

Caractérisation des conduites d'affinage à la ferme et étude des liens avec les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages

Action 1 du projet « Qualité des fromagers fermiers lactiques : locaux et maîtrise de l'affinage (LACTAFF) » - Projet Casdar 1270



Caractérisation des conduites d'affinage à la ferme (locaux, équipements, pratiques) et étude des liens avec les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages

Action 1 du projet «QUALITE DES FROMAGES FERMIERS LACTIQUES : LOCAUX ET MAITRISE DE L’AFFINAGE (LACTAFF) » Projet casdar 1270

Compte-rendu numéro 16 403 014

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme Innovation et Partenariat, et a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. Pilotée professionnellement par la FNEC-FNPL, elle a été conduite par l'Institut de l'Élevage, le Pôle d'Expérimentation et de Progrès Caprins de la région Rhône Alpes (PEP caprins Rhône Alpes), la Chambre d'Agriculture de Bourgogne (Centre Fromager de Bourgogne), Languedoc Roussillon Elevage, la Chambre d'Agriculture du Cher (Centre Technique Fromager Caprin de la région Centre), la MRE PACA (avec l'appui d'ACTALIA centre de Carmejane), la FRESYCA, l'INRA UMR GMPA Grignon, l'INRA – unité QUAPA Clermont-Ferrand, l'ISBA - ENILbio de Poligny et l'ENILIA-ENSMIC.

Le présent rapport a été rédigé par Sabrina Raynaud (Institut de l'Élevage) avec l'appui de :

- Guillemette Allut (Chambre d'Agriculture de Bourgogne (Centre Fromager de Bourgogne)),
- Julie Barral (Languedoc Roussillon Elevage puis Chambre d'Agriculture de l'Hérault),
- Claire Bättschi (consultante mycologue),
- Frédéric Blanchard et Marc Lesty (FNEC),
- Elodie Doutart, Leïla Alaoui-Sosse, Carlos Lopez, Jean-Yves Blanchin, Yves Lefrileux, Jacques Capdeville et Cécile Laithier (Institut de l'Élevage),
- Vincent Enjalbert et Marc Donneaud (MRE PACA),
- Yves Gaüzere (ENILBIO Poligny),
- Patrick Jean (ENILIA-ENSMIC),
- Antoine Michel, Catherine Reynaud et Emilien Fatet (ACTALIA Produits Laitiers, centre de Carmejane)
- Pierre-Sylvain Mirade (INRA QUAPA Clermont-Ferrand) et Cyril Chevarin (AGC portage salarial),
- Sylvie Morge et Eric Cornillon (PEP caprins Rhône Alpes),
- Marion Pétrier et Valérie Leroux (Chambre d'Agriculture du Cher (Centre Technique Fromager Caprin de la région Centre)),
- Daniel Picque et Hervé Guillemin (INRA GMPA Grignon),
- Mélissa Teinturier et Agnès Chabanon (FRESYCA).

D'après les rapports de stage d'Annabel Aumasson, stagiaire ISARA-Institut de l'Élevage et de Paul Montoya, stagiaire université Paris Descartes-Institut de l'Élevage. Nous remercions pour leur aide les stagiaires qui ont participé aux enquêtes en ferme et à leur traitement : Annabel Aumasson, Benjamin Roth, Natacha Tautou, Paul Montoya.

Nous remercions vivement les éleveurs qui ont contribué activement à cette étude !

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Objectifs de l'action 1	3
Action 1-1 Enquêtes grand nombre	4
Objectifs.....	4
Méthodologie	4
Recrutement des fermes à enquêter	4
Méthodologie des enquêtes de terrain	5
Déroulement général des suivis.....	5
Observations, mesures et analyses.....	6
Questionnaire d'enquête	6
Suivi d'un lot de fromage durant 14 jours après démoulage.....	6
Traitement des données des enquêtes de terrain.....	10
Identification des groupes de fromages de qualité différente en fin d'affinage	10
Typologie sur la composition physico-chimique des fromages en fin d'affinage	10
Typologie de l'aspect des fromages en fin d'affinage.....	10
Recherche de liens entre la qualité des fromages et les conditions d'affinage et entre les locaux et les équipements et les paramètres d'ambiance	10
Courbes de pertes de poids.....	11
Traitement des enregistrements des conditions d'ambiance.....	11
Résultats des enquêtes de terrain et discussion	11
Description des caractéristiques des fermes enquêtées : description de la diversité des pratiques, équipements et locaux en production fermière de fromages lactiques.....	12
Grande diversité des schémas technologiques.....	12
Physico-chimie des fromages.....	15
Grande diversité des locaux et des équipements	16
Conditions d'ambiance dans les locaux	21
Mycologie de l'ambiance des locaux d'affinage	23
Identification des groupes de fromages de qualité différente	25
Typologie PHYSICO-CHIMIE des fromages	25
Typologie PHOTOS des fromages.....	26
Recherche de liens entre la qualité des fromages et les conditions d'affinage.....	27
Composition physico-chimique.....	27
Cinétiques de pertes de poids.....	28
Locaux, équipements et pratiques technologiques	31
Action 1-2 Enquêtes approfondies	33
Objectifs de la partie 1-2	33
Choix des fermes.....	33
Méthodologie mise en oeuvre	33
Déroulement du suivi.....	33
Cartographie des conditions d'ambiance	34
Résultats et discussion	36
Conclusion	45
Bibliographie	47

INTRODUCTION

En fromageries fermières transformant le lait de chèvre, la principale destination du lait cru est en technologie pâte molle mixte à dominante lactique. Certaines des caractéristiques associées à la qualité de ces fromages (le goût, l'odeur, l'aspect, la texture) se développent essentiellement durant l'étape d'affinage¹ (Eck A. et al, 1997). Mais les acteurs de la filière fermière constatent qu'en matière d'affinage de fromages lactiques, les locaux sont parfois mal conçus, leurs équipements peu adaptés, et que l'on manque de consignes sur l'itinéraire technologique à suivre. Des études de la filière ont porté sur les étapes d'ensemencement, d'acidification, de moulage des fromages fermiers à technologie mixte à dominante lactique, mais pas sur l'affinage. Les pratiques d'affinage sont ainsi empiriques et varient d'une exploitation à l'autre. Les exploitants et les techniciens qui les accompagnent manquent de références techniques pour avoir une compréhension fine des facteurs influençant la qualité des fromages, et en résoudre les problèmes.

La maîtrise de la qualité des fromages de chèvre lactiques est décisive pour la santé économique des fermes. En effet, les producteurs fermiers vivent de la vente de leurs fromages. La qualité et dans certains cas la régularité des fromages fidélisent leur clientèle. Elles conditionnent la vente des fromages, et en conséquence le maintien et la progression des revenus de l'éleveur, et donc la pérennité de l'exploitation.

L'action 1 faisant l'objet du présent rapport fait partie d'un programme CASDAR (Compte d'Affectation Spéciale « Développement Agricole et Rural ») dont la finalité est d'améliorer la maîtrise de l'affinage des fromages fermiers² de type lactique et de permettre ainsi aux producteurs de mettre sur le marché des produits de qualité régulière et spécifique, répondant aux demandes des consommateurs. Atteindre cet objectif demande une meilleure connaissance des itinéraires technologiques existants en matière d'affinage à la ferme, des pratiques des producteurs, des locaux d'affinage, de leurs équipements et leur fonctionnement, des conséquences sur la qualité des produits et un transfert des savoirs vers les producteurs, les frigoristes et les techniciens fromagers. La première action de ce programme a eu pour objectif de mieux connaître les conditions d'affinage à la ferme et leur influence sur la qualité des produits.

En technologie lactique, on considère que l'affinage démarre dès le démoulage, c'est-à-dire après acidification et égouttage, au moment de l'implantation des microflores de surface sur les fromages. Il comprend donc une phase de ressuyage, le plus souvent en salle de fabrication, une phase de séchage, le plus souvent dans une pièce dédiée (séchoir) et une phase d'affinage sensu stricto dans un hâloir. Le produit continue à s'affiner après la sortie du hâloir, sous son emballage ou en chambre froide.

¹ On entendra par « affinage », toutes les étapes de la transformation partant du démoulage jusqu'à la commercialisation.

² Dans ce projet, on entend par fromages fermiers des fromages fabriqués « selon les techniques traditionnelles par un producteur agricole ne traitant que les laits de sa propre exploitation sur le lieu même de celle-ci » (décret fromage du 27 avril 2007, N° 2007-628).

OBJECTIFS DE L'ACTION 1

Les **objectifs de l'action 1** étaient les suivants :

- décrire les conduites d'affinage de fromages lactiques fermiers caprins (locaux et leurs équipements, pratiques des producteurs).
- étudier les liens entre les caractéristiques des produits en fin d'affinage (caractérisation visuelle des fromages en surface et à la coupe et composition physico-chimique associée) et :
 - les caractéristiques des locaux d'affinage et de leurs équipements,
 - l'ambiance des locaux (température, hygrométrie, teneur en gaz et composition de l'air ambiant en microflores dominantes à la surface des fromages (*Geotrichum* et *Penicillium*)) [et comment elle a été obtenue],
 - les pratiques du producteur pendant l'affinage.

En tenant aussi compte des caractéristiques du fromage au début de l'affinage (au stade démoulage).

Ces objectifs ont été atteints en deux étapes : des suivis ponctuels dans une cinquantaine de fermes (**action 1-1**) puis une étude approfondie de quelques fermes parmi ces dernières pour mieux appréhender les amplitudes de variation des paramètres de l'ambiance au cours du temps et au sein des locaux (**action 1-2**). La grande diversité des locaux et équipements d'affinage, des schémas technologiques, notamment selon la région, a imposé de conduire ces enquêtes dans un grand nombre de fermes, réparties dans différentes régions (figure 1).

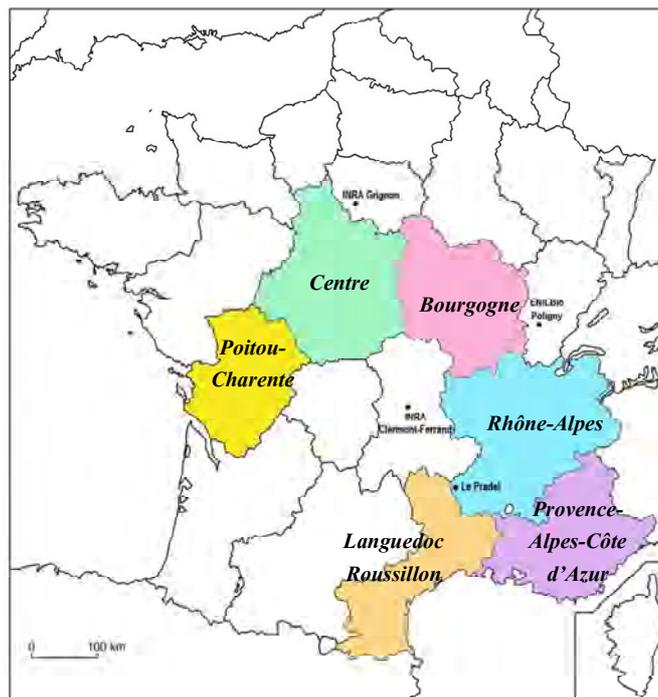


Figure 1 : régions dans lesquelles les enquêtes ont été conduites (principales régions productrices de fromages de chèvre lactiques)

ACTION 1-1 ENQUETES GRAND NOMBRE

OBJECTIFS

Le but de ces enquêtes était de décrire l'affinage des fromages lactiques à la ferme et de dégager les itinéraires techniques (pratiques des producteurs, locaux, leurs équipements et les paramètres d'ambiance qui y règnent), du ressuyage jusqu'à la fin de l'affinage conduisant à des types de produits donnés.

METHODOLOGIE

RECRUTEMENT DES FERMES A ENQUETER

Cette première phase est décrite en détail dans l'annexe 2. Elle a eu pour objectif de caractériser un assez grand nombre d'exploitations pour disposer d'une base de données pour sélectionner les fermes à enquêter sur le terrain, répondant aux critères déterminants suivants :

- élevages caprins de plus de 20 chèvres (éleveurs professionnels),
- affinant des fromages lactiques au lait de chèvre d'un format défini (palet, utilisant 1 litre de lait par fromage),
- stabilité de la technologie (pas d'accident de fabrication récurrent),
- fabriquant des fromages de différents types (blancs, bleus,...), dans des locaux d'affinage (ressuyage-séchage-affinage) de taille et de caractéristiques différentes (aération, type d'équipements de climatisation, type de parois...).

Les fermes à enquêter ont été recrutées après une phase d'enquêtes téléphoniques menées pour mieux connaître les fromages fabriqués, les pratiques des producteurs et leurs locaux et équipements. Les enquêtes téléphoniques ont été réalisées dans les différentes zones de l'étude, par les structures techniques locales partenaires du projet et une stagiaire ISARA-Institut de l'Élevage. 240 exploitations à enquêter ont été tirées au sort dans les listes d'éleveurs caprins fournies par ces 6 structures. 214 producteurs parmi les 240 tirés au sort ont pu être enquêtés de janvier à mi-mars 2013. Certains ont refusé de répondre ou ne correspondaient pas aux critères de l'étude (70 producteurs). Au final, 144 entretiens ont été valorisés. La caractérisation de ces 144 fermes est détaillée en annexe 2. Une typologie a été réalisée à partir des variables décrivant l'aspect (couverture) des fromages à dire d'éleveur à l'aide d'une Classification Ascendante Hiérarchique appliquée aux coordonnées issues d'une Analyse des Correspondances Multiples. La typologie retenue comporte 3 classes (fromages à couverture de surface de type « *Penicillium* », fromages à couverture de surface de type « Mixte » et fromages à couverture de surface de type « *Geotrichum* ».

Le choix des 60 fermes à suivre sur le terrain a été fait à l'aide de la typologie construite sur les variables décrivant l'aspect des fromages. L'objectif était d'avoir 20 individus de chaque classe et que ces classes soient distribuées identiquement dans chaque région de l'étude.

