

Le terroir, une réalité géographique mise en évidence par des critères édaphiques

Jean-Claude Monnet et Michèle Gaiffe

Laboratoire de Sciences Végétales-Pédologie, Université de Franche-Comté, Place Leclerc, F-25030 Besançon Cedex

RÉSUMÉ

La variabilité du goût du fromage de Comté est-elle seulement due aux changements saisonniers dans l'alimentation des vaches laitières (alternance herbe-fourrage) ou à des composantes pérennes du milieu naturel? Existe-t-il des « terroirs » de fromage? Une cartographie des unités agro-pédologiques (combinaison du système hydrique sol-roche et du volume de sol prospectable par les racines), effectuée sur 20 bassins laitiers, a permis une comparaison statistique faisant apparaître des « secteurs édaphiques » différenciés. Une analyse sensorielle de 106 fromages issus de ces 20 fromageries (fromages d'été ou d'hiver, affinés 3 ou 6 mois) a mis en évidence des « crus de Comté », qui correspondent – à plus de 80 % – aux secteurs édaphiques. Ces derniers ont donc valeur de terroirs, entités naturelles exprimées de façon synthétique par le sol et révélées par la végétation qui donne ses saveurs au lait puis au fromage.

Mots clés

Terroir, Fromage, Comté, Unité agro-pédologique, Cartographie, Edaphologie, Goût.

SUMMARY

THE TERROIR, A GEOGRAPHIC CONCEPT BASED ON AN EDAPHIC DEFINITION

Does the taste variety of the Comte cheese originate only in the seasonal changes in the feeding of dairy cows (grass - futter alternately)? Could the concept of « terroir » be applied to cheese? A statistical comparison based on the cartography of soil landscape units (combination of « hydrique » soil-rock system and roots propectable soil volume) showed distinct and defined « edaphic » sectors. The sensory analysis of 106 different cheeses produced by the 20 cheese dairies (summer or winter cheese with 3 to 6 months ripening) brought to the light some « crus de Comté » corresponding for more than 80 % to (with) the « edaphic » sectors. Therefore, these sectors can be described as « terroirs », natural entities squeezed out in a synthetical way by the soil and then revealed by the « Flora » through which the milk and later the cheese acquire their « flavours »

Key-words

« Terroir », Cheese, Comté, « Unité agro-pédologique », Cartography, Edaphology, Taste.

RESUMEN**EL TERRUÑO, UNA REALIDAD GEOGRÁFICA PUESTA EN EVIDENCIA POR CRITERIOS EDAFICOS**

La variabilidad del sabor del queso de Comté depende únicamente de los cambios estacionales de la alimentación de las vacas lecheras (alternación pastos-forrajes) o de componentes perennes del medio natural? Existen terruños de queso? Una cartografía de las unidades agro-edaáficas (combinación del sistema hídrico suelo-roca y del volumen de suelo aprovechable por las raíces) efectuada sobre 20 cuencas lecheras ha permitido una comparación estadística haciendo aparecer sectores edáficos diferenciados. Un análisis sensorial de 106 quesos que provienen de 20 queserías (quesos de verano y invierno, afinados durante 3 o 6 meses) ha puesto en evidencia « terruños » de queso que corresponden - en más de 80 % - a los sectores edáficos. Estos últimos tienen entonces valores de terruños, entidades naturales expresadas de manera sintética por el suelo y reveladas por la vegetación que da el sabor a la leche y al queso.

Palabras claves

Terruño, queso, Comté, unidades agro-edafológicas, cartografía, edafología, sabor.

Pour définir le terroir, le Petit Larousse parle d'une « terre considérée par rapport à l'agriculture » et illustre ce propos par l'exemple suivant : « goût de terroir : goût particulier de certains vins, attribué à la nature même du sol où la vigne est cultivée ». Ces deux phrases résument bien la complexité de cette notion de terroir, question de terre mais aussi question de goût, ce qui implique pour sa définition une démarche interactive entre pédologues et spécialistes du goût.

Dans le cas le plus simple, les qualités organoleptiques d'un végétal varient avec le sol qui le porte. Ce constat s'applique également au produit de transformation : tel est le cas du vin, « fruit de la vigne et du travail des hommes », dont les zones de production sont découpées en terroirs par leurs conditions éco-géo-pédologiques (Riou *et al.*, 1995). Mais qu'en est-il d'un fromage, dont la longue chaîne de fabrication implique tant d'étapes susceptibles de dénaturer l'impact de la terre ? Est-il possible en dernier ressort d'identifier l'origine de ce produit et d'assigner à son berceau de production des limites naturelles qui seraient celles d'un terroir ?

Telle était la question posée par les acteurs de la filière à propos du gruyère de Comté. En effet, face à la standardisation généralisée des produits agro-alimentaires, le Comté, fromage au lait cru, sans additif et à microflore naturelle, aligne un certain nombre de qualités gustatives qui ont leur revers : son goût est variable, non seulement avec la saison mais aussi avec certains paramètres comme l'altitude et ses implications climatiques, ou d'autres, qui demandaient à être précisés et qui pourraient organiser la zone d'Appellation d'Origine Contrôlée en secteurs dûment identifiés, comme le sont de longue date les AOC viticoles (Morlat, 1989 et 1996; Laville, 1990; Lebon *et al.*, 1993). Pour mettre en évidence et délimiter de tels secteurs de crus, deux démarches indépendantes sont nécessaires. L'une relève de l'analyse sensorielle du produit et devra dire si les variations du goût possèdent une composante spatiale (Mesnier, 1996). L'autre relève de l'analyse du milieu naturel (climat, sol, végétation) et de l'organisation spatiale que lui imposent les variations de chacun des paramètres considérés. Nous rendrons compte dans cet article des résultats obtenus par l'approche édaphique d'une part et par l'analyse sensorielle des fromages d'autre part. La confrontation des résultats permettra de répondre à la question : existe-t-il des terroirs de Comté ?

CARACTÉRISATION ÉDAPHIQUE DES BASSINS LAITIERS

Matériel et méthode

Choix et délimitation des bassins laitiers

En accord avec les professionnels (agriculteurs, fromagers, commerciaux, chefs de cave), vingt fruitières¹ (fromageries) du Jura Central ont été sélectionnées (*figure 1*) pour la qualité et la régularité de leur production. Elles sont représentatives des situations altitudinales, géologiques et géomorphologiques les plus courantes de l'AOC-Comté. Elles appartiennent aux principales unités structurales du massif du Jura (Premiers Plateaux, Seconds Plateaux, Haute-Chaine) et à des situations géomorphologiques variées (plateaux, pentes, vallées). Leurs altitudes s'échelonnent entre 534 et 1 043 m et leurs substrats géologiques dominants s'étagent du Jurassique inférieur aux placages morainiques würmiens recouvrant le Jurassique supérieur et le Crétacé. Le gradient climatique, induit par l'altitude, modulé pour certaines fruitières par des positions topographiques privilégiées, fait passer les températures moyennes annuelles de 9 °C à 5 °C et les précipitations de 1300 à 1800 mm (Monnet, 1996). Les fruitières choisies correspondent à des groupes de producteurs ayant des pratiques agricoles homogènes et à des bassins laitiers si possible regroupés autour de l'atelier de fabrication.

