

Influence de la composition floristique des prairies permanentes normandes sur les caractéristiques des laits crus dérivés

H. Guichard¹, D. Leconte², B. Picoche¹,
J. Pagès³, J.-C. Simon^{4*}

Divers travaux, notamment en montagne, ont pu mettre en évidence les relations existant entre la composition floristique des prairies et la typicité des produits laitiers dérivés comme les fromages. Qu'en est-il de l'effet des prairies de plaine, par exemple en Normandie, sur la qualité du lait ?

RÉSUMÉ

L'étude menée en Basse-Normandie montre qu'il existe des relations fortes entre la nature de la végétation prairiale et certaines caractéristiques des laits dérivés, évaluées par analyse sensorielle, olfactométrique ou chimique. La végétation diversifiée des prairies, en particulier certaines plantes aromatiques, est à l'origine de laits présentant des spécificités (composition en acides gras et en terpènes). Certains de ces terpènes pourraient servir de traceur de l'origine géographique des laits. Mais cette étude ne met pas en évidence de lien entre diversité de la végétation prairiale et caractéristiques sensorielles des laits dérivés, vraisemblablement en raison de la faible amplitude de variation en plaine des descripteurs utilisés et du fait que le lait est un produit difficile à déguster.

* avec le concours des Chambres départementales d'Agriculture de Basse-Normandie

MOTS CLÉS

Biodiversité, composition chimique, lait, Normandie, pâturage, prairie permanente, prairie temporaire, qualité du lait, qualité organoleptique, végétation.

KEY-WORDS

Biodiversity, chemical composition, grazing, ley, milk, milk quality, Normandy, organoleptic quality, permanent pasture, vegetation.

AUTEURS

1 : ADRIA Normandie, F-14310 Villers-Bocage

2 : INRA, Domaine du Vieux Pin, F-61310 Le Pin-au-Haras

3 : AGROPOLE, 43, route de St Brieuc, F-35042 Rennes cedex

4 : UMR EVA, INRA-UCBN, Université de Caen, F-14032 Caen cedex ;

jean-claude.simon@unicaen.fr

Introduction

Les produits liés à un terroir connaissent aujourd'hui un réel succès auprès de consommateurs de plus en plus exigeants et en quête d'authenticité et de typicité des produits. Dans cette optique et pour asseoir sur des bases scientifiques cette notion de lien au terroir, de nombreux travaux ont été entrepris essentiellement en Europe méridionale : France, Italie, Espagne, Portugal. Ces travaux concernent principalement les vins (MORLAT *et al.*, 1983 ; JACQUET *et al.*, 1995) et les produits laitiers comme les fromages (MONNET *et al.*, 1996 ; COULON *et al.*, 1996 ; COULON, 1997 ; MARTIN et COULON 1995 ; MARTIN *et al.*, 2005 ; COULON *et al.*, 2005). Pour ces produits, l'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) est la distinction la plus prestigieuse. Un produit AOC est caractérisé par son terroir d'origine, défini comme la résultante d'un certain nombre de facteurs en combinaison étroite entre eux (SALETTE *et al.*, 1995). De nombreux travaux, notamment sur la vigne, ont montré que cette réponse à travers le vin était forte et reproductible dans chacun de ces "terroirs" élémentaires. Des approches similaires ont été effectuées sur les fromages (COULON *et al.*, 1998 ; DORIOZ *et al.*, 2000 ; MONNET, 1997...). Dans le cas des produits laitiers, une aire correspondant à une "appellation d'origine" peut être considérée comme constituée par des "unités agropédologiques prairiales" homogènes (MONNET *et al.*, 1996). Ces unités de base correspondent à des territoires d'extension géographique variable, définis par leurs composantes physiques, associées à des végétations prairiales spécifiques exploitées par des races laitières définies. Diversité floristique prairiale et choix des animaux et de leur mode de conduite laitière sont respectivement sous l'influence des pratiques phytotechniques et zootechniques de l'éleveur. Dans le cas du fromage, les facteurs précédents sont en interaction avec les facteurs d'intervention inhérents à l'élaboration et à l'affinage de ce dernier (SALETTE *et al.*, 1998 ; JACQUET *et al.*, 1995).

De nombreux travaux ont mis en évidence les relations existant entre la composition floristique des prairies et la typicité des produits laitiers dérivés comme les fromages (COULON, 1997 ; MONNET, 1997 ; MARTIN *et al.*, 2005 ; COULON *et al.*, 2005). Ces études montrent que l'alimentation des vaches est susceptible de modifier les caractéristiques sensorielles des laits (DUBRÈUCQ *et al.*, 2002), leur composition en acides gras (COLLOMB *et al.*, 2002) ainsi qu'en terpènes (BUGAUD *et al.*, 2002). Ces travaux ont été réalisés pour la plupart en zone de montagne où la composition floristique des zones pâturées (alpages, parcours...) est très diversifiée. En revanche, peu de travaux ont été réalisés en zone de plaine où la diversité floristique des prairies est moindre. Une synthèse récente des analyses floristiques réalisées sur les prairies permanentes de la région Basse-Normandie (2 500 relevés) a cependant mis en évidence une assez grande diversité des communautés végétales prairiales (DIQUELOU *et al.*, 2003). Ainsi, 45 communautés végétales ont pu être identifiées. Elles couvrent 612 espèces prairiales dont 61 espèces de graminées, 45 de légumineuses et 506 espèces diverses. Cette diversité masque cependant l'existence d'un "fonds prairial" (VIVIER, 1971) qui correspond à un ensemble d'espèces communes aux prairies normandes, mais dont la hiérarchie

varie fortement d'une région à l'autre. **Dans le contexte de ces prairies de plaine**, la question est de **savoir s'il existe des relations entre la nature de la végétation prairiale et les caractéristiques des produits laitiers, comme cela a été montré en zone de montagne.**

Pour répondre à cette question, une étude a été mise en chantier en 2002. L'objectif finalisé de ce travail est de soutenir les produits laitiers d'origine normande (laits, crèmes, beurres et fromages) et de répondre à l'enjeu économique et social qu'ils représentent. Rappelons que la Basse-Normandie compte 5 AOC laitières dont 3 fromagères. Les travaux présentés ci-après se sont limités à rechercher s'il existait, dans la gamme de variation floristique des prairies permanentes de Basse-Normandie pâturées par des laitières, d'éventuelles relations entre ces compositions floristiques variées et les caractéristiques des laits (et crèmes) dérivés...

Matériel et méthodes

L'approche des liens éventuels entre les caractéristiques floristiques des prairies et la qualité des laits dérivés a été effectuée sur un ensemble de prairies localisées dans des fermes situées dans trois des grands bassins de production laitière de Basse-Normandie : le Pays d'Auge, le Bessin-Cotentin et le Bocage ornais.

