

Valoriser les fourrages de l'exploitation pour produire du lait

L. Delaby, J.-L. Peyraud

INRA, UMR 1080, Production du Lait, F-35590 Saint Gilles ; luc.delaby@rennes.inra.fr

Résumé

Si les vaches laitières sont capables de consommer et transformer les fourrages en lait, elles consomment néanmoins de plus en plus de concentré. L'augmentation incessante du potentiel de production, et donc des besoins des animaux, ainsi que l'utilisation de l'ensilage de maïs nécessitent d'enrichir les rations en céréales et en tourteaux. Les récentes crises alimentaires mondiales, provoquées notamment par la vive concurrence des agrocarburants, conduisent à une augmentation du prix des intrants qui fragilisent les élevages laitiers et incitent à (re)faire plus confiance aux fourrages de l'exploitation pour produire du lait. Divers exemples issus de réseaux ou d'expérimentations et sélectionnés dans diverses situations pédoclimatiques confirment les possibilités et les limites de ces systèmes laitiers basés sur les fourrages. Enfin, les techniques à mobiliser et les pratiques à mettre en œuvre autour de la production et l'utilisation des fourrages, de la place essentielle du pâturage, de la conduite des vaches sont recensées afin de permettre aux éleveurs de s'engager plus sereinement dans cette « voie fourrages », caractéristique des élevages de ruminants.

Introduction

Les ruminants laitiers possèdent l'extraordinaire aptitude de transformer les fourrages en lait. Depuis la domestication, ces ruminants produisent pour l'Homme un aliment essentiel à son alimentation, tout en valorisant des surfaces et des productions de biomasse herbacées qui autrement n'auraient ni valeur agronomique, ni valeur nutritive intéressantes. En France comme en Europe, jusqu'à la fin de la 2^{ème} guerre mondiale, les surfaces en herbe étaient importantes afin de nourrir un cheptel de ruminants lui aussi important. Le potentiel des animaux était alors bien souvent le facteur limitant de la productivité par vache, notamment en période de pâturage.

Les schémas de sélection génétique efficaces mis en place depuis les années 60, associés au développement des systèmes d'alimentation et de rationnement, ont permis d'accroître très fortement les niveaux de production laitière. Mais cette augmentation de la production laitière a induit une augmentation concomitante des besoins en énergie et en azote plus rapide que la capacité d'ingestion des animaux (FAVERDIN *et al.*, 2007 ; Tableau 1). En conséquence, la densité énergétique de la ration est devenue un facteur limitant essentiel de la production laitière.

TABLEAU 1 – Effet du potentiel de production laitière sur la capacité d'ingestion et les besoins des vaches laitières (d'après FAVERDIN *et al.*, 2007).

Potentiel laitier au pic de lactation (kg)	25	35	45
Potentiel en semaine 16 de lactation (kg)	21	29	38
Capacité d'ingestion (UEL)	17,0	18,2	19,5
Densité énergétique (UFL/UEL)	0,85	1,00	1,13
Densité protéique (PDI/UFL)	99	101	103
Semaine de lactation avec UFL/UEL à 0,90	12	26	36

Ainsi, les fourrages même d'excellente qualité (BAUMONT *et al.*, cet ouvrage) ne peuvent plus à eux seuls satisfaire la demande alimentaire de ces ruminants laitiers pendant une grande partie de la lactation. Le différentiel est d'autant plus important que le potentiel des vaches est élevé (Figure 1). Pour lever cette limite, les rations se concentrent en énergie par des apports de concentré de plus en plus élevés et par le développement de l'ensilage de maïs qui, bien que qualifié de fourrage, comporte néanmoins entre 40 et 50% de concentré sous forme de grains. Ces rations à haute densité énergétique rendent alors nécessaire l'achat de compléments riches en protéines tel que le tourteau de soja. Produire plus de lait à partir des fourrages de l'exploitation devient un réel challenge.

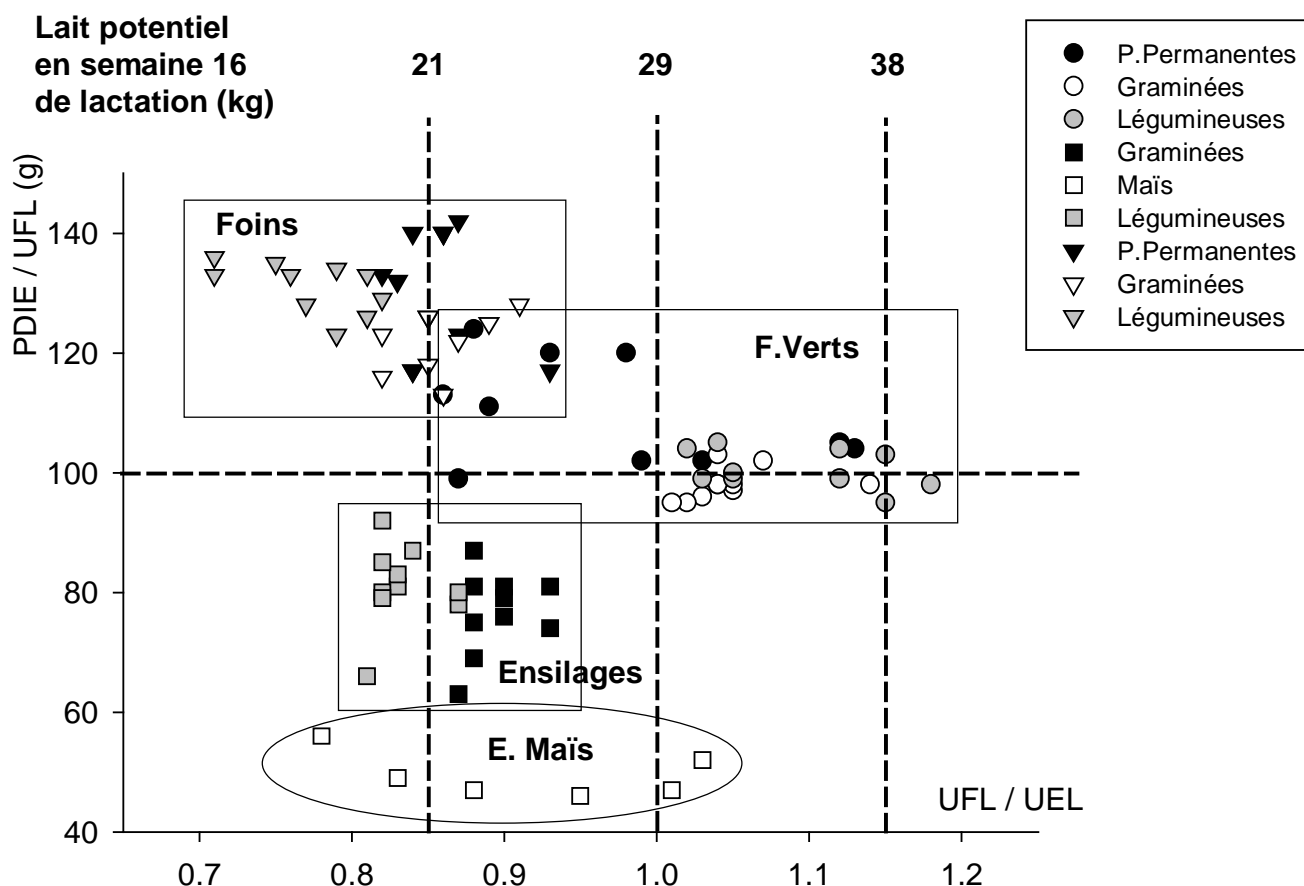
1. Pourquoi produire plus de lait avec les fourrages de l'exploitation ?

Si les fourrages restent la base de l'alimentation des vaches laitières, l'apport de concentré représente entre 20 et 30% de la matière sèche consommée par an, pour atteindre dans les situations extrêmes jusqu'à 3 tonnes de concentré. En élevage laitier et plus largement chez les ruminants, utiliser plus et mieux les fourrages de l'exploitation aura pour corollaire la réduction de la part de concentré dans les rations.