Pour chaque fruitière, une enquête auprès des agriculteurs a permis de délimiter sur le cadastre, au sein de la surface agricole utile, les surfaces dévolues à la production herbagère (pastorale ou prairiale)

Choix d'une unité cartographique

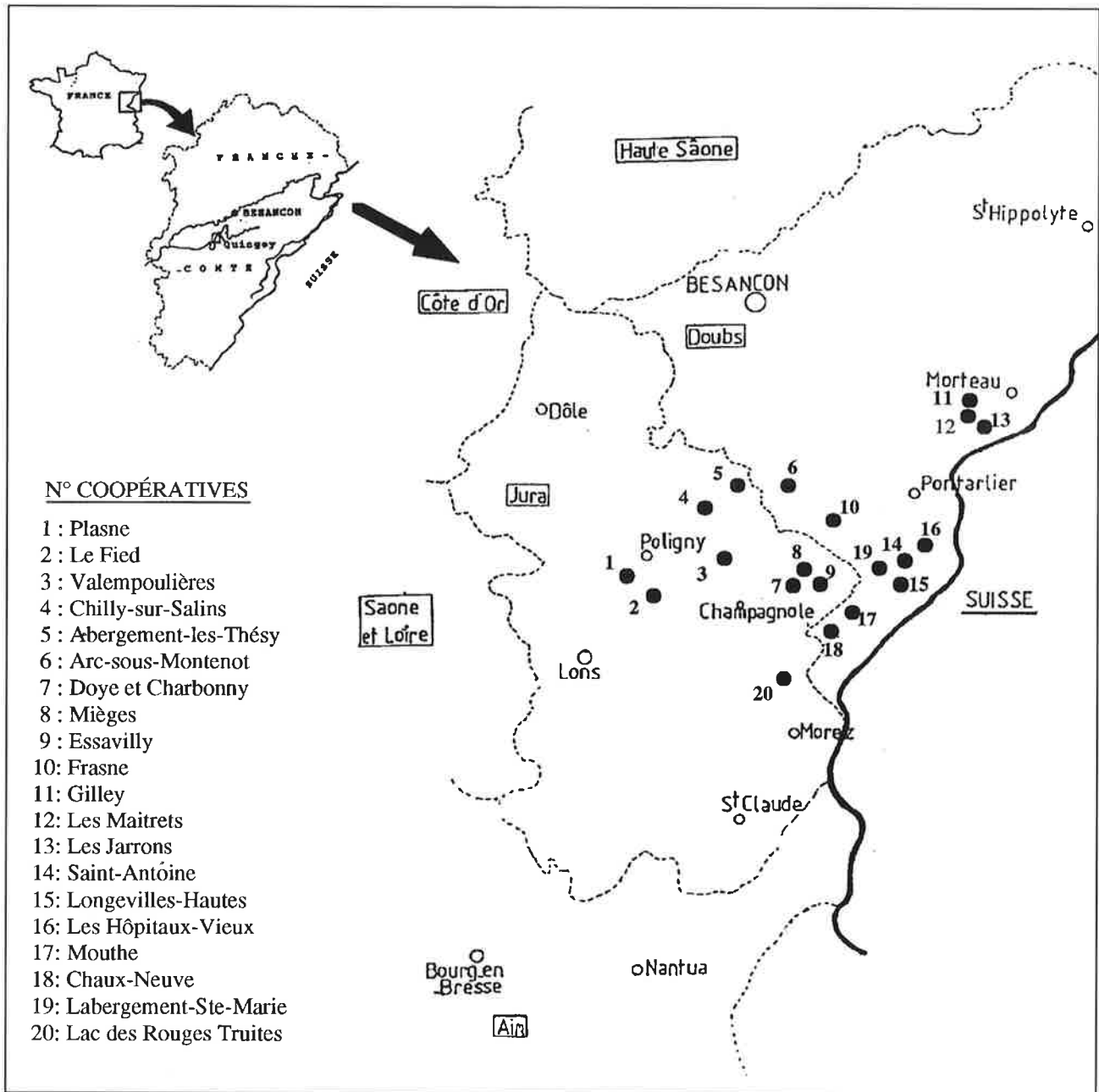
Parmi les descripteurs du milieu naturel, le sol, résultat de l'altération des roches sous l'action du climat², milieu poreux traversé par l'eau qui transite de l'atmosphère aux aquifères, milieu de vie où s'enracinent les espèces prairiales², ce sol constitue l'interface où s'expriment, de façon synthétique, le plus grand nombre des informations environnementales et il constitue de ce fait un descripteur privilégié. Encore faut-il choisir, parmi ses multiples caractéristiques celles qui sont significatives par rapport au problème posé. Notre choix s'est porté vers le concept d'unité agro-pédologique (UAP) défini par Bruckert (1990) et que nous avons adapté à un milieu exclusivement prairial.

¹ : Les fruitières ou fromageries sont des structures coopératives de mise en commun du lait pour la fabrication des meules de Comté. Elles constituent les plus anciennes coopératives agricoles de France, attestées dès le XIII^e siècle.

² : On trouvera dans Monnet (1996) l'étude des données climatiques et de la végétation prairiale des 20 bassins laitiers ainsi que les regroupements de fruitières auxquels on peut aboutir à partir de l'analyse de ces données.

Figure 1 - Les 20 fruitières étudiées dans le Jura Central.

Figure 1 - The 20 cheese plans of the study, in the Central Jura



Dans cette approche, le milieu est subdivisé en « systèmes de subsurface » (Bruckert et Gaiffe, 1990), ensembles caractérisés par le fonctionnement hydrologique du système sol-roche : systèmes drainants o ou hyperdrainants \bar{o} et $\bar{\bar{o}}$ des calcaires fissurés ou très fissurés karstiques et systèmes « étanches » u . Dans ces derniers, un niveau peu perméable diffère ou empêche l'évacuation verticale de l'eau et engendre l'apparition de nappes

de différents types, nappes perchées up , ou captives uc ou nappes phréatiques fluctuant librement ui .

Le lithofaciès, impliqué dans la densité du réseau de fractures (Gaiffe et Bruckert, 1991) et dans l'organisation du système poral (Bruckert et Gaiffe, 1993; Gaiffe, 1997) s'avère ensuite déterminant dans le fonctionnement géochimique du sol (Blondé *et al.*, 1986; Bruckert *et al.*, 1986; Nolin et Caillier,

1992). On a distingué, dans la série stratigraphique locale, les calcaires durs du Jurassique moyen Jd et supérieur JD (plus purs), les calcaires marneux du Jurassique moyen Jm et supérieur (Sequanien) JM, les marnes du Jurassique inférieur (Lias) M, les calcaires friables du Crétacé C, les moraines würmiennes W et les dépôts fluviatiles, anciens S ou récents A.

Dans les contextes hydrogéochimiques ainsi définis, le volume de terre aérée, poreuse et meuble offert à la propection racinaire, introduit des différences édaphiques majeures, en particulier par l'intermédiaire de la réserve en eau. C'est pourquoi, on distingue ensuite dans le domaine drainant les sols d'épaisseur inférieure (e) ou supérieure (E) à 35 cm (Michalet et Bruckert, 1986; Bruckert et Gaiffe, 1990) et, dans le domaine hydromorphe les sols soumis, selon la durée et l'intensité des épisodes d'anoxie, à une contrainte agronomique faible (x) ou forte (X) (Bruckert, 1989).

A ces trois groupes de critères s'ajoute éventuellement la contrainte liée à la pente (f ou F) qui interdit la mécanisation et impose l'utilisation pastorale. La combinaison de tous ces critères définit l'Unité Agro-Pédologique Prairiale (tableau 1) qui a constitué notre objet cartographique (Monnet, 1996).

Cartographie et interprétation

Sur chaque bassin laitier, la démarche de cartogénèse s'appuie sur l'étude des documents géologiques, topographiques et photographiques (Lucot et Gaiffe, 1994; Legros, 1996), pour établir une carte prévisionnelle qui est ensuite contrôlée par la prospection de terrain.

La carte des unités agro-pédologiques établie au 1/25000° pour chaque fruitière est numérisée, ce qui permet de déterminer la superficie de chaque UAP grâce à un logiciel de dessin assisté par ordinateur. Cette superficie est rapportée à la surface herbagère totale de la fruitière. Les fruitières sont ensuite comparées entre elles par analyse statistique. La partition édaphique des fruitières est réalisée par une analyse en composantes principales (Dagnelie, 1979; Fenelon, 1981, Philippeau, 1986). Ces traitements statistiques sont réalisés à l'aide du logiciel STAT-ITCF II (1991).

