhan *et al.* (2005). L'essai ayant été conduit sur chèvres à viande, la différence de production laitière n'est pas disponible. Romney *et al.* (1996) ont effectué le même type d'essai toujours sur chèvres à viande, en comparant du pâturage à l'attache (4 h et 8 h) et du pâturage libre (8 h). L'augmentation de la vitesse d'ingestion était de l'ordre de 21% dans cet essai entre le lot ayant accès 4 h par rapport à celui ayant accès 8 h à l'attache. Des résultats similaires ont été observés en vaches laitières. En effet, celles-ci augmentent leur vitesse d'ingestion de 0.5 kg MS/h, soit 26 % lorsque l'on réduit le temps de pâturage de 8 h à 4 h (Delagarde *et al.*, 2008). Il est important de noter l'adaptation très rapide des chèvres aux traitements puisque la réduction de production a lieu dans les deux premiers jours de l'essai et que les écarts entre traitements se stabilisent par la suite.

D'une façon similaire aux vaches, les chèvres ont augmenté fortement leur pourcentage de temps passé à pâturer avec la restriction du temps d'accès (Pérez-Ramírez *et al.*, 2009). Cependant cette augmentation est linéaire chez les vaches, alors que les chèvres semblent plus aptes à prolonger l'effort de pâturage sur plusieurs heures même à un temps d'accès de 8 h (Fig. 11, Pérez-Ramírez *et al.*, 2009). En effet, on observe une réduction rapide d'activité des vaches après deux heures de pâturage avec un creux en dessous de 50% d'activité au bout de 4 h (milieu de journée) et une reprise du pâturage ensuite. Ceci n'est pas le cas chez les chèvres pour qui la réduction d'activité est progressive, encore faible après 4 h de pâturage, puis suivie d'un plateau à 60% et ne descend en dessous de 50% que dans les deux dernières heures de pâturage, soit après 6 h de présence dans les parcelles. Les chèvres fournissent donc un effort de pâturage important et prolongé à partir du moment où elles accèdent à la pâture.

III. Essai sur la quantité d'herbe offerte

Les résultats du deuxième essai ont relevé un effet de la quantité d'herbe offerte sur la production laitière des chèvres. En effet, le lot ayant reçu la plus faible QO, c'est-à-dire 1.6 kg de MS/chèvre/j montre une baisse de production laitière de près de 500 g/chèvre/j par rapport aux deux autres lots, soit 18 % de moins. Les quantités offertes ont donc été bien choisies puisqu'elles ont permis de mettre en évidence un point d'inflexion de la réponse laitière des chèvres à la quantité d'herbe offerte compris entre 1.6 et 2.3 kg MS/chèvre/j, ce qui représente un tout nouveau résultat chez cette espèce. Il ne faut cependant pas oublier que ce résultat correspond à une complémentation de 600 g de concentrés par jour. Il pourrait être différent avec un autre niveau d'apport de concentrés. En effet, plus on augmente la QO, plus le taux de substitution avec l'herbe ingérée augmente (Delagarde *et al.*, 2011b).

La baisse de production de QO1.6 est bien due au facteur étudié car l'herbe offerte était de même valeur alimentaire et de même composition chimique pour les trois traitements. La plus faible production du lot QO1.6 s'explique donc par une baisse des apports énergétiques et donc de l'ingestion journalière. La seule comparaison que l'on puisse faire dans ce cas, c'est avec les vaches laitières puisqu'aucune étude semblable n'a

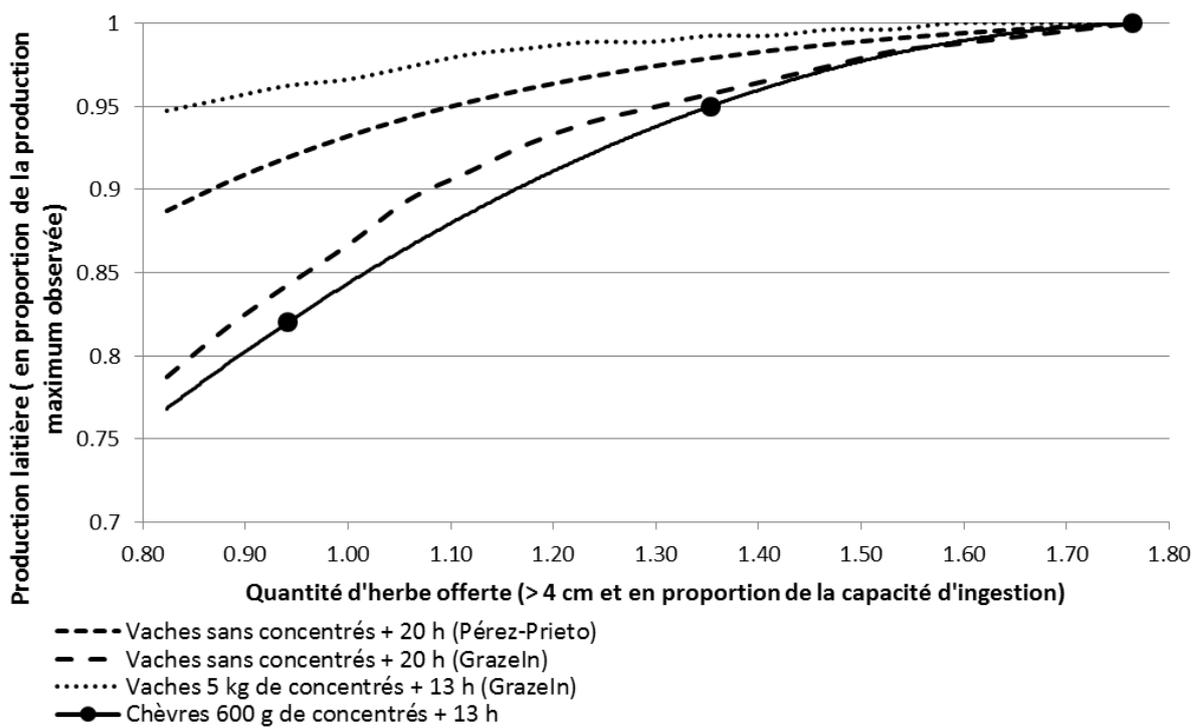


Figure 12: Variation de la production laitière relative des vaches et des chèvres en fonction de la quantité d'herbe offerte/animal/jour exprimée en pourcentage de la capacité d'ingestion (Essai 2).