Dans chaque classe de couverture, les exploitations ont été classées par ordre de représentativité dans leur classe (parangons³). Nous avons suivis cet ordre, de la ferme la plus proche du centre de la classe à la plus éloignée, pour faire la sélection. Cette répartition s'est ajustée selon le volontariat des producteurs pour participer à l'étude. La répartition des types de couvertures étant inégale par région et 10 fermes devant être enquêtées par région, les enquêtes ont été réparties selon le tableau 1.

Tableau 1 : croisement des critères « types de fromages » et « régions » pour les 60 exploitations sélectionnées pour l'étude

Régions	Rhône-Alpes	PACA	Centre	Languedoc Roussillon	Poitou- Charentes	Bourgogne
Classes de couverture						
« <i>Penicillium</i> »	5		3			5
« Mixte »	4	5	6	9		5
« <i>Geotrichum</i> »	1	5	1	1	10	

³ Individus les plus proches du centre de la classe

La connaissance des types de locaux et des pratiques nous a permis de conclure sur certains critères déterminants de choix des fermes pour les enquêtes de terrain :

- Les fermes enquêtées présentaient quasiment toutes au moins une fabrication de fromages de format et rapport surface/volume souhaité. Une tolérance a dû cependant être adoptée dans certaines zones où les fromages étaient plutôt proches de 0,5 ou 1,2 litres de lait/fromage. Un certain nombre de fermes affinent d'autres types de fromages dans le hâloir des lactiques. Ceci n'est certainement pas sans effet sur les paramètres d'ambiance dans les pièces d'affinage car chaque type de couverture a des activités respiratoires propres. Nous avons choisi de ne garder que les fermes fabriquant des caillés doux, dont la couverture de surface est proche de celle des lactiques.
- Les hâloirs sans groupe froid n'étant pas un équipement rare, nous avons choisi d'en enquêter quelques-uns.
- L'utilisation de caillé congelé risquait de perturber l'implantation de la flore de surface. Nous avons donc voulu vérifier la fréquence d'utilisation de cette pratique. Celle-ci étant peu courante ou pratiquée seulement à certaines périodes de l'année, nous avons choisi d'enquêter seulement des exploitations sans congélation ou d'une pratique peu fréquente.

Dans chaque type de fromage, nous trouvons divers types de locaux et pratiques, ce qui assure la variabilité de l'échantillon sur ces points.

METHODOLOGIE DES ENQUETES DE TERRAIN

DEROULEMENT GENERAL DES SUIVIS

Les premiers mois de l'étude ont permis la mise au point d'un protocole de suivi très complet pour les enquêtes grand nombre (figure 2), qui a été testé en ferme par les enquêteurs pour éviter les biais au maximum. Les techniciens se sont rendus à deux reprises dans les exploitations, à 14 jours d'intervalle, afin de suivre l'affinage d'un lot de fromages à partir du démoulage. Les producteurs ont été mis à contribution pour réaliser des observations intermédiaires entre les deux visites.

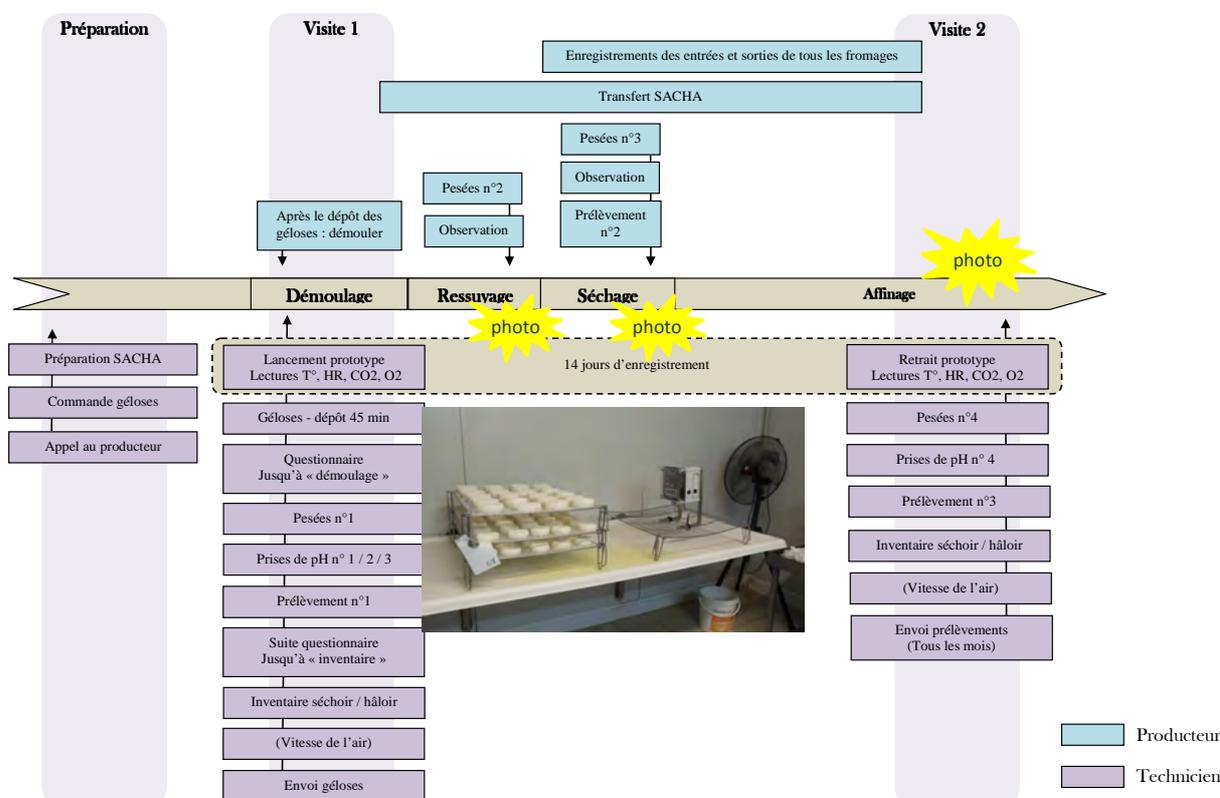


Figure 2 : protocole de suivi dans les fermes

Les suivis ont été planifiés de façon à éviter un effet saison par une répartition homogène sur l'année des types de fromages suivis et des taux de chargement.

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Le questionnaire d'enquête (annexe 4) permet de recueillir des informations sur :

- la ferme et les productions (cheptel, type de fromages),
- le schéma technologique du fromage à suivre, de façon générale et le jour de l'enquête,
- les caractéristiques des locaux et équipements d'affinage,
- les pratiques du producteur.

SUIVI D'UN LOT DE FROMAGE DURANT 14 JOURS APRES DEMOULAGE

PESEES

Des fromages ont été pesés à l'aide d'une balance Ohaus® de portée 30kg et de précision 10g, par les techniciennes lors de leurs visites et par les producteurs entre temps (protocoles et feuilles de saisies en annexes 3 et 4). Pour plus de représentativité, les grilles entières de fromages ont été pesées, et cela aux différentes étapes-clé : démoulage, fin du ressuyage, fin du séchage et fin d'affinage. Un nombre de grilles proportionnel au nombre de grilles fabriquées pour le lot suivi a été pesé, avec un minimum d'une grille. Si les étapes de ressuyage et/ou de séchage étaient absentes, une pesée était tout de même réalisée 1j et 4j après démoulage respectivement.

PRISES DE PH

Des mesures de pH à cœur ont été réalisées par les techniciennes au démoulage (visite 1) et en fin d'affinage (visite 2) sur 3 fromages du lot suivi (protocoles et fiches de mesures en annexes 3 et 4) à l'aide de pH-mètres de marque WTW® et Hanna® équipés d'électrode de pénétration. Pour connaître les pH du lot à suivre en fin de ressuyage et en fin de séchage (pas de visite de la technicienne, mesure impossible par le producteur), des mesures ont été effectuées en visite 1 sur d'autres lots en fin de ressuyage et en fin de séchage. On admet que pour une même ferme et une même période, le lot suivi aura des valeurs proches.

PHYSICO-CHIMIE

Des prélèvements de 5 fromages ont été réalisés au démoulage, en fin de séchage et en fin d'affinage. Ces fromages ont été congelés. L'ENILBIO, partenaire du projet, a réalisé des analyses physico-chimiques sur ces prélèvements de fromages. Après décongélation (environ 20h au réfrigérateur puis 1h à température ambiante), le contenu de chaque sac (5 fromages) est broyé séparément puis analysé (méthodes d'analyse dans le tableau 2). Un sous-échantillon du broyat de fromages décongelé est transféré au LARF de Mamirolles (ACTALIA) pour réalisation des analyses d'indice de lipolyse.

Tableau 2 : synthèse des méthodes d'analyse employées à l'ENILBIO Poligny et au LARF ACTALIA Mamirolles

Analyse	Unité	Méthodes et normes
Extrait Sec Total (EST) et Extrait Sec Dégraissé (ESD)	g/kg	FIL 21B: 1987
Matière Grasse (MG)	g/kg	Méthode Gerber : NF V 04-210
Humidité du Fromage Dégraissé (HFD)	%	$HFD = ((100-ES)/(100-MG)*100)$ (ES et MG exprimés en %) /
Gras sur sec (G/S)	%	= Matière Grasse / Matière Sèche
Sel sur eau (NaCl/H2O)	g/100g	Chlorures : Chlorumètre : FIL 88A : 1988 Sodium : spectrométrie d'émission de flamme = NaCl / H2O
Azote Total (NT)	g/kg	Kjeldhal : FIL 20B : 1993
Azote Soluble à pH 4,4 (NS)	g/kg	Méthode interne ENILBIO Poligny
NS/NT	%	= Azote Soluble / Azote Total
Indice de lipolyse (LARF-ACTALIA)	Nombre de millilitres de solution alcaline normale nécessaire pour neutraliser l'acidité de 100 g de matière grasse (titrimétrie).	Méthode interne LARF/Actalia Mamirolles

IDENTIFICATION DES FLORES D'AMBIANCE

Des prélèvements des flores d'ambiance ont été réalisés à l'aide de boîtes de Pétri contenant des milieux de culture restant ouvertes 45 minutes en salle de fabrication, au séchoir et au hâloir pour permettre la sédimentation des microflores présentes dans l'ambiance (photo 4). Ces prélèvements ont été effectués au moment où du personnel travaille en fromagerie pour avoir un certain brassage de l'air. Les boîtes de Pétri utilisées contenaient des milieux gélosés MEAc (Malt Extract Agar au chloramphénicol) et MEAc + NaCl (MEAc au Chlorure de Sodium) (tableau 3) permettant la culture de levures et de moisissures (méthode définie avec le laboratoire Conidia, d'après des études passées (Vorcher *et al.*, 2002)). Après prélèvement elles ont été envoyées au laboratoire Conidia où elles ont été incubées 5j à 25°C en conditions aérobies. Différentes espèces de levures et moisissures ont été dénombrées sur ces milieux.

Tableau 3 : présentation des milieux de cultures utilisés dans les suivis en ferme pour l'évaluation de la flore mycologique de l'ambiance

	Milieu MEAc	Milieu MEAc + NaCl
Composants	Extrait de malt (20 g/L) Peptone (1 g/L) Glucose (20 g/L) Agar agar (15 g/L) Chloramphénicol (0,2 g/L)	Extrait de malt (20 g/L) Peptone (1 g/L) Glucose (20 g/L) Agar agar (15 g/L) Chloramphénicol (0,2 g/L) NaCl (90 g/L)
Rôle	Sélectionne les moisissures en général : inhibition des bactéries par le chloramphénicol (antibiotique) et par une forte acidité	Sélectionne le <i>Penicillium</i> : inhibition de la plupart des levures et moisissures (<i>Geotrichum</i> , <i>Mucor</i> ...)



Photo 1 : prélèvement des microflores d'ambiance par sédimentation sur des boîtes de Pétri en salle de fabrication (G. Allut, Centre Fromager de Bourgogne, CRA Bourgogne)

Pour les traitements visant à rechercher des liens entre la qualité des fromages en fin d'affinage et la mycologie de l'ambiance, l'analyse a porté uniquement sur les dénombrements de *Penicillium* et de *Geotrichum*, qui ont été mis en classe de la façon suivante (tableau 4) :

Tableau 4 : règles de mise en classe des résultats des dénombrements de *Geotrichum* et *Penicillium* dénombrés sur des boîtes de Pétri pour prélèvements d'ambiance dans les locaux d'affinage (ressuyage, séchage, affinage) dans les 49 fermes enquêtées

<i>Geotrichum</i>		<i>Penicillium</i>	
0	absence	0	Absence
1	<10 UFC/boîte	1	<10 UFC /boîte
2	de 10 à 50 UFC/boîte	2	de 10 à 50 UFC/ boîte
3	>50 UFC/boîte	3	de 50 à <=100UFC/boîte
		4	>100

INVENTAIRES DES FROMAGES PRESENTS DANS LES PIECES D’AFFINAGE EN MEME TEMPS QUE LE LOT SUIVI (SECHOIR ET HALOIR)

Les quantités de fromages présents dans le séchoir et le hâloir en même temps que le lot suivi et leurs caractéristiques ont été enregistrées tous les jours durant les 14j du suivi (voir questionnaire en annexe 4).

Chaque inventaire était composé de trois parties :

La première partie est l’inventaire des lots de fromages présents dans le séchoir et le hâloir lors de la première visite (photo 4).

La deuxième partie est le suivi des entrées et sorties de fromages journalières au hâloir pendant 14 jours et au séchoir pendant la durée de présence du lot suivi (réalisé par le producteur).

La troisième partie est l’inventaire des fromages du hâloir lors de la deuxième visite, soit 14 jours après la visite 1.

Lors de la visite 1 et de la visite 2 dans les fermes, des informations concernant les fromages ont été recueillies (photo 4) pour chaque lot de fromage :

- Le nombre de fromages
- Le poids moyen d’un fromage
- La forme (palet, crottin, bûche, pyramide) et les dimensions (diamètre, hauteur) des fromages.
- L’aspect extérieur (spots, duvet....) et la couleur dominante (blanc, bleu, gris) de la croûte.
- La présence de flores indésirables (gris, jaune...).