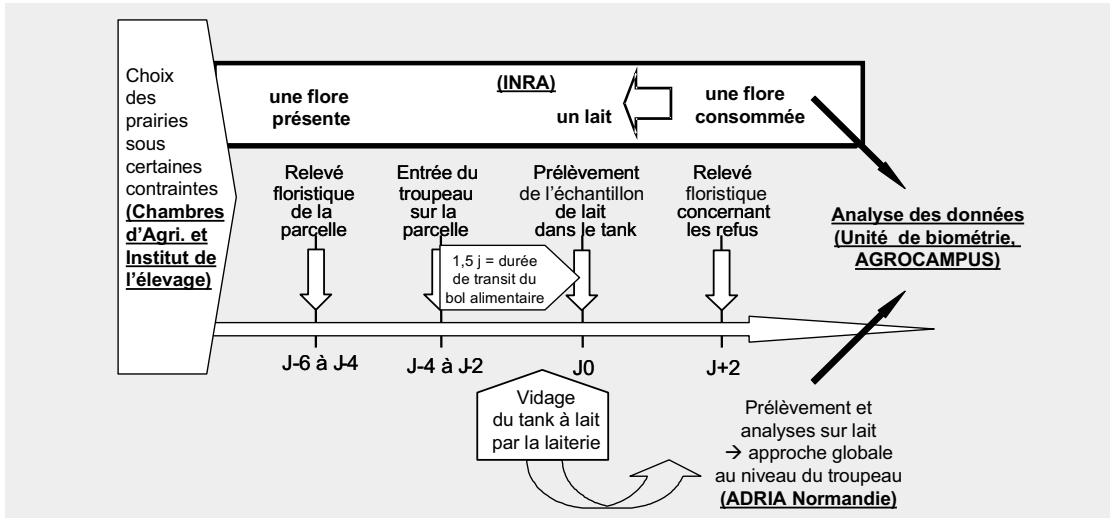
La mise en relation de la qualité du lait avec la composition floristique de la ration ingérée nécessite de **respecter un certain nombre de contraintes à caractère zootechnique** de façon à bien dissocier l'impact de la ration de celui des autres paramètres, la variabilité de composition du lait étant également influencée par l'animal : race laitière, numéro de lactation, stade de lactation. Il a donc été nécessaire de prendre toutes les précautions pour qu'un lait analysé présente des caractéristiques essentiellement liées à la végétation prairiale "cible" choisie, et consommée par le troupeau. Par ailleurs, cette étude a nécessité de faire appel à **des compétences très diversifiées** et a imposé une coordination du travail des équipes avec la répartition des tâches suivante (figure 1) :

- Chambres départementales d'Agriculture et Institut de l'Élevage : recherche des prairies cibles, caractérisation des systèmes d'exploitation des fermes herbagères retenues et recueil des informations de base inhérentes aux troupeaux et aux prairies ;

- INRA : description de la végétation prairiale des prairies pâturées retenues ; abondance relative des différentes espèces, contributions pondérales de celles-ci à la biomasse offerte au troupeau, espèces non consommées ;

- ADRIA Normandie (avec les relais analytiques auprès des laboratoires spécialisés pour certaines déterminations, comme les terpènes) : détermination de descripteurs physico-chimiques, aromatiques, organoleptiques et sensoriels des laits dérivés ;

- Unité de Biométrie de l'Agrocampus de Rennes : recherche des liens éventuels entre les végétations prairiales et les paramètres précédents, par analyse multifactorielle.



■ Les sites d'étude

Le choix des prairies devait concilier des exigences agronomiques (niveau d'intensification, type de prairie...), zootechniques (80% du troupeau en Normandie, même stade de lactation, date de pâturage...) et floristiques (en particulier, la gamme de variation de la composition floristique devait couvrir au mieux celle des prairies pâturées par des vaches laitières dans la région). En 2003, année de réalisation de l'étude, **18 sites** ont été retenus (une prairie par exploitation), à raison de 6 dans chacune des 3 régions cibles. Les principales caractéristiques des parcelles, de leur conduite et des troupeaux sont présentées dans le tableau 1.

FIGURE 1 : Chronologie des actions relatives aux analyses floristiques, au pâturage des animaux et au prélèvement de l'échantillon de lait.

FIGURE 1 : Time-table of all operations relative to the botanical analyses, grazings by the stock, and samplings of the milk.

Parcelle	Exploitation	Type de prairie	Niveau* des intrants	Effectif du troupeau	% Race normande
Bocage ornais					
1	Saire-la-Verrerie	temporaire	élevé	39	100
2	Sainte Opportune	RGA	faible	29	100
3	La Coulonche	permanente	modéré	53	100
4	Sainte Honorine	permanente	biologique	16	100
5	Athis-de-l'Orne	permanente	biologique	35	100
6	La Carneille	permanente	biologique	50	100
Bessin Cotentin					
7	Pont-Hébert	temporaire	élevé	56	100
8	Englesqueville	RGA	faible	29	100
9	Saint Sauveur le V.	permanente	biologique	42	100
10	Le Theil	permanente	faible	34	100
11	Méautis	permanente	biologique	41	100
12	Tribehou	permanente	faible	103	84
Pays d'Auge					
13	Saint Pierre sur D.	temporaire	élevé	50	90
14	Castillon en A.	RGA	faible	40	98
15	Criqueville en A.	permanente	faible	39	100
16	Livarot	permanente	faible	34	100
17	Le Mesnil Durand	permanente	faible	44	80
18	Saint Georges en A.	permanente	modéré	40	98

* concerne la fertilisation azotée : faible et agriculture biologique (# 0 kg N/ha), modérée (< 50 kg N/ha), élevée (>50 kg N/ha)

TABLEAU 1 : Caractéristiques générales des 18 sites suivis en 2003.

TABLE 1 : General characteristics of the 18 sites surveyed in 2003.

■ Analyses botaniques

Les analyses botaniques ont été réalisées sur des placettes de 1 m², à raison de 10 à 16 répétitions selon la complexité de la végétation prairiale rencontrée sur chaque parcelle. Le choix du nombre de placettes s'appuie sur les travaux de VIVIER (1971). Ces placettes sont réparties sur un circuit variable en fonction de la topographie de la parcelle (médiannes, diagonales...). Chaque placette est matérialisée par quatre jalons qui restent en place jusqu'à la fin du pâturage pour estimer les espèces consommées et refusées à l'intérieur du cadre.

Les placettes ont une double finalité : d'une part la détermination de la **composition botanique**, d'autre part l'estimation de la production et des caractéristiques physico-chimiques du fourrage ingéré.

L'intérieur du cadre permet de noter les espèces présentes et de leur attribuer une note visuelle d'abondance sur 10 par tranche de 0,1 (présence), en fonction de la biomasse spécifique. Bien que partiellement broutées, les espèces répertoriées à l'intérieur du cadre sont facilement repérées en fin de pâturage pour noter leur ingestion ou non par l'animal. L'extérieur du cadre (4 mètres linéaires) est utilisé pour les prélèvements à la microtondeuse, d'une largeur de 10 cm, coupés à une hauteur variable, représentative de la hauteur résiduelle pressentie en fin de pâturage. La quantité récoltée correspond à la biomasse accessible aux animaux et non à la production totale.

Trois séries d'échantillons sont réalisées pour **estimer la production** et faire les **analyses chimiques**, mesurer la **teneur en terpènes** à partir d'un échantillon moyen, apprécier la **composition botanique pondérale** (G%) exprimée en % de la matière sèche (MS) à partir d'un échantillon moyen.

Les dates de pâturage sont fixées à partir du planning prévisionnel de pâturage pour exploiter une herbe de hauteur comprise entre 80 et 140 mm ; ce stade n'a pas été atteint dans trois exploitations (herbe très feuillue) et a été dépassé dans trois autres (herbe en fin de montaison - début d'épiaison).

■ Composition des laits dérivés

Nous ne développerons ici que très succinctement les méthodes utilisées pour caractériser les laits récoltés sur les 18 sites expérimentaux. En effet, compte tenu du nombre élevé (environ 300) de **paramètres déterminés**, on comprendra qu'il n'est pas possible de décrire ici chaque méthode de dosage. Elles sont classiques et ont été choisies en concertation avec les équipes de recherche les plus performantes dans ce domaine. Les principaux descripteurs déterminés concernent :

- les caractéristiques générales classiques des laits (TB, TP...);
- les compositions en acides gras des laits ;
- les compositions en terpènes des crèmes et des végétaux ;
- les compositions en composés volatils du lait ;
- les descripteurs sensoriels.