En France, l'alimentation animale constitue, bien avant l'alimentation humaine, le principal débouché des cultures de céréales, oléagineux et protéagineux (DRONNE, 2003a). Ainsi, environ 33% (25 millions de tonnes) des graines produites sont utilisés pour produire des œufs, du lait et de la viande. Si les monogastriques (porcs, volailles) sont des consommateurs traditionnels de grains et tourteaux, les vaches laitières sont également très concernées. En 2007, les vaches laitières ont consommé plus de 3 millions de tonnes d'aliments composés (SNIA, 2008) auxquels il convient d'ajouter les tourteaux consommés en l'état et les céréales autoconsommées évalués ensemble à environ 2,5 millions de tonnes. Ainsi, malgré la réduction drastique du nombre de vaches laitières

depuis l'instauration des quotas laitiers (de 7,2 à 3,9 millions de têtes entre 1984 et 2007), ce tonnage n'a cessé d'augmenter (DRONNE, 2003b) et a contribué à l'augmentation de la production par vache. Même si les chiffres restent imprécis, la quantité de concentré consommée par vache a varié d'environ 500-600 kg à 1 400-1 500 kg entre les années 1980 et 2007. Selon les résultats des réseaux d'élevage (2008) suivis par l'Institut de l'Élevage et les Chambres d'Agriculture, la consommation de concentré par litre de lait produit atteint aujourd'hui 220 g.

FIGURE 1 – Valeur alimentaire des 8 à 10 meilleurs types de fourrages (exprimée en UFL/UFL et PDI/UFL) et comparaison avec les besoins des animaux en semaine 16 de lactation selon leur production potentielle (d'après INRA, 2007).



Dans un contexte mondial où la demande alimentaire ne cesse d'augmenter, l'utilisation par les ruminants d'une quantité de plus en plus importante de ces céréales et oléoprotéagineux peut être vu comme un gaspillage nutritionnel important. Même si, au niveau macro-économique, les marchés alimentaires ne se croisent pas si facilement, et même si les céréales européennes ou américaines ne constituent en rien une solution durable face à la légitime recherche d'indépendance alimentaire des pays en voie de développement, les crises alimentaires récentes interpellent sur la place et l'influence que doivent avoir les ruminants sur le marché mondial des graines. L'actualité de ces derniers mois (TUQUOI *et al.*, 2008) et les rapports sur l'élevage des ruminants émanant d'organismes mondiaux influents doivent être intégrés dans les réflexions concernant les pratiques d'élevage des pays développés.

De plus, le développement récent des agrocarburants qui utilisent des quantités importantes de céréales modifie l'équilibre du marché des matières premières aujourd'hui très mondialisé (CARAMEL, 2008). Les prix des céréales évoluent alors de façon erratique, ce qui altère l'efficacité économique des systèmes dépendants en concentré, perturbe les éleveurs et toute la filière laitière qui demandent plus de stabilité. Ces prix peuvent même flamber lorsque le marché est fragilisé par une conjoncture climatique défavorable dans certains pays producteurs et exportateurs. Après une campagne euphorique en 2007, l'année laitière 2008, caractérisée par des coûts de concentré élevés et une baisse sensible du prix du lait, a bien montré la sensibilité et les limites des systèmes à hauts niveaux d'intrants (Réseaux d'Élevage, 2009).

Parmi ces concentrés, le tourteau de soja tient une place particulière car sa richesse en protéines en fait le complément idéal des rations à base d'ensilage de maïs très utilisées en élevage laitier. En France et plus largement en Europe, ce tourteau est dans sa quasi-totalité importé du continent américain. Cette situation de dépendance connue de longue date et qui a fait l'objet de nombreux plans « Protéines » perdure et grève chaque année la balance commerciale agricole française. Elle crée de fait une dépendance forte pour les élevages laitiers. Les cours mondiaux sont là encore assez fluctuants et imprévisibles, ce qui déstabilise l'économie de l'exploitation sans parler des risques de pénurie ou d'embargo qui, par le passé, ont révélé la fragilité inquiétante de l'élevage français (BERTRAND *et al.*, 1984) . D'autre part, dans certaines filières telles que l'agriculture biologique ou la production de fromages AOC, l'utilisation de soja OGM est interdite. La disponibilité mondiale en soja non OGM est de plus en plus restreinte et le prix de ce tourteau garanti le rend incompatible avec une utilisation conséquente en élevage laitier. La recherche de substitut au tourteau de soja à partir des fourrages de l'exploitation reste toujours d'actualité et peut même devenir une priorité. Enfin au Brésil, cette demande européenne en soja stimule la production au détriment de la forêt amazonienne, présentée souvent comme le poumon du monde. Le recul de cette immense forêt tropicale inquiète bon nombre de climatologues chargés de l'évaluation du réchauffement climatique.

A l'échelle de l'exploitation, une réduction de l'utilisation des concentrés, notamment protéiques, renforce l'autonomie alimentaire du troupeau, limite l'impact des variations de prix des matières premières et améliore sensiblement le bilan entrées - sorties des minéraux et la balance azotée,. Avec l'agrandissement important des exploitations laitières depuis les années 80, la surface disponible n'est plus un facteur limitant à la production fourragère. Dans bon nombre de situations, et du fait de la présence des quotas laitiers, le retour à plus d'autonomie par une réduction des intrants et une meilleure utilisation des fourrages permet une amélioration du revenu.

De nombreuses études économiques à l'échelle de réseaux ou issues d'expérimentations montrent que le revenu d'une exploitation laitière n'est pas lié positivement à la quantité de concentré consommée par vache et/ou la productivité individuelle des vaches. En effet, les coûts de production des fourrages (herbe pâturée, ensilage de maïs) de l'exploitation rapportés au kg de MS produit ou à l'UFL récoltée sont souvent plus faibles que ceux des concentrés produits ou achetés. Le choix d'une autonomie accrue passe par une meilleure valorisation des surfaces fourragères et des fourrages. Cette autonomie sera néanmoins plus compliquée à atteindre dans les systèmes basés sur une part importante d'ensilage de maïs dans la ration annuelle. En revanche, dans certaines régions de France où les conditions climatiques sont favorables à la production d'herbe, la sous-utilisation des prairies est manifeste. Les bilans de valorisation de la ration de base ou de l'herbe pâturée calculés dans le cadre du conseil en élevage par les organismes de développement révèlent des potentiels gaspillés et/ou des gisements inexploités. Cette meilleure valorisation du disponible fourrager ne nécessite aucune dépense supplémentaire et améliore l'efficacité du système.

D'autre part, les crises médiatiques violentes et accusatrices concernant les aliments du bétail et plus largement les pratiques d'alimentation des ruminants ont laissé des cicatrices chez certains groupes d'éleveurs et de consommateurs. Au-delà de la traçabilité des produits et des pratiques, la recherche d'une autonomie alimentaire intégrale est devenue pour certains éleveurs un objectif en soi. Et pas seulement dans les systèmes de l'agriculture biologique où cet objectif est presque une nécessité, bien que l'autonomie fourragère ne soit pas toujours atteinte (ROGER, 2006). Ces modes de production qui rencontrent un écho favorable en milieu urbain, socialement prêt à payer ces choix de système, doivent utiliser au maximum leurs ressources fourragères.

Chez la vache laitière, la recherche de la performance individuelle et de l'expression du potentiel justifie bien souvent le recours à des quantités importantes de concentré, supérieures à 6 kg par jour. Dans bon nombre de situations alimentaires, lorsque des fourrages de qualité sont distribués à volonté, le rendement marginal des derniers kilogrammes de concentré distribués ne peut justifier l'emploi de quantités aussi importantes. La substitution fourrage/concentré est alors élevée et l'efficacité du concentré devient faible. Enfin, de telles quantités de concentrés ont pour effet d'accroître les risques de troubles digestifs et métaboliques. L'acidose, le retournement de caillette et autres pathologies associées aux rations riches en concentré ont des coûts directs (frais vétérinaires) mais aussi indirects importants liés à la baisse durable de production ou la réforme précoce de l'animal. Ces pratiques alimentaires qui maximisent l'utilisation du concentré touchent alors aux limites physiologiques de la vache, ruminant avant d'être laitière.

L'ensemble de ces considérations locales et globales, économiques et techniques autour des vaches, des rations, des systèmes d'élevage montre bien qu'au-delà de la réduction des apports de concentré, il s'agit bien de développer des systèmes de production qui maximisent la valorisation des fourrages disponibles sur l'exploitation.