été trouvée dans la littérature sur les chèvres laitières. Les quantités offertes et les productions laitières des deux espèces n'étant pas directement comparables, il est nécessaire de tout exprimer sur une base commune. Après avoir calculé la capacité d'ingestion (CI) des chèvres à partir de leur production et leur poids (INRA, 2010), nous avons exprimé la quantité d'herbe offerte par chèvre en proportion de la CI, de même pour les vaches. Ainsi nous pouvons appliquer les équations de prédiction de la production du lait en fonction de la QO des modèles de Pérez-Prieto et Delagarde (2013) et Grazeln (Delagarde *et al.*, 2011), et exprimer les variations du lait obtenues (en proportion de la production laitière maximale observée) en fonction de la quantité d'herbe offerte (exprimée en proportion de la CI) (Fig. 12). Le modèle de Pérez-Prieto et Delagarde (2013) est développé et donc appliqué chez des vaches laitières non complémentées et ayant accès au pâturage pendant 20 h. Grazeln (Delagarde *et al.*, 2011) nous permet de faire une simulation dans les mêmes conditions (sans concentrés et 20 h de pâturage), mais nous permet aussi d'effectuer une simulation dans des conditions proches de celles appliquées aux chèvres dans notre essai, c'est-à-dire avec des concentrés (600 g/j pour les chèvres, et 5 kg/j pour les vaches, soit 175 g de concentrés/ kg de lait pour les deux espèces) et un accès au pâturage de 13 h. En comparaison aux trois simulations sur vaches laitières, l'allure de la courbe de tendance de l'essai est similaire à celles des vaches mais elle décroît toujours plus vite, ce qui tend à montrer que les chèvres sont plus sensibles que les vaches à des baisses de quantités offertes. Ceci appuie l'étude de Collins et Nicol (1986) évoquée en introduction qui avaient mis en évidence la plus forte sensibilité des chèvres à viande comparées aux ovins et bovins (Fig. 2). Si on regarde plus précisément les courbes (Fig. 12), la comparaison la plus juste à faire est celle entre la courbe des chèvres et celle de la simulation effectuée à partir de Grazeln (Delagarde *et al.*, 2011) où les vaches sont dans des conditions similaires de complémentation et de pâturage, par rapport aux chèvres. L'écart important entre les deux courbes tend à confirmer la plus forte sensibilité des chèvres à la QO.

Malgré un temps d'accès non restreint, les chèvres du traitement QO1.6 ont une durée d'ingestion plus faible de 54 min (10 %) par rapport à celles du traitement QO2.3. Ce résultat est cohérent avec ceux observés en vaches laitières par Pérez-Prieto et Delagarde (2013). En effet, d'après leur méta-analyse, dans le cas d'un pâturage rationné les vaches avec une faible QO ne prolonge pas leur temps d'ingestion par rapport aux autres, et ont même tendance à le réduire pour une QO très faible. Du fait de la faible surface disponible, les animaux doivent aller plus profondément dans la strate d'herbe pour continuer à consommer, et cette herbe est plus riche en gaines foliaires, en tiges et en matériel mort, ce qui peut affaiblir leur motivation à pâturer. S'il est possible de lire chez certains auteurs comme Animut *et al.* (2005) et Penning *et al.* (1986) que le temps de pâturage augmente avec la baisse de la QO, ceci est dû à un pâturage tournant toutes les deux semaines ou à un pâturage continu. Les animaux ont, grâce à la repousse de l'herbe, toujours une strate inférieure feuillue qui les motive à pâturer plus longtemps pour pallier la faible préhensibilité de l'herbe, ce qui n'est pas le cas dans notre étude en pâturage rationné où l'herbe présente le soir ne compte plus beaucoup de feuilles sur le traitement QO1.6. Cependant, on ne peut pas interpréter directement la baisse de durée d'ingestion comme une baisse de quantité ingérée car elles ne sont pas proportionnellement liées. La quantité ingérée dépend également de la vitesse d'ingestion qui n'est pas mesurée ici et qui est plus sensible à la baisse de QO que la durée d'ingestion. En effet, lorsque l'on diminue la QO de

Tableau 9 : Variation de production laitière individuelle et par ha en fonction de la QO offerte la plus élevée dans notre essai et celui de Bonanno *et al.* (2007)

	Kg MS/j/chèvre	Production individuelle		Production /ha	
		Kg	% de QO max	Kg	% de QO max
Essai 1510 chèvres	QO1.6	2.55	- 18%	4550	+ 55 %
	QO2.3	2.93	- 5%	3900	+ 33%
	QO3	3.10	/	2925	/

Tableau 10 : Estimation de la proportion de surface couverte par de l'herbe piétinée en sortie de parcelle par observation visuelle.

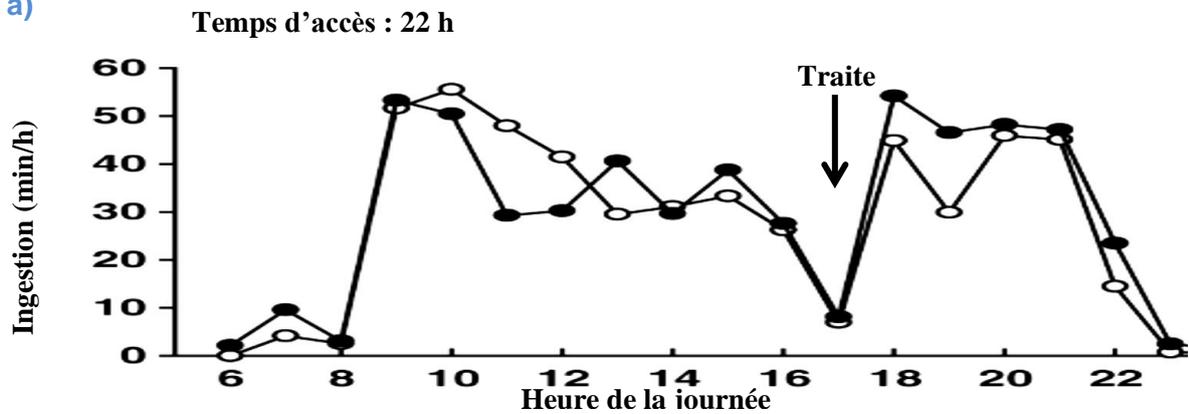
	QO1.6	QO2.3	QO3
Herbe piétinée (% de la surface)	9	21	29