Les **profils en acides gras des laits** ont été effectués par chromatographie en phase gazeuse après estérification des acides gras en esters méthyliques d'après les normes NF ISO 14156 (extraction des lipides), NF ISO 5509 (méthylation), NF ISO 5508 (chromatographie). L'identification et l'analyse des terpènes se sont appuyées sur les méthodes décrites par VIALLO *et al.* (2000).

■ Evaluation sensorielle

Les évaluations sensorielles ont été réalisées dans une salle équipée de box par un jury de 15 personnes initiées. Ce jury a été spécifiquement entraîné sur les produits laitiers et a généré un vocabulaire adapté au cours de séances de sélection et d'adaptation. Une fiche de dégustation a ainsi été créée comportant **23 descripteurs** :

- odeurs : intensité globale, animale, foin, herbe, beurre, crème, rance, vanille, miel, vieux, lait frais ;
- arômes : intensité globale, animale, beurre, crème, rance, lait caillé, vanille, muscade, lait frais ;
- saveur : sucré ;
- texture : grasse ;
- couleur : blanche.

Pour chaque descripteur, les juges ont utilisé une échelle continue allant de 0 à 10. Chaque produit a été dégusté en double lors de 10 séances. Au cours des séances, les différents laits ont été présentés dans des gobelets blancs en lumière blanche.

■ Constitution du fichier de données

L'ensemble des données collectées par les différents partenaires a été concaténé en un fichier unique constitué de différents groupes de variables (en colonnes). Les individus (en lignes) correspondent aux 18 parcelles retenues pour l'étude. Le fichier ainsi obtenu comporte 18 lignes et plus de 600 colonnes. Il rassemble les groupes de variables suivants :

- les descripteurs généraux des parcelles (environ 200 colonnes) ;
- les données floristiques (B% et G%), pour les 99 espèces, les 29 familles botaniques et les cinq groupes de végétaux issus de la classification hiérarchique directe : ray-grass anglais, autres poacées, fabacées, diverses non aromatiques et diverses aromatiques consommées (200 colonnes) ;
- les caractéristiques générales des laits (TB, TP...) ;
- les compositions en terpènes des crèmes et des végétaux (± 60) ;
- les compositions en composés volatils du lait (± 100) ;
- les compositions en acides gras des laits ;
- les descripteurs sensoriels (23).

■ Choix des méthodes statistiques

Différentes méthodes statistiques permettent d'analyser des tableaux de données (quantitatives et qualitatives) : AFC, ACP, AFM... et de rechercher des liens éventuels entre variables. Parmi ces dernières, l'AFM (Analyse Factorielle Multivariées) a été plus particulièrement utilisée. Cette méthode d'analyse a été effectuée via le logiciel SPAD. Elle est particulièrement adaptée à l'approche des liens entre terroirs et typicité des produits comme en attestent les différents travaux développés par J. PAGES (1996) sur différents produits. Son intérêt réside dans le fait qu'elle permet d'analyser les incidences de différents groupes de descripteurs (tels la flore, les terpènes, les acides gras, les caractéristiques sensorielles...) sans que le résultat soit influencé par le nombre de descripteurs de chaque groupe. Ainsi, un groupe de 5 variables (comme par exemple les 5 classes de végétation prairiale rencontrée) n'y a pas moins de poids qu'un groupe de plus de 100 variables (comme par exemple celui des terpènes).

Résultats et discussion

1. Caractéristiques botaniques des parcelles prairiales retenues

Sur les 9 communautés végétales principales décrites par DIQUÉLOU *et al.* (2003), 4 sont présentes sur les 18 sites retenus. Les prairies pâturées mésophiles améliorées (*Lolium-cynosuretum*) sont les plus fréquentes : 10 parcelles sur les 15 en prairies permanentes. Cette association ray-grass anglais - crételle est la plus répandue en Basse-Normandie. Sous une même appartenance à une communauté végétale, la classification phytosociologique peut cacher une proportion très variable de plantes diverses. Il importait d'en tenir compte, l'animal n'étant pas sensible à la classification des phytosociologues mais à la contribution en masse des espèces consommées (G%). En effet, la plante caractéristique d'une communauté est parfois anecdotique en biomasse.

En se basant sur les contributions pondérales (G%), les prairies retenues ont pu être regroupées en 5 groupes botaniques très diversifiés, identifiés par une classification hiérarchique directe. La figure 2 permet de situer les 18 prairies de l'étude parmi ces 5 groupes :

- groupe 1 : prairies temporaires de ray-grass anglais (1 témoin par région) ;
- groupe 2 : prairies peu diversifiées, composées essentiellement de graminées ;
- groupe 3 : prairies peu diversifiées avec plantes diverses indésirables non consommées ;
- groupe 4 : prairies diversifiées avec beaucoup de plantes aromatiques consommées ;
- groupe 5 : prairies diversifiées avec beaucoup de légumineuses.

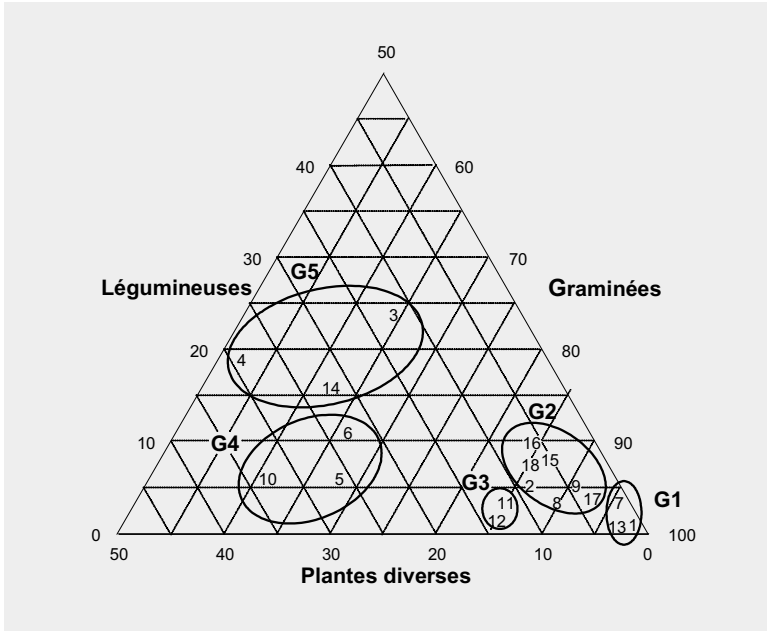


FIGURE 2 : Spectre floristique des 5 groupes de parcelles.

FIGURE 2 : Floristic spectrum of the 5 groups of pastures.

Les caractéristiques floristiques principales des 18 prairies, exprimées en contributions pondérales des espèces, en % de la matière sèche (G%) sont décrites dans le tableau 2.

Ces 18 parcelles couvrent en grande partie la variabilité des prairies pâturées par des vaches laitières en Basse-Normandie (et non la variabilité de l'ensemble des prairies de cette région, certaines n'étant jamais valorisées par des laitières), comme le corrobore une analyse faite ultérieurement en 2004 à partir d'un échantillon très important de parcelles.

La végétation prairiale des 18 parcelles est composée de 99 espèces dont 47 font partie de la liste des 60 les plus fréquemment rencontrées en Basse-Normandie (DIQUELOU *et al.*, 2003). Parmi ces dernières, on dénombre 17 espèces de graminées, 5 légumineuses et 25 plantes diverses.