Résultats

Variabilité des UAP prairiales

Le nombre théorique d'UAP, obtenu par croisement de 6 systèmes de subsurface, 4 variables agronomiques, 3 classes de pentes et 9 lithofaciès, est largement restreint par les incompatibilités entre variables (par exemple sols profonds ou sols hydromorphes sur système hyperporeux des zones kars-tiques). De ce fait, le nombre des UAP délimitées sur la zone d'étude se réduit à 64.

Exemples de 2 bassins laitiers

Parmi les 20 bassins laitiers cartographiés, nous présentons à titre d'exemple ceux des coopératives du Lac des Rouges Truites et de Plasne.

Le premier (planche 1), de 717 ha, situé dans la Haute-Chaîne jurassienne vers 900 m d'altitude, est un vaste

Tableau 1 - Les variables entrant dans la définition de l'unité agro-pédologique prairiale (AxBxCxD) de l'AOC-Comté.

Table 1 - Variables used in the definition of the meadow agro-pedological unit in the « A.O.C.- Comté » area.

Systèmes de subsurface (A)		Profondeur rhizofonctionnelle (B)		Intensité d'anoxie (B)	UAP Bruckert, 1990 (A) x (B)	Variables lithologiques (C)	Pente (D)
D R A I N A N T S	Hyper poreux	\bar{o}	e < 35 cm + pierrosité	-	e \bar{o}	A alluvions modernes	1'orte 10 < f < 20 % Très forte F > 20 %
		\bar{o}	e < 35 cm	-	e \bar{o}	S alluvions anciennes	
	Poreux	o	e < 35 cm	-	eo	W matériaux würm	
		o	E > 35 cm	-	Eo	C calcaires crétacés	
E T A N C H E S	Ouverts*	ui	E > 35 cm	-	Eui	JD Jurassique supérieur dur	
		up	-	x	xup	JM Jurassique supérieur marneux	
		up	-	X	Xup	Jd Jurassique moyen dur	
		uc	-	x	xuc	Jm Jurassique moyen marneux	
		uc	-	X	Xuc	M Jurassique inférieur marneux	

* par opposition aux systèmes « fermés » dans lesquels le CO₂ atmosphérique est accumulé sous forme organique (tourbières), systèmes non agricoles.

Planche 1 - Carte des unités agro-pédologiques de la fruitière des Lacs des Rouges Truites.
 Color plate 1 - Agro-pedological units map of the « Lac des Rouges Truites » cheese plan.

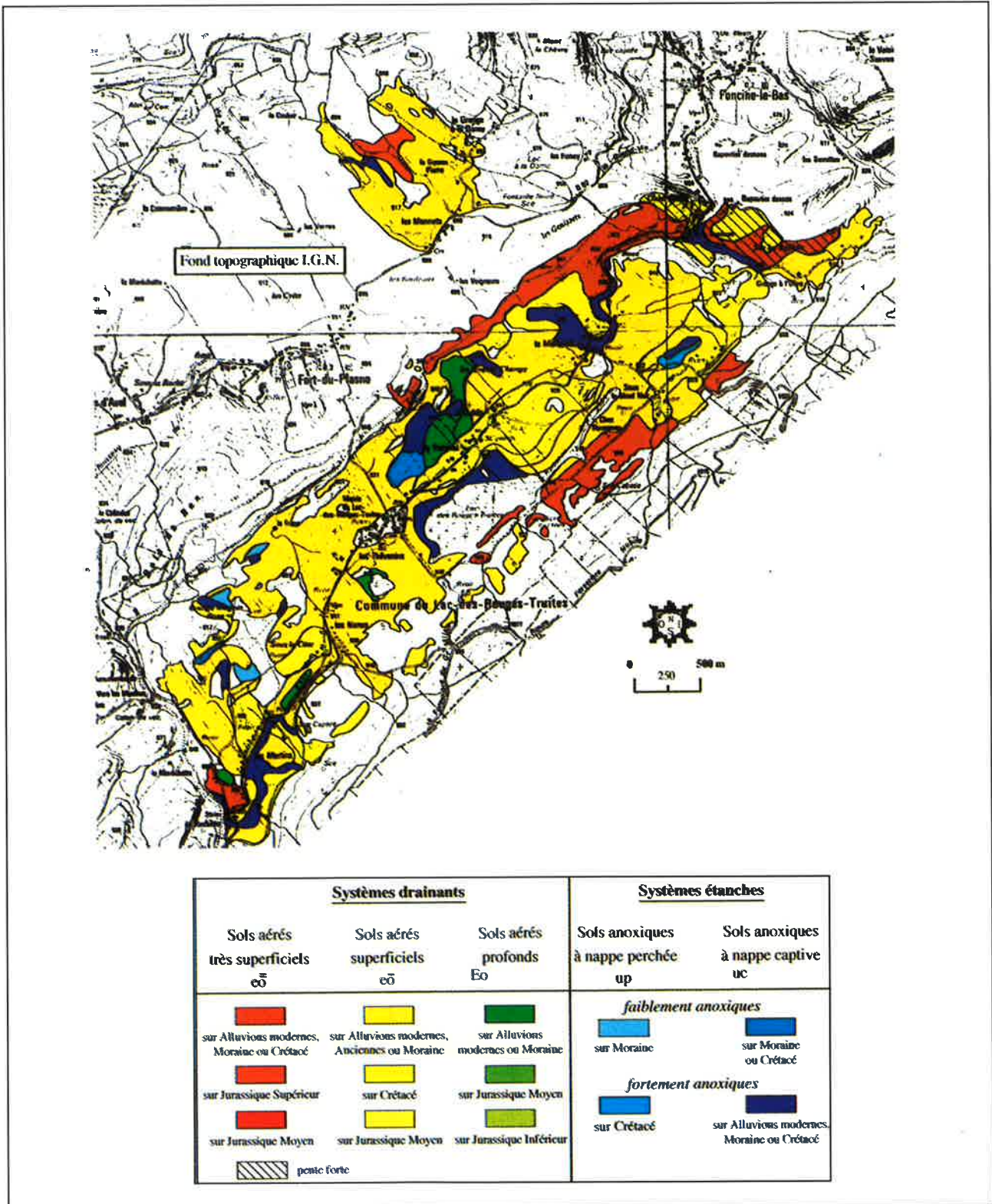


Planche 2 - Carte des unités agro-pédologiques de la fruitière de Plasne.
Color plate 2 - Agro-pedological units map of the « Plasne » cheese plan.