70%, la durée d'ingestion diminue de 11% alors que la vitesse d'ingestion diminue de 34% (Pérez-Prieto et Delagarde, 2013). On peut donc faire l'hypothèse ici que la quantité ingérée d'herbe a été réduite de beaucoup plus que 10 %, expliquant la chute de production laitière.

Les résultats n'ont pas montré de différence significative de productions laitières entre les traitements QO2.3 et QO3. D'après Baudracco *et al.* (2010), à des QO faibles ce sont des facteurs non-nutritionnels tels que les caractéristiques du pâturage qui déterminent l'ingestion, tandis qu'à de fortes QO ce sont des facteurs comme la capacité du rumen et la régulation métabolique de l'ingestion qui déterminent celle-ci. Les chèvres du traitement QO2.3 étaient donc proches de leur capacité d'ingestion et les chèvres du traitement QO3 n'étaient pas en capacité de consommer l'herbe offerte en plus et n'ont donc pas produit plus de lait. Dans notre essai, avec des chèvres recevant 600 g de concentrés, toute l'herbe offerte au-dessus de 2.3 kg MS/chèvre/jour a été « gâchée » et a constitué des refus conduisant à une baisse de la valorisation/ha. En effet, si on compare les rendements en lait par chèvre et par hectare, on constate que diminuer la QO diminue la production de lait par chèvre, mais augmente la production par ha de façon plus importante, par exemple de 33% entre QO2.3 et QO (Tab. 9). En vaches laitières, McCarthy *et al.* (2011) ont montré à travers une méta-analyse qu'ajouter une vache/ha réduit la production individuelle de 8.7 % mais augmente la production par ha de 19.6 %. Ils expliquent cette augmentation de la production laitière par ha par une diminution des refus (comme observé dans notre traitement QO1.6) et donc une augmentation de l'herbe prélevée qui se traduit par une augmentation de l'énergie prélevée par ha qui se transforme en lait. La quantité d'herbe offerte devient alors un levier important pour l'amélioration du revenu de l'éleveur grâce à une augmentation très forte du lait produit/ha avec des chargements élevés. La QO optimale pour un revenu optimum serait celle qui réduit la production individuelle de 10 à 12 % par rapport à la forte QO (McCarthy *et al.*, 2001). Cependant, il faut se poser la question de l'intérêt économique de diminuer la production individuelle dans le cas d'un élevage caprin. En effet, si en vaches laitières il a été montré qu'avec de forts chargements on augmentait le revenu (Tozer *et al.*, 2004), le prix du lait étant plus élevé en chèvres, les résultats économiques ne seront peut-être pas aussi avantageux. Des essais de long terme sur l'intérêt ou non de baisser la quantité d'herbe offerte serait intéressants à mener pour trouver le meilleur équilibre entre production individuelle et par ha permettant de dégager le meilleur revenu pour l'éleveur et la meilleure efficacité du système.

L'essai a été conduit avec une hauteur d'herbe en entrée de parcelle élevée par rapport à ce qui peut être fait en vaches (16 cm vs 8-12 cm, Delagarde *et al.*, 2011) et ce qui est recommandé en chèvres laitières (6-12 cm, Institut de l'élevage, 2011). Ce n'était pas du tout l'objectif de l'essai, mais la forte croissance de l'herbe a été difficile à maîtriser. L'essai mériterait d'être refait sur des hauteurs d'herbe plus faibles correspondant à des conditions de pâturage plus classiques. En effet, les résultats auraient sans doute pu être différents avec des hauteurs d'herbe plus faibles et des surfaces plus grandes car la QO réellement disponible, notamment dans les strates les plus basses, aurait été supérieure et les chèvres auraient mieux supporter la faible QO avec moins une perte de lait plus faible (Delagarde *et al.*, 2011). Ces fortes hauteurs d'herbe ont cependant permis de mettre en évidence un besoin d'amélioration de la calibration des méthodes d'interprétation des hauteurs d'herbe en sortie de parcelle, puisqu'on observe les mêmes hauteurs (herbomètre et talles) entre QO2.3 et QO3 alors que nous avons expliqué plus haut que l'herbe offerte en plus n'avait

a)



b)

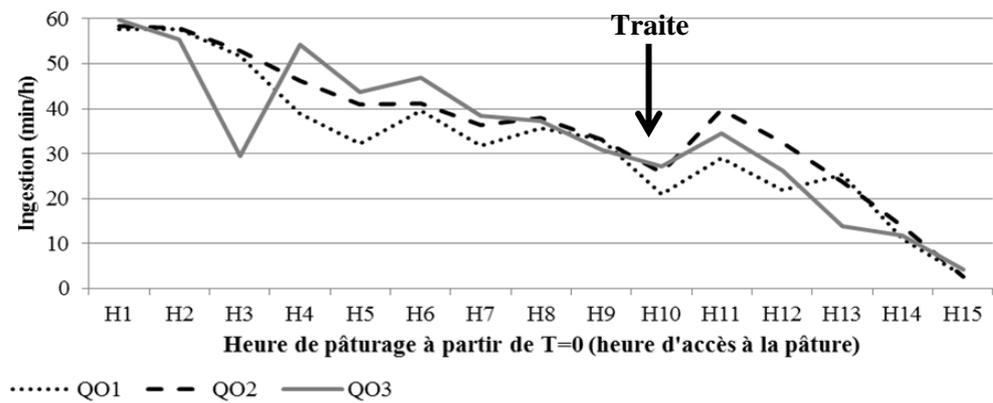


Figure 13 (a, b) : Cinétique d'ingestion des vaches (a, Pérez-Ramírez *et al.* 2009) au pâturage pendant 22 h et des chèvres (b, cet essai) pendant 13 h (Essai 2)

