



## CARACTÉRISATION DU GRUYÈRE AOC

(appellation d'origine contrôlée)

### Auteurs

Daniel Goy, Patrizia Piccinali,  
Daniel Wechsler, Ernst Jakob



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral  
de l'économie DFE  
**Station de recherche**  
**Agroscope Liebefeld-Posieux ALP**

ALP fait partie de l'unité ALP-Haras



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral  
de l'économie DFE  
**Station de recherche  
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP**

ALP fait partie de l'unité ALP-Haras

## Impressum

ALP science

Couverture	Station recherche Agroscope
Auteurs	Daniel Goy, Patrizia Piccinalli, Daniel Wechsler, Ernst Jakob
Editeur	Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Berne, Tél.+41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27, <a href="http://www.alp.admin.ch">www.alp.admin.ch</a> , e-mail ; <a href="mailto:info@alp.admin.ch">info@alp.admin.ch</a>
Contact	e-mail : <a href="mailto:info@alp.admin.ch">info@alp.admin.ch</a> Tél. +41 (0)31 323 11 72 Fax: +41 (0)31 323 82 27
Mise en page	RMG Design
ISSN	1660-7856 (online)
ISBN	978-3-905667-75-2

## Table des matières

1	Introduction .....	4
2	Matériel et méthodes .....	4
2.1	Echantillonnage .....	4
2.1.1	Stade de maturation des Gruyère .....	4
2.1.2	Choix des fromageries .....	4
2.1.3	Prélèvement des échantillons .....	6
2.1.4	Analyses chimiques et biochimiques .....	6
2.2	Enquête en fromagerie .....	6
2.3	Analyse sensorielle .....	6
3	Résultats et discussion .....	7
3.1	Caractéristiques de fabrication .....	7
3.1.1	Processus de transformation et de maturation .....	7
3.1.2	Maturation des fromages dans les différentes exploitations .....	7
3.2	Caractérisation chimiques .....	8
3.2.1	Composition des fromages (composants majeurs) .....	8
3.2.2	Paramètres de maturation .....	10
3.2.3	Acides aminés libres .....	11
3.2.4	Amines biogènes .....	12
3.2.5	Teneurs en acides carboxyliques volatils totaux .....	12
3.2.6	Composition en acides gras de la graisse .....	13
3.3	Evaluation sensorielle .....	15
3.3.1	Caractérisation sensorielle des Gruyère doux .....	15
3.3.2	Caractérisation sensorielle des Gruyère mûrs .....	17
3.3.3	Caractérisation sensorielle des Gruyère extra mûrs .....	19
3.3.4	Comparaison de la description sensorielle des Gruyère doux, mûrs et extra mûr .....	22
4	Conclusions .....	25
Annexes		
1.	Références et définitions pour l'odeur et la saveur	
2.	Profil de chaque produit	

## Résumé

Le Gruyère AOC est le fromage traditionnel le plus vendu en Suisse. Afin de garantir que ce noble fromage conserve son authenticité et ses caractéristiques, il est régulièrement analysé aussi bien du point de vue chimique, biochimique que sensoriel. Seize fromageries ont été sélectionnées en tenant compte de différents paramètres tels que : lieu de production, qualité du fromage à la taxation et aptitude à la commercialisation. Les fromages ont été analysés à trois stades de maturation soit 8 mois (Gruyère doux) 11 mois (Gruyère mûrs), et 13 mois (Gruyère extra-mûrs). Une fromagerie a fourni un fromage aux trois stades de maturation.

Lors de la taxation, les valeurs des analyses chimiques sont comprises dans les normes, mis à part quelques lots qui présentent une teneur en eau dans le fromage dégraissé trop élevée.

Lors de leur appréciation, soit à 8, 11, et 13 mois, la teneur en eau des Gruyère était peu élevée, et la teneur en sel trop élevée. Ces deux valeurs hors normes sont certainement dues au fait que ces fromages proviennent des réserves locales des fromageries. Dans les caves des affineurs, ces deux paramètres sont contrôlés régulièrement et corrigés par des soins appropriés et le climat.

La teneur en acides aminés libres totales mesurée sur la base de l'OPA (ortho-phtaldialdéhyde) subit une forte augmentation entre 8 et 11 mois, tandis que l'augmentation est très faible entre 11 et 13 mois.

La quantité d'amines biogènes modérée dans tous les Gruyère analysés est faible, et se situe largement au-dessous des valeurs qui peuvent incommoder des personnes sensibles.

La moyenne des acides carboxyliques volatils totaux est située dans la norme. Deux fromages ont des résultats, hors normes mais les fermentations indésirables qui ont provoqués ces valeurs hors normes n'ont pas altéré la qualité sensorielle du produit.

L'analyse descriptive des Gruyère aux trois différents stades de maturation montre l'évolution des produits au niveau de l'apparence, l'odeur, la flaveur et la texture. En comparant les différents graphiques du profil sensoriel, on constate que les notes qualifiant les descripteurs augmentent d'intensité au cours du processus d'affinage.

## 1 Introduction

Le Gruyère AOC est le fromage traditionnel le plus vendu en Suisse. Sa production est ancrée en Suisse occidentale, il a un caractère spécifique et son goût est inimitable. Il est l'expression de son terroir. Pour s'assurer que ce noble fromage conserve son authenticité et ses caractéristiques, il est régulièrement analysé aussi bien du point de vue chimique, biochimique que sensoriel par Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP). Les caractérisations antérieures du Gruyère ont fait l'objet de rapports internes. (voir FAM Info 247/1992, Rapport interne 38/2000, Rapport FAM 80/2002 et Rapport interne 6/2003).

## 2 Matériel et méthodes

### 2.1 Echantillonnage

Pour cette étude, les Gruyère ont été prélevés chez des fabricants (réserve locale) à 3 stades de maturation. Seize fromageries ont été retenues, l'une d'entre elles a fourni un fromage aux trois stades de maturation proposés, ce qui fait 18 fromages analysés et appréciés à 3 stades de maturation.

#### 2.1.1 Stade de maturation des Gruyère

Stade 1: Gruyère doux, âgés de 6,5 à 8,4 mois, moyenne 7,8 mois ( $237 \pm 21$  jours).

Stade 2: Gruyère mûr, âgés de 9,7 à 11,4 mois, moyenne 10,4 mois ( $315 \pm 21$  jours).

Stade 3: Gruyère extra-mûr, âgés de 12,1 à 14,9 mois, moyenne 13,3 mois ( $404 \pm 31$  jours).

#### 2.1.2 Choix des fromageries

Le choix des fromageries a été effectué par le responsable qualité de l'interprofession du Gruyère (IPG) qui, pour sa sélection, a pris en compte plusieurs paramètres tels que : qualité du fromage à la taxation, aptitude à la commercialisation, lieu de production (3 fromageries sont situées dans les Préalpes, 10 en région de plaine et 3 dans le Jura). Selon la classification de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), 5 fromageries se situent en zone de plaine, (altitude entre 450 et 760 m), 3 en zone colline (altitude entre 720 et 780 m), 4 en zone de montagne I, (altitude entre 860 et 900 m), 3 en zone de montagne II, (altitude entre 890 et 1050 m) et 1 en zone montagne III, (altitude 890 m). Le Gruyère est apprécié selon une échelle composée de 4 critères à 5 points, (ouverture - pâte - arôme - extérieur et conservabilité) Le pointage est divisé en  $\frac{1}{2}$  point. Lorsque les experts trouvent des irrégularités, le pointage est réduit selon la gravité des défauts constatés.

Tous les produits retenus ont obtenu lors de la taxation au minimum les notes 4,5 points aux critères « pâte et goût ». La note 5 a été attribuée dans 72 % des cas dans l'ensemble des 2 critères retenus. Ces Gruyère étaient représentatifs de la qualité souhaitée sur le marché.

**Tableau 1.**

Echantillonnage de Gruyère doux (productions août et septembre 2008)

Fromagerie	Zone de production	Altitude en mètres	Age du Gruyère en mois
1 D	colline	720	8,3
2	montagne I	890	8,4
3	montagne III	890	6,5
4	montagne II	850	8,0
5	plaine	760	8,0
6	plaine	450	7,5

**Tableau 2.**

Echantillonnage de Gruyère mûr (productions mai et juin 2008)

Fromagerie	Zone de production	Altitude en mètres	Age du Gruyère en mois
1 M	colline	720	10,3
7	montagne I	900	9,8
8	plaine	700	11,4
9	montagne II	850	10,9
10	colline	750	10,0
11	plaine	720	9,7

**Tableau 3.**

Echantillonnage de Gruyère extra-mûr (productions février, mars et avril 2008)

Fromagerie	Zone de production	Altitude en mètres	Age du Gruyère en mois
1 EM	colline	720	12,1
12	colline	780	13,6
13	montagne I	900	12,5
14	montagne I	860	12,8
15	montagne II	1050	13,8
16	plaine	660	14,9

<sup>1</sup> Fromages d'hiver (vaches affouragées exclusivement avec des fourrages secs)

### 2.1.3 Prélèvement des échantillons

Pour effectuer les analyses et l'appréciation sensorielle ALP a reçu un quartier de Gruyère représentant environ 5 kg de fromage (1/6 de la meule). Une section triangulaire d'environ 2,5 kg a servi aux analyses, un morceau d'environ 2 kg pour l'appréciation sensorielle et le solde a été stocké comme échantillon de réserve. Sur la section de Gruyère attribué aux analyses, la croûte a été enlevée sur 0,5 cm d'épaisseur ainsi qu'un segment de 3 cm de largeur à la périphérie. Ensuite, tout le morceau a été râpé et mélangé.

### 2.1.4 Analyses chimiques et biochimiques

La matière grasse a été déterminée en utilisant une méthode butyrométrique selon Gerber-Van Gulik. La teneur en protéine totale a été calculée à partir de la teneur en azote totale (TN) déterminée selon la méthode Kjeldahl ( $TN \times 6,38$ ). L'azote non-protéinique a été déterminé à l'aide de la fraction d'azote soluble dans l'acide trichloracétique (120 g TCA/kg). La teneur en acides aminés libres totales a été mesurée sur la base de l'OPA (orthophthaldialdehyde) décrite par Frister et al. (1986). La teneur en acide lactique a été déterminée par voie enzymatique, celle en sel indirectement par titrage argentométrique du chlorure, et celle en calcium par spectrométrie d'absorption atomique. Les acides carboxyliques volatils ont été quantifiés par chromatographie gazeuse après distillation à la vapeur d'eau de l'échantillon acidifié (Badertscher et al., 2003). Des méthodes HPCL avec détection par fluorescence ont été utilisées pour déterminer individuellement divers acides aminés libres (Butikofer et Fuchs V1997) ainsi que pour les amines biogènes (Manuel suisse des denrées alimentaires, 2003). Les analyses de la composition en acides gras de la graisse laitière ont été effectuées selon la méthode Collomb & Bühler. (Mitt. Lebensm. Hyg. 91, 306-332, 2000).

## 2.2 Enquête en fromagerie

Les fromagers concernés par l'essai ont rempli un questionnaire en relation avec la maturation du lait, la fabrication et l'affinage de leurs fromages. Les différents paramètres demandés respectent scrupuleusement le cahier des charges. Les points paraissant importants sont mentionnés dans le présent rapport. Ils représentent soit des tendances ou des informations spécifiques pour une fromagerie.

## 2.3 Analyse sensorielle

Pour déterminer le profil sensoriel des Gruyère, un test descriptif quantitatif portant sur l'aspect visuel, l'odeur, la flaveur et la texture a été effectué dans le laboratoire d'analyse sensorielle de Liebefeld. Treize juges du panel entraîné d'Agroscope Liebefeld-Posieux ont participé à

cette étude. Ils ont effectué trois séances d'entraînement. Le but de ces séances était d'une part d'apprendre à utiliser le langage standardisé pour le Gruyère et d'autre part de se familiariser avec la procédure d'évaluation. Le langage standardisé consistait en une liste de 26 descripteurs corrélés de définitions (apparence et texture, tirées du «Guide d'évaluation sensorielle de la texture des fromages à pâte dure ou semi-dure» rédigé par P. Lavanchy et al., éditions INRA, 1994) et de références ou définitions (odeur et flaveur). Le tableau 4 montre les descripteurs étudiés, la liste avec les références et les définitions pour l'odeur et la flaveur se trouve dans l'annexe 1.