2. Exemples de systèmes de production laitière à base de fourrages

La maximisation de l'utilisation des fourrages est possible dans des contextes pédo-climatiques et sociologiques très variés comme l'illustrent les exemples suivants.

2.1. En Franche-Comté, des fourrages pour produire du fromage et conférer une forte autonomie en protéines

Dans un souci de crédibilité du produit et de confiance du consommateur, la filière Comté AOC a fait le choix d'une production laitière sans OGM. L'alimentation des animaux à partir des produits du terroir est un souci permanent afin de renforcer l'indépendance alimentaire des exploitations et de connaître pour la garantir l'origine des aliments utilisés. La recherche de systèmes productifs, économes et intégralement autonomes en protéines oblige à une « relocalisation » de l'alimentation des troupeaux. Le dossier réalisé en 2007 par les organismes partenaires de la filière Comté (BRET *et al.*, 2007) a permis de montrer l'existence de systèmes fourragers autonomes et efficaces, et de dégager des solutions pertinentes basées sur les fourrages. Une des clefs essentielles de ces systèmes reste la part importante de la SFP dans la SAU. En l'absence de maïs, ces exploitations se caractérisent par des surfaces en herbe importantes et souvent accessibles au pâturage (Tableau 2).

TABLEAU 2 – Exemple de systèmes laitiers francs-comtois basés sur les fourrages et autonomes en protéines (d'après BRET *et al.*, 2007).

Exploitation	GAEC Colmagne	GAEC Cizé	EARL Clémont
Village (département)	Champagne/Loue (39)	Cizé (01)	Montéchérour (25)
SAU - SFP (ha)	73 - 40	120 - 110	77 - 67
Lait produit (litres/ha SAU)	2 340	2 540	2 625
Nbre de vaches et lait produit (kg/vache)	26 - 6 895	53 - 5 945	35 - 5 915
Concentré (kg brut/vache)	1 353 (dont 600 de pulpes)	750	1 305
Chargement global (UGB/ha SFP)	1,00	0,60	0,90
Surface accessible (ares/vache)	135	113	194

En conséquence, le chargement est faible à modéré, ce qui permet une longue saison de pâturage (180 à 200 jours) tout en fauchant une surface importante au printemps (45 à 65% de la SFP). La disponibilité en fourrages est ainsi assurée pour faire face aux hivers longs (4 à 6 mois). La production de fourrages de qualité, notamment riches en protéines, passe par l'implantation de prairies de luzerne, une fertilisation azotée modérée (30 - 50 kg N/ha) mais ciblée au printemps, la fauche précoce et la récolte sous forme de foin séché en grange. Des apports de concentré contrôlés (750 à 1 350 kg par cache) associés à l'obligation de vaches de race Montbéliarde permettent de satisfaire l'essentiel du potentiel avec les fourrages. En hiver, les consommations de foin et regain parfois associés à la betterave fourragère atteignent 16 à 18 kg de MS par vache et par jour. Néanmoins, les vêlages ont lieu plutôt en automne, ce qui limite sans doute les économies maximales de concentrés. La part de lait permis par la ration de base, dont les modalités de calcul

basées sur une valorisation énergétique maximale du concentré sous-estimé pourtant la valorisation des fourrages, est néanmoins bonne et varie dans ces élevages entre 65 et 80%. Ces exploitations ont réussi le challenge de l'indépendance totale en protéines et confirment que cette indépendance passe par la valorisation maximale des fourrages avec des systèmes fourragers à base de prairies pâturées (CAPITAIN *et al.*, 2003).

2.2. En Irlande, trois cent jours de pâturage seul pour maîtriser les coûts de production

En Irlande, comme en Nouvelle-Zélande, le système de production laitière dominant, pour ne pas dire unique, est organisé afin de valoriser au maximum les surfaces de prairies. Avec, d'une part, des conditions climatiques très favorables à une pousse de l'herbe régulière et soutenue et, d'autre part, l'obligation de minimiser les coûts de production pour pouvoir exporter plus de 85% de la production sur le marché européen et mondial, les éleveurs et chercheurs laitiers irlandais ont fait le choix d'une production laitière saisonnée basée sur l'herbe pâturée (BROCARD *et al.*, 2008). Les dernières recommandations issues des travaux conduits à Moorepark (Teagasc) et présentées comme le nouveau « *Blueprint* » illustrent bien les éléments clés d'une stratégie maximaliste de production laitière à partir des fourrages et du pâturage (Tableau 3). L'objectif de cette stratégie est de produire 90% du lait à partir de l'herbe pâturée (O'DONOVAN et KENNEDY, 2007).

TABLEAU 3 – Nouvelles recommandations irlandaises en matière de conduite des systèmes laitiers avec vêlages groupés en fin d'hiver (d'après KENNEDY *et al.*, 2007a).

	1984	2007
Date moyenne de vêlage	2 février	24 février
Chargement (UGB/ha)	2,90	2,50
Fertilisation (kg N/ha)	425	255
Saison de pâturage (jours)	250	300
Mise à l'herbe & entrée étable	10 mars & 15 novembre	01 février & 25 novembre
Herbe pâturée (t MS/vache)	2,8	3,9
Ensilage d'herbe (t MS/vache)	1,5	1,0
Concentré (kg MS/vache)	750	350

Afin de maximiser la production et la valorisation de l'herbe produite grâce au pâturage, ce système repose sur une pratique de vêlages groupés très stricte (12-13 semaines maximum en fin d'hiver), une mise à l'herbe précoce, une complémentation en concentrés faible à nulle. Avec de tels systèmes, la maximisation du lait par vache n'est pas à l'ordre du jour. A l'inverse, obtenir une fertilité excellente en temps limité est une clef essentielle du système. La vache « idéale », ainsi définie par DILLON *et al.* (2007) : « *a cow with a high milk solids per kg of grass DM intake, fertile, healthy, easily managed and good survival* », a abouti au calcul d'un index génétique global plus équilibré où la part de l'index « Lait » est limitée (BERRY *et al.*, 2007). La pratique du croisement de 1^{ère} génération (Holstein x Jersey notamment) devient dominante (HORAN, comm. pers.), pour limiter les effets négatifs connus chez la vache Holstein d'un potentiel laitier élevé sur la fertilité.

L'efficacité économique repose sur une production maximale de matières utiles par hectare. Pour ce faire, la fertilisation azotée annuelle sur prairies composées surtout de ray-grass anglais tardifs reste élevée bien que mieux contrôlée depuis la mise en œuvre de la directive Nitrates. L'après quota devrait se traduire par une augmentation sensible du chargement afin de valoriser encore plus d'herbe par hectare au détriment de la production individuelle des vaches (HORAN, comm. pers.).

Les travaux publiés par KENNEDY *et al.* (2002 et 2003), HORAN *et al.* (2004 et 2005) ou encore KENNEDY *et al.* (2007b) montrent clairement les possibles en matière de production laitière en systèmes herbagers. Avec des apports de concentré inférieurs à 400 kg par lactation et un chargement global supérieur à 2,5 vache par hectare au pâturage, la production par vache varie entre 5 600 et 7 400 kg de lait selon le potentiel génétique, tout en conservant des performances de reproduction honorables et compatibles avec la politique de vêlages groupés.

TABLEAU 4 – Performances des systèmes laitiers irlandais à faibles apports de concentré (d’après les travaux conduits à Moorepark).

	KENNEDY <i>et al.</i>		HORAN <i>et al.</i>		KENNEDY <i>et al.</i>
	Moyen	Haut	Moyen	Haut	Moyen
Potentiel génétique					
Lait (kg/vache)	6 421	7 389	6 408	6 799	5 601
TB (g/kg)	38,6	37,2	40,9	40,6	40,7
TP (g/kg)	34,0	33,5	35,6	34,5	35,4
Concentré (kg MS/lactation)	375	375	370	370	382
Taux de réussite IA 1 ⁽¹⁾ (%)	54	46	61	52	52
Taux de vêlage ⁽²⁾ (%)	91	83	80	86	85

(1) 1^{ère} insémination artificielle, (2) pour une période de reproduction de 90-100 jours

2.3. En zone arrosée, de l’herbe et du maïs pour obtenir des productions individuelles élevées

En France, les systèmes laitiers de l’Ouest et de l’Est sont plutôt des systèmes de polyculture - élevage et se caractérisent par un système fourrager basé sur l’herbe et le maïs (LE GALL *et al.*, 1997 ; GRASSET, 1997). Ces deux fourrages, d’excellentes valeurs alimentaires à condition d’être produits et exploités dans des milieux pédoclimatiques cohérents avec leurs besoins spécifiques, permettent de limiter les apports de concentré. Même si l’ensilage de maïs ne peut se passer d’un correcteur azoté, les quantités totales de concentré distribuées peuvent être réduites et inférieures à 600 kg par lactation. Dans ces stratégies de production laitière à partir des fourrages, les apports de concentré sont généralement nuls durant la saison de pâturage et sont plutôt réservés au début de la lactation, à savoir en automne et/ou hiver, lorsque les vaches sont alimentées à partir de fourrages conservés.