Groupe de prairie	Graminées		Légumineuses Total	Plantes diverses		
	Total	dont ray-grass anglais		Total	dont plantes indésirables	dont plantes aromatiques
G1	97,7	97,1	1,5	0,3	0,2	0,0
G2	87,5	10,0	6,4	6,1	2,3	2,3
G3	84,7	6,9	3,6	11,7	10,7	0,0
G4	65,6	12,6	8,1	26,6	4,5	19,9
G5	58,8	5,2	20,3	21,2	7,0	12,2

TABLEAU 2 : Composition botanique "synthétique" (exprimée en G%) des 5 groupes de prairies.

TABLE 2 : 'Synthetic' botanical composition (expressed in G%) of the 5 groups of pastures.

2. Production prairiale accessible et consommation par les animaux

Le début de la saison 2003 s'est caractérisé par une période froide peu favorable à la production fourragère. Malgré une production moyenne utilisable correcte, de 1 280 kg MS par hectare, deux exploitations ont une production inférieure à 800 kg MS/ha. En revanche, la fin de la période des prélèvements a été marquée par des productions supérieures à 1 600 kg MS/ha avec, dans certains cas, des graminées en fin de montaison ou même en début d'épiaison. Les teneurs en matière sèche oscillent, à l'exception d'une prairie de marais, entre 17,0 et 23,6%. Ces teneurs élevées sont liées à la faible pluviométrie du printemps et à la pousse ralentie en conditions froides.

Lors des différents prélèvements de laits, les taux moyens d'utilisation (TU : hauteur défoliée exprimée en % de la hauteur d'herbe offerte) atteignent 31%, ce qui correspond à la moitié du temps de pâturage d'une parcelle. Ceci est nettement inférieur à 50%, taux au-delà duquel les risques de modifications de la composition du lait sont à craindre. Seule une exploitation dépasse cette valeur critique (avec 56%) à cause d'un pâturage à un stade avancé et d'une herbe couchée lors de la mesure de hauteur résiduelle. Ce taux ne représente donc pas la valeur réelle. Cependant, les taux d'utilisation sont légèrement minorés car les mesures de hauteur d'herbe offerte sont réalisées quelques jours avant l'introduction effective des animaux sur chaque parcelle. Néanmoins, on peut considérer que tous **les prélèvements ont été réalisés dans la fourchette optimale** quant à la biomasse d'herbe disponible qui est non limitante pour les animaux.

Les différentes observations basées sur une **grille de consommation** (1 : non consommé, 9 : bien consommé) permettent de mettre en évidence :

- des espèces refusées par les animaux (note entre 1,0 et 2,9) : reine des prés, ronce à fruits, menthe des champs, chardon des champs, bugle rampant ;

- des espèces peu consommées (note de 3,0 à 4,9) : gaillet croisettes, pulicaires ;

- des espèces moyennement consommées (note de 5,0 à 6,9) : laïches, potentille des oies, renoncules âcre et rampante, carotte sauvage, achillée millefeuille, grand boucage ;

- des espèces appréciées par les animaux (de 7,0 à 9,0) : graminées, centaurée noire, consoude officinale, géranium découpé, grande oseille, joncs, lysimaque, myosotis des champs, pâquerette vivace, plantain lancéolé, grande berce, liseron des champs, pissenlit officinal, prêle des champs, rumex, aigremoine, stellaire graminée, véronique petit chêne ;

- des comportements variables en fonction du stade végétatif : les graminées sont refusées dès la montaison (crételle en particulier) et les dicotylédones sont délaissées dès que la tige durcit.

3. Liens entre la nature de la végétation prairiale et la qualité des laits dérivés

Compte tenu du nombre très important de descripteurs des laits, leurs valeurs absolues ne seront pas présentées ici. Seuls les liens entre les types de végétation prairiale et ces différents descripteurs sont considérés.

■ Liens entre végétation prairiale et descripteurs sensoriels

L'objectif principal de l'étude étant d'appréhender les éventuels liens entre composition floristique des prairies et qualité des laits dérivés, il importait dans un premier temps de rechercher d'éventuels liens entre la nature de la végétation prairiale ingérée par le troupeau et les caractéristiques sensorielles des laits (dont l'odeur beurre, la couleur blanche, la texture grasse, l'arôme beurre, l'arôme crème...). Ces caractéristiques sont statistiquement différentes entre laits de différentes origines (tableau 3). Globalement, il apparaît que l'intensité de l'arôme est très fortement corrélée à celle de l'odeur (coefficient 0,79). Par ailleurs, la texture du lait est perçue d'autant plus grasse que le lait est jaune, ce qui est peut-être un biais lié au dégustateur qui associe vraisemblablement texture grasse et couleur jaune (coefficient - 0,74). Cette analyse met en évidence que **le lait est un produit difficile à déguster**. Néanmoins des différences sensibles apparaissent entre laits d'origines différentes. Les laits dérivant des prairies 3, 14 (groupe floristique G5) et 12 (groupe G3) sont les laits qui sont perçus comme les plus aromatiques. **Les laits "aromatiques" ne proviennent donc pas des seules prairies présentant une forte proportion pondérale de plantes diverses** (prairies 3 et 14), mais aussi d'une parcelle très riche en graminées (81% de graminées pour la parcelle 12). La parcelle 12 est pauvre en ray-grass anglais (2,5% en contribution pondérale) et présente une part non négligeable de joncacées et de cypéracées, plantes qui néanmoins ne sont pas classées comme aromatiques dans la bibliographie (MARIACA et al. 1997).

TABLEAU 3 : Caractéristiques sensorielles des laits des 5 groupes des prairies.

TABLE 3 : *Organoleptic characteristics of the milk from the 5 groups of pastures.*

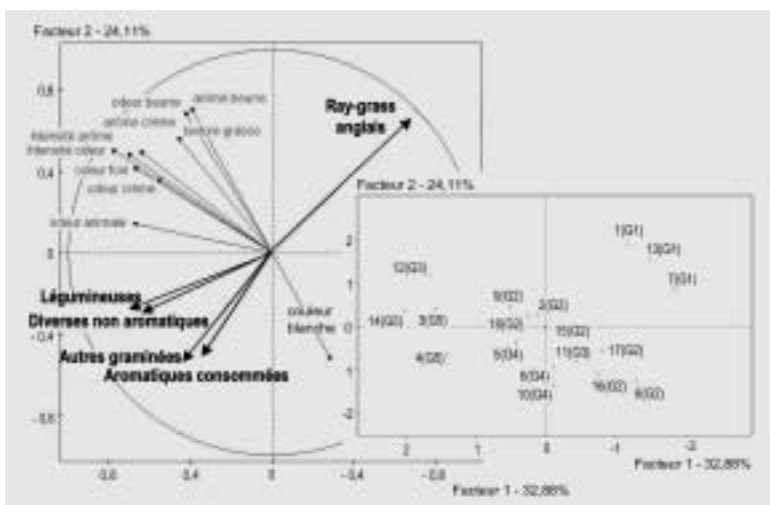
Groupe de prairie	G1	G2	G3	G4	G5		G1	G2	G3	G4	G5
<u>Intensité globale</u>						<u>Couleur blanche</u>	5,39	5,19	6,31 *	6,41 *	5,11
- odeur	4,85	4,81	5,25 *	4,83	5,38 *	<u>Texture grasse</u>	4,52	4,57	4,46	4,14	4,83
- arôme	5,16	5,09	5,48	5,02	5,73 *	<u>Saveur (sucré)</u>	4,91 *	4,57	4,49	4,87 *	4,52
<u>Odeur</u>						<u>Arôme</u>					
- animale	3,23	3,03 **	3,43	3,55	4,19 **	- animal	3,24	3,08 *	3,51	3,29	4,25 **
- foin	2,30	2,07 *	2,43	2,55	2,70 *	- beurre	3,50	3,17	3,90 *	2,97	3,43
- beurre	3,23	3,04	3,55 *	2,85	3,22	- crème	3,65	3,76	3,87	3,37	4,31 **
- crème	3,16	2,96	3,75 *	3,20	3,62	- vanille	1,32	1,42	1,47	1,20	1,36
- vanille	1,04	1,01	1,10	0,96	0,96	- lait frais	4,57	4,72 *	3,81 **	4,63	4,32
- lait frais	4,19	4,15	4,25	4,09	3,80 *						