pas été consommée. Ceci semble dû à un important piétinement de l'herbe dans ces deux traitements probablement corrélé à la forte hauteur d'herbe et la faible surface offerte. Si aucun piétinement n'a été observé visuellement dans le traitement QO1.6, c'est que les chèvres ont probablement consommé l'herbe piétinée, seule herbe disponible en fin de journée, ce que n'ont pas fait les deux autres lots ayant atteint partiellement ou totalement leur capacité d'ingestion sans avoir à la consommer. En fin d'essai, nous avons estimé le piétinement visuellement en donnant une note de 0 à 5 estimant la proportion d'herbe piétinée (0 : pas d'herbe piétinée ; 5 : toute l'herbe est piétinée) dans un espace délimité par un quadrat jeté au hasard 20 fois dans chaque lot (Tab. 10). Il n'y a effectivement que très peu d'herbe piétinée dans le traitement QO1.6, alors que dans le traitement QO3 on atteint presque 30% de la surface en herbe piétinée. A l'avenir il faudrait probablement calibrer une nouvelle méthode pour quantifier le piétinement qui deviendrait un paramètre à part entière quant aux caractéristiques de l'herbe en sortie de parcelle. Il faudrait également étudier la capacité et la qualité de repousse des prairies quand il reste beaucoup d'herbe piétinée.

Un résultat particulier a été observé au niveau du taux butyreux qui augmente avec la QO, alors que chez les vaches le contraire a été observé (Delagarde et al., 1999 ; Pérez-Ramírez, 2008 ; Pérez-Prieto et Delagarde, 2013). Bonanno *et al.* (2007) n'avaient pas montré de différence de taux butyreux avec la variation du chargement chez les chèvres laitières. On sait que le taux butyreux augmente chez la chèvre (comme chez les vaches) avec la fibrosité de la ration (Schmidely et Sauvart, 2001), mais dans notre essai, aucune différence significative dans la fibrosité de l'herbe consommée n'a été observée. Il est donc difficile d'expliquer ce résultat qui devra être confirmé ou non dans de prochains essais.

D'un point de vue comportemental, l'essai QO tend également à montrer que les chèvres sont aptes à maintenir une activité soutenue et bien répartie plus longtemps que les vaches. Les deux graphiques de la Figure 13 représentent une activité au pâturage des vaches pendant 22 h (2 QO, Pérez-Ramírez *et al.*, 2009) et une activité au pâturage des chèvres pendant 13 h (3 QO). Sur cette figure, si les vaches ont à peu près le même comportement sur 22 h que sur 9 h (Fig. 11), c'est-à-dire une forte activité pendant 2 h puis une baisse d'activité (prolongée cette fois) suivie d'une reprise importante de l'activité après la traite, ce n'est pas le cas pour les chèvres qui ne font pas d'arrêt marqué dans leur activité de pâturage durant l'après-midi. Elles réduisent leur activité petit à petit jusqu'à la traite. La reprise après la traite est assez faible comparée à celle des vaches, les chèvres ne faisant que reprendre l'activité qu'elles avaient avant la traite. Le temps de traite est peut-être trop faible (moins d'une heure) pour redonner aux chèvres une motivation à pâturer à leur retour, même pour le traitement QO3 où l'herbe est très disponible. Il semble que les vaches anticipent beaucoup plus la période de jeûne de la nuit (Pérez-Ramírez *et al.*, 2009) par un gros repas le soir avant la tombée de la nuit. Ce comportement n'est pas du tout observé chez les chèvres dans cet essai, qui rentrent, de plus, en bâtiment avant la tombée de la nuit. Une explication pourrait être que les chèvres ingèrent peut-être de la paille (litière) lorsqu'elles rentrent dans le bâtiment, ou bien que le simple fait de dormir en bâtiment modifie le comportement du soir au pâturage. Cette hypothèse serait à vérifier surtout pour de futures études sur l'ingestion. On peut peut-être relier ce comportement à un manque de motivation de la part des chèvres à pâturer le soir sur les strates basses et plus riches en gaines et en tiges ou sur l'herbe couchée. Ce comportement serait donc également à vérifier sur des hauteurs d'herbe en entrée de parcelle plus classiques.

CONCLUSION

L'objectif de ce travail a été de commencer à étudier les effets de différentes conduites du pâturage sur les chèvres laitières pâturant des prairies semées. Les deux principaux facteurs ont été le temps d'accès journalier au pâturage et la quantité d'herbe offerte, les variables étudiées étant la production laitière et le comportement alimentaire des chèvres. D'après une étude bibliographique, les hypothèses initiales émises ont été que les chèvres sont plus sensibles que les vaches à la baisse de quantité offerte et qu'elles s'adaptent à des temps d'accès réduits.

Nous savons à présent que les chèvres répondent aux facteurs de conduite importants pour les éleveurs dans la gestion de l'organisation du travail (temps d'accès) et dans la gestion des surfaces et de la qualité des repousses (quantité offerte). Nous avons pu dégager des similitudes et des spécificités des chèvres par rapport aux vaches laitières. Il semble que les chèvres répondent comme les vaches de façon curvilinéaire à des variations de temps d'accès et de quantité offerte. Elles semblent cependant plus sensibles que les vaches à la baisse de la quantité d'herbe offerte et la difficulté de préhensibilité de la strate basse ou l'herbe couchée le soir ne les motive pas à reprendre un pâturage intensif après la traite comme le font les vaches.

Pour l'avenir, il sera très intéressant de mesurer les quantités d'herbe ingérées pour valider les hypothèses de variation de vitesse d'ingestion et être capable de prévoir les quantités ingérées par les chèvres laitières au pâturage en fonction des pratiques. Il serait également bien de mener des essais à plus long terme et plus systémiques sur la quantité d'herbe offerte (ou le chargement) pour évaluer les impacts économiques du chargement pour les éleveurs caprins.