Ces informations ont permis de calculer en plus les variables suivantes :

- Nombre de fromages/m³,
- Poids de fromage/m³,
- Age moyen des fromages présents dans la pièce, pondéré par le nombre de fromages par lot,
- Pourcentage de fromages bleus pondéré par le nombre de fromages par lot,
- Surface totale des fromages dans une pièce et surface de fromage/m³.



Photo 2 : fromages de types lactiques dans un hâloir (M. Pétrier, CA18)

L’ensemble des données des inventaires disponibles ont été saisies sur le logiciel Excel® (Microsoft, 2007) puis analysées avec le logiciel SAS (SAS Institute Inc, Cary, NC, version 9.4). Ces données ont permis de définir un taux de chargement du séchoir et du hâloir (nombre de fromages par m³) et d’observer l’évolution du nombre de fromages entre la visite 1 et 2 pour chaque ferme. Les saisies des entrées et sorties des fromages durant le suivi n’ont pu être valorisés dans l’ensemble des fermes car des oublis ont conduits à des incohérences entre le bilan du premier inventaire et des entrées-sorties étaient souvent incohérents avec le deuxième inventaire.

MESURES DES CONDITIONS D'AMBIANCE

Les paramètres d'ambiance (température, hygrométrie, teneurs en gaz) ont été mesurés en continu par un prototype (photo 5) mis au point par l'INRA GMMPA de Versailles-Grignon (partenaire de l'étude).



Photo 3 : prototype INRA « SACHA »

Durant les suivis de terrain, l'appareil a mesuré les conditions d'ambiance auxquelles le lot de fromages à suivre est confronté en salle de démoulage, de ressuyage, de séchage puis en hâloir. Ces prototypes portent des capteurs de température, d'humidité relative, de pression, de dioxyde de carbone et de dioxygène (tableau 5). Une pré-étude menée en 2012 avec le PEP caprin Rhône-Alpes a permis d'optimiser les prototypes pour des mesures à la ferme. Ces mesures sont réalisées en continu toutes les minutes durant les 14j du suivi.

Les capteurs d'humidité relative, de concentration en CO₂ et O₂ sont testés régulièrement à l'aide de deux solutions de valeurs connues. En cas de dérive des résultats, ils sont étalonnés. Les capteurs sont combinés sur un support mobile (de petite taille, facilement déplaçable entre les exploitations et au sein des fermes). Il supporte l'ambiance de fromagerie, souvent trop humide pour les appareils de mesure classiques. Il fonctionne sur batterie, les prises de courant étant rares dans les locaux fermiers. Les données enregistrées sont ensuite transmises à un ordinateur via une carte mémoire qui est lue avec un logiciel aussi conçu par l'INRA (CellRI).

Tableau 5: Caractéristiques de capteurs utilisés pour le prototype Sacha

Mesure	principe	Gamme	précision	marque	Ref.	fournisseur
température	microchip	-40/ 125°C	± 1°C	Bandga	TCN75A	Radiospare
Humidité relative	capacitif	0 – 100 %	±3,5 %	Honeywell	HiH-4000	Radiospare
CO ₂	Infrarouge	0-25 %	±50 ppm +/-5 % de la lecture	GSS	C25	GSS
O ₂	Électrochimique	0-100 %	±2 % pleine échelle	GS Oxygen	KE-50	Dilltronic

Pour quelques suivis, les vitesses d'air ont été mesurées en différents points des séchoirs et des hâloirs à l'aide d'un anémomètre à boule chaude de marque Kimo. Les circulations d'air étant multi-directionnelles dans ces locaux, la mesure doit être réalisée à l'aide d'un appareil sophistiqué et coûteux, qui n'a pu être acheté qu'en un seul exemplaire, et passé d'une région à l'autre pour acquérir quelques références de terrain, qui n'ont pas pu être prises en compte dans l'étude car trop peu exhaustives pour les 49 fermes.

TRAITEMENT DES DONNÉES DES ENQUÊTES DE TERRAIN

De façon générale les traitements de données réalisés pour les résultats des enquêtes grand nombre visaient d'abord à caractériser la grande diversité des fromages, des pratiques, des locaux, des équipements dans les fermes... L'autre objectif de ces traitements était la recherche de liens entre les pratiques, conditions d'ambiance... et la qualité des fromages, mais aussi entre les locaux et équipements et les conditions d'ambiance (figure 3).

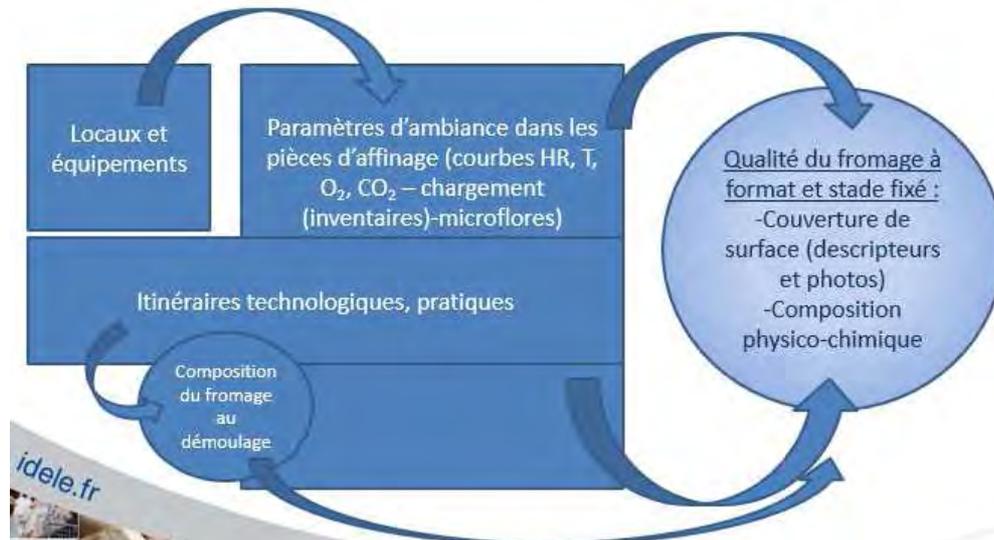


Figure 3 : traitement des données des enquêtes grand nombre

IDENTIFICATION DES GROUPES DE FROMAGES DE QUALITE DIFFERENTE EN FIN D’AFFINAGE

TPOLOGIE SUR LA COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DES FROMAGES EN FIN D’AFFINAGE

Sept variables décrivant les caractéristiques physico-chimiques des fromages en fin d'affinage (ici 14j après démoulage) ont préalablement été choisies par les experts techniques pour réaliser une typologie :

- pH moyen à partir de mesures sur 3 fromages (pH)
- Indice de lipolyse (LIPO_FIN_AFF)
- Extrait sec total (EST_FIN_AFF)
- Pourcentage d'azote soluble dans l'azote total (%), indicateur de l'avancée de la protéolyse (NS4,40_NT_FIN_AFF)
- Quantité de sel dans la portion aqueuse du fromage (g/100g) (NaCL_H2O_FIN_AFF)
- Humidité du fromage dégraissé (HFD_FIN_AFF)
- Gras sur sec (G_S_FIN_AFF)

Cette analyse a été réalisée sous le logiciel SPAD® (SPAD, version 7.4, Coheris). Une Analyse en Composantes Principales (ACP), suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été réalisées avec ces 7 variables.

TPOLOGIE DE L’ASPECT DES FROMAGES EN FIN D’AFFINAGE

Un classement à partir de photos de l'aspect extérieur et en coupe des fromages à différents stades a été réalisé lors d'une réunion de travail par les personnes ayant réalisé les enquêtes et d'autres experts en technologie fromagère ou mycologie. Cette typologie a été comparée avec la typologie sur la composition physico-chimique des fromages.

RECHERCHE DE LIENS ENTRE LA QUALITE DES FROMAGES ET LES CONDITIONS D’AFFINAGE ET ENTRE LES LOCAUX ET LES EQUIPEMENTS ET LES PARAMETRES D’AMBIANCE

De façon générale, cette recherche de liens a été effectuée en expliquant la variable qualitative des classes d'aspect de fromages (typologie photo) par des groupes de variables quantitatives et qualitatives issus des questionnaires et des diverses mesures et observation réalisés en ferme (procédure DEMOD de SPAD).

Des méthodes particulières ont été utilisées pour les pertes de poids des fromages et les enregistrements des conditions d'ambiance, qui décrivait des cinétiques sur les 14j du suivi.

COURBES DE PERTES DE POIDS

A partir des pesées réalisées à différentes étapes du schéma technologique, des courbes de pourcentage de perte de poids cumulées sur 14 jours ont été établies pour un fromage moyen. Une typologie de ces courbes de pertes de poids a été réalisée par une méthode de classification issue du package Kml créé par Christophe Genolini « K-means for Longitudinal data », qui est un algorithme permettant de classer des données longitudinales (ou trajectoires). La classification se fait par le critère des plus proches voisins : chaque individu est affecté à une classe s'il est très proche de son centre de gravité (Genolini and Falissard, 2011).

Ces types de courbes et les classes de fromages ont ensuite été comparés.

TRAITEMENT DES ENREGISTREMENTS DES CONDITIONS D'AMBIANCE

Des valeurs moyennes et écart-types ont été calculées par étape (ressuyage, séchage, affinage) pour chacun des paramètres mesurés : température, hygrométrie, teneur en O₂ et en CO₂. Ces valeurs ont été mises en lien avec les classes d'aspect de fromages (procédure DEMOD de SPAD).

Des essais ont été faits pour établir une typologie des courbes issues des enregistrements des différents paramètres, mais n'ont pas pu aboutir au vu de l'extrême diversité des courbes.

RESULTATS DES ENQUETES DE TERRAIN ET DISCUSSION

La première enquête a démarré en Languedoc-Roussillon, le mercredi 17 avril. Un planning annuel des visites a été établi, étalant les visites en fonction des stades de lactation des troupeaux, pour éviter un effet saison. En 2014, 51 enquêtes ont été réalisées dans les 6 régions (voir répartition en figure 4). Deux suivis ont dû être refaits, donc 49 suivis sont valorisables pour la suite des traitements de données. Ces enquêtes ont aussi permis de constituer une importante banque de photos de fromages et d'équipements/locaux.

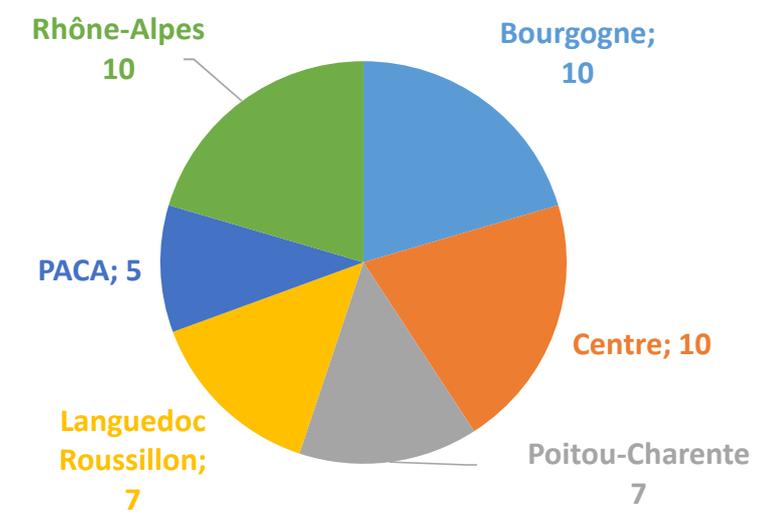


Figure 4 : nombre de suivis réalisés par région

(B=Bourgogne, C=Centre, FR=Poitou-Charentes, LR= Languedoc Roussillon, P= PACA, RA=Rhône-Alpes)

DESCRIPTION DES CARACTERISTIQUES DES FERMES ENQUETEES : DESCRIPTION DE LA DIVERSITE DES PRATIQUES, EQUIPEMENTS ET LOCAUX EN PRODUCTION FERMIERE DE FROMAGES LACTIQUES

Les fermes enquêtées sont un peu plus grandes que la moyenne des exploitations caprines fermières (figures 5 et 6).

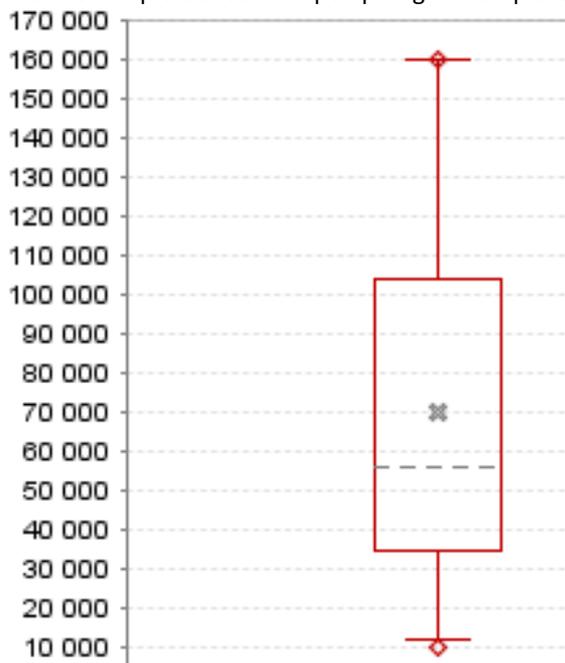


Figure 5 : volume de lait transformé par an à la ferme dans les 49 exploitations enquêtées (moyenne : 69 818 litres/an)

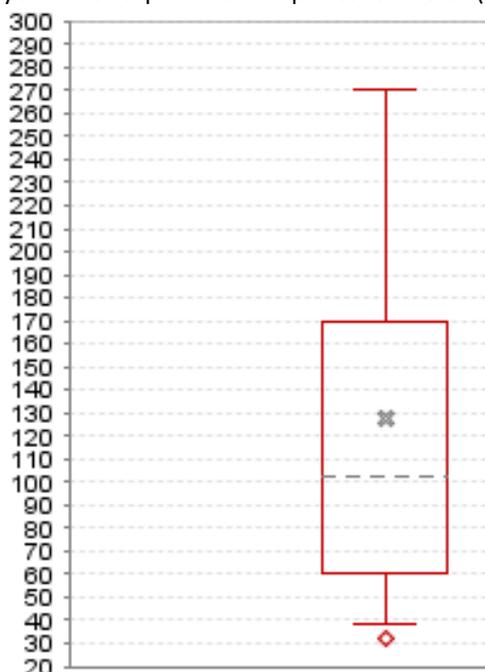


Figure 6: nombre de chèvres dans les 49 exploitations enquêtées (moyenne 127 chèvres, médiane 102 chèvres)

GRANDE DIVERSITE DES SCHEMAS TECHNOLOGIQUES

Une grande diversité d'itinéraires technologiques a été observée, dans la succession et la présence ou non des étapes technologiques (figure 7), mais aussi dans leur durée (figure 8 page suivante).