* : Moyenne significativement différente de la moyenne générale au seuil de 5%
 ** : Moyenne significativement différente de la moyenne générale au seuil de 1%

Une AFM associant en variables actives les mêmes descripteurs sensoriels que ci-dessus et les données “synthétiques” relatives à la flore (les 5 classes basées sur les contributions pondérales, G%) met en évidence que **la nature de la végétation prairiale n’est pas associée aux caractéristiques sensorielles des laits** en dépit d’une forte variabilité de la composition floristique. On constate en effet une orthogonalité parfaite entre les variables correspondant aux paramètres sensoriels et les variables synthétiques caractérisant la végétation prairiale (figure 3).

FIGURE 3 : AFM sur les tableaux de données associant descripteurs sensoriels des laits et paramètres synthétiques caractérisant les flores prairiales correspondantes : plan principal.

FIGURE 3 : *Multivariate factorial analysis of the sets of data associating organoleptic descriptors of the milk and the synthetic parameters characterizing the corresponding vegetation : main plane.*



Cette constatation est **en contradiction avec les résultats d’études menées** dans d’autres régions **en particulier en zone de montagne** où la nature de la végétation prairiale est notablement différente de celle de plaine (BÉRODIER *et al.*, 1997 ; MONNET *et al.*, 1996 ; MARTIN et COULON, 1995). Ces travaux montrent une relation forte entre la nature de l’alimentation (diversité, nature de la flore) et les caractéristiques sensorielles des produits laitiers dérivés (fromages). **Dans notre étude, le produit étudié n’est pas le fromage mais le lait**, produit très difficile à déguster. En effet, il est important de souligner que **la gamme de variation des descripteurs sensoriels est de faible amplitude** ce qui rend difficile la discrimination entre laits. D’autres facteurs inhérents au dispositif expérimental retenu peuvent contribuer à masquer d’éventuels liens entre ces descripteurs et la végétation : troupeaux différents, stade de lactation, complémentation...

■ Liens entre végétation prairiale et composition en composés volatils

Une analyse olfactométrique a cherché à mettre en évidence d’éventuelles relations entre odeurs spécifiques des laits en fonction des types de prairies d’origine. Le croisement de ces analyses avec les identifications permet de définir des molécules correspondant aux odeurs perçues. La figure 4 permet de visualiser les associations d’odeurs de chaque classe.

Il semblerait donc que quelques molécules engendrent des odeurs spécifiques de chaque classe. Cependant, il est **difficile de faire un lien entre ces données et celles obtenues par l'évaluation sensorielle**. Il serait nécessaire notamment de préciser les identifications. Notons également que les différences entre laits sont très ténues et qu'il est donc difficile de discriminer de tels produits avec des méthodes sensorielles.

■ Liens entre végétation prairiale et composition en terpènes

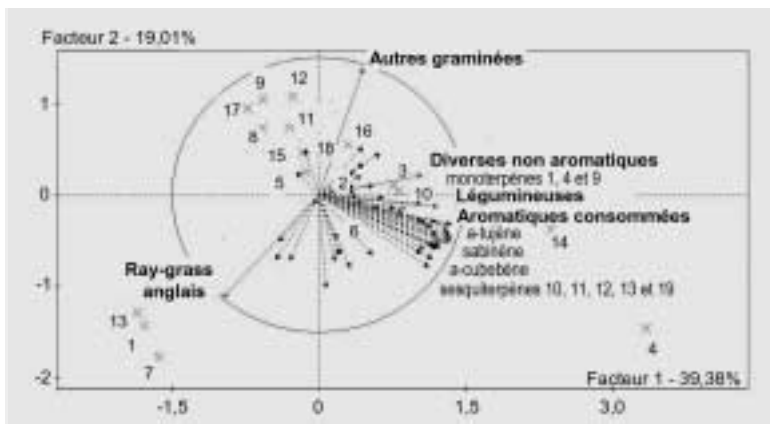
Les terpènes et sesquiterpènes sont des molécules très spécifiques du règne végétal. Leur présence éventuelle dans les laits ne peut s'expliquer que par les apports inhérents à l'alimentation. Leur présence et leur impact éventuel ont déjà été montrés et leur transfert rapide dans le lait démontré (VIALLO *et al.*, 2000). Ces molécules proviennent essentiellement des dicotylédones (MARIACA *et al.*, 1997 ; CORNU *et al.*, 2001), plantes importantes dans les prairies de montagne notamment. Elles se retrouvent de façon importantes dans les produits laitiers lorsque ce type de plante est consommé par les animaux (MOIO *et al.*, 1996 ; BUCHIN *et al.*, 1999 ; VIALLO *et al.*, 1999 ; BUGAUD *et al.*, 2002). Leur concentration dans le lait ou les produits finis ne semble pas jouer un rôle direct sur les caractéristiques sensorielles de ceux-ci (MOIO *et al.*, 1996 ; BUGAUD *et al.*, 2002) mais **ils peuvent servir de traceur de l'origine géographique** (CORNU *et al.*, 2001).

Une AFM où terpènes des laits et caractéristiques floristiques synthétiques (figure 5) interviennent en variables actives montre très clairement cette liaison entre richesse des laits en composés terpéniques et richesse des prairies en plantes classées "aromatiques" et en légumineuses ingérées par les animaux.

Cette analyse permet de montrer qu'une famille nombreuse de terpènes et sesquiterpènes s'individualise (α -cubébène, sabinène, α -tujène, sesquiterpènes 10, 11, 12...). Ce groupe de terpènes est ainsi fortement corrélé à la proportion des plantes aromatiques consommées. En effet, la projection des individus sur le plan principal montre

FIGURE 5 : AFM sur les tableaux de données associant composés terpéniques des laits et paramètres synthétiques caractérisant les flores prairiales correspondantes (G% sur 5 classes).

FIGURE 5 : *Multivariate factorial analysis of the sets of data associating the terpenic constituents of the milk and the synthetic parameters characterizing the corresponding vegetation (G% on 5 classes).*



que cette famille de terpènes est caractéristique des parcelles 5, 6, 10 et 3, 4, 14, parcelles appartenant aux groupes G4 et G5 qui regroupent les parcelles les plus diversifiées d'un point de vue floristique. Cette approche montre **une nette relation entre terpènes présents dans les laits** (dans la matière grasse) **et caractéristiques floristiques des prairies qui ont été pâturées par les bovins.**

Il est intéressant de souligner le cas de l' α -cubébène. En effet, ce composé a déjà été décrit par CORNU *et al.* (2001) comme étant plus abondant dans les viandes de bœufs produites sur les prairies du Pin-au-Haras (Orne) que dans les viandes d'animaux provenant de la région du Mézenc (Massif central). Ce composé particulier pourrait constituer un marqueur d'origine géographique, mais cela reste à confirmer.