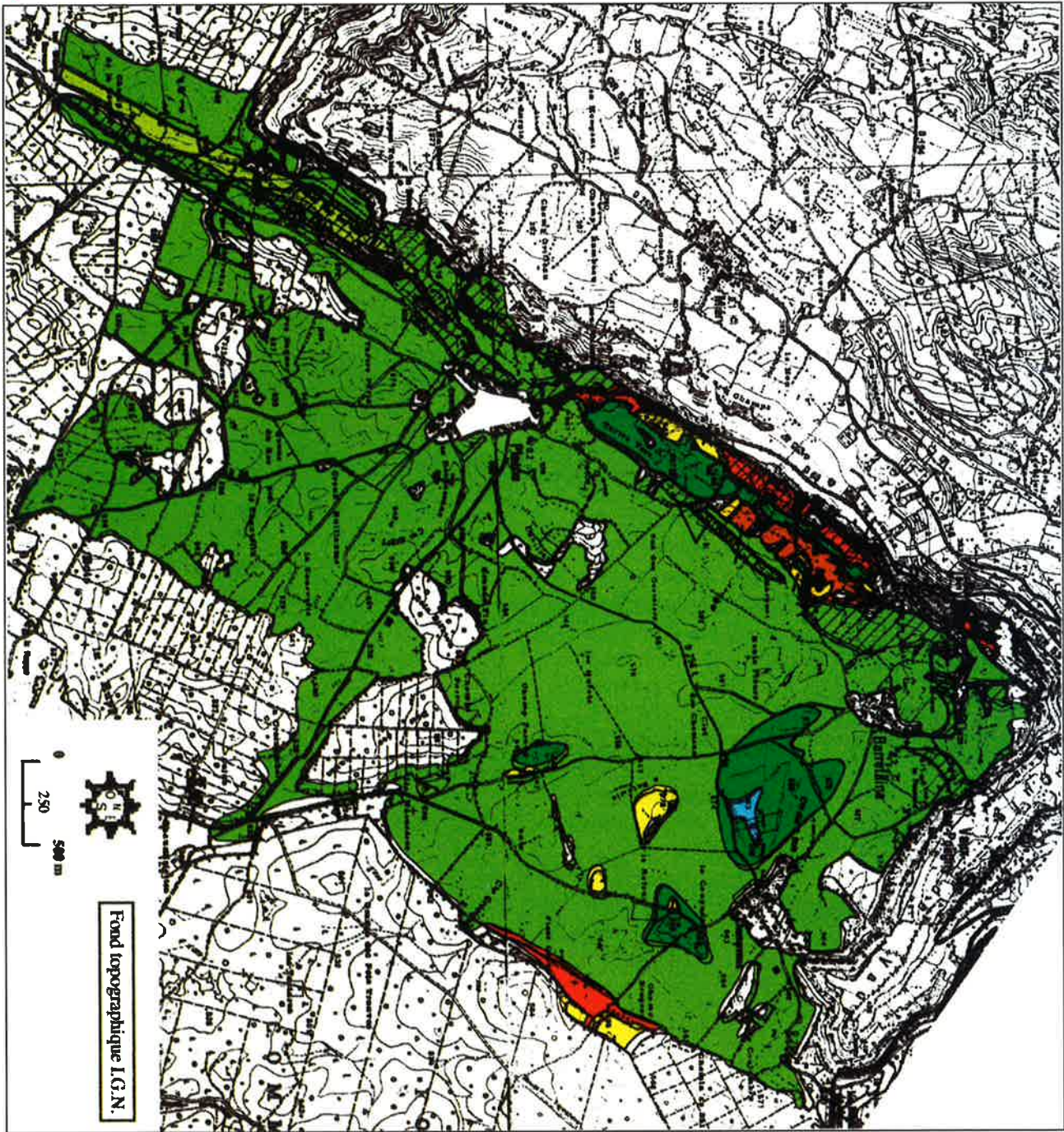
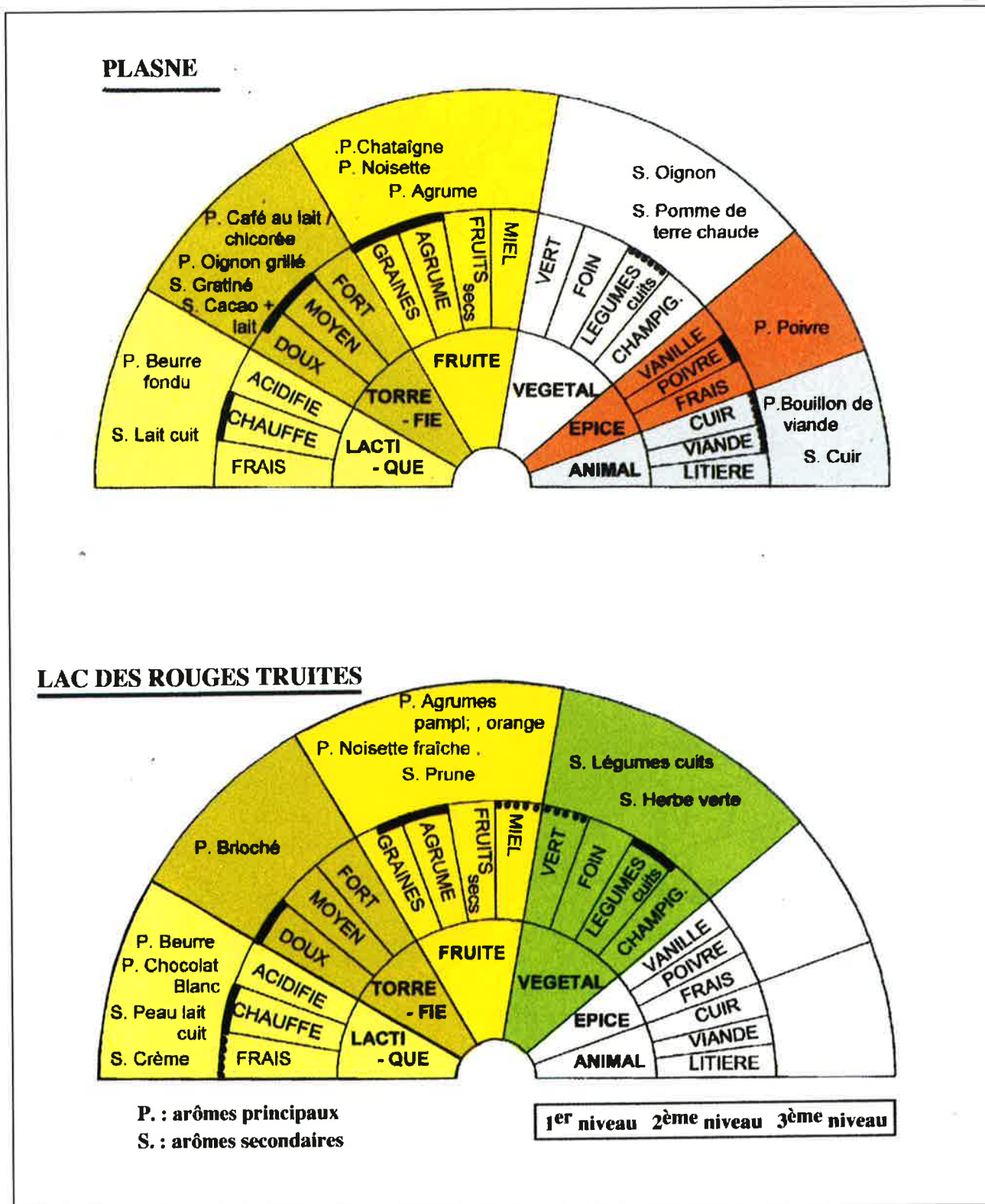


Planche 3 - Exemples de palettes des arômes obtenues sur les fromageries de Plasne et du Lac des Rouges Truites.
Color plate 3 - Exemples of aroma circles obtained with the cheeses of « Plasnes » and « Lac des Rouges Truites ».



synclinal crétacé encombré de dépôts morainiques würmiens. Son homogénéité édaphique est due aux sols aérés très superficiels sur moraine ($e \bar{\sigma} W$) et sur Crétacé ($e \bar{\sigma} C$) qui représentent 71,9 % de la surface pastorale contre 2,6 % pour les sols aérés profonds EoW (*annexe 1*). Les sols hydro-morphes de type up ou uc (7 unités) n'occupent que 8,6 % de la surface. Le caractère très drainant des dépôts würmiens, assez exceptionnel, est lié à l'origine locale de ces formations peu épaisses recouvrant un cryptokarst actif.

La fruitière de Plasne (*planche 2*) rassemble le lait de 1374 ha situés vers 550 m d'altitude sur le Premier Plateau, sur un substrat constitué à 90 % de Jurassique moyen. Son identité édaphique est due aux sols aérés profonds (EoJd) qui représentent 82,9 % du bassin laitier (*annexe 2*). Le reste de la surface est occupé par des sols sur moraine et par des unités de pente (6,4 %).

Les deux UAP les plus typiques des deux fruitières ont été contrôlées chacune par 29 sondages, qui confirment leur appartenance à des types de sols et des fonctionnements bien tranchés. Tous les sols $e \bar{\sigma}$ du Lac des Rouges Truites sont des sols calcimagnésiques, calciques et humifères (Rendzines, sols Bruns calcaires ou Bruns calciques humifères), tous les sols Eo de Plasne sont des sols bruns (Bruns eutrophes, Bruns acides, Bruns lessivés) marqués par la présence de chailles (siliceuses) résiduelles de l'Argovien.