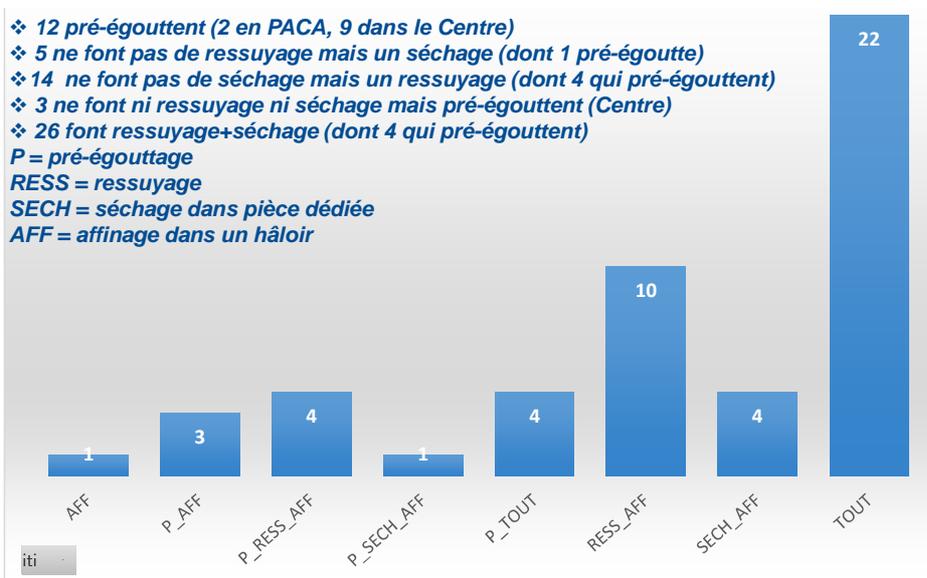


Figure 7 : diversité des itinéraires technologiques dans les 49 fermes enquêtées (P=pré-égouttage, RESS=ressuyage, SECH=séchage dans un séchoir, AFF= affinage dans un hâloir)

Parmi les 49 fermes enquêtées, 22 pratiquent un ressuyage suivi d'un séchage au séchoir et d'un affinage au hâloir sans pré-égouttage avant moulage du caillé. 4 sèchent sans phase de ressuyage préalable et 10 ressuient sans sécher. Ces 3 itinéraires se retrouvent aussi avec une phase de pré-égouttage préalable dans 12 fermes. Une seule ferme pratique uniquement un affinage au hâloir.

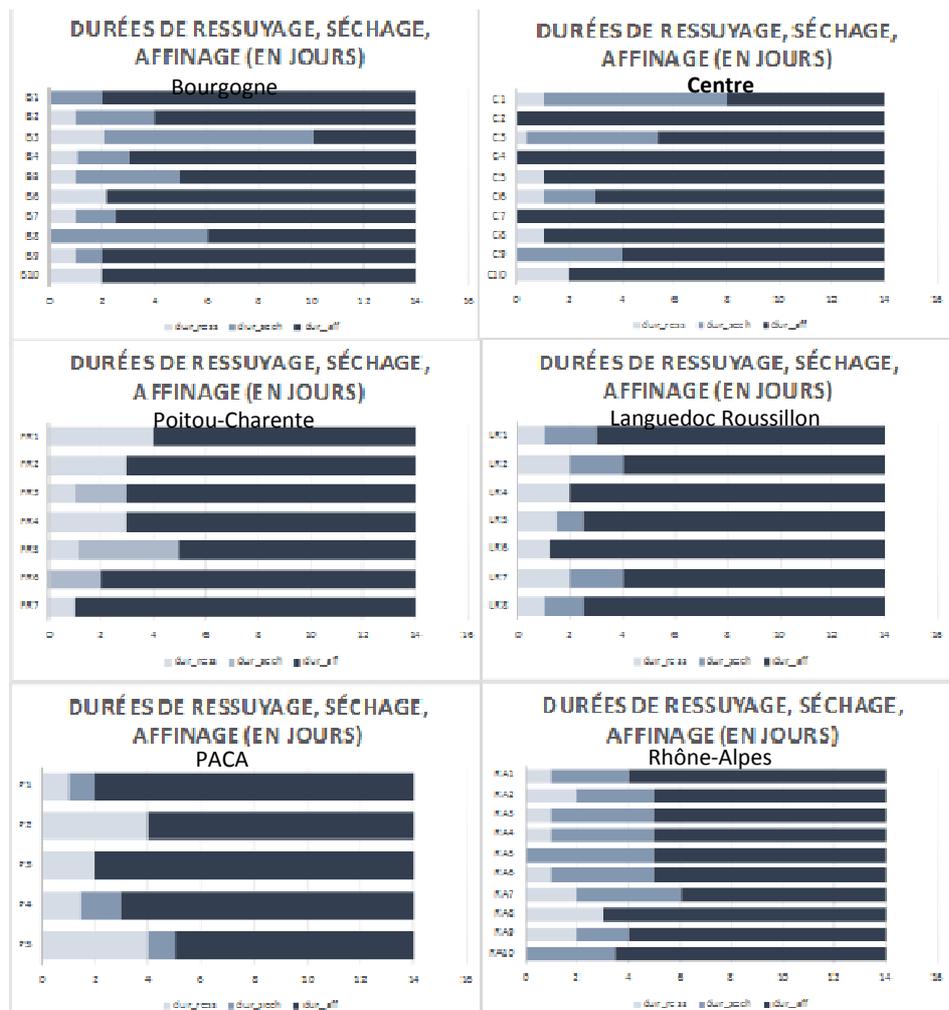


Figure 8 : durée des différentes phases pendant la durée totale du suivi d'un lot (14j) dans les 49 fermes enquêtées ; présenté par région (gris clair : ressuyage, gris moyen : séchage, gris foncé : affinage)

Le type de ferment utilisé est majoritairement le lactosérum (figure 9).

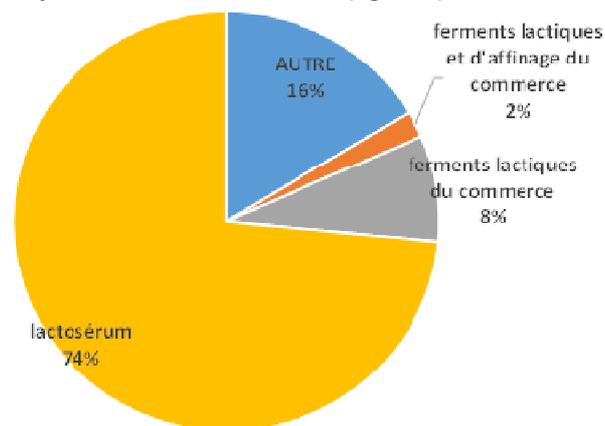


Figure 9 : type d'ensemencement utilisé le jour de la fabrication suivie (49 fermes)

La perte de poids totale des fromages durant les 14 jours de suivi est très variable (entre 26 et 73% du poids au démoulage, avec une perte moyenne de 45%), ainsi que le moment auquel ce poids est perdu (figure 10). L'étude des cinétiques de pertes de poids sera présentée plus loin. La moyenne des pertes de poids au ressuyage est de 12,5%, au séchage de 25% et en affinage de 25%.

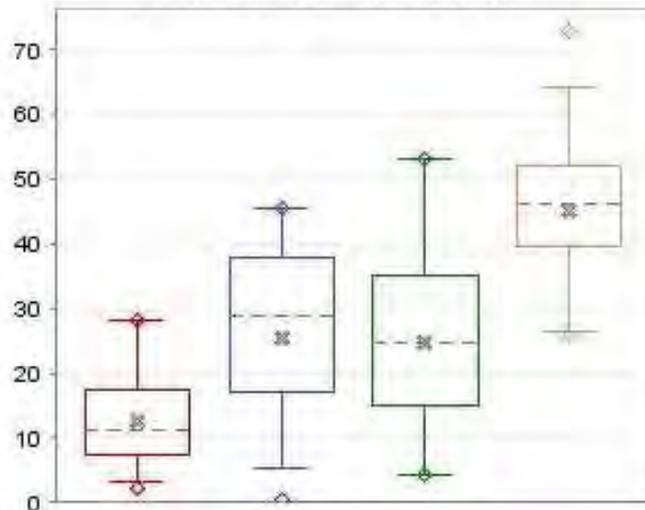


Figure 10 : « boîte à moustache » montrant la répartition des pertes de poids pour les 49 exploitations, au cours du ressuyage en pourcentage du poids au démoulage quand cette étape existe (en rouge, 39 données), au cours du séchage dans une pièce dédiée quand cette étape existe en pourcentage du poids en fin de ressuyage et ou en fin de démoulage si absence de ressuyage (en bleu, 32 données), au cours de l'affinage en pourcentage du poids en fin de séchage ou en fin de ressuyage si pas de séchage ou au démoulage si absence de ressuyage et de séchage (en bleu, 48 données) et perte de poids en pourcentage du poids au démoulage sur les 14 jours du suivi (en orange)

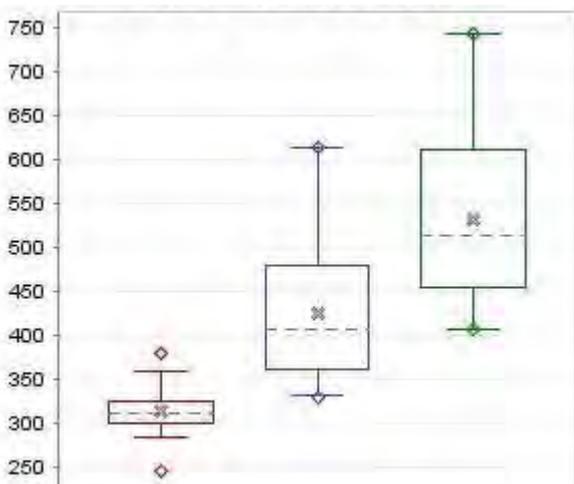


Figure 11 : extrait sec total en g/kg d'un broyat de 5 fromages des 49 fermes étudiées au démoulage en rouge (49 données), à l'entrée en affinage en bleu (46 données, après un ressuyage et/ou un séchage) et en fin d'affinage en vert (49 données)

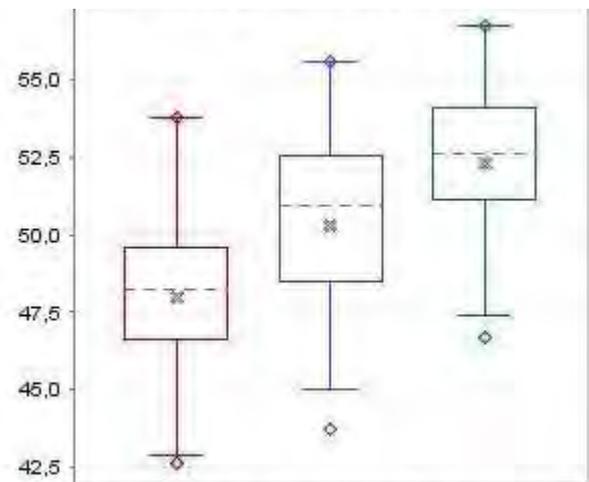


Figure 12 : gras sur sec en g/kg d'un broyat de 5 fromages des 49 fermes étudiées au démoulage en rouge (49 données), à l'entrée en affinage en bleu (46 données, après un ressuyage et/ou un séchage) et en fin d'affinage en vert (49 données)

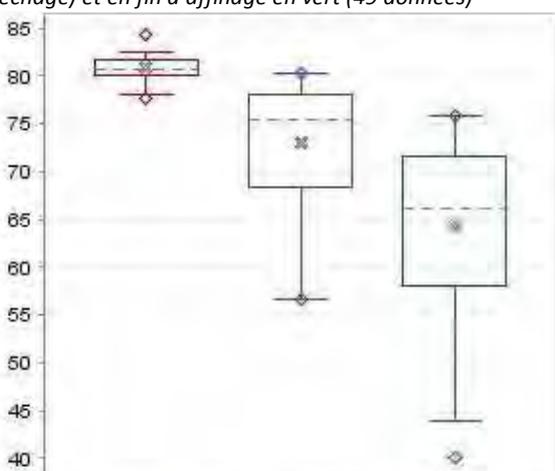


Figure 13 : humidité du fromage dégraissé en g/kg d'un broyat de 5 fromages des 49 fermes étudiées au démoulage en rouge (49 données), à l'entrée en affinage en bleu (46 données, après un ressuyage et/ou un séchage) et en fin d'affinage en vert (49 données)

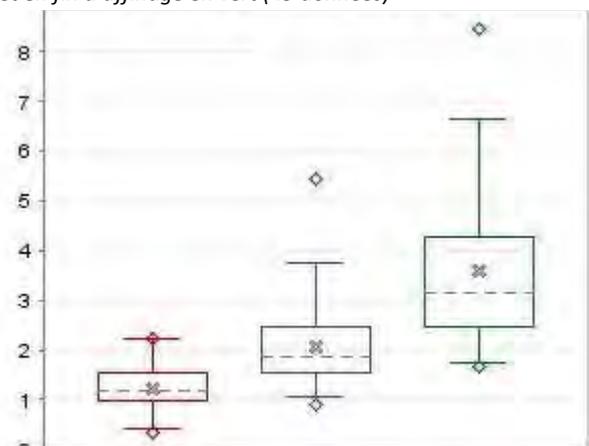


Figure 14 : quantité de sel dans la partie aqueuse du fromage (sel sur eau) en g/kg d'un broyat de 5 fromages des 49 fermes étudiées au démoulage en rouge (49 données), à l'entrée en affinage en bleu (46 données, après un ressuyage et/ou un séchage) et en fin d'affinage en vert (49 données)