Références bibliographiques

Agabriel J., et Giraud J.M. (1988). Contenu ruminal de la vache charolaise. Influence d'une brusque variation du niveau alimentaire. *Reproduction Nutrition Développement*, 28 (1), pp. 107-108.**Agreste Poitou Charentes (2012).** L'élevage caprin. 13, 4p.

Agreste Poitou Charentes (2012). La statistique agricole. L'élevage caprin. 13, 4p.

Animut G., Goetsch A.L., Aiken G.E., Puchala R., Detweiler G., Krehbiel C.R., Merkel R.C. (2005). Grazing behavior and energy expenditure by sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates. *Small Ruminant Research*, 59 (2-3), pp.191-201.

Association Française de Normalisation (1988). Dosage de l'azote en vue de calcul de la teneur en protéines brutes norme NF V 18-100, pp. 87-93 ; Dosage des cendres brutes NF V 18-101, pp. 155-157. In : Aliments des animaux, 4e édition. AFNOR, Paris, France.

Aufrère J., et Demarquilly C. (1989). Predicting organic matter digestibility of forage by two pepsin-cellulase methods, Congress, Nice, France. pp. 877-78.

Baudracco J., Lopez-Villalobos N., Holmes C.W., et Macdonald K.A. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems : a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53 (2), pp. 109-133.

Berhan T., Puchala R., Sahlu T., Merkel R.C., et Goetsch A.L. (2005). Effects of length of pasture access on energy use by growing meat goat. *Journal of Applied Animal Research*, 28, pp. 1-7.

Bonanno A., Di Grigoli A., Alicata M. L., Tornambè G., Avondo M., Pagano R. I., Giambalvo D., Stringi L., et Di Miceli G. (2007). Effect of stocking rate on selective behaviour and milk production of Girgentana goats grazing a ryegrass and berseem clover mixture. *Options Méditerranéennes, Série A: Séminaires Méditerranéens*, 74, pp. 351-357.

Bossis N. et Caramelle-Holtz E. (2011). Les grands troupeaux caprins, état des lieux, fonctionnement et durabilité. *Institut de l'élevage*, n° 710087, 34p.

Bossis N., Legarto J., et Guinamard C. (2014). Etat des lieux de l'autonomie alimentaire des élevages caprins français. *Rencontres Recherches Ruminants*, 21, p.127.

Cabiddu A., Branca A., Decandia M., Pes A., Santucci P. M., Masoero F., et Calamari L. (1999). Relationship between body condition score, metabolic profile, milk yield and milk composition in goats browsing a Mediterranean shrubland. *Livestock Production Science*, 61 (2), pp. 267-273.

Celaya R., Oliván M., Ferreira L.M.M., Martínez A., García U., et Osoro K. (2007). Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathland areas. *Livestock Science*, 106 (2-3), pp. 271-281.

Chilliard Y., Glasser F., Enjalbert F., Ferlay A., Bocquier F., et Schmidely Ph. (2007). Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis. *Rencontres Recherches Ruminants*, 14, pp. 321-328.

Collins H.A., et Nicol A.M. (1986). The consequence for feed dry matter intake of grazing sheep, cattle and goats to the same residual herbage mass. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, 46, pp. 125-128.

Delagarde R., Faverdin P., Baratte C., et Peyraud J.L. (2011). Grazeln: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously stocked grazing management. *Grass and Forage Science*, 66 (1), pp. 45-60.

Delagarde R., et Hérisset R. (2011). Valeur de l'herbe : plus c'est feuillu, meilleur c'est!. *Cap Elevage*, 53, pp. 28-29.

Delagarde R., et Lamberton P. (2015). Daily grazing time of dairy cows is recorded accurately using the Lifecorder Plus Device. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, pp. 25-32.

Delagarde R., Pérez-Ramírez E., Delaby L., et Peyraud J.L. (2008). Adaptation comportementale et ingestion des vaches laitières soumises à une restriction du temps d'accès journalier au pâturage. *Rencontres Recherches Ruminants*, 15, pp. 323-326.

Delagarde R., Peyraud J. L., et Delaby L. (1999). Effet des quantités offertes sur l'ingestion de l'herbe d'automne chez la vache laitière au pâturage. *Rencontres Recherches Ruminants*, 6, pp.135-138.

Delagarde R., Prache S., D'Hour P., et Petit M. (2001). Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. *Fourrages*, 166, pp. 189-212.

Delagarde R., Valk H., Mayne C. S., Rook A. J., González-Rodríguez A., Baratte C., Faverdin P., et Peyraud J. L. (2011b). Grazeln : a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 3. Simulations and external validation of the model. *Grass and Forage Science*, 66 (1), pp. 61-77.

Del Pozo M., et Osoro K. (1997). Effect of sward height and vertical distribution of clover on performance of cashmere goats in autumn. *Grass and Forage Science*, 52, pp. 269-277.

Ferreira L., Miguel M., Celaya R., Benavides R., Jáuregui B. M., García U., Santos A.S., Rosa García R., M. Rodrigues, et Osoro K. (2013). Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. *Livestock Science*, 155 (2-3), pp. 373-383.

FranceAgrimer (2013). Les études de FranceAgrimer : Perception de la filière caprine - Synthèse. Montreuil-sous-Bois Cedex. 12p.

Hoste H., Le Frileux Y., Pommaret A., Soubeyrat M., et Ferrer M. (2000). Maîtrise du parasitisme par les strongles intestinaux chez les caprins laitiers : essai d'application ciblée de traitements anthelminthiques. *Rencontres Recherches Ruminants*, 7, pp. 91-94.

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), éd. 2010. Alimentation des bovins, ovins et caprins: besoins des animaux, valeurs des aliments: tables Inra 2007. Mise à jour 2010. Guide pratique. Versailles Cedex: Editions Quae. 307p.

Institut de l'élevage (2011). *L'alimentation pratique des chèvres laitières*. Paris: Institut de l'élevage (IDELE). 216p.

Institut de l'élevage (2014). Productions caprines lait et viande - Chiffres clés 2014. Paris Cedex. 10p.