Lors de la phase de test, les juges ont évalué l'intensité de chaque descripteur sur une échelle allant de 0 à 10. Trois fois trois séances ont été organisées pour l'évaluation des produits. Le premier groupe de trois séances était consacré aux six Gruyères doux, le deuxième aux six Gruyère mûrs et le troisième aux six Gruyère extra-mûrs. Chaque groupe était organisé de la façon suivante :

1ère séance : évaluation de l'apparence et de l'odeur des six produits.

2ème séance : évaluation de la texture des six produits

3ème séance : évaluation de la flaveur des six produits

Afin de garantir l'utilisation cohérente des échelles tout au long du test, les profils des Gruyère doux ont été donnés au panel lors de l'évaluation des Gruyère mûrs et ceux des Gruyère mûrs lors de l'évaluation des Gruyère extra-mûrs. Les produits étaient codés et présentés dans un ordre aléatoire. L'évaluation s'est déroulée dans des cabines individuelles, avec une lumière normale et à une température de 20°C. Les experts ont utilisé du thé noir léger et de l'eau pour se rincer la bouche entre les échantillons. La récolte des données a été faite avec le logiciel FIZZ de Biosystème (France). Les données ont été analysées au moyen d'une analyse de variance suivi d'une comparaison multiple des moyennes soit d'une Analyse de Friedman.

**Tableau 4.**

Descripteurs utilisés pour l'analyse sensorielle de Gruyère

Apparence	Odeur	Flaveur		Texture
Couleur jaune	Laiteuse	Salé	Laiteuse	Ferme
Fissures	Végétale	Acide	Végétale	Cassante
Cristaux	Fruitée	Sucré	Fruitée	Adhésive
Rugosité	Torréfiée	Amer	Torréfiée	Cristaux/grains
	Animale	Umami	Animale	
			Piquant	
			Astringent	
		Persistance		

## 3 Résultats et discussion

### 3.1 Caractéristiques de fabrication

#### 3.1.1 Processus de transformation et de maturation

La température moyenne de maturation du lait du soir est de 15,5°C avec un écart-type de 1,3°C. Toutes les entreprises emploient au minimum deux cultures d'exploitation. L'ensemencement du lait de chaudière est en moyenne de 4,9 dl par fromage ou 1,3 %. Une fromagerie emploie cinq préparations différentes de levains et une autre emploie 9 dl de culture par fromage avec une prédominance de petit-lait acidifié durant 12 heures. Toutes les entreprises cultivent la plus grande proportion des cultures acidifiantes à 38°C. Douze exploitations préparent au minimum un petit-lait acidifié à 32°C ; quinze fromageries emploient une culture mixte brute (CMB) dans des proportions se situant entre 1,5% à 40% de la quantité totale ajoutée en chaudière, la moyenne est de 20 % de la quantité totale de culture. Les cultures mères employées sont : 1 culture CMB 202, 2 cultures provenant d'un mélange de CMB 202, 280 et 291 préparées par le LAAF (Laboratoire agroalimentaire fribourgeois), 6 cultures CMB 291, 1 culture AOC G1, 6 cultures AOC G3. En moyenne, la température de maturation du matin est de 30,3°C et la durée est de 20 min. Les présures employées sont toutes préparées à base de cailllette de veau provenant du commerce. Deux fromageries ajoutent quelques grammes de caillettes dans un des petits-laits. La durée de coagulation se situe entre 40 et 50 minutes. Le temps de décaillage et de brassage avant le feu (durcissement du grain) est d'environ 20 minutes et la durée moyenne de chauffage est de 40,2 minutes. La température moyenne de chauffage est de 57,6 (températures : minimum 57,0° C, maximum 58,4° C).

#### 3.1.2 Maturation des fromages dans les différentes exploitations

Les Gruyère sont immergés dans le bain de sel (saumure à environ 22° Baumé) entre 20 et 36 heures, la majorité des entreprises laissant les fromages 24 heures dans le bain de sel (10 entreprises). Dans huit fromageries sur seize, les soins en cave sont effectués à l'aide d'un robot et dans la plus part des cas depuis les premiers jours. Le séjour des fromages dans la cave des frais est variable, la durée s'échelonne entre 8 et 15 jours. Douze exploitations ajoutent environ 320 g de sel durant les quatre premiers jours de soins. (environ 80 g par frottage). Les températures d'affinage et l'humidité relative sont presque identiques entre les fromageries (température moyenne : 14°C, humidité relative 92% Hr). A signaler qu'une fromagerie maintient dans ses caves une hygrométrie beaucoup plus basse.

## 3.2 Caractérisation chimiques

### 3.2.1 Composition des fromages (composants majeurs)

Les résultats obtenus sur la composition des fromages sont présentés dans les tableaux 5, 6 et 7. En cours de maturation, les fromages perdent encore passablement d'eau. Les Gruyère analysés après 7,8 mois (doux) et 10,4 mois (mûr) d'affinage ont perdu environ 5 g/kg d'eau par mois, tandis que le groupe de fromages âgés de 13,3 mois (extra-mûr) a perdu en moyenne que 2,8 g/kg par mois. La perte d'eau diminue avec l'âge. La teneur en gras sur sec des fromages est presque comparable entre les résultats à la taxation (environ 4,5 mois) et ceux analysés lors de l'essai, ceci malgré la différence entre le nombre de fromages ayant servi aux diverses analyses. Cela confirme qu'en contrôlant régulièrement les valeurs en protéines et matière grasse du lait de chaudière la teneur en gras sur sec du Gruyère se situe dans les normes souhaitées.

Le lactose a été recherché sur 5 échantillons de Gruyère doux, celui-ci est non décelable.

Si les teneurs en sel sont dans les normes souhaitées à la taxation, les valeurs sont en général beaucoup trop élevées dans les Gruyère affinés dans les fromageries villageoises. Le tableau n° 3 nous donne une partie de la réponse : les fromages restant dans les caves de la fromagerie sont souvent frottés avec de l'eau très salée, alors que chez un affineur, la teneur en sel de l'eau de frottage a une concentration en sel voisine de 5 %. Le même constat peut être fait pour la teneur en eau.

La fromagerie de référence (fromagerie n° 1) est un bon exemple de cette façon de faire :

moyenne en sel lors de la taxation des 3 lots pris pour la caractérisation : 13,6 g/kg  
teneur en sel du fromage âgé de 8,3 mois (provenance, réserve locale) : 18,3 g/kg  
teneur en sel du fromage âgé de 10,3 mois (provenance, réserve locale) : 20,3 g/kg  
teneur en sel du fromage âgé de 12,1 mois (provenance, cave du marchand) : 16,7 g/kg

La teneur en calcium, comparée avec l'Emmentaler, est basse en raison d'une forte acidification durant les 24 premières heures. Cela explique le caractère de la texture de la pâte, qui est typiquement courte et cassante. En consommant 50 gr de Gruyère par jour, un adulte couvre environ 40 % de ses besoins journaliers en calcium. A mentionner que les fromages à pâte dure sont les denrées alimentaires qui fournissent la plus grande proportion de calcium à l'homme. La différence de calcium entre les trois groupes de fromages est faible, elle provient essentiellement de la perte d'eau en cours de maturation (Gruyère doux : 7'953 mg/kg, Gruyère mûr : 8'538 mg/kg Gruyère extra mûr : 8'582 mg/kg).

**Tableau 5.**

Composition des fromages lors de la taxation (Prélèvements sur environ 10% de la production mensuelle de Gruyère)

Date de l'analyse		4.5 mois (taxation)											
Groupe de fromages		Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
	unité	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum
Eau	g/kg	358	4.8	352	364	361	2.7	358	366	358	2.1	354	360
Matière grasse	g/kg	332	5.8	323	337	331	6.1	320	336	338	2.4	336	342
Gras sur sec	g/kg	517	7.9	505	527	518	8.2	505	527	527	4.5	523	535
TEFD <sup>1</sup>	g/kg	536	6	528	543	540	3.6	536	545	540	4.3	535	548
Sel	g/kg	14.0	0.9	13.1	15.7	13.9	0.7	13.0	15.2	13.1	0.9	12.0	14.6
Sel dans l'eau	g/kg	39.3	2.8	36.4	44.4	38.5	1.9	35.9	41.5	36.5	2.5	33.5	40.8

<sup>1</sup> TEFD = teneur en eau dans le fromage dégraissé

**Tableau 6.**

Composition des fromages maturés (analyses chimiques aux 3 stades de maturation, 1 pièce par fromagerie, moyenne composée de 6 analyses)

Stade de maturation	unité	Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
		moyenne	écart-type	mini-mum	maxi-mum	moyenne	écart-type	mini-mum	maxi-mum	moyenne	écart-type	mini-mum	maxi-mum
Eau	g/kg	341	12	319	352	333	16	319	363	334	3	329	337
Protéine	g/kg	265	2	261	268	264	5	259	269	261	4	255	267
Matière grasse	g/kg	337	8	330	353	345	11	326	358	345	3	343	350
Gras sur sec	g/kg	512	4	508	518	518	7	512	531	519	6	511	526
Lactose	mg/kg	ND <sup>1</sup>											
TEFD	g/kg	515	11	493	525	509	16	494	539	511	6	501	517
Sel <sup>2</sup>	g/kg	18.2	1.6	16.4	20.4	18.5	1.9	16.1	21.0	19.2	2.2	16.7	21.4
Sel dans l'eau	g/kg	53.6	6.3	47.6	64.0	55.7	5.1	50.4	63.8	57.4	6.9	49.4	64.2
Calcium	g/kg	7.95	0.07	7.87	8.09	8.54	0.38	7.88	9.02	8.58	0.24	8.26	8.95

<sup>1</sup> ND : non décelable<sup>2</sup> Sel : Pour le groupe Gruyère extra-mûr N=5. Une valeur a été éliminée, en raison d'une teneur en sel hors normes, 29.0 g/kg)**Tableau 7.**

Comparaison de la composition des fromages de la fromagerie de référence aux différents stades de maturation.

	unité	Gruyère doux (8.3 mois)	Gruyère mûr (10.3 mois)	Gruyère extra-mûr <sup>1</sup> (12.1 mois)
Eau	g/kg	343	329	337
Matière grasse	g/kg	336	345	348
Gras sur sec	g/kg	511	514	525
TEFD	g/kg	517	502	517
Sel	g/kg	18.8	21.0	16.7
Sel dans l'eau	g/kg	54.9	63.8	49.4

<sup>1</sup> fromage maturé dans une cave de marchand depuis l'âge de 3.5 mois

### 3.2.2 Paramètres de maturation

Les fractions azotées indiquent l'intensité de la dégradation des protéines contenues dans le fromage. En particulier les proportions d'azote hydrosoluble et non-protéique ainsi que la valeur OPA, sont des critères importants pour comparer le degré de protéolyse des différents stades de maturité du Gruyère. Cette analyse est importante pour bien sélectionner les Gruyère à vieillir.

L'azote total correspond au taux de protéines totales du fromage. L'azote hydrosoluble rend compte de la protéolyse globale ou en largeur, soit du taux de protéines transformées en éléments azotés solubles dans l'eau. L'azote non-protéique rend compte de la protéolyse en profondeur, soit du taux de protéines dégradées en éléments simples à goût plus marqué.

L'azote hydrosoluble augmente passablement entre les Gruyère doux et les Gruyère mûrs (tableau 8). Par contre entre les Gruyère mûrs et extra-mûrs, cette valeur reste presque la même, d'une part en raison de la teneur en eau relativement basse de ces derniers fromages, et d'autre part parce que l'activité enzymatique résiduelle est alors très faible.