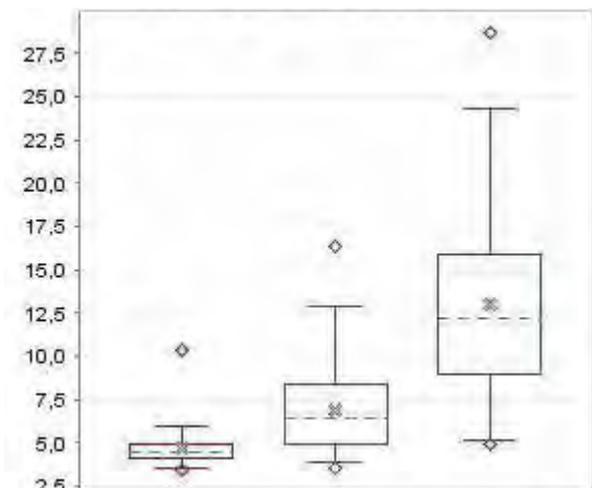


Figure 15 : indice de lipolyse d'un broyat de 5 fromages des 49 fermes étudiées au démoulage en rouge (47 données), à l'entrée en affinage en bleu (44 données, après un ressuyage et/ou un séchage) et en fin d'affinage en vert (47 données)

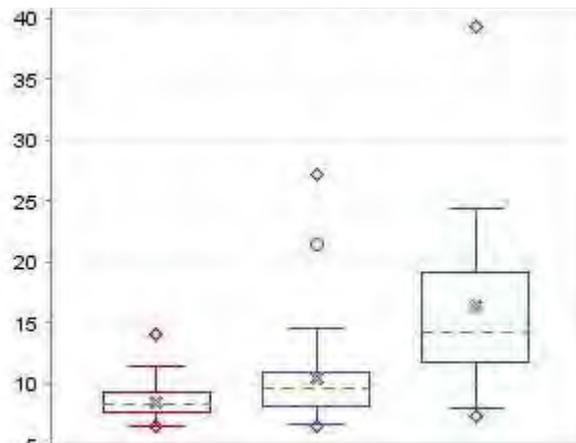


Figure 16 : rapport azote soluble sur azote total (indicateur de protéolyse primaire) en g/kg d'un broyat de 5 fromages des 49 fermes étudiées au démoulage en rouge (49 données), à l'entrée en affinage en bleu (46 données, après un ressuyage et/ou un séchage) et en fin d'affinage en vert (47 données)

PHYSICO-CHIMIE DES FROMAGES

Les figures 11 à 16 montrent la dispersion des résultats pour les 49 fermes, pour les différents critères au démoulage, en début et en fin d'affinage. La composition physico-chimique des fromages au démoulage est assez peu variable, sauf pour la matière grasse visible à travers le gras sur sec. Cette variabilité s'accroît en fin de séchage et est maximale en fin d'affinage. Les fromages concernées par les enquêtes sont très diverses, nous verrons par la suite que selon le type de couverture de surface la composition évolue un peu différemment. La composition physico-chimique moyenne des fromages prélevés dans les 49 fermes 14 jours après démoulage est proche de celles qui figurent dans les tables CIQUAL 26 jours après emprésurage : EST 502 g/kg, HFD de 67 % et gras sur sec de 51,4 % (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2011) (tableau 6). Les extraits secs des fromages sont proches au démoulage, mais atteignent par contre une grande variabilité 14 jours après démoulage (écart-type de 23g/kg au démoulage et de 90,7 g/kg en fin d'affinage), certaines valeurs extrêmes approchant même la composition d'un fromage à pâte dure (tableau 6) : des données de l'ENILBIO Poligny situent les fromages lactiques frais (durée d'affinage non précisée) à 81% d'HFD, 50% de gras sur sec et 320g/kg d'EST.

Tableau 6 : comparaison des résultats d'analyses physico-chimiques des fromages des 49 fermes avec des données publiées

	Moyenne (écart-type) des 49 fromages de l'étude LACTAFF 14 jours après démoulage	Sainte Maure traditionnel (donc fromage de format important à 14j d'affinage (Pierre <i>et al.</i> , 1999)	Fromages lactiques (crottin de Chavignol, Ste Maure, Picodon) 26 j après emprésurage tables CIQUAL (Raynal-Ljutovac <i>et al.</i> , 2011)	Bûche à couverture <i>Penicillium</i> blanche (Martin-Hernandez <i>et al.</i> , 1988)	Grana (cours ENILBIO Poligny)
Extrait Sec Total	533 g/kg (91)	414 g/kg	502 g/kg	596 g/kg	640 g/kg
Humidité du Fromage Dégraissé	64,3 % (8,8)	74 %	67%	63%	46-47%
Gras sur sec	52,3 % (2,6)	51 %	51,4%	60,7%	35%
Sel sur eau	3,6% (1,5)			5,5%	
pH à cœur	4,9 (0,5)	4,6		5,06 à 28j	
Azote soluble dans la matière azotée totale	16,3 (6,4)	19,1			
Indice de lipolyse	13 (5,3)				

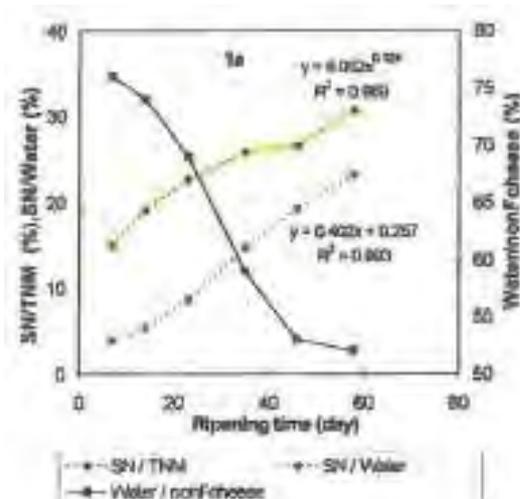


Figure 17 : évolution au cours de l'affinage (en nombre de jours en abscisses) de fromages de type Sainte Maure de différents critères : en trait continu la proportion d'eau dans la fraction non grasse du fromage (% , échelle de droite), en pointillés jaunes la proportion d'azote soluble dans la matière azotée totale (% , échelle de gauche) et la proportion d'azote soluble sur l'eau du fromage (% , échelle de gauche) (Pierre et al., 1999).

Le pH à cœur évolue peu pour la majorité des fromages (figure 18), ce qui n'est pas surprenant pour des fabrications lactiques 14 jours après démoulage : les évolutions de pH ont surtout lieu en surface suite à l'action des micro-organismes désacidifiants qui s'y développent. De plus les extraits secs relativement élevés laissent peu d'eau disponible pour l'activité des micro-organismes désacidifiants. La valeur moyenne du pH à cœur passe de 4,3 au démoulage à 4,9 après les 14j d'affinage.

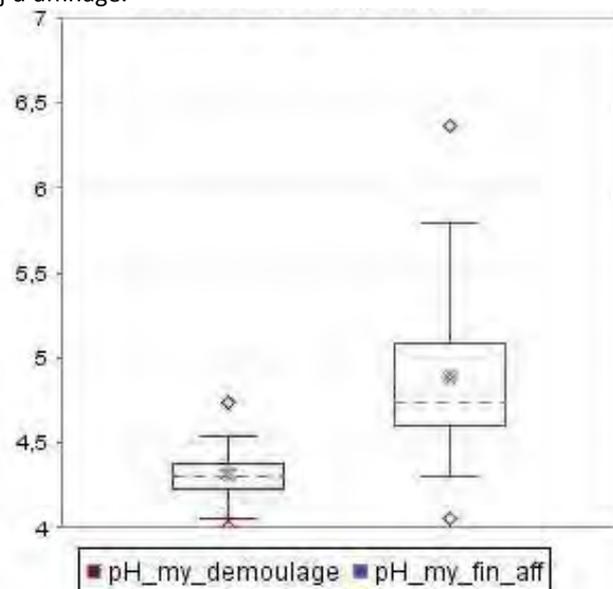


Figure 18 : pH à cœur au démoulage (pH_my_demoulage) et en fin d'affinage (14j après démoulage) (pH_my_fin_aff) en moyenne sur 3 fromages (49 fermes au démoulage et 43 en fin d'affinage)

GRANDE DIVERSITE DES LOCAUX ET DES EQUIPEMENTS

Les types d'équipements des locaux d'affinage sont présentés en figures 19 et 20 : 37 % des exploitations ne pratiquent pas de séchage dans une pièce dédiée et 10% n'ont pas d'équipement de climatisation au séchoir (« séchoir naturel », essentiellement en Rhône-Alpes). La présence d'un hâloir était une condition de participation à l'enquête ; 10% des fermes n'ont pas d'équipement de climatisation au hâloir, 16% ont un équipement statique et 74 % ont un équipement dynamique (simple ou double flux) (figure 20).

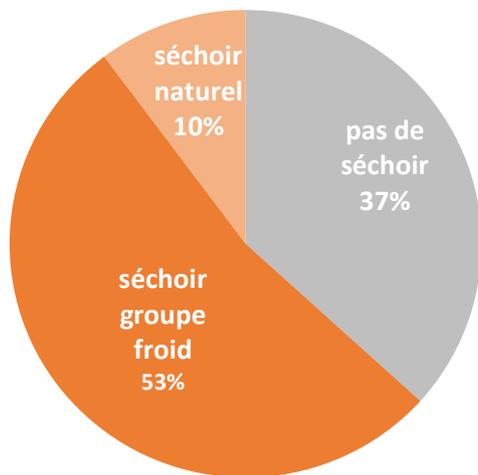


Figure 19 : type d'équipement au séchoir dans les 49 fermes enquêtées

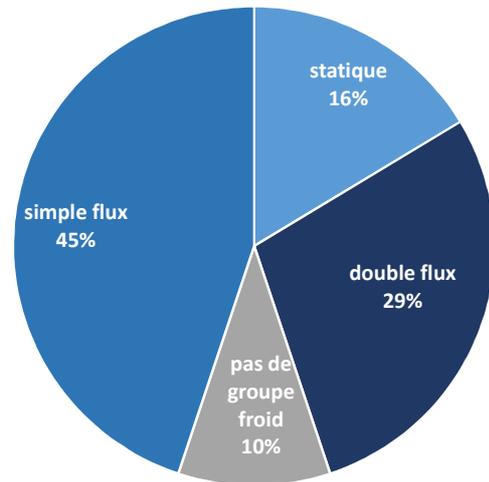


Figure 20 : type d'équipement au hâloir dans les 49 fermes enquêtées

La taille moyenne de la salle de ressuyage – qui est le plus souvent la salle de fabrication - est de 58 m³. La taille moyenne de la salle de séchage est de 16 m³ et la taille moyenne de la salle d'affinage est de 22 m³ (figures 21 à 22). Le rapport entre taille du séchoir et taille du hâloir n'est pas automatiquement proportionnel (figure 23). Il dépend notamment de la durée de séjour des fromages dans chaque pièce.

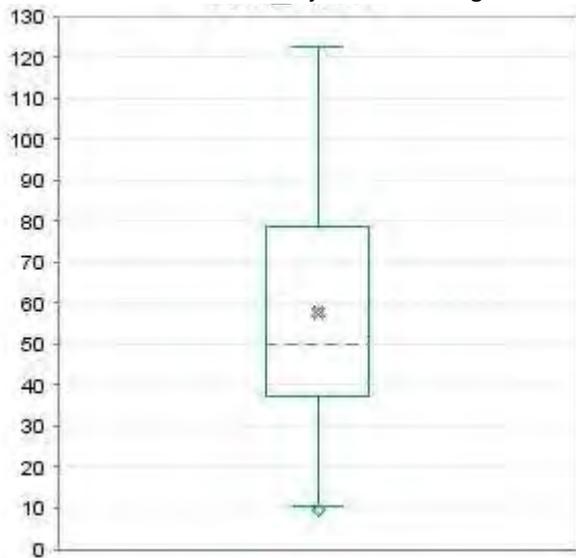


Figure 21 : « boîte à moustache » montrant la répartition des volumes en m³ des pièces de ressuyage pour les fermes qui pratiquent cette étape technologique (37 fermes)

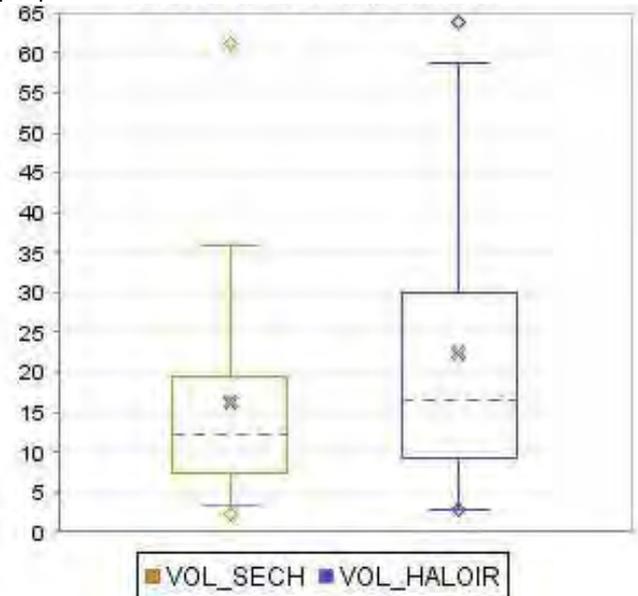


Figure 22 : « boîte à moustache » montrant la répartition des volumes en m³ des pièces de séchage pour les fermes qui pratiquent cette étape technologique (en orange, 31 fermes) et des hâloirs (en bleu, 49 fermes)

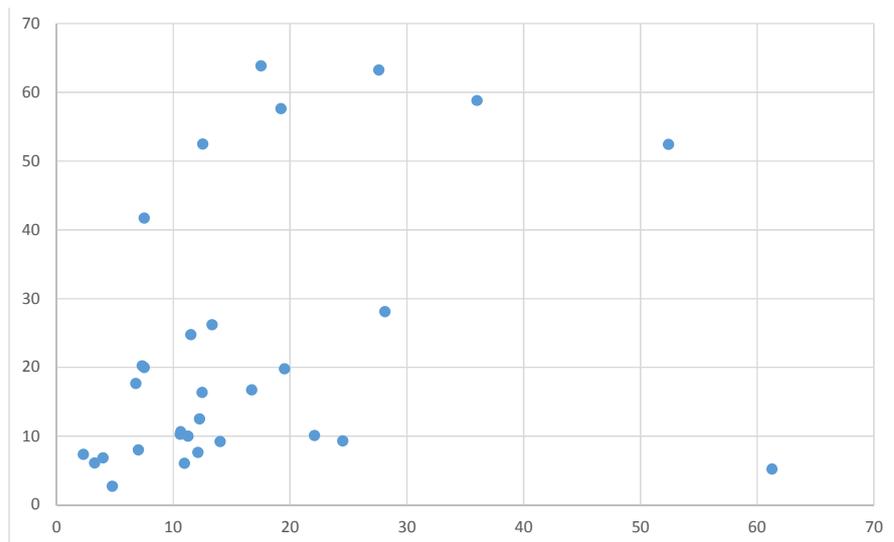


Figure 23 : volume du hâloir en m³ en fonction du volume du séchoir en m³ dans les 49 fermes

Les âges des locaux et des équipements de climatisation sont présentés aux figures 24 à 26. Les locaux semblent avoir été construits et aménagés progressivement : d'abord la salle de fabrication / ressuage puis le hâloir et le séchoir.