Jenot F., Bossis N., Cherbonnier J., Droge V., Fouillant C., Guillon M.P., Letourneau P., Poupin B., Reveau A., et Scholtus G. (2001). Oser le pâturage des chèvres laitières. *L'éleveur de chèvres*, 9, 13p.

Lefrileux Y., Morand-Fehr P., et Pommaret A. (2008). Capacity of high milk yielding goats for utilizing cultivated pasture. *Small Ruminant Research*, 77 (2-3), pp.111-126.

Lefrileux Y., Morand-Fehr P., et Pommaret A. (2012). Aptitude des chèvres hautes productrices de lait à valoriser les prairies temporaires au pâturage. *Productions Animales*, 25 (3), pp. 277-290.

McCarthy B., Delaby L., Pierce K. M., Journot F., et Horan B. (2011). Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal*, 5 (5), pp. 784-794.

Masson C., et de Simiane M. (1980). Utilisation du pâturage rationné par la chèvre laitière. *Fourrages*, 84, pp. 43-56.

Merchant M., et Riach D.J. (1994). The intake and performance of cashmere goats grazing sown swards. *Grass and Forage Science*, 49 (4), pp. 429-437.

Penning P.D., Hooper G.E., et Treacher T.T. (1986). The effect of herbage allowance on intake and performance of ewes suckling twin lambs. *Grass and Forage Science*, 41, pp. 199-208.

Penning P.D., Newman J.A., Parsons A.J., Harvey A., et Orr R.J. (1997). Diet preferences of adult sheep and goats grazing ryegrass and white clover. *Small Ruminant Research*, 24, pp. 175-184.

Perez-Prieto L. (2008). Effet de la quantité d'herbe offerte sur l'ingestion des vaches pâturant des prairies de faible hauteur en hiver. Master de Biologie, Rennes: Université Rennes 1 et Agrocampus Ouest. 20p.

Pérez-Prieto L., et Delagarde R. (2013). Meta-analysis of the effect of pasture allowance on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows grazing temperate grasslands. *Journal of Dairy Science*, 96 (10), pp. 6671-6689.

Pérez-Ramírez E. (2008). Ingestion d'herbe et adaptation comportementale des vaches laitières soumises à une restriction du temps d'accès journalier au pâturage. Doctorat Biologie et Agronomie, ENSAR Agrocampus Ouest, Rennes, 132 p.

Pérez-Ramírez E., Peyraud J.L., et Delagarde R. (2009). Restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: Effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92 (7), pp. 3331-3340.

Prache S., et Peyraud J.L. (1997). Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et les ovins. *Productions Animales*, 10 (5), pp. 377-390.

Romney D.L., Sendalo D.S.C., Owen E., Mtenga L.A., Penning P.D., Mayes R.W., et Hendy C.R.C. (1996). Effects of tethering management on feed intake and behaviour of Tanzanian goats. *Small Ruminant Research*, 19, pp. 113-120.

Schmidely Ph, et Sauvart D. (2001). Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants: effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *Productions animales*, 14 (5), pp. 337-354.

Tozer P.R., Bargo F., et Muller L.D. (2004). The effect of pasture allowance and supplementation on feed efficiency and profitability of dairy systems. *Journal of Dairy Science*, 87 (9), 2902-2911.

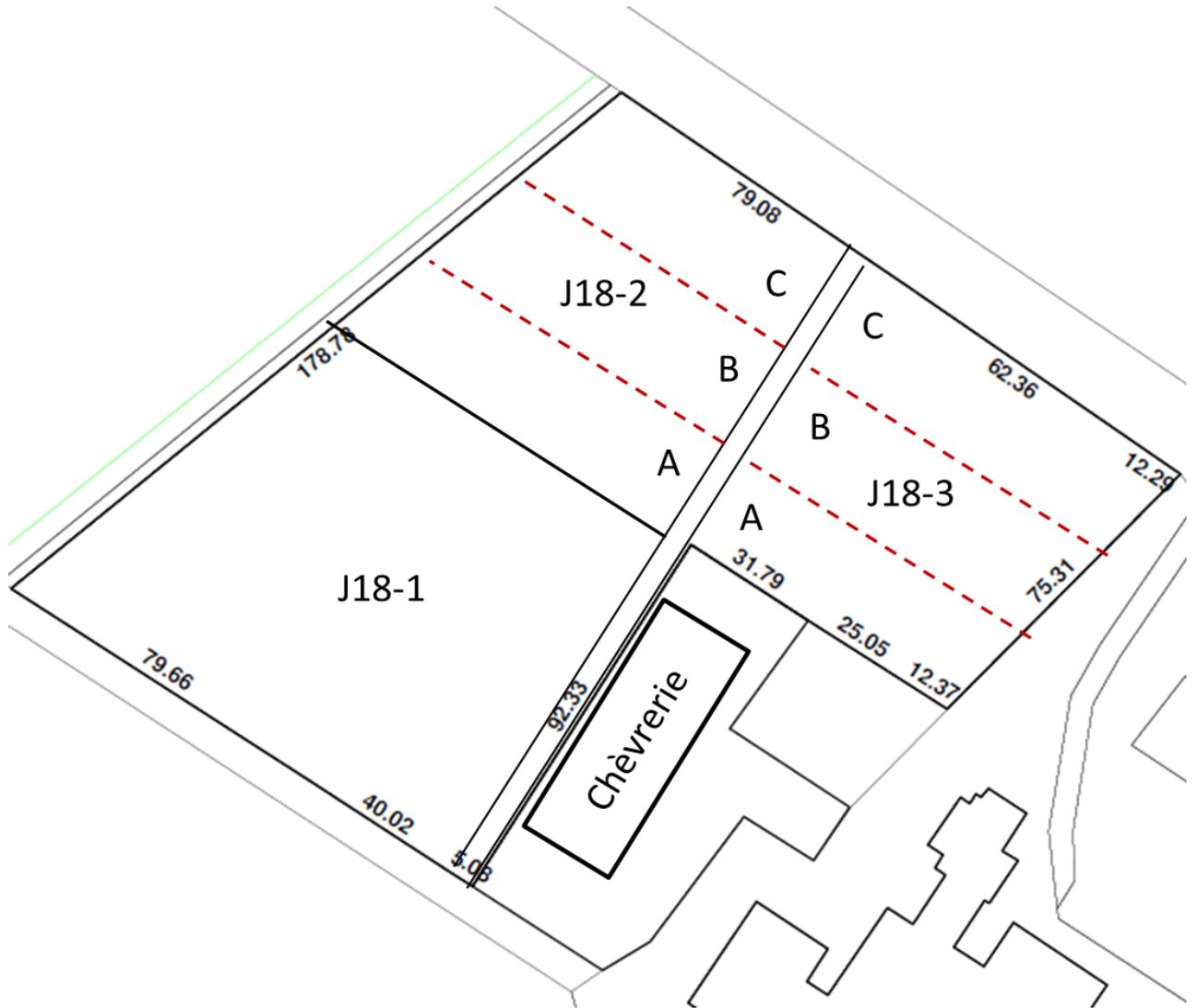
Van Soest P.J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. *Journal of the Association of official Analytical Chemists*, 46, pp. 825-829.