En général l'azote non protéique est élevé, ainsi que la valeur OPA. Le développement de la flore de surface favo-

rise la désacidification du fromage et par conséquent est corollaire d'un pH élevé favorisant une protéolyse accélérée.

Les valeurs en acide lactique montrent des différences significatives à l'intérieur des groupes de fromages. Nous sommes en présence de fromages dont la protéolyse est contrôlée. Il existe une étroite corrélation entre l'acide lactique total et l'azote soluble dans l'eau. Plus la quantité d'acide lactique total diminue, plus la quantité d'azote soluble dans l'eau augmente.

L'OPA informe sur le taux d'acides aminés libres, donc sur le degré de dégradation en profondeur des protéines. On remarque une forte augmentation de cette valeur entre les fromages doux et les fromages mûrs. Les résultats peuvent être mis en parallèle avec ceux des acides aminés libres.

Le citrate est naturellement présent dans le lait, il est consommé par certaines bactéries hétérofermentaires. Dans un Gruyère subissant une maturation normale, à 6 mois la quantité de citrate doit être supérieure à 6 mmol/kg.

Le succinate est produit par une fermentation propionique déviante (consommation d'aspartate). Sa production dans un Gruyère doit être faible.

**Tableau 8.**

Résultats des analyses des paramètres de maturation (moyenne de 6 analyses)

Stade de maturation	unité	Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
		moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum
Azote total (TN)	g/kg	41.5	0.4	40.9	41.9	41.3	0.7	40.6	42.2	40.9	0.6	40.0	41.8
Azote non-protéique	g/kg	8.9	1.3	7.1	10.3	10.7	0.9	9.2	11.7	10.8	0.9	9.3	11.9
Azote soluble dans l'eau	g/kg	11.6	1.1	10.3	13.3	13.0	1.2	11.0	14.4	12.7	0.9	11.1	13.8
Azote soluble dans l'eau / azote total	en %	28.0	2.8	24.5	32.2	31.5	3.1	25.9	34.2	31.1	2.2	27.2	33.1
Acides aminés libres	g/kg	39.1	7.1	29.8	48.6	50.4	5.2	45.2	57.7	53.0	4.4	47.8	57.9
Acides aminés libres / azote total	en %	14.8	2.8	11.1	18.4	19.0	2.0	16.8	21.6	20.3	1.8	18.3	22.7
Valeur OPA <sup>1</sup>	mmol / kg	358	57	279	421	455	38	409	502	469	41	413	519
Valeur pH	[-]	5.60	0.08	5.49	5.71	5.66	0.06	5.59	5.73	5.69	0.09	5.60	5.85
Acide lactique total (ALT)	mmol / kg	112	10	101	126	107	15	82	130	96	16	82	125
Acide lactique L(+)	mmol / kg	41.2	7.3	32.0	50.0	43.5	10.7	32.0	59.0	39.2	5.2	33.0	48.0
Acide lactique D(-)	mmol / kg	71.2	10.9	56.0	87.0	63.7	9.0	50.0	73.0	57.2	12.6	44.0	77.0
% 'acide lactique L+ / ALT	en %	36.8	6.7	30.8	44.6	40.3	5.9	32.4	48.6	41.0	4.5	35.2	48.2
Citrate	mmol / kg	7.2	2.9	1.3	8.9	6.9	2.0	4.3	9.3	7.4	1.2	6.0	9.5
Succinate	mmol / kg	3.0	1.6	1.6	5.8	4.0	1.5	2.3	5.8	4.2	2.6	1.2	8.7

<sup>1</sup> OPA = ortho-phthalaldehyde

### 3.2.3 Acides aminés libres

Afin d'examiner de plus près la protéolyse secondaire, les acides aminés libres des fromages ont été également déterminés, incluant également les acides aminés non-protéiques (tableau 9). Les acides aminés contribuent au renforcement du goût, mais ne confèrent pas un goût spécifique au Gruyère. Par contre la transformation de ceux-ci joue un rôle important pour le développement du bouquet du fromage. Le Gruyère est un fromage qui présente un fort développement en acides aminés libres.

**Tableau 9.**

Acides aminés libres (en mg/kg) (moyenne de 6 analyses)

Stade de maturation	Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum
Acide alpha-aminobutyrique	4	9	< 1	23	36	17	17	55	24	16	11	50
Acide gamma-aminobutyrique	123	71	47	231	195	181	21	525	166	174	31	496
Acide aspartique	876	180	640	1127	1320	147	1167	1525	1598	161	1430	1844
Acide glutamique	7742	1556	5716	9818	10192	1064	8865	11617	11279	1198	9813	12795
Alanine	1309	266	939	1572	1711	162	1525	1932	1890	197	1646	2153
Arginine	39	30	20	84	< 1	-	< 1	< 1	< 1	-	< 1	< 1
Asparagine	1567	233	1236	1837	1879	204	1596	2129	1876	174	1628	2136
Citrulline	1063	186	867	1409	1408	172	1123	1598	1394	239	1035	1703
Glutamine	909	105	798	1089	691	50	632	751	599	172	394	905
Glycine	692	132	517	850	964	157	791	1223	1091	145	919	1259
Histidine	1286	193	1028	1536	1560	130	1426	1758	1525	82	1399	1629
Isoleucine	2190	417	1619	2754	3071	310	2729	3564	3378	265	3046	3746
Leucine	3639	605	2880	4385	4636	468	4082	5349	4840	445	4293	5342
Lysine	4030	921	2915	5363	4917	743	4237	6056	4751	587	4092	5598
Méthionine	1111	214	821	1372	1530	154	1364	1763	1646	145	1472	1817
Ornithine	< 1	-	< 1	< 1	< 1	-	< 1	< 1	< 1	-	< 1	< 1
Phénylalanine	2249	446	1653	2807	2990	368	2539	3499	3104	300	2769	3497
Proline	4021	655	3175	4815	4829	616	3891	5506	4969	484	4334	5502
Sérine	1113	235	818	1395	1613	193	1337	1850	1797	174	1529	1967
Thréonine	1120	188	885	1322	1381	168	1117	1630	1292	169	1101	1567
Tryptophane	75	18	52	101	107	18	83	132	116	16	98	139
Tyrosine	918	213	673	1237	1277	230	1013	1635	1476	188	1280	1806
Valine	3073	593	2248	3815	4060	412	3589	4650	4188	423	3629	4721
Somme des acides aminés libres	39114	7153	29783	48604	50362	5192	45215	57713	52998	4434	47767	57883

### 3.2.4 Amines biogènes

Les amines biogènes sont produites de manière naturelle lors de la maturation du fromage, lorsque les acides aminés libres sont dégradés par des enzymes décarboxyliques. Ces amines sont connues comme étant des substances aromatiques à faible concentration. Elles peuvent éventuellement conférer aux fromages des goûts indésirables, elles peuvent également provoquer en concentration relativement élevée un sentiment de malaise ou même des intoxications alimentaires à des personnes très sensibles, ce qui n'est pas le cas pour les Gruyère examinés. Les fromages ayant longuement mûris ont en règle générale une charge plus élevée en amines biogènes. La valeur de 200 mg/kg est dépassée uniquement sur deux fromages. La moyenne pour chaque groupe de Gruyère est de 150 mg/kg (tableau 10). Les amines biogènes les plus perçues sont la cadavérine, l'histamine, la putrescine et la tyramine. Lavanchy et Sieber (1993) ont trouvé des valeurs similaires. Selon ces derniers, ce sont surtout les entérocoques, les lactobacilles

hétérofermentaires comme *Lactobacillus buchneri* et les *Pseudomonas* qui peuvent former des amines biogènes. La qualité du lait cru revêt donc une grande importance pour la fabrication du Gruyère AOC. Par rapport aux autres sortes de fromages, la quantité d'amines biogènes présentes dans le Gruyère est très faible, et avec une consommation de 50 gr par jour on est largement en-dessous des valeurs qui peuvent incommoder des personnes sensibles. Il semble que la température et la durée de chauffage du Gruyère réduisent considérablement les germes responsables de la production d'amines biogènes.

**Tableau 10.**

Amines biogènes (en mg/kg) (moyenne de 6 analyses)

Stade de maturation	Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum	moyenne	écart-type	minimum	maximum
Cadavérine	68	31	32	109	26	40	< 2	80	45	42	< 2	100
Histamine	12	7	7	20	13	19	< 2	46	18	17	< 2	42
Putrescine	14	6	8	23	11	18	< 2	38	15	15	< 2	38
Tyramine	50	16	36	78	67	28	36	103	73	34	36	128
Somme des amines biogènes	138	43	84	185	117	78	36	216	153	81	93	308

### 3.2.5 Teneurs en acides carboxyliques volatils totaux

La teneur en acides carboxyliques volatils totaux est le résultat de la dégradation du lactose, du lactate, du citrate, de la graisse et des acides aminés contenus dans le fromage. Son analyse par chromatographie permet de mettre en évidence les métabolites de la transformation du lactate par fermentation. De plus, elle permet d'identifier certains sous-produits de la lipolyse et de la protéolyse. A noter que la quantité des divers acides et le pourcentage de ceux-ci par rapport à la quantité totale sont importants pour déterminer d'éventuels défauts de fermentation. Ils sont des composants aromatiques fondamentaux du Gruyère.

La moyenne des acides carboxyliques volatils totaux est située dans la norme, celle-ci est pour un Gruyère de 5 mois au maximum de 20 mmol/kg, elle peut évoluer lors du vieillissement, mais on constate que les moyennes des trois groupes se situe en dessous de cette norme (tableau 11).

On peut par contre rencontrer de très grandes variations entre les valeurs minimales et maximales. La valeur la plus élevée concerne un Gruyère doux (34.3 mmol/kg, cette valeur est totalement hors norme); cependant grâce à la magie de l'affinage, ce produit est agréablement apprécié. La quantité d'acide formique est faible, ce qui confirme que les germes hétérofermentaires sont peu actifs. Avec des valeurs correctes (comprises entre 8.0 et 16.0 mmol/kg), la quantité d'acide acétique est influencée par diverses fermentations parasites telles que par de germes propioniques, butyriques, hétérofermentaires et entérobactériacées. Dans le groupe des Gruyère doux, un fromage présente une valeur en acide propionique anormale. Dans la série des Gruyère mûrs, une meule présente une teneur en acide butyrique trop élevée. L'acide caproïque a tendance à augmenter en cours de maturation. Il est un sous-produit typique de la lipolyse de la matière grasse du fromage. Dans un équilibre normal, il peut conférer au fromage un bouquet agréable.

**Tableau 11.**

Acides carboxyliques volatils totaux (en mmol/kg) (moyenne de 6 analyses)

Stade de maturation	Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
	moyenne	écart-type	mini-mum	maximum	moyenne	écart-type	mini-mum	maximum	moyenne	écart-type	mini-mum	maximum
Acides carboxyliques volatils totaux	13.8	10.2	7.8	34.3 <sup>1</sup>	17.2	4.2	11.2	21.5	17.1	5.0	11.2	24.6
Acide formique	1.2	0.5	0.7	2.2	1.5	0.3	1.1	2.0	1.2	0.4	0.7	1.8
Acide acétique	10.2	7.9	5.3	26.2	12.1	2.9	8.1	15.8	13.0	4.0	9.2	19.6
Acide propionique	0.8	1.4	0.1	3.7 <sup>1</sup>	0.7	0.6	0.1	1.8	0.9	0.8	0.0	2.0
Acide iso-butyrique	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6	0.2	0.2	0.0	0.5
Acide butyrique	1.3	0.4	0.8	2.0	2.0	1.7	1.1	5.5 <sup>1</sup>	1.1	0.3	0.9	1.6
Acide iso-valérique	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.0	1.3	0.4	0.5	0.1	1.4
Acide iso-caproïque	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Acide caproïque	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.5	0.3	0.1	0.2	0.5

<sup>1</sup> Valeurs hors normes (voir les remarques)

### 3.2.6 Composition en acides gras de la graisse

La matière grasse fromagère se caractérise par un grand nombre et un large spectre d'acides gras allant de l'acide butyrique à l'acide stéarique ainsi que d'autres acides gras à longues chaînes en faibles concentrations. Aujourd'hui, on parle de plus de 400 acides gras dont 15 se trouvent à des concentrations supérieures à 1%. Les autres acides gras sont appelés mineurs. Les acides gras du lait peuvent être groupés de la manière suivante :

acides gras à courtes chaînes :	(C4 à C6) 10 -11%
acides gras saturés à moyennes chaînes :	(C12 à C14) 12 -16%
acides gras saturés à longues chaînes :	(C16 à C20) 35 -45%
acides gras insaturés à longues chaînes :	(C16 à C20) 25 -35%

En comparaison avec les protéines, la matière grasse est plus stable durant la maturation du fromage, une très faible quantité est lipolysée. Par contre, le type d'alimentation (fourrage vert ou sec) influence la composition des acides gras.