Les travaux expérimentaux conduits au domaine de Trévarez en Bretagne depuis les années 95 (PORTIER *et al.*, 2003) tout comme les données issues des suivis de réseaux (LOSQ *et al.*, 2005) en sont l’illustration. Les travaux récents réalisés à l’INRA sur le domaine du Pin au Haras (DELABY *et al.*, 2009) confirment que, lorsque les conditions climatiques estivales et la surface en herbe accessible le permettent, l’utilisation exclusive d’herbe est aussi possible tout en limitant l’apport de concentré (Tableau 5).

A l’échelle de la lactation, la réduction des apports de concentré modifie un peu les quantités totales de fourrages consommées qui évoluent entre 5 800 et 6 200 kg de MS par vache. A Trévarez, cette réduction des apports de concentré a un effet plus marqué sur la production laitière dans le système comportant plus d’herbe (40 ares d’herbe), sans variation importante de la composition en matières grasses et protéiques du lait. Ces résultats sont cohérents en regard des faibles niveaux d’apports étudiés et du potentiel élevé des animaux. Au Pin-au-Haras, la réponse est plus délicate à évaluer dans la mesure où les systèmes fourragers, avec ou sans ensilage de maïs, diffèrent simultanément à l’apport de concentré. A même conduite alimentaire, la comparaison des

performances obtenues chez les vaches Holstein et Normande a permis de mettre en évidence une réactivité différente à l'accroissement des apports nutritifs. La suppression de l'ensilage de maïs en hiver associée à une baisse des apports de concentré induit une baisse de la production laitière plus marquée chez la Holstein (- 680 vs - 285 kg chez la Normande). En système herbager intégral avec de faibles apports de concentré, les taux butyreux et protéique sont plus faibles chez les deux races (- 1,8 g/kg de TB et - 1,5 g/kg de TP).

TABLEAU 5 – Performances des systèmes laitiers de l'Ouest de la France basés sur l'herbe et le maïs
(d'après les travaux conduits à Trévarez et au Pin-au-Haras).

	Trévarez (1998-2001) ⁽¹⁾				Le Pin-au-Haras (2001-2005)			
Ares pâturées / vache	25		40		45			
Race	Holstein				Holstein		Normande	
Lait (kg/vache)	7 550	7 300	7 220	6 760	7 515	6 835	5 925	5 640
TB (g/kg)	41,4	41,6	39,7	40,5	39,0	37,5	41,7	39,6
TP (g/kg)	31,9	31,5	31,0	30,8	31,8	30,2	34,3	33,0
Concentré (kg MS/vache)	660	420	560	300	775	390	775	390
Ensilage de maïs (kg MS/vache)	3 525	3 580	2 060	2 100	1 800	0	1 800	0
Herbe conservée (kg MS/vache)	150	150	650	660	1 020	2 760	1 020	2 760
Herbe pâturée (kg MS/vache)	2 425		3 110		3 360			

(1) Les résultats de production et d'ingestion présentés correspondent aux performances d'une vache multipaire

TABLEAU 6 – Exemple de systèmes laitiers bretons basés sur les fourrages et économes en intrants
(d'après les travaux de ALARD *et al.* (2002), ADAGE 35 (2004) et LOSQ *et al.* (2005))

	ALARD <i>et al.</i>	ADAGE 35	LOSQ <i>et al.</i>	
			Très économe	Econome
SAU - SFP (ha)	61,0 - 47,0	49,3 - 40,8	65,0 - 49,3	48,0 - 37,5
Quota (litres/ha SAU)	4 075	4 750	4 710	5 897
Nb de vaches et lait produit (kg/vache)	41 - 6 500	44 - 5 890	42 - 6 642	36 - 7 827
Concentré (kg brut/vache)	820	740	410	650
Mais (% SFP)	5	13	28	34
Surface accessible (ares/vache)	65	57	40	36
Coût alimentaire (€/1 000 l)	49	64	45	52

De nombreux éleveurs de l'Ouest (Normandie, Bretagne, Pays-de-la-Loire) ont fait le choix de ces systèmes basés sur les fourrages et économes en intrants, notamment en signant les CTE, les CAD tels que le récent contrat SFEI. Regroupés en associations (CEDAPA, ADAGE 35, PARADES ou autres) ou en réseaux avec les Chambres d'Agriculture, ces éleveurs ont aussi expérimenté, adapté et montré la pertinence technico-économique de ces systèmes (ALARD *et al.*, 2002 ; ADAGE 35, 2004 ; RAD, 2001 ; LOSQ *et al.*, 2005). Ils ont aussi souvent exprimé des motifs de satisfaction par rapport au travail, à l'environnement, au métier d'éleveur qui dépassent l'approche comptable de leurs résultats et insistent souvent sur l'autonomie de décision que leur confère la plus grande autonomie alimentaire de leurs vaches. Ces systèmes se caractérisent par un quota par hectare de SAU inférieur à 6 000 kg de lait, des intrants et notamment des coûts alimentaires faibles, des performances par vache modérées, des surfaces en herbe accessibles importantes, une part de la SFP dans la SAU élevée mais ne sont pas exclusivement herbagers et certains utilisent l'ensilage de maïs comme fourrage de la ration de base hivernale ou en complément de l'herbe pâturée (Tableau 6).

2.4. La diversité des fourrages pour faire face à l'aléa climatique

Les systèmes laitiers qui cherchent à produire le maximum de lait à partir des fourrages cherchent le plus souvent à maximiser la durée de la saison de pâturage et la part de l'herbe pâturée dans l'alimentation annuelle des vaches laitières. Les sécheresses estivales plus ou moins récurrentes dans les régions au sud de la Loire, mais dont la durée et l'intensité restent imprévisibles, constituent pour ces systèmes le problème majeur qui fragilise leur efficacité et leur durabilité. Les Journées de l'Association Française de Production Fourragère (AFPF) en 2007 ont permis de dégager les solutions d'adaptations (LEMAIRE, 2007) et les alternatives à la fois en matière de production fourragère (LORGEOU *et al.*, 2007 ; EMILE *et al.*, 2007 ; FAIDHERBE *et al.*, 2007) ou de conduite des troupeaux (POTTIER *et al.*, 2007).

Généralement, le risque de sécheresse ne remet pas en cause l'objectif de ces systèmes mais nécessite plus de stocks et surtout d'élargir la panoplie des fourrages cultivés au-delà du couple maïs - herbe (GOMAS *et al.*, 2008). La diversité fourragère est utilisée comme facteur de sécurité alimentaire (FAIDHERBE *et al.*, 2007). En l'absence d'irrigation, le sorgho peut se substituer partiellement au maïs. L'ensilage ou le fanage de céréales immatures associées ou non à des protéagineux, qui grâce à une récolte précoce permet d'esquiver la sécheresse, fournit une production de matière sèche par hectare appréciable en période de pénurie. Les prairies d'association multispécifiques composées de graminées (dactyle, fétuque) et légumineuses (luzerne), plus résistantes aux étés secs et surtout de moindre latence que le RGA après le retour des pluies, font partie des ressources possibles. Enfin, tous les témoignages d'éleveurs concordent pour dire l'importance de l'opportunisme dans la conduite de ces systèmes fourragers en zone séchante. Il s'agit de valoriser au mieux les périodes « fastes » lorsque les conditions climatiques sont favorables à la production d'herbe, notamment pour économiser des stocks de fourrages coûteux mais bien utiles en été. Ainsi, la pratique de la mise à l'herbe très précoce, stimulée par une fertilisation azotée aussi précoce, la valorisation maximale et tardive de l'herbe d'automne, la pratique des cultures dérobées après céréales à paille sont autant de ressources existantes mais cependant peu mobilisées lorsque la pluviométrie n'est pas le facteur limitant de la production fourragère.