Cependant, un certain nombre de composés non encore identifiés (MT1, MT4, MT9, SQ4, SQ11, SQ13, SQ16) semblent intéressants car très corrélés aux plantes aromatiques. Le fait qu'ils ne soient pas identifiés peut également indiquer qu'ils n'ont pas été trouvés dans d'autres régions ; un rôle de marqueur pourrait éventuellement être envisagé. Parmi les espèces aromatiques consommées, les astéracées dominent (*Taraxacum officinale*, *Hypochoeris radicata*, *Centaurea nigra*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Bellis perennis*...), suivies des apiacées (*Heracleum spondilium*, *Daucus carota*...) et des plantaginacées (*Plantago lanceolata* et *Plantago major*), alors que les rosacées et les lamiacées sont peu représentées.

Il est également impératif ici de rappeler les résultats du travail de BUGAUD *et al.* (2002) montrant la relation inversement proportionnelle entre l'abondance en monoterpènes des laits et la présence de composés soufrés dans le fromage affiné. Ainsi, la richesse en monoterpènes s'opposerait à l'expression des microorganismes d'affinage du fait des propriétés bactéricides ou tout au moins bactériostatiques des terpènes.

■ Liens entre végétation prairiale et composition en acides gras

La composition en acide gras des laits est fortement dépendante de l'alimentation des animaux. Ces variations de composition peuvent être à l'origine de la variabilité des caractéristiques sensorielles (texture, flaveur) des produits transformés. Les acides gras sont également des précurseurs d'arômes dans les fromages, et des variations de composition en acides gras des laits peuvent entraîner des variations des caractéristiques finales des produits correspondants. Les profils en acides gras des 18 laits, présentés dans le tableau 4, sont exprimés en % de la somme de tous les acides gras.

Les prairies du groupe floristique G1, composées essentiellement de ray-grass anglais, donnent des laits dont la composition est plus riche pour les acides saturés suivants : acide pentanoïque, acide heptanoïque, acide nonanoïque, acide undécanoïque, acide tridécanoïque, acide antéispentadécanoïque, acide antéismargarique. Ces laits sont également plus riches en certains acides gras insaturés : acide caprolique, acide laurooléique, acide myristoléique, acide hexadécénoïque et

Acides gras	G1		G2		G3		G4		G5	
	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ
C4:0 Acide butyrique	3,57	0,09	3,72	0,16	4,07	0,86	3,78	0,22	3,80	0,43
C5:0 Acide pentanoïque	0,04*	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00
C6:0 Acide caproïque	2,28	0,03	2,28	0,11	2,36	0,19	2,32	0,17	2,20	0,30
C7:0 Acide heptanoïque	0,04**	0,01	0,02	0,01	0,01*	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00
C8:0 Acide caprylique	1,42	0,01	1,36	0,11	1,37	0,00	1,37	0,15	1,26	0,21
C9:0 Acide nonanoïque	0,05**	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00
C10:0 Acide caprique	3,08	0,11	2,85	0,37	2,72	0,18	2,81	0,40	2,56	0,45
C10:1 Acide caproléique	0,33*	0,01	0,29	0,04	0,29	0,02	0,29	0,02	0,26	0,05
C11:0 Acide undécanoïque	0,09**	0,02	0,05	0,02	0,03	0,01	0,04	0,02	0,04	0,01
C12:0 Acide laurique	3,63	0,14	3,31	0,51	3,11	0,29	3,22	0,46	2,94	0,54
C12:1 Acide lauroléique	0,09*	0,00	0,07	0,02	0,07	0,02	0,07	0,01	0,06*	0,01
C13:0 Acide isotridécanoïque	0,15	0,01	0,14	0,02	0,14	0,00	0,13	0,01	0,12*	0,02
C13:0 Acide tridécanoïque	0,13**	0,03	0,09	0,02	0,08	0,00	0,09	0,02	0,09	0,01
C14:0 Acide isomyristique	0,13**	0,01	0,15	0,02	0,16	0,02	0,16	0,02	0,17*	0,01
C14:0 Acide myristique	10,70	0,39	10,56	0,87	9,95	0,67	10,39	0,51	9,95	1,05
C14:1 Acide myristoléique	0,97*	0,04	0,85	0,13	0,81	0,04	0,83	0,02	0,78	0,06
C15:0 Acide isopentadécanoïque	0,39	0,01	0,43	0,04	0,44	0,02	0,41	0,03	0,40	0,03
CAI15:0 Acide antéisopentadécanoïque	0,73*	0,02	0,67	0,06	0,65	0,05	0,69	0,03	0,71	0,04
C15:0 Acide pentadécanoïque	1,27	0,09	1,18	0,05	1,14	0,03	1,26	0,07	1,22	0,02
C15:1 Acide pentadécénoïque	0,05	0,00	0,05	0,01	0,05	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
C16:0 Acide isopalmitique	0,27	0,01	0,27	0,03	0,26	0,03	0,70*	0,76	0,29	0,03
C16:0 Acide palmitique	23,01	1,42	23,05	1,63	22,41	1,32	23,09	0,38	22,10	0,82
C16:1 Acide hexadécénoïque	0,24*	0,00	0,21	0,01	0,24	0,03	0,21	0,02	0,22	0,01
C16:1 Acide palmitoléique	1,36*	0,07	1,24	0,05	1,33	0,30	1,20	0,05	1,20	0,10
C16:1 Acide hexadécénoïque	0,08	0,01	0,07	0,01	0,12	0,07	0,07	0,01	0,11	0,07
C17:0 Acide isométhyl hexadécénoïque	0,60	0,01	0,58	0,03	0,58	0,01	0,60	0,01	0,54***	0,01
CAI17:0 Acide antéisomargarique	0,54*	0,05	0,48	0,05	0,47	0,06	0,52	0,01	0,49	0,01
C17:0 Acide margarique	3,41	0,10	3,49	0,18	3,67	0,21	3,27	0,64	3,42	0,16
C17:1 Acide heptadécénoïque	0,46	0,05	0,45	0,06	0,51	0,03	0,49	0,08	0,47	0,08
C18:0 Acide isostéarique	0,05	0,01	0,05	0,01	0,06	0,00	0,05	0,00	0,06	0,02
C18:0 Acide stéarique	9,85**	0,32	11,43	1,42	12,42	0,45	11,44	0,93	11,50	0,43
C18:1 Acide oléique	18,98	0,87	19,54	2,44	21,02	3,01	19,21	1,08	19,77	2,39
C18:1 Acide vaccénique	4,93	0,97	4,32	1,24	3,57	0,79	4,17	0,81	5,41	2,60
C18:1 Acides octadécénoïques autres	1,70	0,28	1,55	0,14	1,48	0,08	1,67	0,19	1,57	0,47
C18:2 Acide linoléique	1,44	0,08	1,28	0,11	1,17*	0,06	1,38	0,06	1,54*	0,18
C18:2 Acide octadécadiénoïque 1	0,62	0,11	0,58	0,08	0,50	0,17	0,67	0,20	0,73*	0,09
C19:0 Acide n-nonadécénoïque	0,17	0,01	0,16	0,02	0,14*	0,03	0,16	0,01	0,18	0,04
C19:1 Acide nonadécénoïque	0,16	0,01	0,17	0,04	0,15	0,02	0,21*	0,03	0,15	0,04
C18:3 Acide linoléique	0,74	0,13	0,81	0,14	0,87	0,18	0,91	0,01	0,87	0,25
CCj18:2 Acide cis 9, trans 11 octadécadiénoïque	1,85	0,39	1,70	0,45	1,11*	0,37	1,47	0,35	2,18*	0,57
C20:0 Acide arachidique	0,15*	0,01	0,17	0,02	0,18	0,06	0,21	0,04	0,21	0,03
C20:1 Acide gadoléique	0,26	0,03	0,27	0,03	0,25	0,12	0,30	0,06	0,33*	0,05
Total C18:1	25,61	1,13	25,41	2,21	26,07	2,14	25,05	0,40	26,75	3,10
Total C18:2	3,91	0,42	3,55	0,54	2,78*	0,60	3,52	0,57	4,45*	0,54
AG saturés	65,74	1,51	66,56	2,28	66,46	1,55	66,78	0,78	64,30	3,62
AG mono-insaturés	29,61	1,13	29,08	2,11	29,90	2,34	28,79	0,42	30,38	3,29
AG poly-insaturés	4,65	0,55	4,36	0,56	3,65*	0,78	4,43	0,57	5,32*	0,55

Moyenne significativement différente de la moyenne générale : * au seuil de 5%; ** au seuil de 1% ; *** au seuil de 1‰

TABLEAU 4 : Composition en acides gras (moyennes en % du total de tous les acides gras et écarts types) des 18 laits de l'étude classés par groupe botanique de prairie.