Pour obtenir une onctuosité et une souplesse idéale de la pâte, le rapport en acide oléique et palmitique doit être égal ou supérieur au facteur 0,8. Ce facteur est juste atteint pour les fromages extra-mûrs (tableau 12). Ce problème provient du fait que la moitié des fromages de ce groupe étaient des fromages fabriqués en hiver. Un acide gras insaturé comme l'acide oléique a un point de fusion de 14°C, alors que les acides gras saturés ont un point de fusion supérieur à 60°C (acide palmitique 61°C, acide stéarique 70°C).

Les acides linoléiques conjugués (CLA) sont aussi un bon indicateur saisonnier. La méthode d'analyse employée permet de déterminer entre 80 et 90 % des CLA. L'acide linoléique C18:3 est le composé principal des Oméga 3. Il représente entre 70 et 80 % des Oméga 3 totaux. L'acide linoléique C18:2 est le principal des acides Oméga 6 (70 à 80 % des Oméga 6 totaux).

Les acides gras libres représentent la lipolyse : ils participent au développement de la saveur du fromage.

**Tableau 12.**Composition en acides gras (% relatif) <sup>1</sup> (moyenne de 6 analyses)

Stade de maturation	Gruyère doux				Gruyère mûr				Gruyère extra-mûr			
	moyenne	écart-type	mini-mum	maximum	moyenne	écart-type	mini-mum	maximum	moyenne	écart-type	mini-mum	maximum
Acide butyrique C4	4.21	0.24	3.98	4.61	4.07	0.11	3.93	4.19	4.00	0.10	3.87	4.12
Acide caproïque C6	2.44	0.09	2.33	2.56	2.49	0.32	2.13	3.02	2.44	0.15	2.20	2.58
Acide caprylique C8	1.26	0.07	1.17	1.35	1.30	0.22	1.04	1.68	1.31	0.09	1.17	1.43
Acide caprique C10	2.76	0.10	2.64	2.87	2.92	0.30	2.48	3.37	3.05	0.28	2.69	3.42
Acide caproléique C10:1	0.29	0.01	0.27	0.31	0.28	0.04	0.21	0.33	0.30	0.02	0.26	0.33
Acide laurique C12	2.85	0.15	2.67	3.03	2.99	0.33	2.50	3.50	3.15	0.32	2.76	3.64
Somme div. AG1	0.40	0.03	0.33	0.43	0.42	0.06	0.33	0.51	0.40	0.04	0.35	0.46
Acide myristique C14	10.36	0.35	9.78	10.75	10.47	0.58	9.42	11.05	11.02	0.53	10.37	11.77
Acide myristoléique C14:1	1.23	0.08	1.07	1.30	1.22	0.08	1.12	1.35	1.26	0.10	1.13	1.38
Somme div. AG2	0.58	0.04	0.51	0.63	0.66	0.07	0.55	0.75	0.59	0.03	0.55	0.62
Acide pentadécanoïque C15	1.16	0.08	1.03	1.25	1.18	0.10	1.01	1.27	1.13	0.05	1.06	1.19
Acide pentadécénoïque C15:1	0.24	0.02	0.21	0.26	0.25	0.03	0.22	0.30	0.25	0.04	0.20	0.30
Acide palmitique C16	28.25	0.94	27.01	29.44	26.72	1.65	24.67	29.23	30.07	2.43	27.00	33.17
Acide palmitoléique C16:1	1.40	0.09	1.28	1.51	1.36	0.14	1.17	1.54	1.48	0.12	1.31	1.64
Somme div. AG 3	0.59	0.03	0.55	0.64	0.66	0.05	0.61	0.74	0.66	0.03	0.61	0.69
Acide heptadécanoïque C17	0.61	0.02	0.59	0.64	0.65	0.06	0.62	0.76	0.63	0.02	0.62	0.66
Acide heptadécénoïque C17:1	0.33	0.01	0.31	0.34	0.39	0.05	0.34	0.47	0.35	0.02	0.32	0.37
Acide stéarique C18	10.32	0.87	9.44	11.77	11.12	0.75	10.18	11.94	10.13	1.02	8.50	11.59
Acide oléique C18:1	26.11	0.95	25.12	27.33	26.72	2.10	24.38	29.77	24.10	2.14	21.09	27.00
Acide linoléique C18:2 <sup>3</sup>	2.04	0.09	1.91	2.17	1.81	0.23	1.50	2.08	1.87	0.14	1.67	2.05
Acide linoléique C18:3 <sup>2</sup>	0.91	0.11	0.74	1.03	0.81	0.07	0.74	0.91	0.79	0.12	0.61	0.94
Acide arachidonique C20	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02
Acides linoléiques conjugués C18:2 <sup>4</sup>	1.64	0.28	1.25	1.97	1.48	0.30	1.20	1.96	1.01	0.30	0.72	1.54
Relation acide oléique C18:1 / acide palmitique C16	0.93	0.06	0.85	1.00	1.01	0.13	0.83	1.14	0.81	0.14	0.64	1.00

<sup>1</sup> Déterminé en tant que méthylester d'acides gras<sup>2</sup> Acide gras Omega 3<sup>3</sup> Acide gras Oméga 6<sup>4</sup> CLA

### 3.3 Evaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle des Gruyère est présentée ici par stade de maturation et comprend chaque fois deux parties. Dans la première partie, les pointages attribués aux critères pâte et goût par les experts de l'IPG à la taxation, ainsi que le pointage et des commentaires attribués par un groupe de fromagers à la réception des fromages sont résumés dans un tableau. La deuxième partie contient une brève discussion des résultats de l'analyse descriptive faite par le panel sensoriel d'ALP, ainsi qu'une description de chaque produit et leurs profils.

#### 3.3.1 Caractérisation sensorielle des Gruyère doux

##### Analyse descriptive par le panel sensoriel

Les six Gruyère doux, dont la couleur passe du jaune pâle au jaune foncé (fromageries 2 et 5) et dont la surface se présente lisse, sont caractérisés par une odeur de lait accompagnée d'autres faibles notes tels que les notes torréfiée (fromagerie 2), végétale (fromageries 3 et 6) ou animale (fromagerie 6), selon le produit.

Les Gruyère présentent une saveur salée, un peu acide et umami. La majorité ne présente pas d'amertume, mis à part une faible note dans le produit de la fromagerie n° 3. La note de lait est la plus part du temps l'arôme dominant, accompagné de notes animale, végétale, fruitée ou torréfiée. Les produits des fromageries 3 et 6 présentent un mélange de notes animale et laiteuse. Ces deux produits sont aussi plus piquants que les autres et la persistance de leur flaveur en bouche est plus longue.

Pour ce qui est de la texture, la fermeté présente une intensité de moyenne (fromagerie 4) à très forte (fromageries 2 et 5). De structure moyennement cassante, les six Gruyère doux ont peu de grains/cristaux.

**Tableau 13.**

Taxation des Gruyère doux (moyenne 7.8 mois)

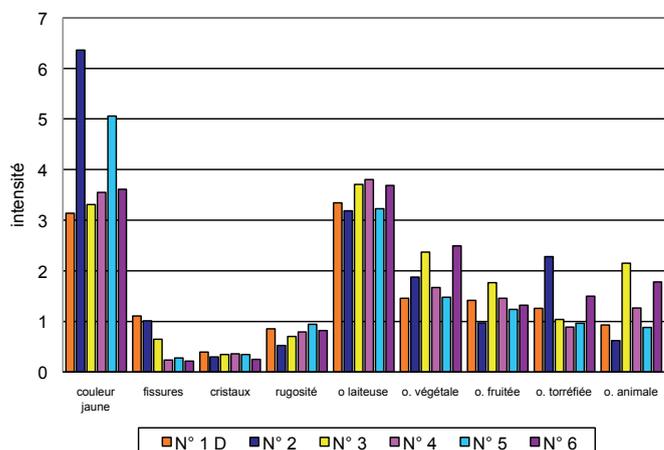
Fromagerie	Taxation IPG		Taxation fromagers ALP			
	Note		Pâte		Goût	
	Pâte	Goût	Note	Qualificatif	Note	Qualificatif
2	5.0	5.0	4.5	Légèrement courte, granuleuse, légèrement sablonneuse	4.5	Fade, peu aromatique
1D	5.0	5.0	5.0	Légèrement ferme, fine et collante	4.5	Peu développé
3	5.0	4.5	5.0	Fine	5.0	Fruité, rafraîchissant, agréable en bouche
4	5.0	5.0	4.5	Fine et collante	4.5	Fade, peu aromatique
5	5.0	4.5	4.5	Ferme et granuleuse	5.0	Équilibré, umami, légèrement piquant
6	5.0	5.0	5.0	Idéale (légèrement ferme)	5.0	Harmonieux

**Tableau 14.**

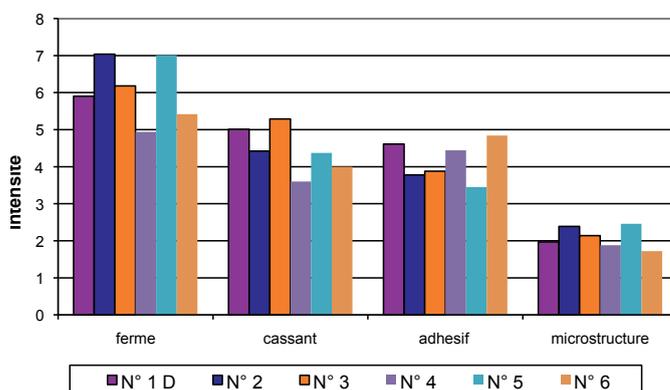
Description des Gruyère doux basée sur les résultats du panel sensoriel