Partition édaphique des fruitières par une analyse en composantes principales

Le traitement statistique par analyse en composantes principales des 59 premières variables UAP mesurées sur les 20 fruitières, indique que les quatre premiers axes expliquent 79,5 % de la variance totale (*figure 2*).

Le premier axe exprime 48 % de l'information initiale et représente les sols aérés sur Jurassique moyen (EoJd, $e \bar{\sigma} Jd$ et $e \bar{\sigma} Jdf$).

L'axe II (17,7 % de la variance) oppose les sols aérés superficiels sur moraine $e \bar{\sigma} W$ à l'ensemble des sols aérés sur Jurassique supérieur, profonds (EoJD) et superficiels ($e \bar{\sigma} JD$).

L'axe III (7,6 % de la variance) représente les sols aérés sur Crétacé ($e \bar{\sigma} C$ et $e \bar{\sigma} C$), par opposition aux sols anoxiques sur moraine (xucW) et alluvions récentes (XucA).

Quant à l'axe IV, qui n'explique que 6,2 % de l'information initiale, il caractérise la pente (forte et très forte) puisqu'il est déterminé par l'ensemble des unités de pente, indépendamment de la nature du substratum géologique.

La *figure 3* présente la projection des individus « fruitières » sur les plans. La qualité de leur représentation sur le plan engendré par les axes I et II, I et III, I et IV est vérifiée (somme des cosinus carrés). De la sorte, les 20 fruitières ne sont pas toutes forcément représentées sur chaque plan. L'analyse de la répartition des individus fait apparaître différents ensembles bien individualisés.

Le plan principal (axe I - axe II), apportant le maximum d'informations (65,7 % de la variance), permet de distinguer 3 ensembles.

Tout d'abord, un groupe de 5 fromageries, fortement corrélé à l'axe I, se détache nettement : il s'agit d'un secteur édaphique homogène sur Jurassique moyen. Cet ensemble est opposé au reste des fruitières ne présentant pas ou peu d'unités sur Jurassique moyen.

L'axe II permet de séparer la fruitière d'Arc-sous-Montenot (n°6) et un secteur édaphique homogène correspondant aux 3 fruitières de la petite région du Saugeais. Ces deux ensembles sont fortement corrélés aux variables sols aérés, superficiels ou profonds, sur Jurassique supérieur. Par opposition, sur l'axe II apparaissent des fruitières caractérisées par une forte proportion de sols aérés superficiels sur moraine, $e \bar{\sigma} W$, groupe dont s'isole la fruitière du Lac des Rouges Truites (n° 20).

Le plan principal permet donc la définition de quatre groupes distincts de fruitières, caractérisés par une forte spécificité et homogénéité édaphique. Cependant, la totalité des fruitières n'apparaissant pas sur ce plan, il est nécessaire de compléter l'étude par l'observation des axes III et IV.

L'intervention de ces axes dans la discrimination de secteurs traduit l'hétérogénéité édaphique des fruitières restant à classer (disparité des variables) et la difficulté croissante à les scinder en secteurs les plus homogènes possibles.

L'observation du plan I-III (55,6 % de l'information initiale) rend compte de l'isolement de la fruitière de Frasne (n° 10), fortement corrélée à la variable EoW, sols aérés profonds sur moraine. L'ensemble Doye (n° 7), Mièges (n° 8) et Essavilly (n° 9) présente une hiérarchisation sur l'axe III, liée à l'importance décroissante des sols aérés superficiels sur Crétacé, $e \bar{\sigma} C$.

L'axe IV permet de distinguer enfin un dernier groupe homogène qui se hiérarchise en fonction de la pente. A cet égard, les fruitières de Chaux-Neuve (n° 18) et des Hôpitaux-Vieux (n° 16) présentent une bonne affinité intra-groupe, basée sur la surface importante des sols superficiels de pente forte sur Jurassique supérieur ($e \bar{\sigma} Jdf$).

La coopérative de Labergement-Ste-Marie (n° 19) apparaît sur les trois plans étudiés. Son bassin laitier, très diversifié, est à l'origine d'une diversité agro-pédologique marquée permettant son rattachement à chacun des ensembles. Par le fait, de la même manière que pour Frasne (n° 10) et le Lac des Rouges Truites (n° 20), nous considérerons cette fromagerie comme un singleton.

L'analyse en composantes principales permet donc une distribution des 20 fruitières en huit secteurs édaphiques homogènes (*tableau 2*). Certains correspondent à des entités géomorphologiques connues, comme la petite région naturelle du Saugeais, d'autres à des fruitières isolées dans le cadre restreint de cet échantillonnage mais qui se verront adjoindre

Figure 3 - Représentation des individus caractéristiques des plans factoriels déterminés par les 4 premières composantes principales.
 Figure 3 - Representation of the characteristic fellows of the P.C.A. according to the first three factorial plans.

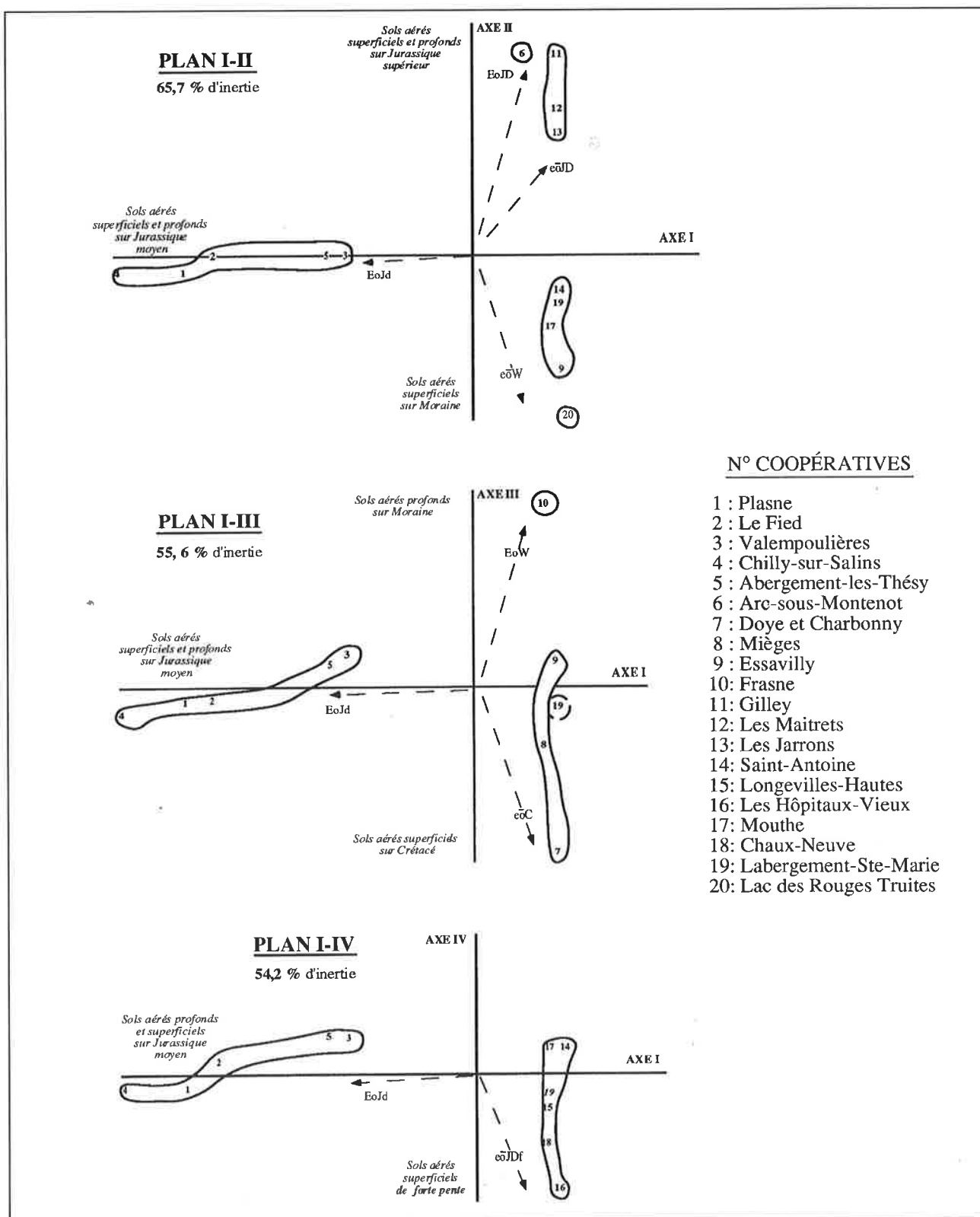


Tableau 2 - Partition des 20 fruitières, établie d'une part par l'étude du milieu édaphique, d'autre part par l'analyse sensorielle des fromages.