TABLE 4 : Composition of the fatty acids (% of total fatty acids ; mean and standard error) of the milk from the 18 sites, classified according to their botanical group.

acide palmitoléique. Cependant, ces différents acides gras sont mineurs dans la composition des laits. Les prairies du groupe G2, prairies les plus représentatives de la Normandie, donnent des laits de composition moyenne en acides gras. Les prairies du groupe G3, comportant des plantes indésirables, donnent des laits de composition très différente de ceux issus des prairies du groupe G5. Enfin, les prairies du groupe G4 donnent des laits plus riches en acide isopalmitique et en acide nonadécadiénoïque.

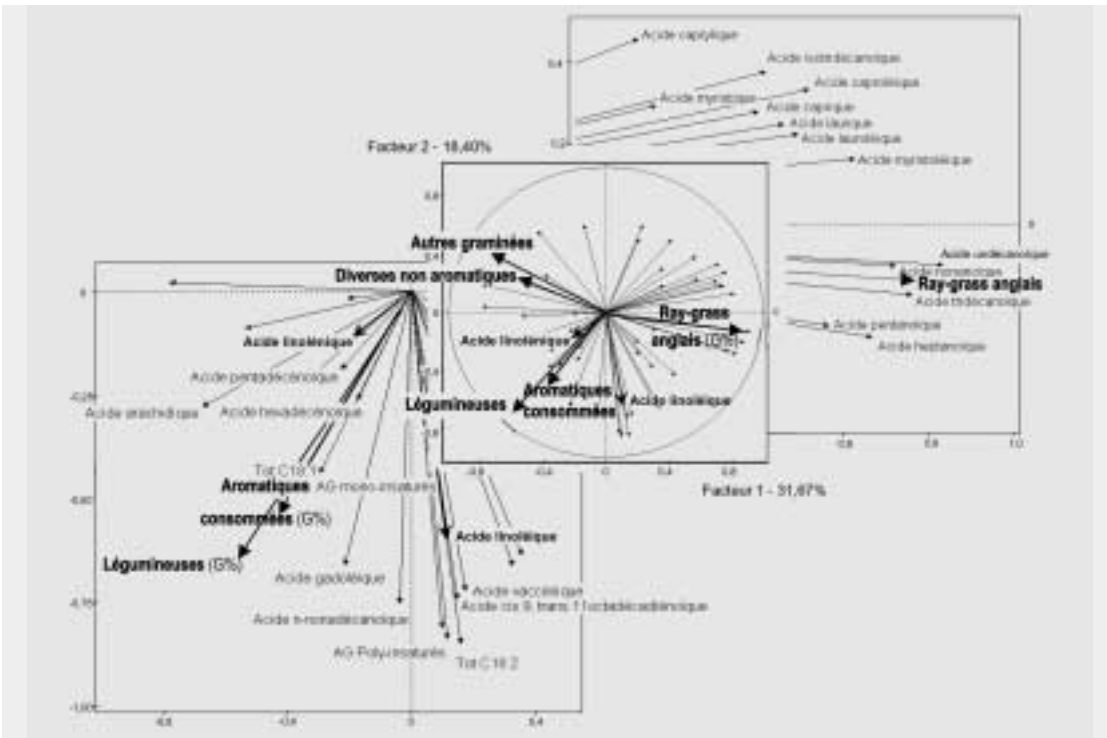
Les prairies du groupe G5, qui correspondent à des prairies floristiquement très diversifiées et riches en légumineuses, donnent des laits de composition particulière. En effet, ces laits sont les plus riches en acides gras insaturés : acide linoléique, acide octadécadiénoïque 1, acide *cis* 9, *trans* 11-octadécadiénoïque, acide gadoléique. Ainsi, les laits qui en sont issus sont les plus riches en acides gras poly-insaturés et plus particulièrement en C18:2. Ces laits sont également les plus riches en acide isomyristique.

Il apparaît donc que les différences d'alimentation liées à la grande diversité des plantes consommées sont associées à la composition en acides gras des laits. Plus l'alimentation est constituée de plantes diverses, plus les laits correspondants sont riches en acides gras poly-insaturés. Une alimentation sur des prairies composées de ray-grass anglais donne des laits plus riches en acides gras saturés.

Une AFM sur le tableau de données où interviennent en variables actives la composition en divers acides gras du lait et la contribution pondérale des 5 classes de plantes (variables synthétiques sur les G%) visualise ces résultats (figure 6). Même si des concentrés ont

FIGURE 6 : AFM sur les tableaux de données associant la composition en acides gras des laits et les paramètres synthétiques caractérisant les flores prairiales correspondantes (G% sur 5 classes) ; plan principal ; à droite et en bas, sont présentés des zooms sur les secteurs correspondants.

FIGURE 6 : *Multivariate factorial analysis of the sets of data associating the fatty acid composition of the milk and the synthetic parameters characterizing the corresponding vegetation (G% on 5 classes) ; below and at the right : zooms on the corresponding sectors.*



été distribués aux animaux pendant la période de pâturage (données intégrées dans la base de données), l'AFM fait ressortir de **fortes liaisons entre nature de la végétation prairiale ingérée et composition du lait en acides gras**. Les laits produits par les animaux consommant les prairies diversifiées sont plus riches en acides gras insaturés.

Divers acides gras jouent un rôle primordial dans l'alimentation car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme. Deux ont été déterminés dans les laits analysés : l'acide linoléique (oméga 3) et l'acide linolénique (oméga 6). Bien que présents en plus grande quantité dans les laits provenant des prairies les plus diversifiées, les concentrations respectives mesurées ne permettent pas de conclure à un effet nutritionnel.

Ces différences de composition ne se traduisent pas par des différences sensorielles au niveau des laits. Néanmoins, ces caractéristiques pourraient engendrer des différences de perception au niveau des produits transformés tels les fromages. Cet effet peut être direct (effet sur la texture) ou indirect (effet sur la saveur après une activité microbienne).

Conclusion

L'échantillon de prairies permanentes retenues qui couvre la variabilité floristique rencontrée dans les prairies pâturées par des vaches laitières conduit à constater qu'il n'y a pas de liens entre la diversité de la flore (exprimée en contribution pondérale pour 5 classes de plantes) et les caractéristiques sensorielles des laits dérivés. Ce résultat ne va pas dans le même sens que de nombreux travaux antérieurs, réalisés sur produits transformés montrant un tel lien. Cette différence s'explique vraisemblablement par la difficulté de déguster des laits comparativement à d'autres produits (beurres, fromages) car la gamme de variation des descripteurs sensoriels du lait se révèle faible. Ceci peut également s'expliquer par une diversité floristique relativement moins importante dans les prairies de plaine de Basse-Normandie que dans les régions où ont été développées les études précédentes (zones de montagne). Néanmoins, il apparaît très nettement que **les prairies avec une végétation diversifiée sont à l'origine de laits présentant des spécificités sur le plan de leur composition en terpènes et en acides gras**. Les différences aromatiques non perceptibles au niveau des laits (pas de différence sensorielle associée, ni de différences en composés volatils) pourraient apparaître au niveau des produits dérivés après transformation (fromages).