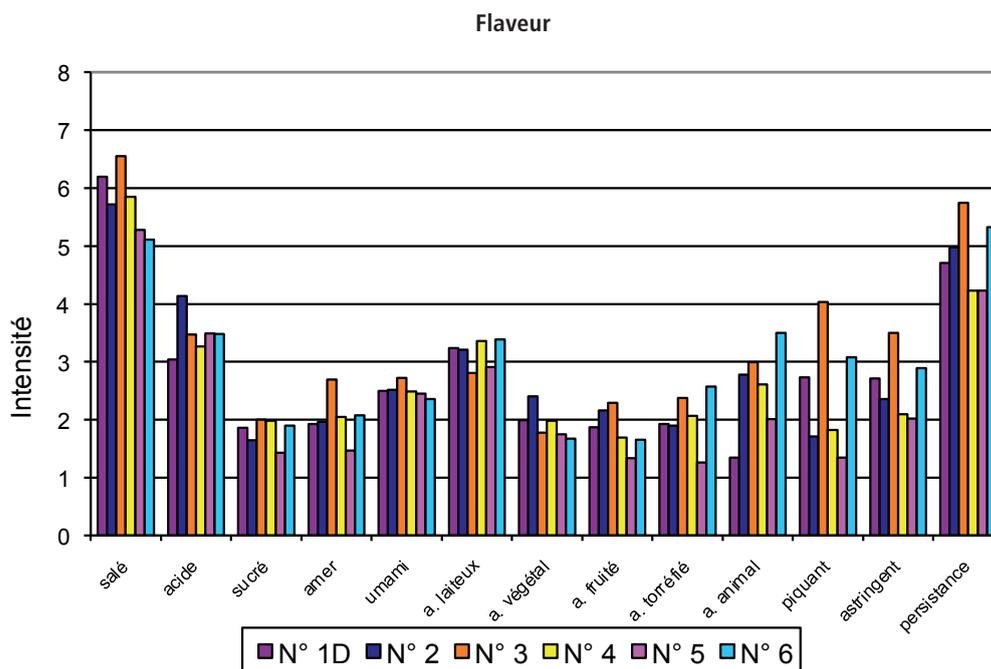
	Apparence	Odeur	Flaveur	Texture
2	Couleur jaune foncé, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, faiblement torréfiée et très faiblement végétale	Salé, moyennement acide, faible umami. Arôme laiteux d'intensité moyenne avec de faibles notes animale, végétale et fruitée. Très peu piquant, peu astringent. Persistance moyenne.	Très ferme, moyennement cassante et adhésive, peu de grains/cristaux
1D	Couleur jaune pâle, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, avec de très faibles notes végétale, torréfiée et fruitée	Salé, peu acide et umami. Arôme laiteux d'intensité moyenne avec une faible note végétale. Peu piquant et astringent. Persistance moyenne.	Ferme, moyennement cassante et adhésive, peu de grains/cristaux
3	Couleur jaune pâle, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, faibles notes végétale et animale, très faiblement fruitée et torréfiée	Salé, moyennement acide, faibles umami et amer. Arôme animal d'intensité moyenne avec des faibles notes laiteuse, fruitée et torréfiée. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Ferme, cassante moyennement adhésive, peu de grains/cristaux
4	Couleur jaune pâle, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, avec de très faibles notes végétale, fruitée et animale	Salé, moyennement acide, faible umami et amer. Arôme laiteux d'intensité moyenne avec de faibles notes animale, végétale et fruitée. Très peu piquant, peu astringent. Persistance moyenne.	Moyennement ferme, cassante et adhésive, très peu de grains/cristaux
5	Couleur jaune foncé, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, avec de très faibles notes végétale et fruitée	Moyennement salé, peu acide et umami. Arôme laiteux d'intensité moyenne avec une faible note animale. Très peu piquant, peu astringent. Persistance moyenne.	Très ferme, moyennement cassante et adhésive, peu de grains/cristaux
6	Couleur jaune pâle, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, faible note végétale, très faiblement fruitée, torréfiée et animale	Moyennement salé, peu acide, umami et amer. Arôme animal et laiteux d'intensité moyenne avec une faible note torréfiée. Moyennement piquant, peu astringent. Longue persistance.	Moyennement ferme, cassante et adhésive, très peu de grains/cristaux

Apparence et odeur



Texture



**Figure 1.**

Profils sensoriels des Gruyère doux

### 3.3.2 Caractérisation sensorielle des Gruyère mûrs

#### Analyse descriptive par le panel sensoriel

A l'exception du Gruyère de la fromagerie 9 d'une couleur jaune très foncé, les autres Gruyère mûrs ont une couleur jaune pâle. La surface est généralement lisse.

L'odeur est caractérisée la plus part du temps par un mélange de notes laiteuse et animale, accompagnées de notes torréfiée, végétale et fruitée. Dans les Gruyère des fromageries n° 1 M, 9 et 10, c'est l'odeur laiteuse qui domine.

La saveur salée est perçue comme intense dans ces Gruyère. Les produits présentent une acidité et une note umami d'intensité moyenne. Les notes caractérisant l'arôme varient un peu entre les six produits étudiés. Dans certains cas c'est la note animale qui ressort accompagnée de faibles notes végétale, torréfié et laiteuse. Dans le produit de la fromagerie n° 1 M, on perçoit un mélange de notes torréfiée, végétale et animale, tandis que l'arôme du Gruyère de la fromagerie n° 11 présente des notes animale et torréfiée. Les fromages sont moyennement piquants et astringents et leur persistance en bouche est généralement perçue comme étant longue.

La texture est généralement ferme (fromageries n° 10 et 11, moyennement ferme), moyennement cassante et adhésive et avec peu de grains/cristaux.

**Tableau 15.**

Taxation des Gruyère mûrs (moyenne 10.4 mois)

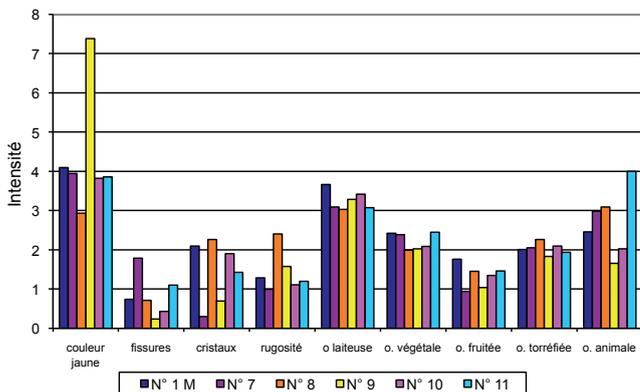
Fromagerie	Taxation IPG		Taxation fromagers ALP			
	Note		Pâte		Goût	
	Pâte	Goût	Note	Qualificatif	Note	Qualificatif
1 M	5.0	5.0	4.5	Adhésive, fondante, légèrement farineuse	4.5	Légèrement salé, fruité, agréable en bouche
7	5.0	4.5	4.5	Fine, collante, légèrement farineuse	4.0	Légèrement acide, gras en bouche Métallique --> rance
8	5.0	4.5	5.0	Cassante, brisée, tendre et fondante, présence de cristaux,	5.0	Très épicé, mûr, piquant
9	5.0	5.0	4.5	Ferme, granuleuse	4.5	Brûlant, piquant, ne laisse rien en bouche
10	4.5	5.0	5.0	Fondante et adhésive	4.5	Légèrement acide puis sans corps
11	4.5	4.5	5.0	Fine, légèrement granuleuse	4.5	Pas typique, chicorée, bouillon de viande, brûlant

**Tableau 16.**

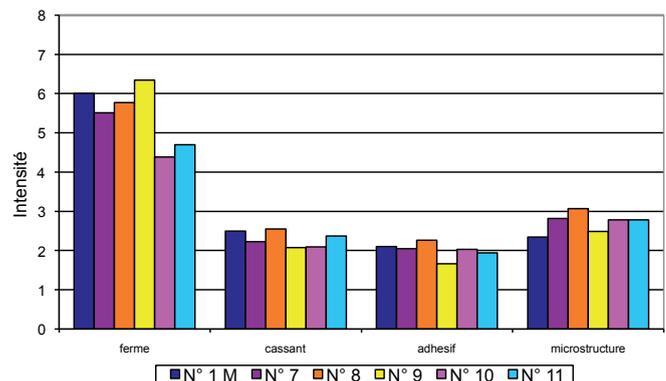
Description des Gruyère mûrs basée sur les résultats du panel sensoriel

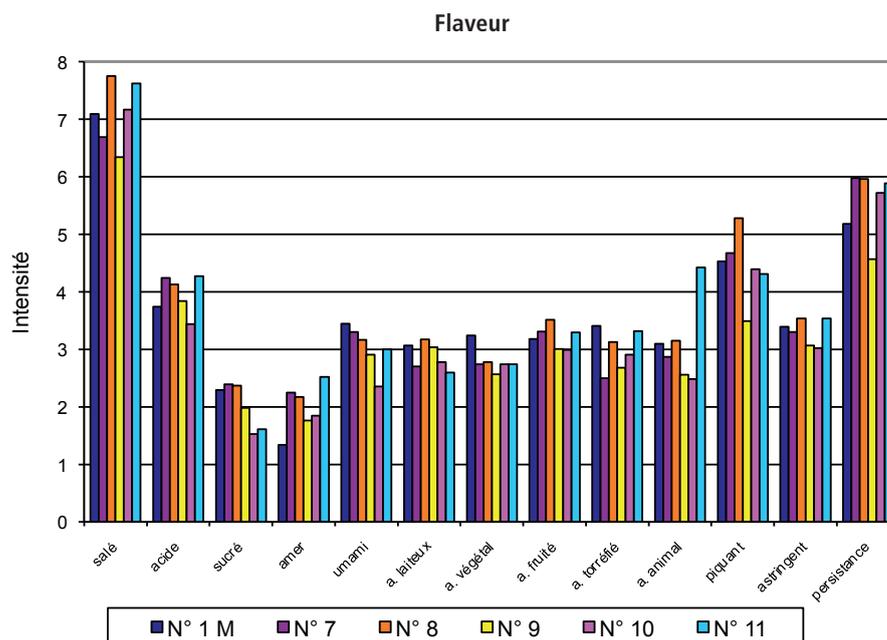
	Apparence	Odeur	Flaveur	Texture
1	Couleur jaune pâle, quelques cristaux, surface très faiblement rugueuse	Moyennement laiteuse, faibles notes végétale et animale, très faiblement torréfiée et fruitée	Très salé, moyennement acide et umami. Arôme torréfié, végétale, animale d'intensité moyenne. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Ferme, moyennement cassante et adhésive, peu de grains/cristaux
7	Couleur jaune pâle, très peu de fissures, pas de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse et animale, faiblement végétale et torréfiée	Salé, moyennement acide et umami, faible amertume. Arôme animal, végétale, laiteux et torréfié. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Ferme, cassante et moyennement adhésive, peu de grains/cristaux
8	Couleur jaune pâle, quelques cristaux, surface faiblement rugueuse	Moyennement laiteuse et animale, faibles notes végétale et torréfiée, très faiblement fruitée	Très salé, moyennement acide et umami, faible amertume. Arôme animale, torréfié et laiteux d'intensité moyenne. Piquant et moyennement astringent. Longue persistance.	Ferme, moyennement cassante, adhésive, peu de grains/cristaux
9	Couleur jaune très foncé, pas de cristaux, surface très faiblement rugueuse	Moyennement laiteuse, faible note végétale, très faiblement torréfiée et animale	Salé, moyennement acide, faible umami. Arôme laiteux d'intensité moyenne. Faibles notes végétale, torréfiée et animale. Moyennement piquant et astringent. Persistance moyenne.	Très ferme, moyennement cassante et très peu adhésive, peu de grains/cristaux
10	Couleur jaune pâle, très peu de cristaux, surface pas rugueuse	Moyennement laiteuse, faibles notes végétale, animale et torréfiée, très faiblement fruitée	Très salé, moyennement acide, faiblement umami. Arôme torréfié, végétale et laiteux et animal, pas très fort. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Moyennement ferme, cassante et adhésive, peu de grains/cristaux
11	Couleur jaune pâle, très peu de cristaux, surface très peu rugueuse	Moyennement animale et laiteuse, faible note végétale, très faiblement torréfiée et fruitée	Très salé, moyennement acide et umami, faible amertume. Arôme animal, avec une note torréfiée d'intensité moyenne. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Moyennement ferme, cassante et adhésive, peu de grains/cristaux

Apparence et odeur



Texture





**Figure 2.**  
Profils sensoriels des Gruyère mûrs

### 3.3.3 Caractérisation sensorielle des Gruyère extra mûrs

#### Analyse descriptive par le panel sensoriel

La couleur des six Gruyère extra mûrs passe du jaune pâle au jaune très foncé. Leur surface se présente (un peu) rugueuse et on voit des cristaux.

L'odeur est caractérisée soit par une note laiteuse accompagnée de faibles notes végétale, animale et fruitée, soit par un mélange de notes animale végétale et laiteuse.