Chambre d'agriculture Orne (2015). Observatoire de la pousse de l'herbe. <http://www.orne-agri.com/elev-oph.asp> (consulté le 23/07/2015)

Météo Bretagne. Statistiques climatiques par mois à la station Rennes-St Jacques. www.meteo-bretagne.fr/climatologie-mensuelle-Rennes-St-Jacques/ (consulté le 21/07/2015)

Annexes

Annexe I : Plan de la parcelle J-18 utilisée pour la conduite des essais sur le temps d'accès et la quantité d'herbe offerte.



Annexe II : Tableau de complémentation en foin en cas de réduction du temps de pâturage en fonction de l'essai.

Règles et calcul de distribution du foin en collectif (Essai 1 sur le TA)

Quantités de foin variables selon les lots

Traitement TA = 8 h			Traitement TA = 6 h			Traitement TA = 4 h		
Temps présence au pâturage (h/j)	Kg brut de foin par chèvre	Kg brut de foin pour 12 chèvres	Temps présence au pâturage (h/j)	Kg brut de foin par chèvre	Kg brut de foin pour 12 chèvres	Temps présence au pâturage (h/j)	Kg brut de foin par chèvre	Kg brut de foin pour 12 chèvres
0	2.00	24.0	0	2.00	24.0	0	2.00	24.0
0.5	1.88	22.5	0.5	1.83	22.0	0.5	1.75	21.0
1	1.75	21.0	1	1.67	20.0	1	1.50	18.0
1.5	1.63	19.5	1.5	1.50	18.0	1.5	1.25	15.0
2	1.50	18.0	2	1.33	16.0	2	1.00	12.0
2.5	1.38	16.5	2.5	1.17	14.0	2.5	0.75	9.0
3	1.25	15.0	3	1.00	12.0	3	0.50	6.0
3.5	1.13	13.5	3.5	0.83	10.0	3.5	0.25	3.0
4	1.00	12.0	4	0.67	8.0	4	0.00	0.0
4.5	0.88	10.5	4.5	0.50	6.0			
5	0.75	9.0	5	0.33	4.0			
5.5	0.63	7.5	5.5	0.17	2.0			
6	0.50	6.0	6	0.00	0.0			
6.5	0.38	4.5						
7	0.25	3.0						
7.5	0.13	1.5						
8	0.00	0.0						

Règles et calcul de distribution du foin en collectif (Essai 2 sur QO)

Quantités identiques pour les 3 lots

Temps présence au pâturage (h/j)	Kg brut de foin par chèvre	Kg brut de foin pour 12 chèvres
0	2.33	28.0
1	2.10	25.2
2	1.87	22.4
3	1.63	19.6
4	1.40	16.8
5	1.17	14.0
6	0.93	11.2
7	0.70	8.4
8	0.47	5.6
9	0.23	2.8
10	0.00	0.0
11	0.00	0.0

Annexe III : Validation du Lifecorder®

Durant la phase de transition du premier essai (Mars-Avril), un appareil portatif accéléromètre « le Lifecorder® » a été utilisé pour vérifier sa fiabilité à enregistrer des durées d'ingestion sur les chèvres. La fonctionnalité de l'appareil a été précédemment validée sur les vaches laitières (Delagarde et Lamberton, 2015). L'appareil fixé sur un collier enregistre l'accélération verticale de la tête associée aux mouvements d'ingestion et donne une note d'intensité de 0 à 9 toutes les deux minutes. Pour valider l'appareil sur les chèvres, une comparaison de l'enregistrement avec des observations visuelles a été effectuée sur quelques chèvres (Tableau 1).

Tableau 1 : Séquences d'observations des chèvres équipées de Lifecorder®

Date	Nb de chèvres observées	Durée d'observation
30/3	2	1:42
21/4	4	2:15
22/4	2	1:52

L'activité dominante (ingestion, rumination ou autres comportements) a été notée toutes les minutes sur plusieurs heures de présence au pâturage. Après traitement des données, la figure 1 permet d'observer à la fois les données enregistrées par le Lifecorder et les observations visuelles. Des plages d'augmentation d'intensité supérieures à 0.5 (seuil précédemment retenu en vaches laitières, Delagarde et Lamberton, 2015) sont enregistrées par l'appareil, celles-ci sont associées à l'enregistrement visuel d'une activité d'ingestion. A l'inverse, des creux sans signal ou avec un signal très faible (inférieur à 0.5) sont visibles sur l'enregistrement de l'appareil et sont associés à des observations visuelles d'autres activités ou de rumination. L'appareil semble permettre un enregistrement distinct du comportement d'ingestion chez les chèvres au pâturage.