Table 2 - The twenty cheese plans partition, according to the edaphic study results of the natural environment or to the cheeses sensorial study results.

Zones édaphiques	Crus de fromages
<p>I. Plateau de Plasne</p> <p>Plasne Le Fied Valempoulières Chilly-sur-Salins Abergement-les-Thésy</p>	<p>I. Plateau de Plasne</p> <p>Plasne Le Fied Valempoulières Chilly-sur-Salins Abergement-les-Thésy</p>
<p>II. Monts de Salins</p> <p>Arc-sous-Montenot</p>	<p>II. Monts de Salins</p> <p>Arc-sous-Montenot</p>
<p>III. Plateau de Nozeroy</p> <p>Doye Mièges Essavily</p>	<p>III. Plateau de Nozeroy</p> <p>Doye Mièges Essavily</p>
<p>IV. Val du Drugeon</p> <p>Frasne</p>	<p>IV. Val du Drugeon</p> <p>Frasne</p>
<p>V. Le Saugeais</p> <p>Gilley Les Maitrets Les Jarrons</p>	<p>V. Le Saugeais</p> <p>Gilley Les Maitrets Les Jarrons*</p>
<p>VI. Val de Mouthe - Mont d'Or</p> <p>Saint Antoine Les Longevilles Mouthe Les Hôpitaux-Vieux Chaux-Neuve</p>	<p>VI. Val de Mouthe - Mont d'Or</p> <p>Saint Antoine Les Longevilles Mouthe Saint-Antoine</p>
<p>VII. Côteaux de Mouthe</p> <p>Labergement-Ste Marie</p>	<p>VII. Côteaux de Mouthe</p> <p>Labergement-Ste Marie Les Hôpitaux-Vieux Chaux-Neuve</p>

des fromageries proches lors de l'extension de l'étude à l'ensemble de l'AOC-Comté (Compagnon et Gaiffe, 1996). Ces secteurs édaphiques sont :

- I. Le Plateau de Plasne regroupant les fromageries du Premier Plateau sauf Arc-sous-Montenot.
- II. Les Monts de Salins, avec la fromagerie d'Arc-sous-Montenot.
- III. Le plateau de Nozeroy (Doye, Mièges et Essavilly).
- IV. Le val du Drugeon (Frasne).
- V. Le Saugeais (Gilley, Les Maîtres, Les Jarrons).
- VI. Le Val de Mouthe - Mont d'Or où se retrouvent la plupart des fromageries de la Haute-Chaîne.
- VII. Les coteaux de Mouthe avec la fromagerie de Labergement.
- VIII. Le Grandvaux avec le Lac des Rouges Truites.

L'ANALYSE SENSORIELLE DES FROMAGES

Cette étude conduite par le Comité Interprofessionnel du Gruyère de Comté (CIGC) se proposait trois objectifs : dire le goût du fromage, établir par fromagerie un profil sensoriel du produit et enfin comparer ces profils entre eux.

Matériel et méthode

Le goût du fromage (Bérodier et Puisais, 1990)

A la différence du domaine œnologique riche d'expérience et de vocabulaire dans l'approche sensorielle, le fromage était jusque là défini plus souvent par les descripteurs de défauts (rance, aigre, fermenté...) que par les descripteurs constitutifs de l'arôme. Afin d'apprendre à « dire le goût » (Bérodier, 1992), un jury terroir a été constitué, réunissant des producteurs de lait, des techniciens du Comté, des œnologues, des professionnels de la restauration. Ces dégustateurs, formés par l'Institut Français du goût, ont reçu un entraînement sensoriel poussé lors de dégustations régulières en conditions normalisées (salle climatisée, fromages stabilisés 20 heures à 15 °C, présentés à 18 °C en tranches écroûtées de 50 grammes...)

Le profil sensoriel d'un fromage

Après cette étape de mise au point de l'outil d'évaluation 240 fromages ont été dégustés au cours de 3 années. Ces fromages, tous de bonne qualité (les meules présentant des défauts de fabrication étaient exclues) provenaient de 3 saisons différentes et avaient été affinés de 3 à 6 mois. Parmi eux, 106 provenaient des 20 fromageries sélectionnées pour notre étude. Le produit de chaque fromagerie était présenté lors de 4 à 5 séances différentes. Pour chaque fromage était établie une fiche de dégustation comportant 6 parties : odeur, texture, arôme, saveurs et sensations trigéminales, persistance et image finale. Les cinq premières sont issues de la norme Afnor ISO 5492 (1992), la sixième est libre et plus synthétique.

La comparaison des profils sensoriels

Elle s'effectue par comparaison statistique sur les 106 fromages (analyse en composantes principales, classification automatique, analyse de la variance et analyse discriminante) des proportions de citation des 28 descripteurs du goût les plus souvent cités ou très caractéristiques (Bérodier *et al.*, 1997).

Résultat

La roue des arômes du Comté

Sept familles d'arômes ont été retenues dont les quatre principales caractérisent les aspects suivants : lactique (expression de la matière première), fruité (goût de noisette et de fruits), végétal (foin, herbe, légume) et torréfié (caramel, café). Ces familles ont été subdivisées en 200 descripteurs dont les 94 les plus courants sont réunis *figure 4* (Bérodier *et al.*, 1997).

Les profils sensoriels

Pour chaque fromagerie, les fromages des différentes saisons, des différentes caves d'affinage et de différentes maturités, présentent des caractères constants, dans les arômes principaux comme dans les arômes secondaires. On peut ainsi établir une sorte de carte d'identité de la fromagerie qui semble indépendante du parcours technologique. On trouvera *planche 3* les palettes aromatiques des deux fromageries étudiées ci-dessus, Plasne et le Lac des Rouges Truites. Trois familles d'arômes sont communes aux deux fromageries, mais avec des intensités d'arômes principaux très différentes tandis que les trois autres familles sont totalement spécifiques : « épice » et « animal » pour Plasne, « végétal » pour le Lac des Rouges Truites.