La saveur salée est perçue comme forte/très forte dans ces Gruyère. Les produits présentent une acidité d'intensité moyenne et une note umami de faible à moyenne. Pour ce qui est de l'arôme, c'est la note animale qui ressort le plus souvent, accompagné soit de notes végétale et torréfié (fromageries n° 12 et 13.) soit de notes laiteuse (fromageries 1 EM et 14). Les fromages présentent une note piquante d'intensité de moyennement à forte. Ils sont astringents et leur persistance en bouche est généralement perçue comme étant longue.

La texture est ferme ou très ferme, cassante et adhésive et les fromages présentent des grains/cristaux.

**Tableau 17.**  
Taxation des Gruyère extra mûrs (moyenne 13.3 mois)

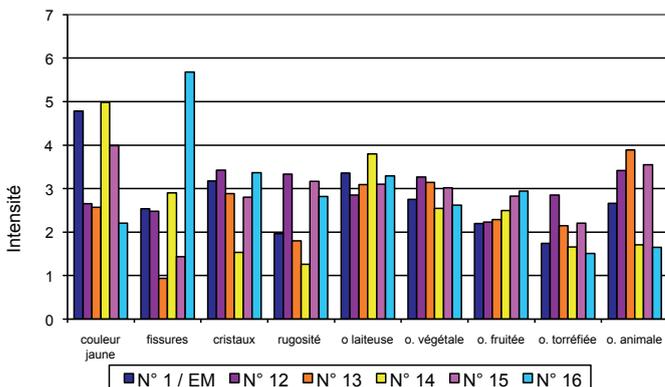
Fromagerie	Taxation IPG		Taxation fromagers ALP			
	Note		Pâte		Goût	
	Pâte	Goût	Note	Qualificatif	Note	Qualificatif
1 EM	5.0	4.5	5.0	Fine, fondante, agréable en bouche	5.0	Légèrement doux Fruité, très équilibré, agréable en bouche
12	5.0	5.0	5.0	Très courte, fondante, cristaux	4.5	Salé, aromatique, piquant, mûr
13	5.0	5.0	5.0	Normale, agréable	4.5	Manque de fruité, animal, acide caproïque
14	5.0	5.0	5.0	Normale, fondante, farineuse	5.0	Légèrement doux Très aromatique, légèrement piquant
15	5.0	4.5	4.5	Relative dure, courte, sèche, cristaux	5.0	Salé, épicé, salé
16	4.5	5.0	4.5	Sèche, dure, cristaux	4.5	Amer, métallique, bouillon maggi

**Tableau 18.**

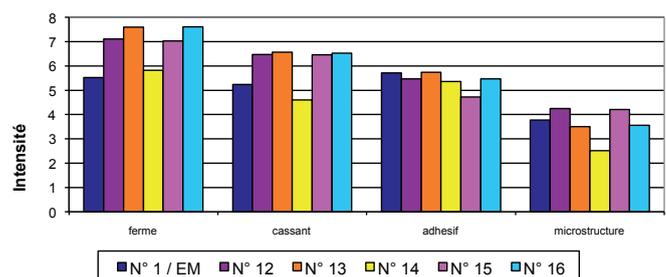
Description des Gruyère extra-mûrs basée sur les résultats du panel sensoriel

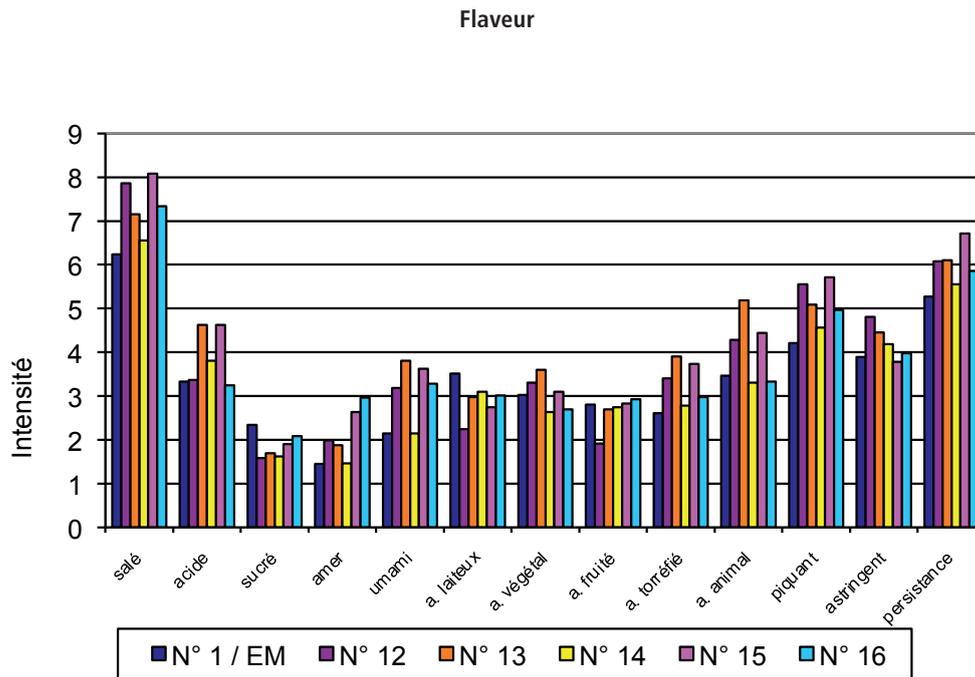
	Apparence	Odeur	Flaveur	Texture
1 EM	Couleur jaune moyennement foncé, quelques fissures, cristaux, surface un peu rugueuse	Moyennement laiteuse, faibles notes végétale animale et fruitée, très faiblement torréfiée	Salé, moyennement acide, faible umami. Arôme animal et laiteux d'intensité moyenne, avec des faibles notes végétale, fruitée et torréfiée. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Ferme, cassante, adhésive, présence moyenne de grains/cristaux
12	Couleur jaune pâle, quelques fissures, cristaux, surface moyennement rugueuse	Moyennement animale et végétale, faiblement laiteuse, torréfiée et fruitée	Très salé, moyennement acide et umami. Arôme animal, avec des notes torréfiée et végétale d'intensité moyenne. Piquant et moyennement astringent. Longue persistance.	Très ferme, cassante, adhésive, présence moyenne de grains/cristaux
13	Couleur jaune pâle, cristaux, surface un peu rugueuse	Moyennement animale, végétale et laiteuse, faiblement torréfiée et fruitée	Salé, moyennement acide et umami. Arôme animal, avec des notes torréfiée et végétale d'intensité moyenne. Piquant et moyennement astringent. Longue persistance.	Très ferme, cassante, adhésive, présence moyenne de grains/cristaux
14	Couleur jaune foncé, quelques fissures, peu de cristaux, surface très peu rugueuse	Moyennement laiteuse, faibles notes végétale et fruitée, très faiblement torréfiée et animale	Salé, moyennement acide, faible umami. Arôme animal et laiteux d'intensité moyenne, avec des notes végétale, fruitée et torréfiée. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Ferme, moyennement cassante, adhésive, peu de grains/cristaux
15	Couleur jaune moyennement foncé, cristaux, surface moyennement rugueuse	Moyennement animale, laiteuse et végétale, faiblement torréfiée et fruitée	Très salé, moyennement acide et umami, faible amertume. Arôme animal avec des notes torréfiée, végétale d'intensité moyenne. Piquant et moyennement astringent. Longue persistance.	Très ferme, cassante, moyennement adhésive, présence moyenne de grains/cristaux
16	Couleur jaune pâle, fissures, cristaux, surface moyennement rugueuse	Moyennement laiteuse, faibles notes fruitée et végétale, très faiblement torréfiée et animale	Très salé, moyennement acide et umami, faible amertume. Arôme animal, laiteux et torréfié d'intensité moyenne, avec une faible note végétale. Moyennement piquant et astringent. Longue persistance.	Très ferme, cassante, adhésive, présence moyenne de grains/cristaux

Apparence et odeur



Texture



**Figure 3.**

Profils sensoriels des Gruyère extra-mûrs

### 3.3.4 Comparaison de la description sensorielle des Gruyère doux, mûrs et extra mûrs

L'analyse descriptive des Gruyère aux trois différents stades de maturation montre l'évolution des produits au niveau de l'apparence, l'odeur, la flaveur et la texture (voir Figures 4, 5 et 6 qui montrent une comparaison des trois stades de maturation en utilisant les moyennes de l'ensemble des produits appartenant à un même stade de maturation. La limite de cette comparaison est due au fait qu'il ne s'agit pas des mêmes produits, mis à part le produit de la fromagerie 1). Ainsi, pour ce qui est de l'apparence, les Gruyère doux présentent une surface lisse sans grains ou cristaux, tandis que les extra mûrs sont plutôt rugueux avec des grains ou des cristaux.

Dans les Gruyère doux, l'odeur est dominée par une note laiteuse, accompagnée de notes végétale, fruitée, torréfiée et/ou animale. Au cours de la maturation la note laiteuse se fait moins dominante laissant la place surtout aux notes végétale et animale.

La maturation se perçoit aussi au niveau de la saveur avec la note salée qui augmente d'intensité au cours des mois. L'arôme, qui dans les Gruyère doux est dominé par les notes laiteuses devient plus complexe et les notes animales et végétales augmentent d'intensité. L'arôme animal est perçu particulièrement dans le Gruyère extra mûr. Les notes végétale et torréfiée augmentent aussi d'intensité, surtout si l'on compare les Gruyère doux et les mûrs.

La note piquante, la plus part du temps faiblement présente dans les Gruyère doux, ressort toujours plus. Les produits se font aussi plus astringents.

Comme conséquence des changements de la flaveur, c'est-à-dire de l'augmentation de la complexité, la persistance en bouche se fait plus longue.

La texture des Gruyère change aussi au cours de la maturation. La pâte devient plus ferme, plus cassante et, dans les Gruyère extra mûrs on perçoit en bouche des grains/cristaux.

Les figures 7 et 8 montrent la comparaison d'un produit de la même fromagerie (fromagerie de référence) aux trois différents stades de maturation.

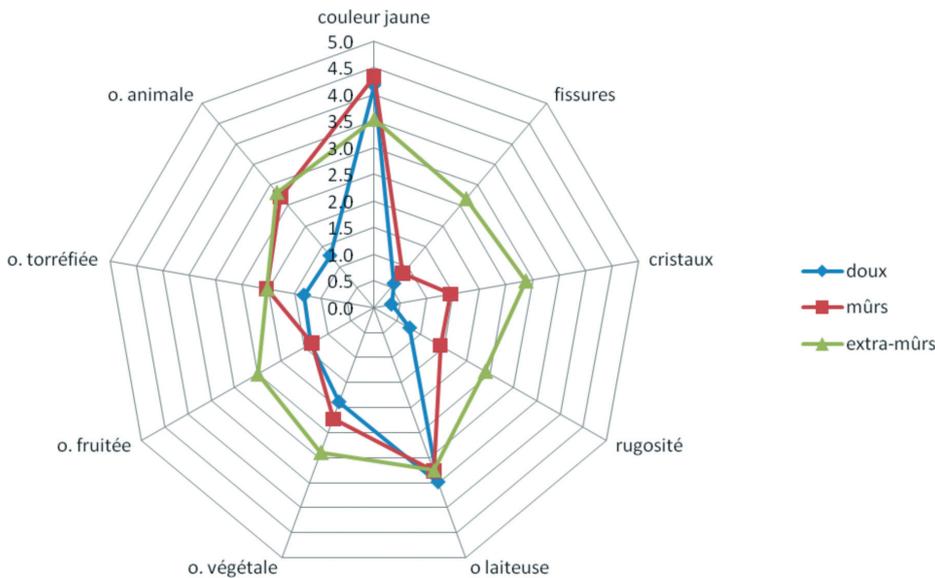
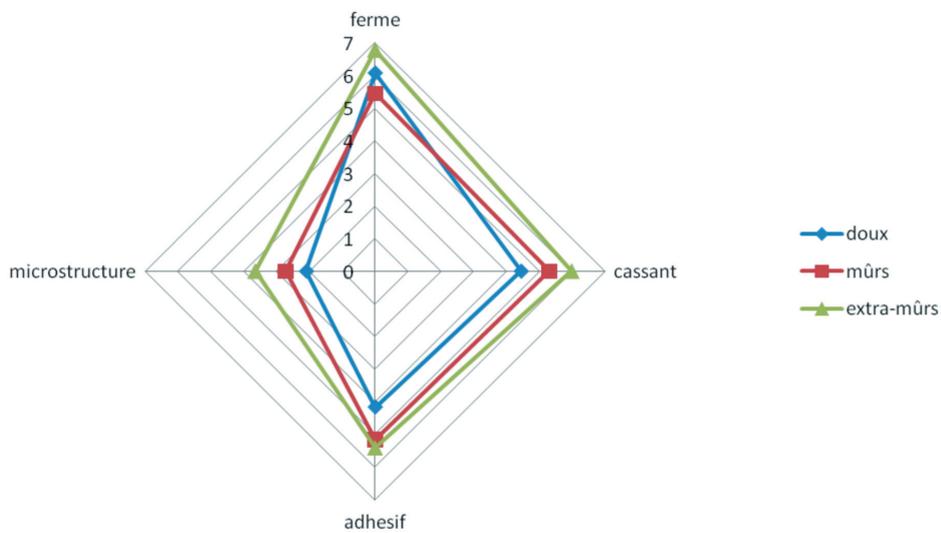