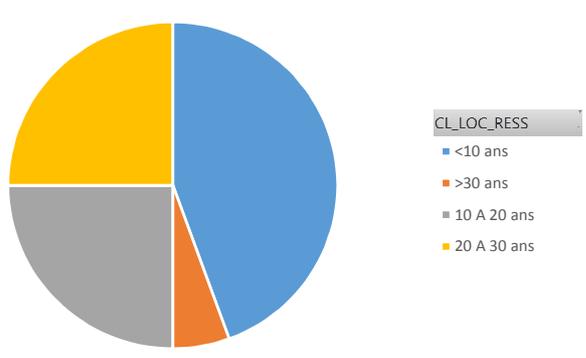


Figure 24 : âge des locaux de ressuage dans les 49 fermes

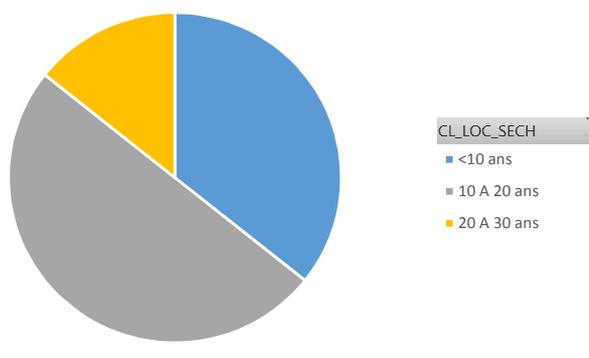


Figure 25 : âge des locaux de séchage dans les 49 fermes

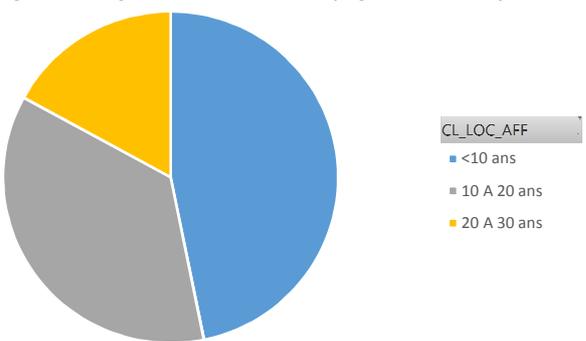


Figure 26 : âge des locaux d'affinage dans les 49 fermes

L'isolation des locaux est un élément important de la maîtrise technique de l'affinage. Les questions portaient uniquement sur le fait que les différentes parois (murs, plafond, sol) soient isolées. La question de la nature et de l'épaisseur de l'isolant a été abordée, mais était difficile à renseigner car les producteurs n'étaient pas forcément en mesure de fournir cette information et car la pertinence de l'isolation dépend de nombreux facteurs difficiles à évaluer lors d'une simple visite sur la ferme.

L'isolation des parois de chaque local sont décrits dans les figures 27 à 29. Sur les 40 fermes ayant une pièce de ressuage, 20 pièces sont en panneaux sandwich avec carrelage au sol et 4 en panneaux sandwich avec béton ou résine au sol, ce qui représente plus de la moitié des locaux de ressuage. 7 fermes ont du carrelage au mur et au sol. Les autres ont des revêtements enduit+peinture ou mélangeant plusieurs revêtements. Au séchoir la tendance est la même : 20 pièces en panneaux sandwich (sur 36 utilisant une pièce de séchage) et ce chiffre passe à 31 hâloirs en panneaux (murs et plafond). La part de locaux n'ayant pas d'isolation reste élevée malgré les recommandations

techniques. Le sol est peu fréquemment isolé (18% en ressuyage, 20% au séchoir et 18% au hâloir), alors que ce poste est responsable d'une partie non négligeable des pertes énergétiques qui rendent coûteux voire impossible le maintien de conditions d'ambiance constantes dans les locaux d'affinage.

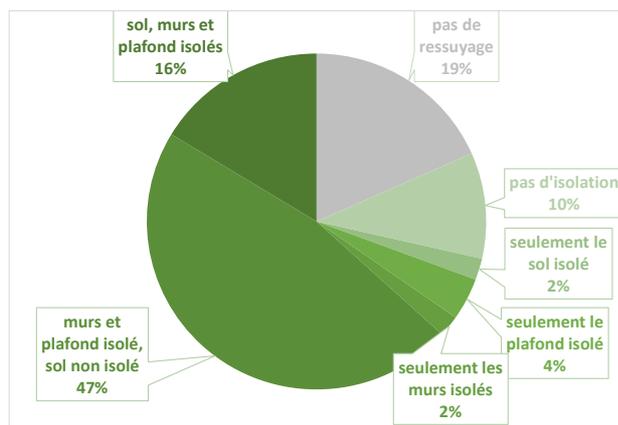


Figure 27 : isolation des parois de la pièce de ressuyage

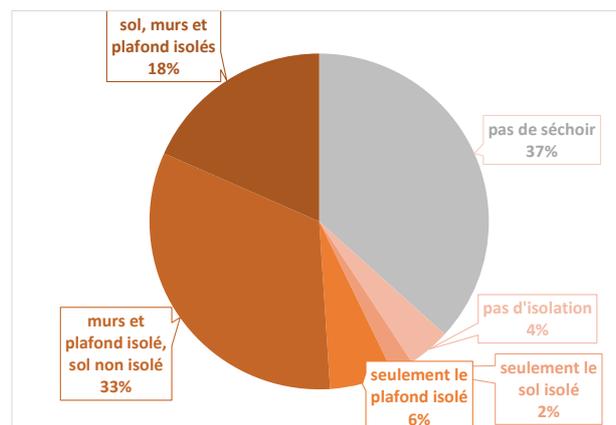


Figure 28 : isolation des parois de la pièce de séchage (séchoir)

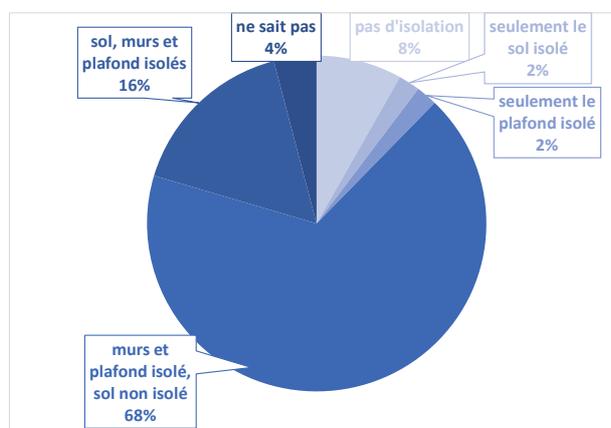
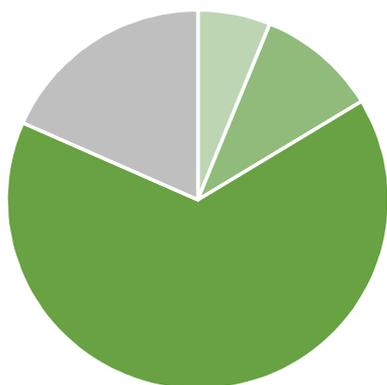


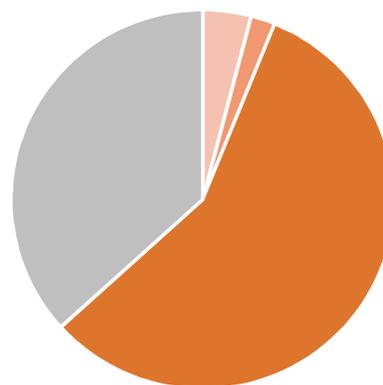
Figure 29 : isolation des parois de la pièce d'affinage (hâloir)

Les figures 30 à 32 montrent si une aération existe et/ou si les pièces sont entièrement ou en partie enterrées.



■ ressuyage enterré ■ ressuyage enterré en partie
■ ressuyage non enterré ■ pas de ressuyage

Figure 30 : pièce enterrée ou pas au ressuyage



■ séchage enterré ■ séchage enterré en partie
■ séchage non enterré ■ pas de séchage ou absence de réponse

Figure 31 : pièce enterrée ou pas au séchage

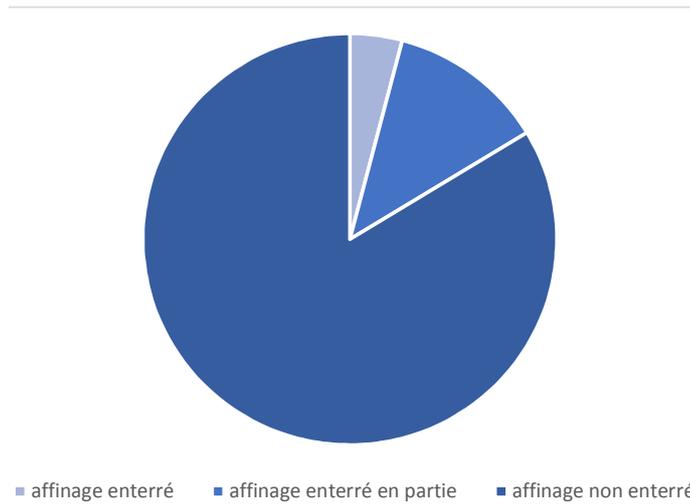


Figure 32 : pièce enterrée ou pas au hâloir

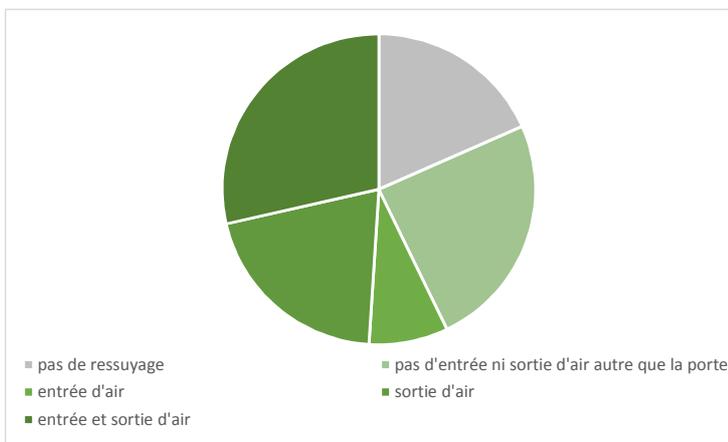


Figure 33 : aérations au ressuyage

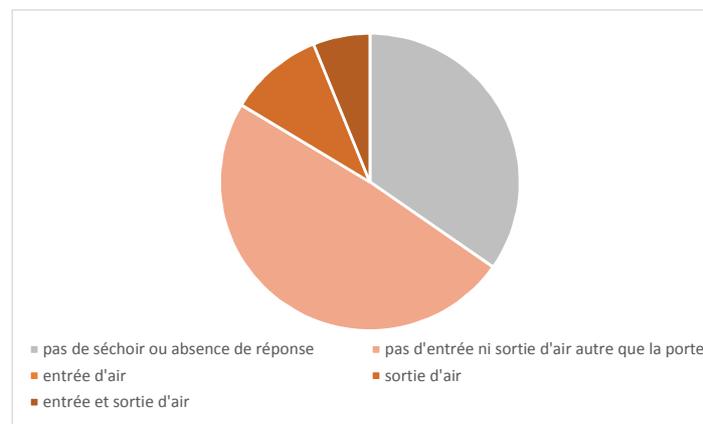


Figure 34 : aérations au séchage

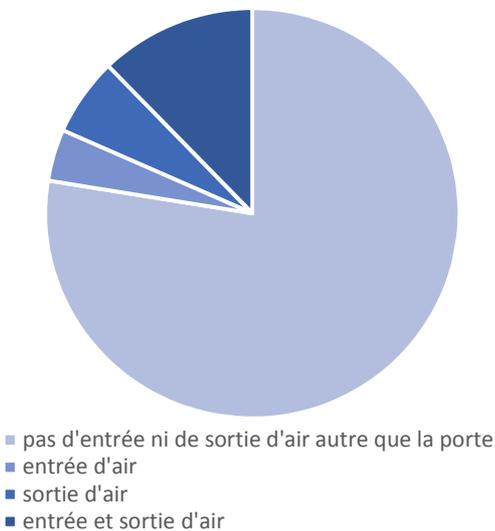


Figure 35 : aérations au hâloir

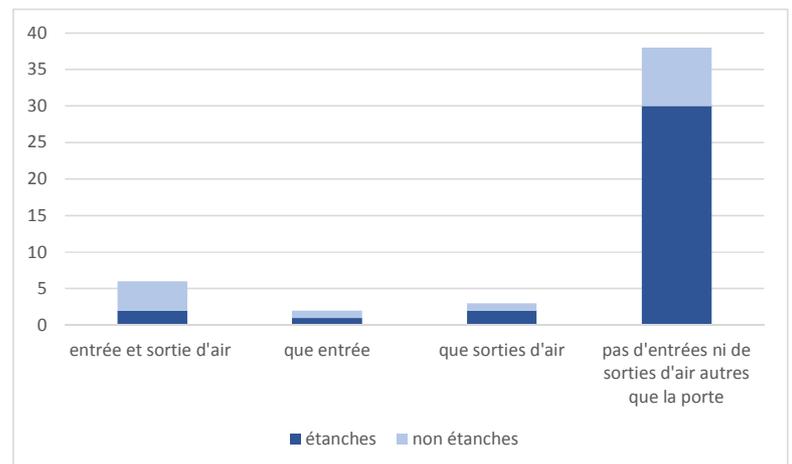


Figure 36 : combinaison entre les entrées/sorties d'air et l'étanchéité de la porte au hâloir (49 fermes)

Au ressuyage, le local n'avait pas souvent de porte étanche et comporte souvent plusieurs issues (figure 33). Pour les séchoirs, 21 d'entre eux ont une porte étanche, majoritairement associée à l'absence d'entrées et de sorties d'air autres que la porte (figure 34). En ce qui concerne les hâloirs, les figures 35 et 36 montrent la combinaison entrées/sorties d'air et étanchéité de la porte.