3. Comment produire plus de lait avec les fourrages de l'exploitation ?

La volonté de produire plus de lait avec les fourrages ne date pas d'hier. Dès 1978, J. POLY, Directeur général de l'INRA, dans un rapport au titre ambitieux, « *Pour une agriculture plus économe et plus autonome* » insiste sur la nécessité « *dans un souci d'autonomie, d'améliorer la production fourragère utile provenant des exploitations elles-mêmes pour obtenir le maximum de ressources nutritives disponibles .../... et d'intensifier encore les systèmes fourragers, en les perfectionnant et les rendant plus économes* ».

Un peu plus tard, en 1981, M. JOURNET, dans une synthèse sur l'alimentation des vaches à haut potentiel, décrit deux voies divergentes pour l'avenir parmi lesquelles « *des systèmes autonomes qui cherchent plus à valoriser les produits du sol, les fourrages surtout, qu'à maximiser le potentiel laitier* ».

3.1. Produire des fourrages de qualité en quantité suffisante

Choisir de produire du lait à partir des fourrages de l'exploitation, c'est d'abord et avant tout définir un système fourrager qui assure chaque année et au fil des saisons la production des fourrages nécessaires à l'alimentation du troupeau (PFLIMLIN, 1992). Produire d'abord des fourrages en quantité suffisante reste le 1^{er} objectif de l'éleveur. Le choix d'une SFP importante dans la SAU et donc d'un chargement global plus faible que celui permis par le potentiel pédoclimatique des meilleures années est une des clefs de réussite de ces systèmes. Même si les années (ou les périodes) favorables doivent aussi permettre par des reports de stocks de pallier aux déficits en fourrages des années (ou des périodes) plus maigres.

La production de fourrages de qualité est un second objectif incontournable puisque ces fourrages sont les seuls (ou presque) ingrédients de la ration qui doivent couvrir les besoins des animaux. Cette qualité se caractérise surtout par son ingestibilité, sa valeur énergétique et azotée (BAUMONT *et al.*, cet ouvrage) qui doivent être élevées. En systèmes herbagers, il importe alors de trouver un compromis entre quantité et qualité qui sont souvent antagonistes. Ainsi, en zone AOC de l'Est ou de l'Ouest mais pas seulement, le développement du foin séché en grange a pour motivation essentielle la production d'un fourrage de qualité grâce à une récolte précoce (DELABY et PECCATTE, 2008 ; Institut de l'Elevage, 2008), même si cela conduit à gérer des chantiers de récolte fréquents pour des tonnages limités. L'ensilage de maïs cultivé en milieu favorable fait ici figure d'exception, associant en une seule récolte, un rendement élevé et une densité énergétique favorable à la production laitière.

Pour les rations hivernales, la complémentarité nutritionnelle entre l'ensilage de maïs et les légumineuses ensilées (trèfle violet), fanées ou déshydratées (luzerne) prend ici tout son intérêt. La richesse en MAT et en minéraux des légumineuses s'associe bien avec la richesse en énergie et l'ingestibilité élevée du maïs, ce d'autant plus que certaines rations diversifiées, à base de fourrages bien conservés, sont favorables à l'ingestion. De même, la complémentarité entre les foins de 1^{ère} coupe, généralement très productifs mais moins appétents, et les foins de regain, feuillus et riches en MAT, est largement utilisée par les éleveurs de montagne (Jura, Alpes). Cependant, cette recherche de diversité ne doit pas compliquer à l'envie la gestion du système, notamment à cause de la multiplicité des modes de récoltes, des produits récoltés et de leurs modes de distribution.

L'idéal est bien sûr de limiter le coût de production et de récolte de ces fourrages afin de limiter le coût alimentaire de la ration. Le choix d'espèces fourragères et de variétés adaptées au potentiel agronomique local, voire même au potentiel de la parcelle, intégrées dans une rotation qui permet de bénéficier des arrière-effets d'une culture et de valoriser au mieux les engrais de ferme (BODET *et al.*, 2001) sont des clefs de réduction des coûts des fourrages. Enfin, maximiser la durée de la saison de pâturage et maximiser l'ingestion d'herbe au pâturage reste la voie à privilégier.

3.2. Pâture plus et pâture mieux

L'herbe pâturée est un fourrage de valeur alimentaire élevée, très ingestible, assez bien équilibrée en énergie et azote (en moyenne, 0,90 UFL par UEL et 100 g PDIE par UFL ; Figure 1) bien que souvent trop riche en azote soluble. Ce fourrage permet sans problème de produire entre 20 et 30 kg de lait sans aucun apport de concentré (DELABY *et al.*, 1999), et surtout sans apport de concentré protéique. Le faible coût de production de ce fourrage et sa récolte par l'animal lui-même en font la ration la moins onéreuse pour produire du lait. Tout l'enjeu des systèmes herbagers est donc d'utiliser longtemps cette ressource renouvelable et économe. Pour ce faire, il est impératif que l'exploitation dispose d'une surface en herbe importante et accessible aux vaches laitières pour le pâturage. L'agrandissement déraisonné des exploitations qui aboutit au morcellement des surfaces est, bien plus que l'agrandissement des troupeaux, l'une des causes principales limitant la pratique du pâturage. A l'inverse, toute action structurante à l'échelle du village ou de fermes voisines visant à regrouper le parcellaire pour augmenter les aires accessibles par vache lèvera la 1^{ère} contrainte. Lorsque le parcellaire est adapté, le pâturage des très grands troupeaux (plus de 400 vaches) est une pratique courante dans les Iles britanniques (ESPINASSE, 2006 ; SEURET, 2008) ou en Nouvelle Zélande (LE GALL *et al.*, 2001).

L'art du pâturage est de produire une herbe qui permet le meilleur compromis entre une ingestion maximale par vache et par hectare (DELAGARDE, cet ouvrage). Les méthodes et moyens à mettre en œuvre pour réussir sont désormais mieux connus (PEYRAUD et DELABY, 2005). La mise à l'herbe

précoce permet à la fois de gagner des jours de pâturage, d'améliorer les performances animales (DILLON *et al.*, 2002 ; KENNEDY *et al.*, 2005) et de produire une herbe feuillue, facile à pâturer durant tout le printemps (O'DONOVAN *et al.*, 2004). Sortir dès le démarrage de végétation, à des hauteurs faibles (< 9-10 cm), est un objectif à atteindre dans les systèmes laitiers où le pâturage est la base de l'alimentation du troupeau. Pâturer tôt pour pâturer ras même si l'herbe ne représente qu'une partie de la ration. En fin de saison, l'herbe d'automne est souvent mal valorisée, voire délaissée. Elle constitue pourtant une ressource utile pour économiser des stocks. Grâce au pâturage à temps partiel, qui limite les risques de dommages aux parcelles et peut stimuler la motivation des vaches à pâturer (DELAGARDE *et al.*, 2008), cette herbe d'automne est le compagnon idéal des régimes à base d'ensilage de maïs (Groupe régional Prairies des Pays-de-la-Loire, 2008). Si les systèmes de pâturage sont assez divers, leurs performances sont très semblables s'ils sont conduits au chargement optimal. Néanmoins, la pratique du pâturage tournant avec des temps de séjour de 3-4 à 10-12 jours par parcelle pendant que les autres parcelles repoussent permet d'accumuler de l'herbe et ainsi de mieux gérer les variations de croissance de l'herbe. Les associations graminées - légumineuses, notamment ray-grass anglais tardif - trèfle blanc (AFPF, 1983 ; EDE de Bretagne et ITEB, 1987 ; HUMPHREYS et LAWLESS, 2006), tout comme les prairies multispécifiques (AFPF, 2008) ont largement démontré leurs atouts tant en termes de productivité annuelle, de répartition de la production, de valeur alimentaire et de souplesse de conduite.