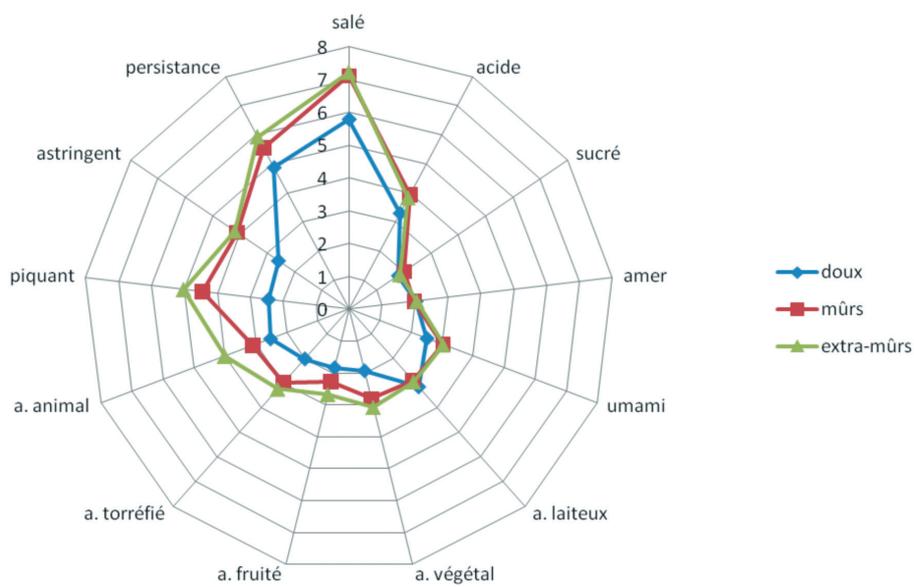
Figure 4.

Profil de l'apparence et de l'odeur des moyennes de chaque groupe de six produits aux trois différents stades de maturation.



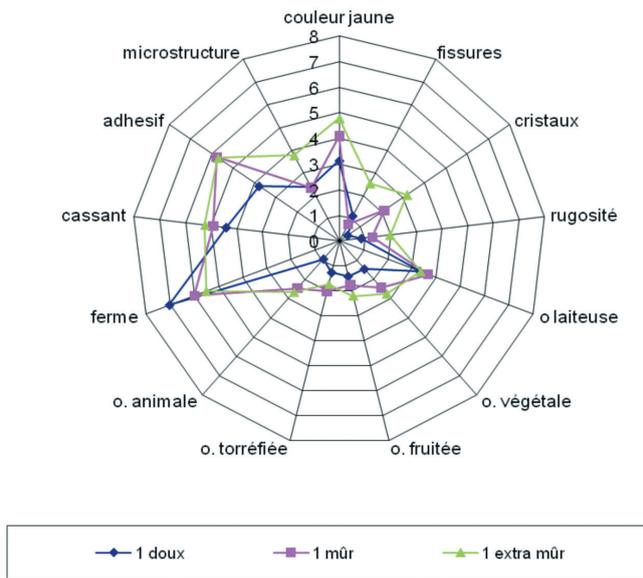
**Figure 5.**

Profil de la texture des moyennes de chaque groupe de six produits aux trois différents stades de maturation.

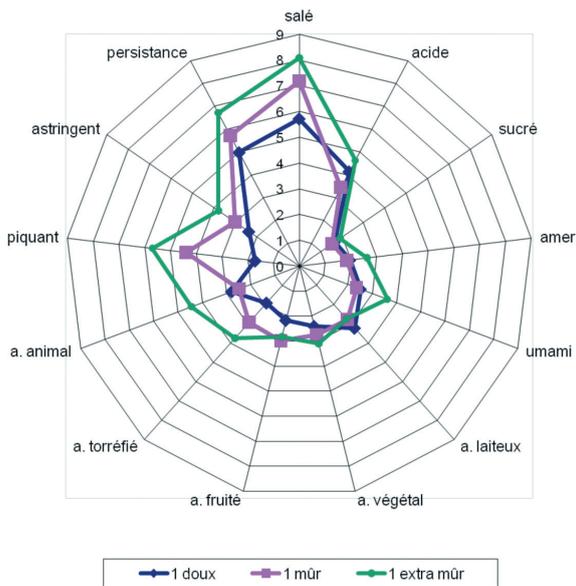


**Figure 6.**

Profil de la saveur des moyennes de chaque groupe de six produits aux trois différents stades de maturation.



**Figure 7.** Profil de l'apparence, de l'odeur et de la texture du produit de la fromagerie n° 1 aux trois différents stades de maturation.



**Figure 8.** Profil de la saveur du produit de la fromagerie n° 1 aux trois différents stades de maturation.

## 4 Conclusions

L'objectif de cette étude était la caractérisation du Gruyère à trois stades de maturation (doux, mûr, extra-mûr) à l'aide d'analyses chimiques et sensorielles. Les buts de cette caractérisation étaient multiples :

- Disposer d'une corrélation entre l'évolution sensorielle du produit et l'appréciation des experts à environ 135 jours ainsi que la description du Gruyère à différents stades de maturation par le panel de dégustation ALP.

- Analyser les composants à différents stades de maturation afin de disposer d'un maximum d'informations sur la progression de l'affinage aux différents stades de maturation. L'évaluation de la qualité du Gruyère de manière analytique est un complément à l'analyse sensorielle.

On peut constater que, malgré un processus de maturation différent, les produits classés comme étant de bonne qualité à la taxation, restent après plusieurs mois de maturation d'excellents produits. Cependant, il est recommandé à l'affineur de suivre continuellement l'évolution de ces différents lots de fromages, car la maturation ne peut être que très partiellement modifiée.

Les résultats sont à disposition pour affirmer la valeur diététique du fromage et peuvent également servir comme référence en cas de problèmes de qualité. Il ressort de cet essai que la conjugaison des activités protéolytique et lipolytique est intense jusqu'à environ une année et diminue par la suite.

Les valeurs analytiques suivent pas à pas l'évolution des composants principaux du fromage sans en faire le bilan général, tandis que l'évaluation sensorielle met en évidence le mariage des différents éléments qui font la richesse du produit. Grâce à ces résultats, on dispose de références détaillées et actuelles sur le Gruyère qui permettront d'améliorer la qualité de ce produit du terroir.

Ces résultats confirment que les taxateurs évaluent très bien les caractéristiques de conservation du Gruyère et que les affineurs, par leurs connaissances du produit, gèrent le moment idéal pour le mettre sur le marché.

Une nouvelle fois, cette étude montre clairement que grâce à l'application de critères de qualité stricts, le Gruyère est réellement un produit d'une qualité supérieure. Les éléments du terroir et humains sont liés à la valeur du produit.

Le fromager qui conserve ses fromages sur le lieu de production doit être attentif à réduire l'apport en sel et suivre très précisément le climat de ses caves.

## Annexes

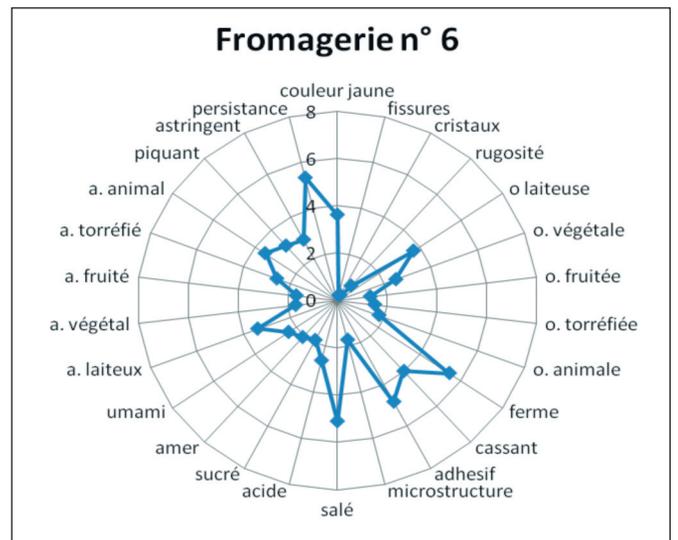
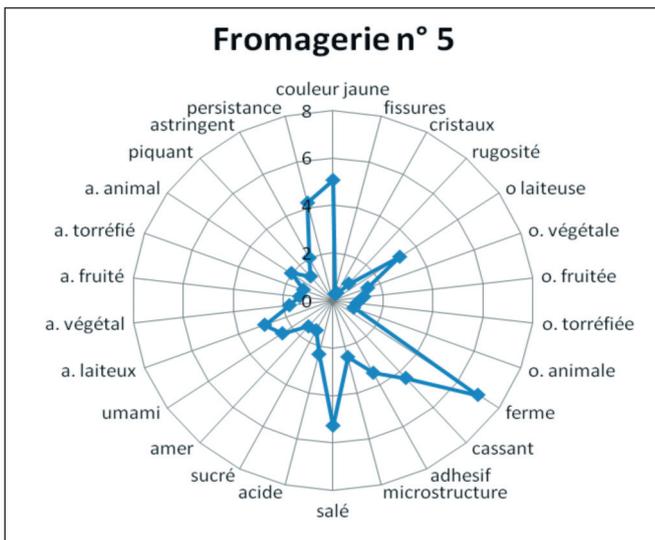
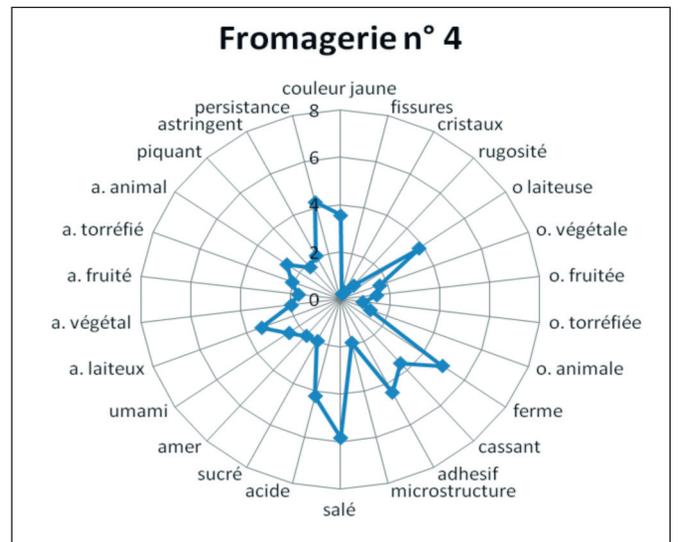
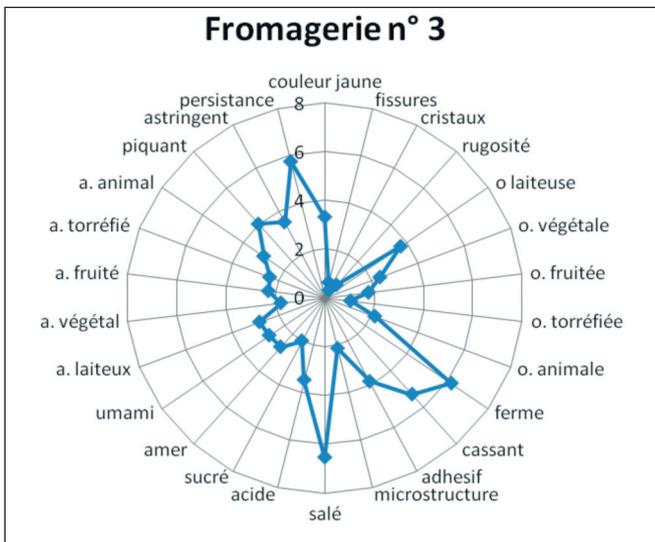
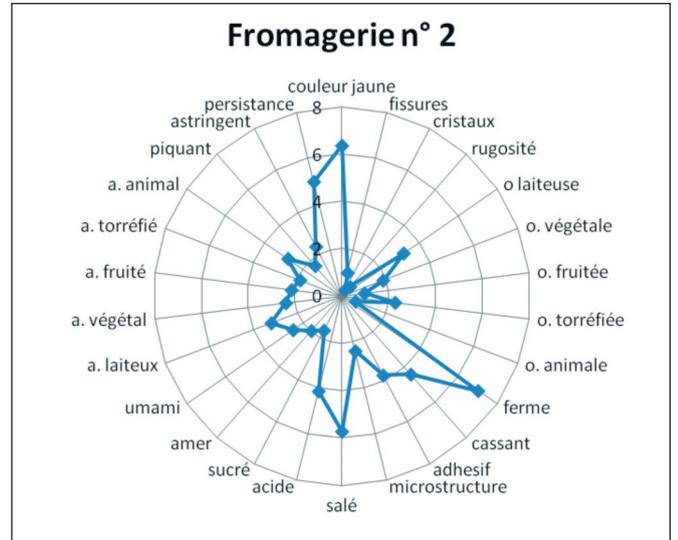
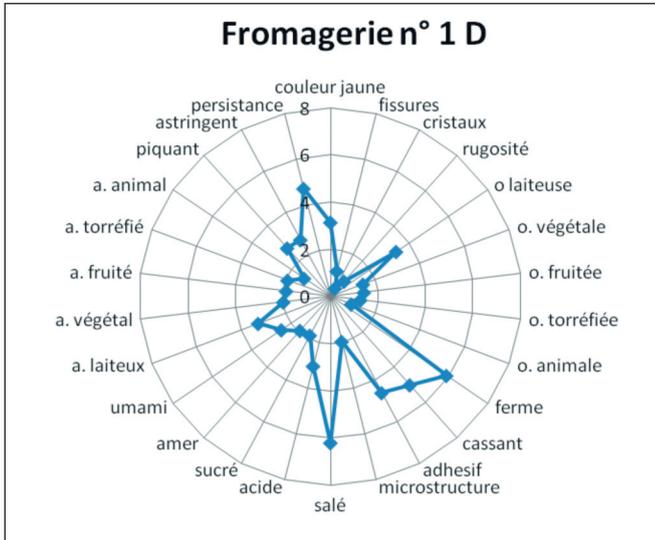
### Annexe 1:

Références et définitions pour l'odeur et la saveur.

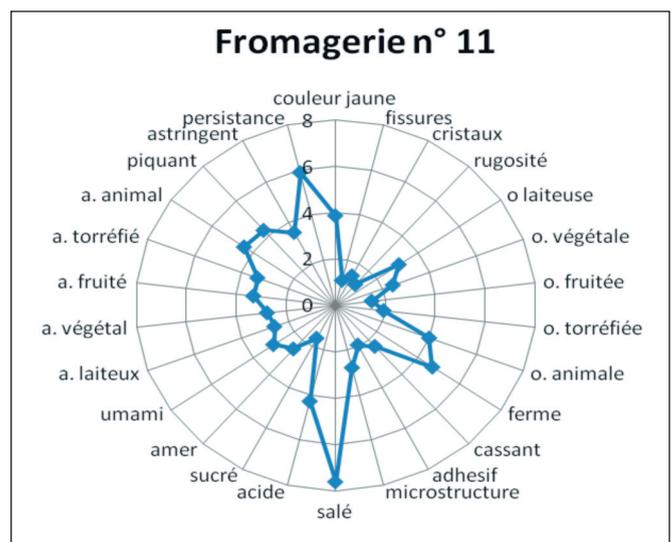
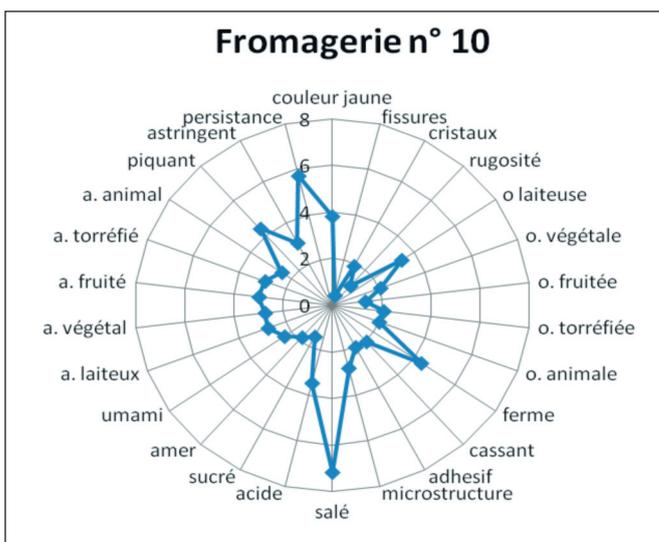
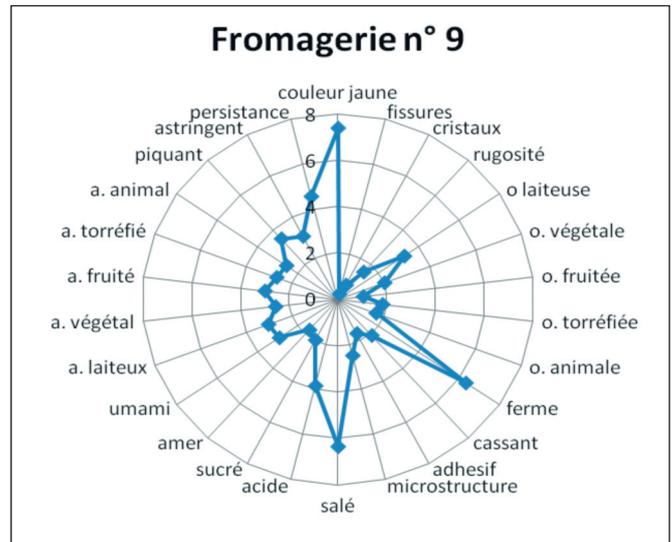
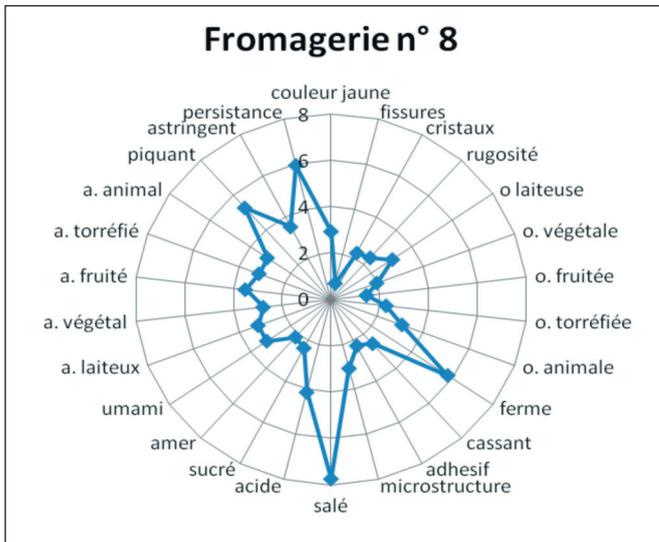
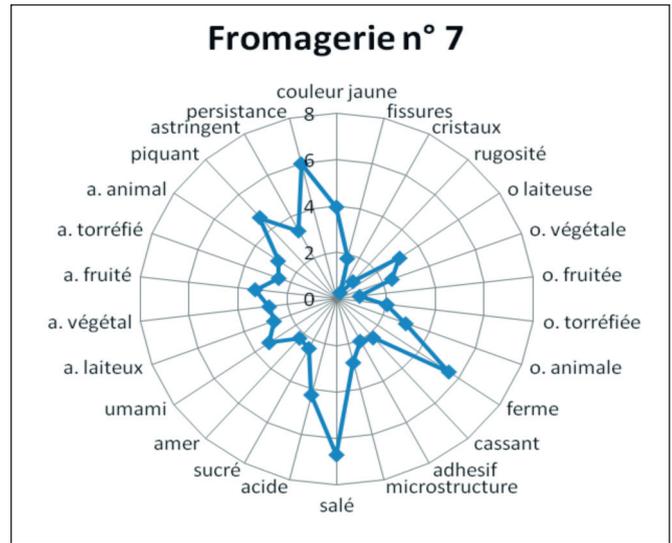
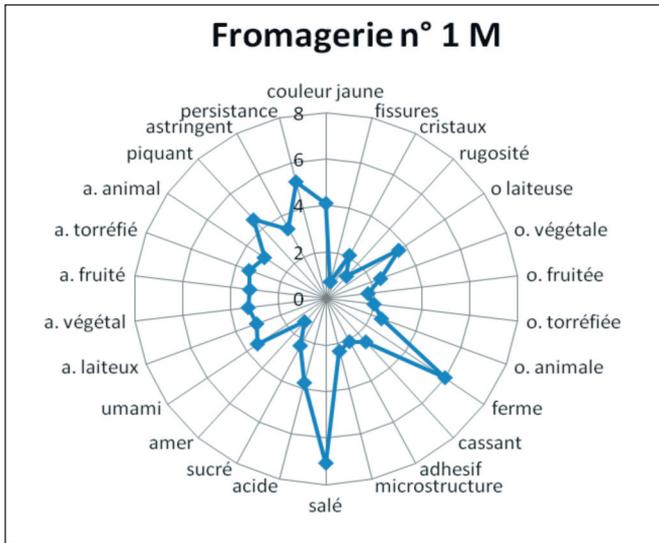
Référence		
<b>Odeur</b>	Laitéuse	Lait UHT, 3.6% de matière grasse
	Végétale	Mélange choux fleur + pommes de terre
	Fruitée	Salade de fruit en boîte
	Torréfiée	Noisette grillée, caramel
	Animale	Para-cresol, 0.001% propylenglycol
<b>Flaveur</b>	Salé	Solution aqueuse de chlorure de sodium 0.1% H2O
	Acide	Solution aqueuse d'acide lactique, 0.06% H2O
	Sucré	Solution aqueuse de saccharose, 0.8% H2O
	Amer	Solution aqueuse de caféine, 0.05% H2O
	Umami	Solution aqueuse de glutamate de sodium H2O
	Laitéuse	Lait UHT, 3.6% de matière grasse
	Végétale	Mélange choux fleur + pommes de terre
	Fruitée	Salade de fruit en boîte
	Torréfiée	Noisette grillée, caramel
	Animale	Para-cresol, 0.001% propylenglycol
	Piquant	Sensation de picotement perçus en bouche (ex. raifort, moutarde) capsaïcine
	Astringent	Sensation de contraction de la surface des muqueuses de la bouche (ex. tanins)

**Annexe 2 :**  
Profil de chaque produit

**Gruyère doux**



**Gruyère mûr**



**Gruyère extra-mûr**