La partition sensorielle des fromageries

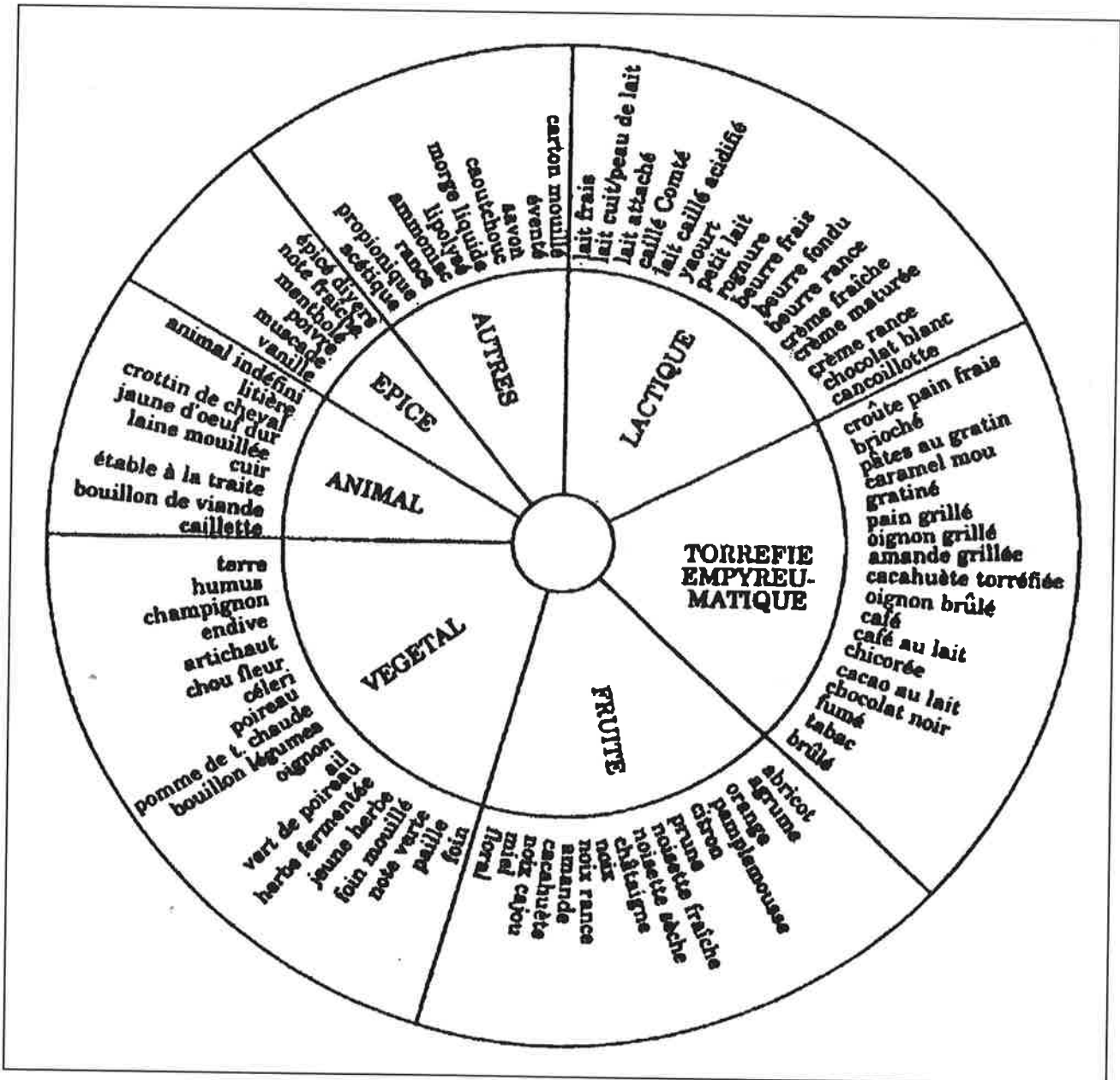
On trouvera au tableau II les regroupements effectués sur des bases organoleptiques. Les 20 fromageries s'organisent en 8 groupes, dont 6 sont exactement les mêmes que ceux définis sur des bases édaphiques. Pour 17 fromageries sur 20 est confirmée soit l'appartenance à un ensemble géopédologique déjà défini (plateau de Plasne, de Nozeroy, Saugeais), soit l'originalité tant sensorielle qu'édaphique (Arc-sous-Montenot, Frasne, Lac des Rouges Truites). Seuls les Hôpitaux-Vieux et Chaux-Neuve, aux bassins laitiers éclatés et très diversifiés ont des fromages dont l'identité sensorielle se rapproche de celle de Labergement plutôt que des Longevilles. Mais Coteaux et Val de Mouthe sont deux secteurs par ailleurs assez proches. (Les fromages des Jarrons qui présentaient des défauts de fabrication n'ont pas été classés).

CONCLUSION

Deux démarches totalement indépendantes, l'une de cartographie du milieu édaphique des prairies, l'autre de caractérisation sensorielle des fromages, ont permis d'organi-

Figure 4 - La roue des arômes du Comté (Bérodier et al., 1997)

Figure 4 - Aroma descriptors or « aroma circle » of the Comté cheese, (Bérodier et al., 1997).



ser un groupe de 20 fromageries à Comté en 8 sous-ensembles remarquablement concordants. Les variations du goût correspondent bien à des variations de la terre. Les entités délimitées prennent donc valeur de terroirs, dont l'existence est inscrite dans le milieu naturel. Leur définition sur des bases édaphiques permet de leur assigner des limites stables dans l'espace et dans le temps, indépendantes des éventuelles évolutions des pratiques agricoles.

L'unité agro-pédologique prise comme élément de caractérisation du milieu montre, en retour, son intérêt dans une démarche de caractérisation du terroir fromager. Elle intègre en effet des critères d'emplacement (climat, roche, pente) et des critères d'organisation et de fonctionnement du système sol-roche (dynamique de l'eau et des éléments mobiles). Elle constitue un « réacton » (Lozet et Mathieu, 1990) qui s'exprime à travers la végétation semi-naturelle des prairies (Monnet,

1996) fournissant au lait, puis au fromage, ses saveurs spécifiques. Cette unité se rapproche de l'unité-terroir de base définie en contexte viticole (Morlat, 1989). Mais la transposition ne peut s'effectuer sans précautions. La conception même de production du Comté implique dès son origine la participation collective de tout un village à la fabrication d'une meule (40 kg). Le goût de terroir résulte donc du mélange des laits produits sur les différentes UAP d'un même bassin laitier. C'est la combinaison originale des UAP constitutives de chacun de ces bassins de production qui est à l'origine d'un terroir fromager, identifiable par la typicité de son produit.

L'effet propre de l'UAP sur le fromage, par l'intermédiaire de la végétation et de toutes les étapes de sa transformation, ne pourra être précisé que par voie expérimentale. La « mini-fromagerie » du centre INRA de Poligny, capable de fabriquer de très petites meules en reproduisant fidèlement le parcours technologique des grandes fruitières, pourrait apporter des informations et donner ses bases analytiques à notre définition nécessairement synthétique des terroirs de Comté.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué grâce au soutien financier de l'A.N.R.T. et du Comité Interprofessionnel du Gruyère de Comté.