CONDITIONS D'AMBIANCE DANS LES LOCAUX

Les valeurs moyennes de température et hygrométrie dans les différentes pièces d'affinage sont représentés aux figures 37 à 40.

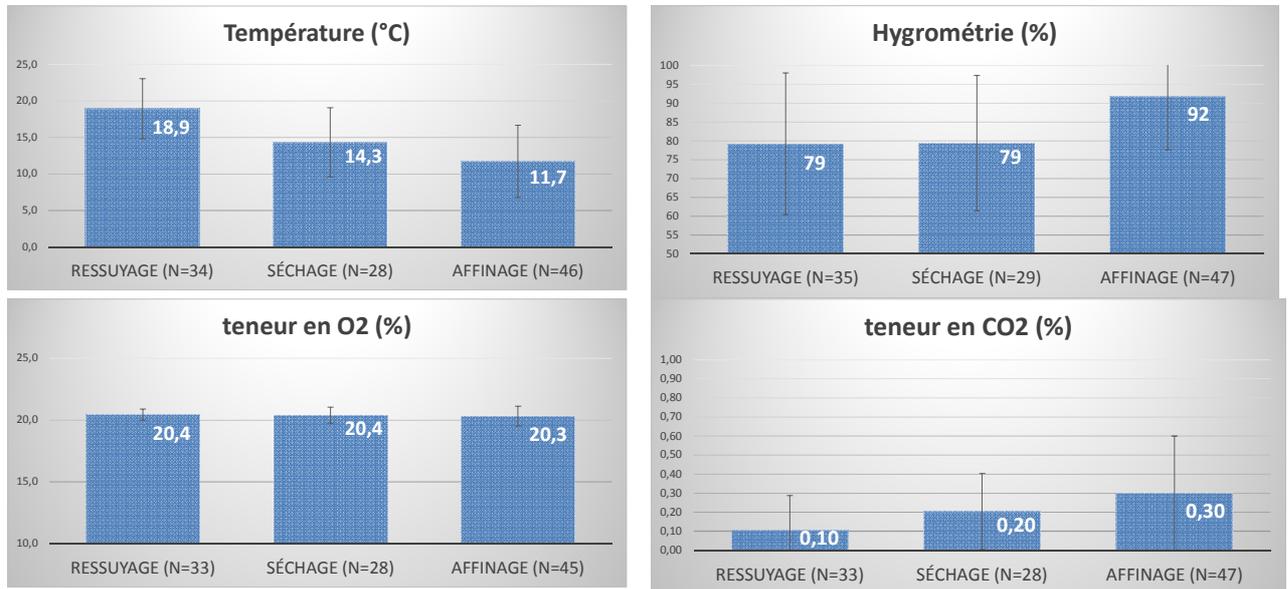


Figure 37 : conditions d'ambiance moyennes dans les différentes pièces d'affinage dans les 49 fermes enquêtées (la barre d'erreur correspond à deux écarts-types)

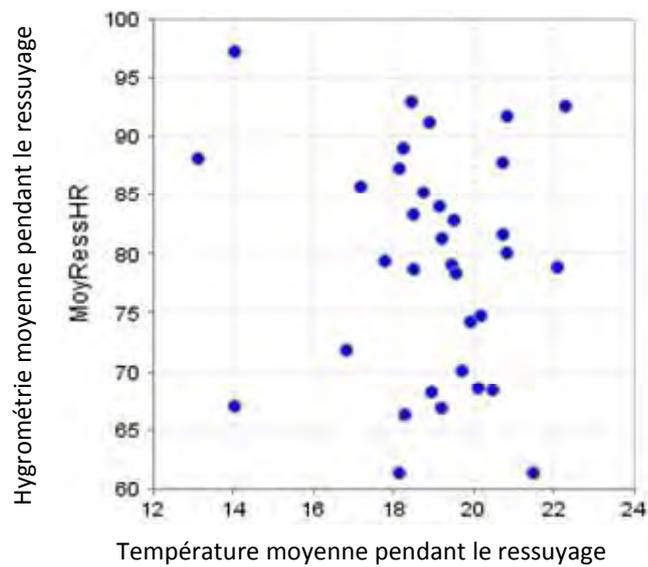


Figure 38 : hygrométrie moyenne (%) en fonction de la température moyenne (°Celsius) au ressuyage (le plus souvent en salle de fabrication) dans les fermes pratiquant cette étape technologique

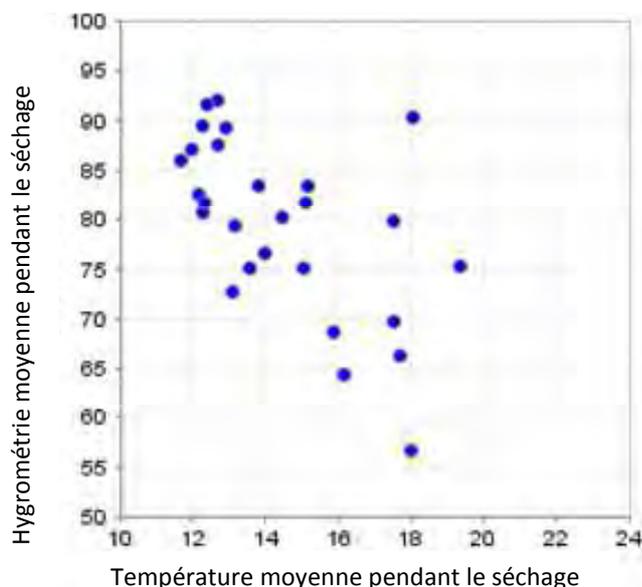


Figure 39 : hygrométrie moyenne (%) en fonction de la température moyenne (° Celsius) au séchoir dans les fermes pratiquant cette étape technologique

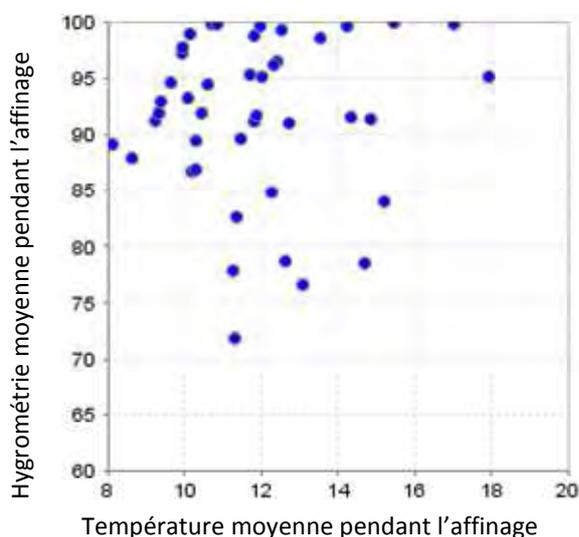


Figure 40 : hygrométrie moyenne (%) en fonction de la température moyenne (° Celsius) au hâloir

Là encore une très grande disparité est observée dans les conditions d'ambiance, y compris dans des pièces qui ont les mêmes fonctions. Les hygrométries au ressuyage sont souvent subies car il s'agit de la pièce de fabrication. Les séchoirs dont l'hygrométrie est supérieure à 85% pourraient être considérés comme un premier hâloir plutôt que comme un séchoir. Les températures les plus élevées ou les plus basses peuvent aussi avoir été mesurées dans des locaux mal isolés et/ou pas climatisés, surtout si l'enquête a été conduite à une période où les températures extérieures étaient particulièrement hautes ou basses.

Quelques mesures de vitesse d'air réalisées en fermes sont synthétisées dans le tableau ci-dessous (tableau 7). Ces valeurs sont assez cohérentes avec celles choisies pour les expérimentations de séchage au laboratoire, à savoir 0,15 et 0,34 m/s.

Tableau 7 : vitesses d'air en m/s mesurées en différents points des séchoirs et hâloirs dans quelques fermes (au milieu d'une pile de fromages, au-dessus de la pile, à la sortie de l'évaporateur).

ferme		séchoir			hâloir		
		milieu from	sortie évap	sur pile	milieu from	sortie évap	sur pile
RA6	suivi 1	0,08	2,19		0,12	2,47	
	suivi 2	0,18		0,26 à 1,88	0,04	1,41	
RA3		0,26	0,95		0,01		
C3		0,27	1,89	0,44	0,05		
C4					0,2	2,3	0,47
C5					0,11	1,29	0,15
B8		1,02	2,41	0,36	0	0,03	0
B9		0,06	2,11	0,1	0,19	1,88	0,25

MYCOLOGIE DE L'AMBIANCE DES LOCAUX D'AFFINAGE

Les figures 41 à 46 décrivent les niveaux de *Geotrichum* et *Penicillium* observés dans les différentes pièces des exploitations suivies (voir aussi photos en annexe 5). *Penicillium sp* est le genre le plus représenté avec des espèces différentes, certaines xérotolérantes (qui tolèrent des activités en eau bases < 0,85 jusqu'à 0,73). *Aspergillus sp* et *Eurotium sp* sont aussi des genres xérotolérants. Il est normal de retrouver ces genres de moisissures xérotolérantes dans l'écosystème que nous étudions où il y a présence de fourrages et de céréales (aliments « secs »), les bâtiments d'élevage se situant souvent à proximité de la fromagerie. *Cladosporium sp* est un genre que l'on retrouve systématiquement dans les ambiances aussi bien rurales que citadine et en toutes saisons. En revanche, il est important de remarquer que le genre *Geotrichum* ne se retrouve que très peu voire pas dans les ambiances. Ceci paraît surprenant, les fromages ayant une flore *Geotrichum* importante mais il est vrai que le mode de reproduction de celui-ci n'est pas très favorable à une dispersion dans les ambiances contrairement aux genres *Penicillium* ou *Aspergillus*. Au vu de sa faible présence dans les ambiances, il est probable que le temps d'exposition à l'ambiance (45 minutes) des différents milieux nutritifs ne soit pas suffisant pour le révéler. Suite à ces résultats, on peut donc penser que l'ensemencement de *Geotrichum* se fait essentiellement par le lait chargé naturellement plus les différents ferments utilisés par les producteurs ainsi que par les différents matériels (bacs de caillage, moules....). Mais attention l'ambiance doit participer à cet « ensemencement » à plus petite échelle bien sûr, aussi une désinfection drastique des ambiances ne sera pas à préconiser.

Si qualitativement les populations fongiques sont semblables dans les différentes fermes étudiées, en revanche quantitativement il y a d'importantes variations :

- les exploitations des régions Bourgogne, Languedoc Roussillon, Rhône-Alpes et certaines de PACA subissent une forte pression de *Penicillium*.
- les exploitations du Centre, Poitou Charentes et certaines de PACA ont des ambiances très peu chargées en flores fongiques.

Les genres de moisissures révélées dans les ambiances sont le reflet des flores retrouvées en surface des fromages : dans les exploitations qui subissent une forte pression de *Penicillium*, les fromages ont des spots « bleu » voire une couverture « bleue » très importante en revanche dans les régions avec une ambiance peu chargée en flores fongiques, les fromages ont une couverture à dominante *Geotrichum*.