Malgré ses atouts connus et reconnus, la gestion du pâturage et des systèmes pâturés rebute toujours la majorité des éleveurs. Les enquêtes de motivations ou plutôt de démotivations révèlent systématiquement un panel de difficultés et d'insatisfactions (MICHAUD *et al.*, 2008 ; RUBIN et BELDAME, travaux en cours). Parmi ces difficultés souvent évoquées, l'incapacité à prévoir la croissance de l'herbe reste l'écueil majeur à l'anticipation, qui constitue pourtant une des clefs de la réussite. L'instabilité des performances laitières, la fréquente mais nécessaire remise en cause des décisions, l'incertitude liée au climat sont autant de raisons évoquées pour justifier, de la part des éleveurs comme des conseillers d'élevage, une confiance limitée dans ce système d'alimentation. Finalement, ces enquêtes d'opinion révèlent le rôle essentiel de la volonté de l'éleveur dans le développement et le succès de ces systèmes. Pour réussir à produire du lait avec de l'herbe pâturée, l'éleveur doit d'abord le vouloir.

3.3. Adapter la conduite des troupeaux pour valoriser plus de fourrages

La question du type de vaches adapté à la production de lait à partir des fourrages se pose depuis plusieurs années et n'a pas encore trouvé une réponse unique, acceptable et définitive. Faut-il choisir des vaches à haut potentiel (> 9 000 kg de lait) ou des races plus mixtes (PEYRAUD *et al.*, 2008) ? Faut-il préférer des animaux de petit format, plus légers, ou de grand gabarit et plus lourds (STEIGER-BURGOS *et al.*, 2007 ; THOMET et KUNZ, 2008) ? La réponse est d'autant moins simple et univoque que les pratiques d'élevage vont aussi permettre d'adapter la conduite des animaux et du troupeau aux objectifs de production. Mais là aussi des questions demeurent. Faut-il des vêlages groupés ou répartis sur toute l'année ? Quelle mobilisation corporelle est tolérable en début de lactation ? Face à des disponibilités alimentaires restreintes, comment limiter l'expression du potentiel pour limiter cette mobilisation ?

La vache à haut potentiel, notamment de race Holstein, n'est pas incompatible avec une alimentation à base de fourrages et peu de concentrés (BRUNSCHWIG *et al.*, 2001). En effet, pour une même race, ces animaux à fort index « Lait » ont souvent une capacité d'ingestion élevée associée souvent à un plus grand format. La mamelle a aussi une meilleure capacité à « réagir » à une amélioration des apports nutritifs suite à une période alimentaire défavorable. Ainsi, même avec des apports limités en concentrés, ces vaches restent celles qui produisent le plus de lait (DELABY *et al.*, 2009 ; Tableau 7) tant au pâturage qu'avec les fourrages conservés équilibrés.

Mais ces vaches sont aussi celles qui mobilisent le plus et le plus longtemps leurs réserves corporelles. En effet, chez ces animaux, l'écart entre les apports permis par les fourrages et les besoins associés au potentiel de la mamelle devient important et la régulation de la production par les apports n'est pas complète. Cet amaigrissement parfois excessif peut alors être dommageable aux autres fonctions biologiques telles que la reproduction, ce d'autant plus avec une conduite en vêlages groupés. L'éleveur doit donc adapter la conduite alimentaire afin de limiter les risques, notamment en début de lactation. Les pratiques visent le plus souvent à limiter l'expression du potentiel tout en cherchant à maximiser l'ingestion de fourrages.

TABLEAU 7 – Effet du potentiel laitier, évalué par l'index « Lait », et du niveau d'apports nutritifs sur la production, la composition du lait, le poids vif en fin de lactation et la perte d'état maximale chez les vaches de race Holstein (d'après les travaux conduits au Pin-au-Haras ; DELABY *et al.*, 2009).

Ration hivernale (Début de lactation - 100 j)	Ens. Maïs + 6 kg Conc.		Ens Herbe + 2 kg Conc.	
Pâturage (Milieu et fin de lactation - 200 j)	Herbe seule		Herbe seule	
Concentré (kg MS/vache)	775		390	
Index laitier ⁽¹⁾	1 593	2 364	1 580	2 303
Production de lait (kg/vache)	7 079	7 942	6 548	7 114
Taux butyreux (g/kg)	41,2	36,9	39,4	35,6
Taux protéique (g/kg)	32,4	31,2	30,9	29,5
Poids vif en fin de lactation (kg)	676	662	650	648
Perte d'état maximale (points)	-1,15	-1,30	-1,35	-1,55

(1) Index calculé selon un modèle spécifique élaboré pour le troupeau du Pin-au-Haras (LARROQUE *et al.*, comm. pers.)

Le 1^{er} levier concerne l'état corporel au vêlage, qui ne devrait pas dépasser la note de 2,5 à 3,0 (sur une échelle comprise entre 0 et 5). En effet, au delà de cette valeur, l'état d'engraissement a deux effets indésirables, à savoir qu'il favorise la mobilisation et limite l'appétit (FAVERDIN *et al.*, 2007). Le 2^{ème} levier concerne la limitation du niveau d'apport PDI de la ration. Ce levier est plus facile à actionner sur des rations à base d'ensilage de maïs qu'au pâturage. Il permet en plus de réduire les apports de tourteaux de soja. Mais les effets peuvent s'avérer contraires aux résultats attendus car un trop faible niveau d'apports PDI/UFL limite les quantités volontairement ingérées (FAVERDIN *et al.*, 2003). Un seuil minimum de 95 g de PDI/UFL semble être un bon compromis. Le 3^{ème} levier concerne la mamelle et le contrôle de sa capacité de synthèse. Le tarissement court, inférieur ou égal à un mois, et la mono-traite sont les deux techniques qui limitent la production laitière. Certaines de ces pratiques présentent l'avantage de ne pas altérer la capacité de synthèse de la mamelle, de sorte que l'animal peut toujours exprimer son potentiel lorsque, en milieu de lactation, l'adéquation entre apports par les fourrages et besoins est retrouvée.

Face aux limites des Holstein, le choix de races mixtes (Normande, Montbéliarde, Brune des Alpes, Pie Rouge de l'Est ou des Plaines), plus équilibrées, avec des performances de reproduction moins dégradées, des teneurs en matières grasses et protéiques du lait plus favorables, semble plus cohérent pour produire du lait à partir des fourrages. En effet, le rapport entre la capacité d'ingestion et les besoins alimentaires de ces animaux est plus en phase avec la valeur alimentaire des fourrages. Leur réactivité en terme de production laitière est aussi moins forte, ce qui peut être perçu comme un atout dans des systèmes où la disponibilité en fourrages de qualité n'est pas toujours garantie. A l'inverse, ces vaches à deux fins sont présentées comme moins efficaces pour la production de lait, du fait de leur difficulté à maintenir leur lactation et leur propension à l'engraissement en fin de lactation. Dans ces systèmes alimentaires à base de fourrages, il faut souvent 2 vaches de race mixte pour produire 10 000 kg de lait. A même quota et pour un même système de production, l'effectif du troupeau est donc plus important, ce qui augmente la surface fourragère nécessaire et l'ensemble des charges opérationnelles d'élevage, dont les coûts alimentaires (DELABY et PAVIE, 2008). De plus, ces races sont souvent plus tardives que les vaches de race Holstein, ce qui oblige aussi à retarder l'âge au 1^{er} vêlage et augmente les besoins totaux en fourrages. A l'inverse, leur meilleure fertilité globale (+10 à +15% de réussite en 1^{ère} IA et de taux de gestation - BARBAT *et al.*, 2005 ; DELABY *et al.*, 2009) permet de limiter le taux de réforme pour infertilité, d'augmenter l'âge moyen du troupeau et de bénéficier pleinement de la longévité et du potentiel de vaches adultes maximal en 4-5^{ème} lactation. Enfin, ces races permettent également une bonne valorisation du produit « viande » grâce à des poids de carcasse plus élevés et des prix de produits plus élevés.

Le débat n'est pas clos, exige une approche globale et ne peut donc se résumer au choix d'une race. Au delà du type de vaches, il importe de mettre en cohérence la structure de l'exploitation, le système fourrager et les objectifs et goûts de l'éleveur.