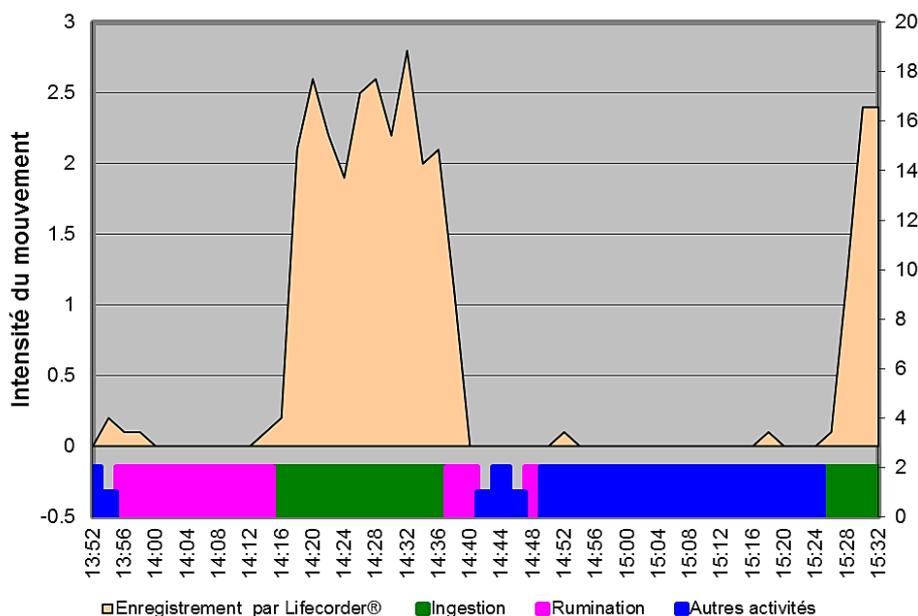


Figure1 : Comparaison entre les intensités des mouvements enregistrés par le Lifecorder® et les observations au champ au cours du temps sur la chèvre 30051 le 30 mars 2015. (Rose : Rumination ; Vert : Ingestion ; Bleue : Autres activités ; Jaune : enregistrement du Lifecorder)

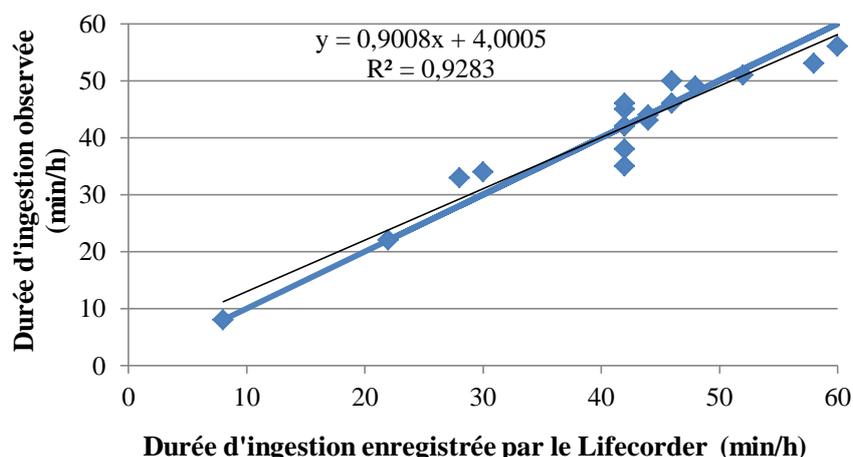


Figure 2 : Corrélation entre la durée d'ingestion enregistrée par le Lifecorder et celle observée visuellement (1 point = 1 h d'observation, n = 17).

Toutes les données d'observation ont été sommées par heure pour un bilan et une analyse globale de la précision de l'appareil. La Figure 2 permet de confirmer la fiabilité de l'appareil quant à l'enregistrement des durées d'ingestion au pâturage avec une corrélation de 0.93 avec la durée observée. Pour estimer la précision, nous avons calculé l'Erreur Moyenne de Prédiction (EMP), l'EMP réduite (EMPr, en proportion de la durée moyenne observée) et les proportions du Carré Moyen de l'Erreur de Prédiction (CMEP) expliquées par le biais sur la moyenne, sur la pente et le biais inexpliqué. Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 à l'échelle de l'heure, accompagnés de ceux obtenus lors de la validation de l'appareil sur vaches laitières (Delagarde et Lamberton, 2015).

Tableau 2 : Précision du Lifecorder à enregistrer la durée d'ingestion des chèvres (cet essai) et des vaches (Delagarde et Lamberton, 2015).

	Nb de données (h)	Ingestion Observation (min/h)	Ingestion Lifecorder (min/h)	Biais (min/h)	CMEP	Proportion de CMEP			EMP (min/h)	EMPr
						Biais / moyenne	Biais / pente	Biais inexpliqué		
Chèvre	17	40.9	40.9	0	11.2	0.00	0.14	0.86	3.4	0.08
Vache	250	29.8	30.1	0.3	12.5	0.01	0.01	0.98	3.5	0.12

Nous obtenons une très bonne précision de l'appareil avec un biais nul, un Carré moyen de l'erreur de prédiction plus faible que celui obtenu en vache et à 86 % inexpliqué. L'erreur moyenne de prédiction est de seulement 3.4 min/h soit 8%, ce qui est très faible (très bonne précision).

La fiabilité de l'appareil étant confirmée sur chèvres laitières, nous avons pu l'utiliser pour évaluer le comportement des chèvres au pâturage au cours des deux essais.

Annexe IV : Grille d'interprétation des résultats coprologiques (Patushev, non publié)

	Infestation			
	Légère +	Moyenne ++	Importante +++	Très importante ++++
Strongles digestifs Œuf de Nématodirus	15 à 50	50 à 100	100 à 200	>à 200
Autres strongles (Strongyloïdes...)	300	300 à1 000	1 000 à 3 000	>3 000
Coccidies (ookistes)	1 000 à 10 000	10 000 à 50 000	50 000 à 20 0000	>200 000
Douves Fasciolose (grande) Dicrocoeliase (petite)	LA SEULE PRESENCE MERITE L'ATTENTION			
Taenia Œuf : Moniezia	LA SEULE PRESENCE MERITE L'ATTENTION			
Strongles pulmonaires Mullerius	LA SEULE PRESENCE MERITE L'ATTENTION			