BIBLIOGRAPHIE

- Afnor NF ISO 5492, 1992 - Analyse sensorielle vocabulaire.
- Bérodier F., 1992 - Notion de cru en terroir de Comté. In : Colloque « Les mots pour le dire », Dole, 16 Novembre 1992, 4 p.
- Bérodier F. et Puisais J., 1990 - L'image sensorielle du Comté. Actes du coll. Authenticité du goût et terroirs, Poligny (France), 17-23.
- Bérodier F., Stévenot C. et Schlich P., 1997 - Descripteurs de l'arôme du fromage de Comté. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 30, 298-304.
- Blondé J.L., Gaiffe M., Continil D. et Bruckert S., 1986 - Relations entre le caractère humifère des sols des plateaux jurassiens et le régime hydrique induit par la perméabilité des bancs calcaires. *Pédologie*, 36 (2), 155-177.
- Bruckert S., 1989 - Désignation et classement des sols agricoles d'après des critères de situation et d'organisation : application aux terres franc-comtoises du domaine climatique tempéré semi-continentale. *Agronomie*, 9 (4), 353-361.
- Bruckert S., 1990 - Cours de pédologie. Laboratoire de Pédologie, Besançon, doc. polycop., 73 p.
- Bruckert S. et Gaiffe M., 1990 - Les systèmes de subsurface sols-roches, modèles de pédogenèses. Exemples des domaines karstique et non karstique de Franche-Comté. *Science du sol*, 28 (4), 319-332.
- Bruckert S. et Gaiffe M., 1993 - Rôle de la porosité des roches dans le transfert de l'eau et le régime hydrique des sols. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 316, 1455-1461.
- Bruckert S., Gaiffe M., Duquet B., Tavant Y. et Tavant H., 1986. - Rôle du flux de calcium sur la stabilisation de la matière organique des sols. *Ann. Sci. Univ. Fr.-Comté, Besançon, Biol. Vég.*, 6 (4), 25-29.
- Compagnon F. et Gaiffe M., 1996. Définition géographique et caractérisation des terroirs du Comté à partir de critères agro-pédologiques et climatiques. *Rapp. CIGC et Univ. Franche-Comté*, 77 fiches, 8 cartes couleur.
- Dagnelle P., 1979 - Théories et méthodes statistiques. II- Applications agronomiques. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 423 p.
- Fenelon J.P., 1981 - Qu'est ce que l'analyse des données ?, Lefonen, Paris.
- Gaiffe M., 1997 - Géométrie des roches et évolution des sols. Exemples jurassiens. Actes du Coll. « Evolution des Sols de Montagne », Jubilé Prof. Ozenda, Grenoble, Juillet 1996, *Ecologie*, n° spécial. (sous presse).
- Gaiffe M. et Bruckert S., 1991 - Déterminisme paléoécologique des écosystèmes actuels du Haut-Jura en relation avec la fracturation des roches. *Ann. Sci. For.*, 48, 575-591.
- Laville P., 1990 - Le terroir, un concept indispensable à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles : le cas de la France. *Bull. de l'OIV*, 63 (709-710), 217-241.
- Lebon E., Dumas V., Mettauer H. et Morlat R., 1993 - Caractérisation intégrée du vignoble alsacien : aspects méthodologiques et application à l'étude des composantes naturelles des principaux terroirs. *J. Intern. des Sc. de la Vigne et du Vin*, 27 (4), 235-253.
- Legros J.P., 1996 - Cartographie des sols. Presses polytechnique et universitaire romandes, Lausanne, 321 p.
- Lozet J. et Mathieu C., 1990 - Dictionnaire de Science du Sol. 2° édition, Technique et Documentation - Lavoisier - Paris, 384 p.
- Lucot E. et Gaiffe M., 1994 - Cartographie de massifs forestiers sur substrats calcaires du Nord-Est de la France situés à différentes altitudes. Contrat « Description des sols forestiers caillouteux (Sigle) », Société Forestière de Franche-Comté - Conseil Régional de Franche-Comté, 30 p.
- Mesnier J., 1996 - La sémantique liée à la notion de terroir : une objectivité pluridisciplinaire. Actes du coll. intern. Les terroirs viticoles, Angers, INRA, 576-582.
- Michalet R. et Bruckert S., 1986 - La podzolisation sur calcaire du subalpin du Jura. *Science du Sol*, 24 (4), 363-375.
- Monnet J.C., 1996 - Caractérisation fonctionnelle d'unités cartographiques prairiales dans le massif du Jura. Application à la définition des terroirs du Comté. Thèse Doct. Mention Sci. Vie, Univ. Franche-Comté, 260 p.
- Monnet J.C., Gaiffe M. et Bérodier F., 1996 - Cartographie fonctionnelle du terroir sur des bases édaphiques. Exemple de la zone d'AOC-Comté. Coll. intern. « Terroir viticoles », Angers, 16-18 Juillet.
- Morlat R., 1989 - Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Applications aux vignobles rouges de la moyenne vallée de la Loire. Thèse doc. Etat, Bordeaux, 289 p. + annexes.
- Morlat R., 1996 - Eléments importants d'une méthodologie de caractérisation des facteurs naturels du terroir, en relation avec la réponse de la vigne à travers le vin. Actes du coll. intern. « Les terroirs viticoles », Angers, INRA, 17-31.
- Nolin M.C. et Caillier M.J., 1992 - La variabilité des sols. I. Composantes et causes. *Agrisol*, 5 (2), 15-20.
- Philippeau G., 1986 - Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ? ITCF, Paris, 63 p.
- Riou C., Morlat R. et Asselin C., 1995 - Une approche intégrée des terroirs viticoles. Discussions sur les critères de caractérisation accessibles. *Bulletin de l'O.I.V.*, 767-768.
- STAT-ITCF, 1991 - Manuel d'utilisation, version II, Paris, 429 p.

Annexe 1 - Tableau récapitulatif des résultats édaphiques obtenus sur le bassin laitier de la fruitière du Lac des Rouges Truites.

Annexe 1 - Recapitulative table of the edaphic results obtained on the milk basin of the « Lac des Rouges Truites » cheese plan.

U.A.P	% Surface Totale	Surface en Ha	% S.A.U
eoS	2,0	16,1	2,2
eoW	3,9	30,7	4,3
eoC	5,9	47,3	6,6
eoJD	0,9	7,5	1,0
eoW	46,6	371,6	51,8
eoC	18,1	144,4	20,1
EoW	2,3	18,3	2,6

xupW	0,5	4,4	0,6
XupC	0,2	1,7	0,3

xucW	0,7	5,3	0,7
xucC	0,1	1,0	0,1
XucA	1,5	12,3	1,7
XucW	4,1	32,9	4,6
XucC	0,5	4,4	0,6

Unités de pente :

eocf	1,5	11,9	1,7
eoCf*	1,0	7,8	1,1

ZONES NON PASTORALES

Xucc	8,2	65,1
------	-----	------

Dominante : eoW 51,80% Sols aérés superficiels sur Würm

Proportion : drainants / étanches : 91,4% / 8,6% = 10,6

Substratum géologique : dominante marquée des dépôts morainiques Würmiens (64,5 % de la S.A.U).
Bonne représentativité du Crétacé (30,5%).

Catégorie agro-pédologique	% S.A.U
eo	11,9
eof	1,7

eo	74,2
eof	1,1

Eo	2,6
----	-----

xup	0,6
Xup	0,2

xuc	0,9
Xuc	6,9

$\Sigma = 100\%$

Catégorie géologique	% S.A.U.
Alluvions modernes	1,7

Alluvions anciennes	2,2
---------------------	-----

Würmien	64,5
---------	------

Crétacé	30,5
---------	------

Jurassique supérieur	1,0
----------------------	-----

$\Sigma = 100\%$

SURFACE :	797,1	Ha
S.A.U. :	717,6	Ha

Variabilité : 16 U.A.P.

Annexe 2 - Tableau récapitulatif des résultats édaphiques obtenus sur le bassin laitier de la fruitière de Plasne.

Annexe 2 - Recapulative table of the edaphic results obtained on the milk basin of the « Plasne » cheese plan.

U.A.P	% Surface Totale	Surface en Ha	% S.A.U
eoA	0,7	9,8	0,7
eoJd	1,0	14,4	1,1
eoA	0,3	4,2	0,3
eoW	0,0	0,4	0,0
eoJd	1,1	15,0	1,1
EoA	2,1	30,2	2,2
EoW	3,7	52,4	3,8
EoJd	80,6	1138,1	82,9
EoM	1,2	17,1	1,3
xupW	0,2	3,1	0,2

Unités de pente :

eoJdf	0,8	11,9	0,9
eoJdf	0,0	0,3	0,0
EoJdf	4,8	67,3	4,9
EoJdF	0,1	1,9	0,1
EoMf	0,5	7,4	0,5

ZONES NON PASTORALES

Village	2,7	38,3
---------	-----	------

Dominante : EoJd

Sols aérés profonds sur Jurassique moyen.

Proportion : drainants / étanches : 98,6% / 1,4% = 70,4

Substratum géologique : dominante marquée des dépôts calcaires du Jurassique moyen (82,9 % de la S.A.U).

Catégorie agro-pédologique	% S.A.U
eo	1,8
eof	0,9

eo	1,4
eof	0,0

Eo	90,1
Eof	5,4
EoF	0,1

xup	0,2
-----	-----

$\Sigma = 100\%$

SURFACE :	1412	Ha
S.A.U. :	1374	Ha

Variabilité : 15 U.A.P.

Catégorie géologique	% S.A.U.
Alluvions modernes	3,2

Würmien	4,1
---------	-----

Jurassique moyen	90,9
------------------	------

Jurassique inférieur	1,8
----------------------	-----

$\Sigma = 100\%$