3.4. Se donner les moyens de réussir

Depuis plus de 15 ans, de nombreux travaux de recherche, de nombreux congrès, notamment sous l'égide de l'AFPF, ont eu pour objectif de mieux valoriser les fourrages et d'augmenter la part de ces fourrages dans l'alimentation des vaches laitières. Des références ont été acquises, des outils ont été développés et diffusés, des guides pratiques, des méthodes d'analyse de cohérence ont été publiés afin de permettre aux ingénieurs de développement, aux conseillers d'élevage, aux éleveurs de mieux exprimer le potentiel des fourrages de l'exploitation. L'approche globale au travers des critères « Lait/ha SAU » et « Surface accessible » (Chambre d'Agriculture et EDE de Bretagne, 1999 et 2004) permet déjà de situer les possibles, les atouts de l'exploitation. Puis, l'analyse de cohérence grâce à des outils tel celui proposé en Normandie (Prairiales de Normandie, 2005) permet de choisir entre les voies « animal », « fourrages » ou « surface » et d'agir en cohérence avec ses choix. Enfin, la participation à des groupes d'échanges entre éleveurs permet souvent de conforter les décisions et valider les orientations du système.

En effet, choisir la voie « fourrages », c'est surtout accepter de ne pas être au maximum du potentiel des vaches et des surfaces, notamment pour sécuriser le système et réduire la dépendance. Ce qui n'empêche pas, au contraire, d'être au maximum du possible en matière de lait autonome par hectare de fourrages. C'est aussi apprendre à s'adapter aux changements de contexte aussi bien pédoclimatique qu'économique pour optimiser l'efficacité du système. Ainsi, l'augmentation des droits à produire par la probable suppression des quotas se traduira dans ces élevages dont la production laitière repose sur les fourrages par une augmentation du chargement, notamment durant la saison de pâturage. Ce afin de toujours mieux valoriser les fourrages de l'exploitation.

Conclusion

Demain, les systèmes laitiers de plaine resteront vraisemblablement basés sur le duo maïs ensilé / herbe pâturée tandis qu'en zone de montagne, l'herbe sous toutes ses formes restera dominante (PEYRAUD *et al.*, 2008). Les choix politiques à venir en matière de répartition de la production entre bassins laitiers, en matière d'attribution des aides sur des critères environnementaux autour de la biodiversité, des paysages, de la réduction des impacts négatifs orienteront certainement la place des différents fourrages et leur rôle dans les systèmes laitiers. Les fourrages, et notamment les prairies, associés aux vaches laitières ont des arguments solides à faire valoir pour produire du lait, du beurre et des fromages.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des personnes sollicitées lors de la rédaction de cet article, et notamment P.E. BELOT, D. POURCHET, B. HORAN, E. KENNEDY, P. DILLON, G. LOSQ, G. TROU.

Références bibliographiques

- ADAGE 35 (2004) "La rentabilité est dans le pré", Rennes, France, 16 pages.
- AFPF (1983) "Intérêt du trèfle blanc", *Fourrages*, Ed AFPF, Versailles, 230 pages.
- AFPF (2008) "Prairies multispécifiques – Valeurs agronomique et environnementale", Actes des journées de l'AFPF, 27-28 mars, Paris, France, 209 pages.
- ALARD V., BERANGER C., JOURNET M. (2002) "A la recherche d'une agriculture durable", Coll. Espaces ruraux, INRA, Paris, France, 340 pages.
- BARBAT A., DRUET T., BONAITI B., GUILLAUME F., COLLEAU J.J., BOICHARD D. (2005) "Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises", *Rencontre Recherches Ruminants*, 12, 137-140.
- BAUMONT R., AUFRERE J., MESCHY F. (2009) "La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation", cet ouvrage.
- BERRY D.P., SHALLOO L., CROMIE A.R., VEERKAMP R.F., DILLON P., AMER P.R., KEARNEY J.F., EVANS R.D., WICKHAM B. (2007) "The economic breeding index: a generation on". *Technical report to the Irish Cattle Breeding Federation*, Bandon, Cork, Irlande, 50 pages.
- BERTRAND J.P., LAURENT C., LECLERCQ V., 1984. Le monde du soja. Edts La Découverte, Paris, 120p.
- BODET J.M., HACALA S., AUBERT C., TEXIER C (2001) "Fertiliser avec les engrais de ferme", Institut de l'Élevage, ITAVI, ITCF et ITP, Paris, France, 100 pages.
- BRET J.J., CASSEZ M., POURCHET D., BELOT P.E., FATET P. (2007) "Des stratégies pour l'autonomie en protéines", Dossier réalisé par le CIGC, les Contrôles Laitiers Ain-Doubs-Jura et les Réseaux d'Élevage de Franche Comté, 10 pages.
- BROCARD V., DELABY L., SEURET J.M., PHILIPPS T. (2008) "Les systèmes fourragers du nord-ouest de l'Europe : de l'herbe pâturée pour produire du lait", *Fourrages*, 196, 425-446.
- BRUNSCHWIG P., VÉRON J., PERROT C., FAVERDIN P., DELABY L., SEEGERS H. (2001). "Étude technique et économique de systèmes laitiers herbagers en Pays de Loire", *Rencontre Recherches Ruminants*, 8, 237-244.
- CAPITAIN M., FARRUGGIA A., PACCARD P. (2003) "Vers une amélioration de l'autonomie en protéines des élevages bovins laitiers et aspects environnementaux", *Fourrages*, 174, 259-269.
- CARAMEL L. (2008) "La montée en puissance des agrocarburants risque d'exacerber les pénuries alimentaires", *Environnements & Sciences, Le Monde*, 13 mars, 7.
- Chambres d'Agriculture et EDE de Bretagne (1998) "Systèmes laitiers demain", *Guide pratique de l'éleveur*, 66 pages.
- Chambres d'Agriculture et EDE de Bretagne (2004) "Optimiser l'alimentation et la conduite", *Guide pratique de l'éleveur laitier*, 66 pages.
- DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R. (1999) "Production des vaches laitières au pâturage sans apport de concentré", *Rencontre Recherches Ruminants*, 6, 123-126.
- DELABY L., PAVIE J. (2008) "Impacts de la stratégie d'alimentation et du système fourrager sur les performances économiques de l'élevage laitier dans un contexte de prix instables", *Rencontre Recherches Ruminants*, 15, 135-138.
- DELABY L., PECCATTE J.R. (2008) "Valeur alimentaire de foins ventilés issus de prairies multispécifiques", *Fourrages*, 195, 354-356.
- DELABY L., FAVERDIN P., MICHEL G., DISENHAUS C., PEYRAUD J.L. (2009) "Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows", *Animal*, accepté pour publication.
- DELAGARDE R. (2009) "Outils et indicateurs pour calculer et concilier ingestion des vaches laitières et valorisation de l'herbe au pâturage, cet ouvrage.
- DELAGARDE R., PEREZ-RAMIREZ E., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2008) "Adaptation comportementale et ingestion des vaches soumises à une restriction du temps d'accès journalier au pâturage", *Rencontre Recherches Ruminants*, 15, 323-326.
- DILLON P., CROSSE S., O'BRIEN B., MAYES R.W. (2002) "The effect of forage type and level of concentrate supplementation on the performance of spring-calving dairy cows in early lactation", *Grass and Forage Science*, 57, 212-223.
- DILLON P., MACDONALD K., HOLMES C.W., LOPEZ-VILLALOBOS N., BUCKLEY F., HORAN B., BERRY D.P. (2007) "Cow genetics for temperate grazing systems", in *Meeting the challenge for pasture-based dairying*, Conference proceedings of the Australasian Dairy Science Symposium, 18-20 September., Melbourne, Australie, 152-184.
- DRONE Y (2003a) "Avenir du secteur de l'alimentation animale en relation avec les filières végétales", *INRA, Productions Animales*, 16(5), 333-340.