Par ailleurs, il semblerait que certains marqueurs soient intéressants puisque quelques composés présents dans les laits pourraient être spécifiques aux prairies de la région de Basse-Normandie. Quelques terpènes cibles pourraient être identifiés, mais un travail d'identification complémentaire semble nécessaire. Ceci pourrait avoir des retombées intéressantes en termes de traçabilité des produits laitiers.

Accepté pour publication,
le 16 octobre 2006.

Remerciements

Cette étude réalisée dans le cadre du "Pôle Valorisation de la Prairie de Basse-Normandie", animée par la Chambre régionale d'Agriculture de Normandie, a été cofinancée par la Région Basse-Normandie, la Communauté Européenne (FEDER), l'ONILAIT et les organismes impliqués dans cette étude (ADRIA Normandie, INRA, Université de Caen, Chambres d'Agriculture de Basse-Normandie, Institut de l'Élevage). Les auteurs de cette étude tiennent à remercier ces différents partenaires qui ont soutenu financièrement leur travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERODIER F., LAVANCHY P., ZANNONI M., CASALS J., HERRERO L., ADAMO C. (1997) : Guide for the flavour evaluation of hard and semihard cheeses, G.E.C.O.T.E.F.T., Poligny (France).
- BUCHIN S., MARTIN B., DUPONT D., BORNARD A., ACHILLEOS C. (1999) : "Influence of the composition of Alpine pasture on the chemical, rheological and sensory properties of cheese", *J. Dairy Res.*, 66, 579-588.
- BUGAUD C., BUCHIN S., HAUWUY A., COULON J.B. (2002) : "Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage : cas du fromage d'Abondance", *INRA Prod. Anim.*, 15 (1), 31-36.
- COLLOMB M., BÜTIKOFER U., SIEBER R., JEANGROS B., BOSSET J.O. (2002) : "Correlations between fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder", *Int. Dairy J.*, 12, 661-666.
- CORNU A., KONDOJOYAN N., FRENCIA J.P., BERDAGUÉ J.L. (2001) : "Déchiffrer le message des composés volatils des tissus adipeux", *Viandes Prod. Carnés*, Vol 22 (2), 35-38.
- COULON J.B. (1997) : "Effet de la nature des fourrages sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du fromage", *Fourrages*, 152, 429-436.
- COULON J.B., VERDIER I., MARTIN B., GRAPPIN R. (1996) : "Relation entre les caractéristiques des fromages d'A.O.C. et les facteurs de production du lait", 1^{er} Colloque Int. sur les terroirs (17-18 juillet 1996, Angers, France), 92- 98.
- COULON J.B., BRUNSCHWIG G., LAGRANGE L., MARSAT J.B., RICARD D. (1998) : "Qualité des produits et ancrage au terroir : le cas des filières fromagères d'AOC du Massif Central", *Ingénieries*, n° spécial, 37-50.
- COULON J.B., DELACROIX-BUCHET A., MARTIN B., PIRISI A. (2005) : "Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages", *INRA, Prod. Anim.*, 18 (1), 49-62.
- DIQUELOU S., LECONTE D., SIMON J.C. (2003) : "Diversité floristique des prairies permanentes de Basse-Normandie (synthèse des travaux antérieurs)", *Fourrages*, 173, 3-22.
- DORIOZ J.M., FLEURY P., COULON J.B. (2000) : "La composante milieu physique dans l'effet terroir pour la production fromagère, quelques réflexions à partir du cas des fromages des Alpes du Nord", *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 40, 47-55.
- DUBRÈUCQ et al. (2002) : "L'alimentation des vaches est susceptible de modifier les caractéristiques sensorielles des laits", *Renc. Rech. Ruminants*, 9, 351-354.
- JACQUET A., SALETTE J., CELLIER P., MORLAT R., FANET J. (1995) : "Réflexions sur la notion d'échelle pour le terroir : conséquences pour le classement des sites viticoles", *Revue des œnologues*, n° 77, 57-60.
- MARIACA R., BERGER T., GAUCH R., IMHOF M., JEANGROS B., BOSSET J.O. (1997) : "Occurrence of volatile mono and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products", *J. Agric. Food Chem.*, 45 (11).

- MARTIN B., COULON J.B. (1995) : "Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. II- Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du reblochon fermier de Savoie", *Lait*, 75, 133-149.
- MARTIN B., VERDIER-METZ I., BUCHIN S., HURTAUD C., COULON J.B. (2005) : "How do the nature of forages and pasture diversity influence the sensory quality of dairy livestock products ?", *Animal sci.*, 81, 205-212.
- MOIO L., RILLO L., LEDDA A., ADDEO F. (1996) : "Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet", *J. Dairy Sci.*, 79, 1322-1331.
- MONNET J.C. (1997) : "Mise en évidence de terroirs dans l'A.O.C. Comté", *Rapport annuel du groupe de travail INRA-INAO "terroir"*, 15-38.
- MONNET J.C., GAIFFE M., BERODIER F. (1996) : "Climat-roche-sol fromage. Cartographie fonctionnelle du terroir. Exemple de l'AOC Comté", 1^{er} Colloque Int. sur les terroirs (17-18 juillet 1996, Angers, France), 86-91.
- MORLAT R., ASSELIN C., PAGES J., LEON H., ROBICHET J., REMOUE M., SALETTE J., CAILLE M. (1983) : "Caractérisation intégrée de quelques terroirs du Val de Loire. Influence sur la qualité du vin", *Conn. Vigne Vin*, 17, 219-246.
- PAGES J. (1996) : "Quelques apports de l'analyse factorielle multiple à l'analyse de données sensorielles", *J. int. des sciences de la vigne et du vin*, 30, 4, 221-236.
- SALETTE J., JACQUET A., MORLAT R., ASSELIN C. (1995) : "Sol support ou sol terroir ? La dimension du sol n'est pas unique dans la notion de terroir", *Revue des Œnologues*, n°77, 9-11.
- VIALON, C., MARTIN B., VERDIER-METZ I., PRADEL P., GAREL J.P., COULON J.B., BERDAGUÉ J.L. (2000) : "Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat", *Lait*, 80, 635-641.
- VIVIER M. (1971) : *Prairies permanentes du Bessin et du Pays d'Auge*, thèse de Doctorat d'Université soutenue à CAEN le 22 juin 1971, 373 p.

SUMMARY

Influence of the floristic composition of permanent pastures in Normandy on the characteristics of products derived from raw milk

Various studies, particularly in upland regions, have shown the existence of a relationship between the botanical make-up of pastures and some characteristic features of milk-derived products such as cheeses. Is there some similar effect in lowland regions, e.g. in Normandy, on the quality of milk ?

The study made in Normandy shows the existence of close relationships between the type of pasture vegetation and certain characteristics of the products derived from the milk, as determined by organoleptic, olfactometric or chemical analyses. A diversified vegetation, particularly when certain aromatic plants are present, is linked to some characteristic features of the milk (composition of fatty acids and of terpenes). Some of the terpenes could be used as tracers of the geographical origin of the milk. This study did however not find any linkage between the diversity of the pasture vegetation and the organoleptic characteristics of the derived products, probably because of the small amplitude of variation of the describing factors used in the lowlands and also because of the difficulty of testing differences in a product such as milk.