- DRONE Y (2003b) "L'approvisionnement en protéines de la France dans son contexte européen et mondial", *Fourrages*, 174, 107-128.
- EDE de Bretagne, ITEB (1987) "Des prairies riches en trèfle blanc. Pourquoi ? Comment ? ", Ed ITEB, Paris, France, 32 pages.
- EMILE J.C., AL RIFAI M., LE ROY P., JACOB DIAS F., RUBIN B. (2007) "Des stocks fourragers pour économiser l'eau dans les systèmes fourragers laitiers de Poitou-Charentes", Actes des journées de l'AFPF, 27-28 mars, Paris, France, 192-193.
- ESPINASSE R. (2006) "Un million de litres de lait produit à l'herbe", *Cap Elevage*, 10, 22-23.
- FAIDHERBE L., HASNAOUI N., DEBORDE I., MORINEAU J., LUSSON J.M. (2007) "Pistes d'adaptations à la sécheresse des systèmes d'élevage bovin économes basés sur le pâturage, ", *Fourrages*, 191, 297-310.
- FAVERDIN P., M'HAMED D., RICO-GOMEZ M., VERITE R. (2003), "La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière", *INRA Productions Animales*, 16(1), 27-37.
- FAVERDIN P., DELABY L., DELAGARDE R (2007). "L'ingestion d'aliments par les vaches laitières et sa prévision au cours de la lactation", *INRA Productions Animales*, 20(2), 151-162.
- FAVERDIN P., DELAGARDE R., DELABY L., MESCHY F. (2007) "Alimentation des vaches laitières", *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Ed. QUAE, Versailles, France, 23-55.
- GOMAS A.L., LAURENT M., RUBIN B (2008) "Alternatives au maïs ensilage : freins et perspectives dans les élevages laitiers du sud des Deux-Sèvres", *Fourrages*, 196, 490-494.
- GRASSET M.(1997) "Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. II Aspects technico-économiques et exemples en Bretagne", *Fourrages*, 150, 137-146.
- Groupe « Prairies » Des Pays De Loire (2008) "L'herbe d'automne, un fourrage à valoriser par les troupeaux laitiers", 4 pages.
- HORAN B., MEE J.F., RATH M., O'CONNOR P., DILLON P. (2004) "The effect of strain of Holstein-Friesian cow and feeding system on reproductive performance in seasonal-calving milk production systems", *Animal Science*, 79, 453-467.
- HORAN B., DILLON P., FAVERDIN P., DELABY L., BUCKLEY F., RATH M. (2005) "The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed systems on milk yield, body weight and body condition score", *Journal of Dairy Science*, 88, 1231-1243.
- HUMPHREYS J., LAWLESS A. (2006) "A guide to management of white clover in grassland", Moorepark Dairy Research Update, Series N°3, Teagasc, Irlande, 156 pages.
- INRA (2007) "Alimentation des bovins, ovins et caprins", Ed QUAE, Versailles, France, 308 pages.
- Institut de l'Elevage (2008) "Sécher du foin en grange, pour récolter le meilleur de l'herbe", Coll. Document, Caen, France, 8 pages.
- JOURNET M. (1981) "Les contraintes alimentaires des vaches à haut potentiel de production", dans *La production laitière française – Evolution récente et perspectives*, INRA Publ., Versailles, France, 283-290.
- KENNEDY J., DILLON P., FAVERDIN P., DELABY L., BUCKLEY F., RATH M. (2002) "The influence of cow genetic merit for milk production on response to level of concentrate supplementtaion in a grass-based system", *Animal Science*, 75, 433-445.
- KENNEDY J., DILLON P., O'SULLIVAN K., BUCKLEY F., RATH M. (2003) "The effect of genetic merit for milk production and concentrate level on the reproductive performance of Holstein-Friesian cows in a grass-based system, *Animal Science*, 76, 297-308.
- KENNEDY E., O'DONOVAN M., MURPHY J.P., DELABY L., O'MARA F. (2005) "Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring-calving dairy cows in early spring on performance during lactation", *Grass and Forage Science*, 60, 310-318.
- KENNEDY E., HENNESSY D., O'DONOVAN M. (2007a) "Achieving a 300-day grazing season", *Moorepark 07 Irish dairying – Winning on a world stage*, Open Day, 21 june; Teagasc, Irlande, 24-28.
- KENNEDY E., O'DONOVAN M., O'MARA F., MURPHY J.P., DELABY L. (2007b) "The effect of early-lactation feeding strategy on the lactation performance of spring-calving dairy cow", *Journal of Dairy Science*, 0, 3060-3070.
- LE GALL A., GRASSET M., HUBERT F 1997. "La prairie dans les régions de l'Arc atlantique. I Place dans les systèmes fourragers et enjeux", *Fourrages*, 152, 445-459.
- LE GALL A., FAVERDIN P., THOMET P., VERITE R. (2001) "Le pâturage en Nouvelle Zélande: des idées pour les régions arrosées d'Europe", *Fourrages*, 166, 137-164.
- LEMAIRE G. (2007) "Les sécheresses passées et à venir : quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers ?", *Fourrages*, 190, 163-180.
- LORGEOU J., PELLETIER P., BATTEGAY S. (2007) "Adaptations à la sécheresse par les choix techniques de conduite des cultures pour les prairies et le maïs", *Fourrages*, 190, 207-222.

- LOSQ G., PORTIER B., TROU G., HERISSET R., BROCARD V., GOMINARD C (2005) "Pratiques et résultats de 2 groupes d'exploitation laitières bretonnes économes en concentrés", *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 217-220.
- MICHAUD A., HAVET A., MATHIEU A. (2008) "Reverting to grazing : farmer's conceptions", *Biodiversity and animal feed*, Proc. of the 22th general meeting of EGF, Vol. 13, 9-12 June, Uppsala, Sweden, 828-830
- O'DONOVAN M., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2004) "Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cows performance", *Animal Research*, 53, 489-502.
- O'DONOVAN M., KENNEDY E. (2007) "Maximising dairy cow performance from grazed grass", *Moorepark 07 Irish dairying – Winning on a world stage*, Open Day, 21 June; Teagasc, Irlande, 29-35.
- PEYRAUD J.L., DELABY L. (2005) "Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitières : enjeux et outils", *INRA Productions Animales*, 18(4), 231-240.
- PEYRAUD J.L., LE GALL A., DELABY L., FAVERDIN P., BRUNSCHWIG P., CAILLAUD D. (2008) "Quels systèmes fourragers et quels types de vaches laitières demain ? ", *Diversité des systèmes fourragers de l'Europe laitière*, Actes de la journée de l'AFPF, 16 octobre, Paris, France, 103-119.
- PFLIMLIN A. (1992) "Nouveaux concepts pour l'analyse et la gestion des systèmes d'élevage et des systèmes fourragers extensifs", *L'extensification en production fourragère*, CR des journées de l'AFPF, Paris, France, 23-32.
- POLY J. (1978) "Pour une agriculture plus économe et plus autonome", Rapport INRA, Paris, France, 70 pages
- PORTIER B., BROCARD V., LE MEUR D., LOPEZ C (2003) "Effets du niveau de complémentation sur les performances et le coût alimentaire des vaches laitières", *Rencontres Recherches Ruminants*, 10, 361-368.
- POTTIER E., DELABY L., AGABRIEL J. (2007) "Adaptations de la conduite des troupeaux bovins et ovins aux risques de sécheresse", *Fourrages*, 191, 267-284.
- Prairiales De Normandie (2005) "Cohérence fourragère dans les élevages laitiers bas normands", *Guide du diagnostic du système fourrager*, 52 pages.
- Réseau Agriculture Durable (2001) "Construire et conduire un système herbager économe", Rennes, France, 60 pages.
- Réseaux d'Élevage (2008) "Les systèmes bovins laitiers en France", Coll. Synthèse, Ed Institut de l'Élevage, Paris, France, 32 pages.
- Réseaux d'Élevage (2009) "Revenus 2008 des exploitations d'élevage bovins lait", Coll. Résultats annuels, Ed Institut de l'Élevage, Paris, France, 24 pages.
- ROGER F. (2006), "Ration hivernale en agrobiologie. Objectif : équilibrer des fourrages de qualité", *Cap Elevage*, 2, 7.
- SEURET J.M. (2008) "Peu d'équipement pour produire 1,7 million de litres de lait à l'herbe", *Cap Elevage*, 24, 27-29.
- SNIA (2008) : <http://www.nutritionanimale.org>
- STEIGER BURGOS M., PETERMANN R., HOFSTETTER P., THOMET P., KOHLER S., MUENGER A., BLUM J.W., MENZI H., KUNZ P. (2007) "Quel type de vache laitière pour produire du lait au pâturage ?", *Revue suisse d'agriculture*, 39(3), 123-128.
- THOMET P., KUNZ P., 2008. "What type of cow do we need for grassland based milk production ?", *Biodiversity and animal feed*, Proc. 22th meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden, Vol. 13, 864-866.
- TUQUOI J.P., CAMEL L., CLAVREUL L., KEMPF H (2008) "La production agricole augmente, mais moins vite que la demande", *Le Monde*, 13 avril, 4.