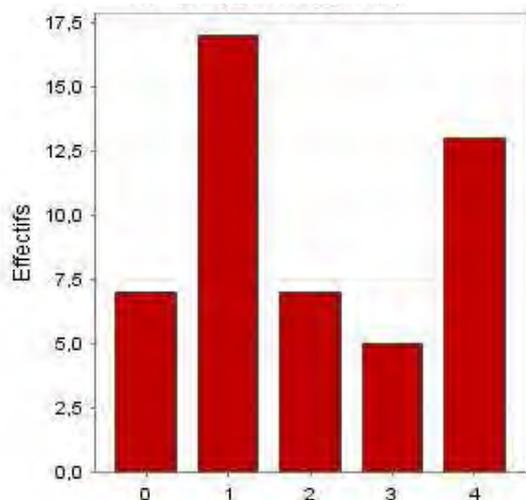


Figure 41 : nombre de fermes dans chaque classe de dénombrement de *Penicillium* sur milieu MEA salé après prélèvement par sédimentation au ressuyage (0=absence, 1=<10UFC, 2=de 10 à 50UFC, 3= de 50 à <=100UFC, 4=>100UFC)

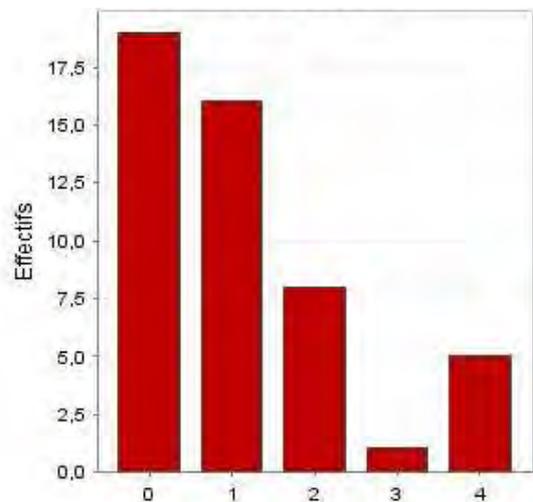


Figure 42 : nombre de fermes dans chaque classe de dénombrement de *Penicillium* sur milieu MEA salé après prélèvement par sédimentation au rséchoir (0=absence, 1=<10UFC, 2=de 10 à 50UFC, 3= de 50 à <=100UFC, 4=>100UFC)

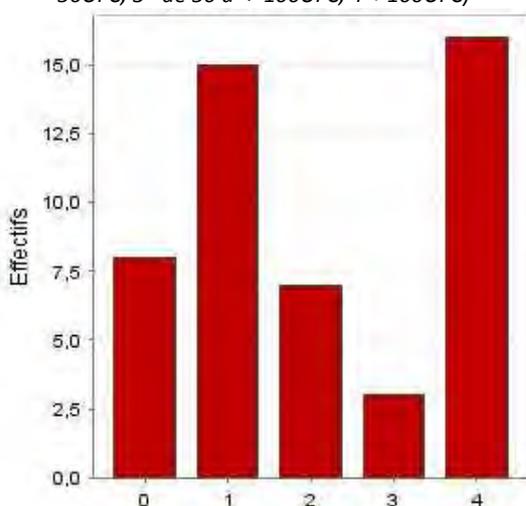


Figure 43 : nombre de fermes dans chaque classe de dénombrement de *Penicillium* sur milieu MEA salé après prélèvement par sédimentation au hâloir (0=absence, 1=<10UFC, 2=de 10 à 50UFC, 3= de 50 à <=100UFC, 4=>100UFC)

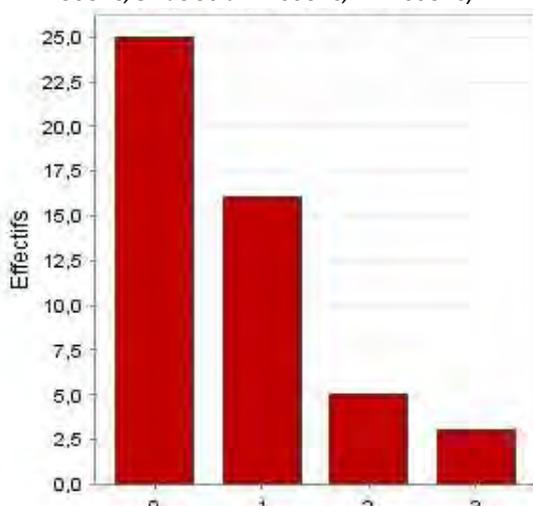


Figure 44 : nombre de fermes dans chaque classe de dénombrement de *Geotrichum* sur milieu MEA après prélèvement par sédimentation au ressuyage (0=absence, 1=<10UFC, 2=de 10 à 50UFC, 3= >50UFC)

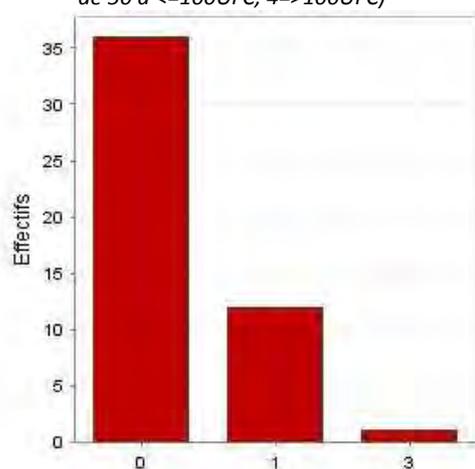


Figure 45 : nombre de fermes dans chaque classe de dénombrement de *Geotrichum* sur milieu MEA après prélèvement par sédimentation au séchage (0=absence, 1=<10UFC, 2=de 10 à 50UFC, 3= >50UFC)

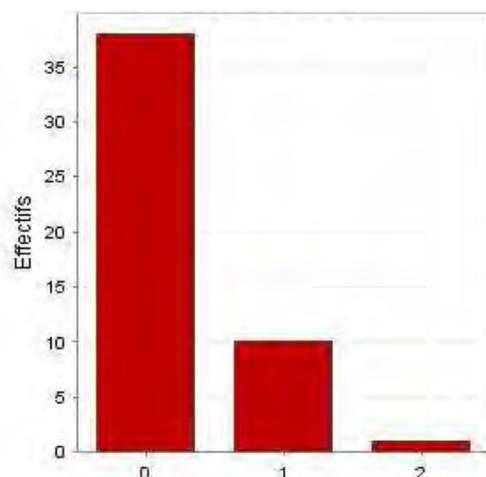


Figure 46 : nombre de fermes dans chaque classe de dénombrement de *Geotrichum* sur milieu MEA après prélèvement par sédimentation au hâloir (0=absence, 1=<10UFC, 2=de 10 à 50UFC, 3= >50UFC)

TYPOLOGIE PHYSICO-CHEMIE DES FROMAGES

Une description de l'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques des fromages aux différents stades est disponible aux figures 11 à 16. La figure 47 présente les deux premiers axes de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur les 7 variables d'analyses physico-chimiques, avec une bonne description de la variabilité totale (les deux premiers axes expliquent 66.3% de la variabilité). Les fromages les plus secs sont aussi les plus salés (corrélation 0,8) et la lipolyse et la protéolyse sont indépendantes de l'extrait sec (corrélation respectivement 0,4 et 0,002) tout en étant liées entre elles (corrélation 0,6).

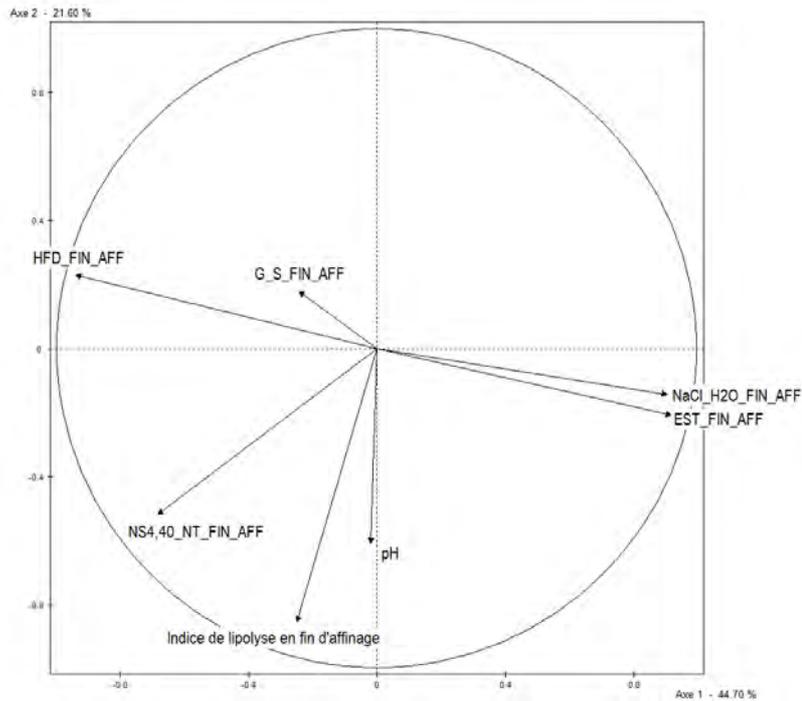


Figure 47 : cercle des corrélations du premier plan de l'Analyse en Composantes Principales décrivant la composition physico-chimique des fromages lactiques de 49 fermes en fin d'affinage 14j après démoulage (EST_FIN_AFF=extrait sec total en fin d'affinage, pH=pH moyen à coeur (sur 3 fromages), HFD_FIN_AFF = humidité du fromage dégraissé en % ($HFD=(100-EST)/(100-MG)*100$), avec MG = matière grasse), G/S_FIN_AFF= gras sur sec en fin d'affinage (rapport entre la matière grasse et l'extrait sec du fromage en %), NaCl_H2O_FIN_AFF = part de sel dans la portion aqueuse du fromage en % en fin d'affinage, LIPO_FIN_AFF = indice de lipolyse par titrimétrie en fin d'affinage, NS_NT_FIN_AFF = pourcentage d'azote soluble dans l'azote total en fin d'affinage)

Le nuage des individus (figure 48) permet de visualiser les différentes classes de la typologie à 6 classes retenue après la Classification Ascendante Hiérarchique (inertie 61%) et le tableau 8 de décrire les différentes classes.

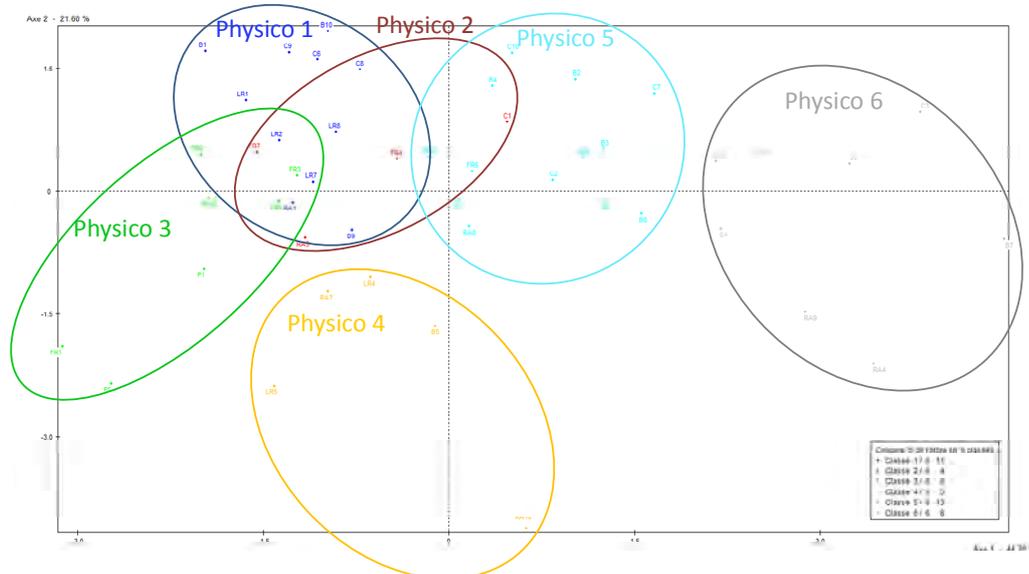


Figure 48 : nuage des individus de la typologie physico chimie des fromages

- les fromages de la classe 1 « physico » (11 individus) sont plus humides, moins salés, un peu plus gras et moins lipolysés,
- les fromages de la classe 2 (4 individus) sont moins gras et un peu moins secs que la moyenne générale des 49 fromages analysés en fin d'affinage,
- les fromages de la classe 3 (8 individus) sont plus humides et moins salés, tout en étant plus lipolysés et protéolysés,
- les fromages de la classe 4 (5 individus) ont un pH plus élevé et sont plus lipolysés,
- les fromages de la classe 5 (13 individus) sont plus secs et moins protéolysés,
- les fromages de la classe 6 (8 individus), sont encore plus secs, beaucoup plus salés, un peu moins gras et logiquement moins protéolysés.

Tableau 8 : caractérisation des classes de la typologie « physico » par les variables de composition physico-chimique en fin d'affinage ayant construit cette typologie (en bleu les moyennes de classe significativement plus faibles que la moyenne générale et en vert les moyennes de classe significativement plus élevées que la moyenne générale au risque alpha=5%)

	Moyennes (écart-types) sur l'ensemble des 49 exploitations	Classe 1 de la typologie physico	Classe 2 de la typologie physico	Classe 3 de la typologie physico	Classe 4 de la typologie physico	Classe 5 de la typologie physico	Classe 6 de la typologie physico
Effectif	49	11	4	8	5	13	8
EST	533 (90)	466	466	451	537	568	676
G/S	52,3 (2,6)	54,4	47,6	52,5	51,7	53,1	50,6
HFD	64,3 (8,8)	71,5	68,5	71,9	63,8	61,8	49,1
Sel /eau	3,6 (1,5)	2,4	2,9	2,4	3,1	4	6,3
pH	4,9 (0,5)	4,8	4,8	4,7	5,8	4,7	4,8
Lipolyse	13 (5,3)	10,3	10,6	16,7	20,3	11,5	11,2
NS/NT	16,3 (6,4)	14,8	18,1	26,1	19,9	12,4	11,3
Qui		B1 B9 B10 C6 C8 C9 LR1 LR2 LR7 LR8 RA1	C1 FR4 FR7 RA5	FR1 FR2 FR3 LR6 P1 P2 P4 P5	B5 LR4 LR5 RA10 RA7	B2 B3 B4 B6 B8 C10 C2 C7 FR5 FR6 P3 RA2 RA8	B7 C3 C4 C5 RA3 RA4 RA6 RA9

TYPOLOGIE PHOTOS DES FROMAGES

Les photos des fromages de chaque groupe sont en annexe (annexe 6) et permettent de différencier de manière visuelle la qualité des fromages au sein des groupes. Les classes obtenues sont décrites comme suit par les experts (tableau 9).

Tableau 9 : descriptif des classes d'aspect de fromages établies à dire d'expert (49 fermes)

Photo d'un fromage représentatif de la classe et numéro de la classe	Effectif de la classe	Description à dire d'expert
 <p style="text-align: right;">cl 1</p>	12	Fromages à couverture « <i>Geotrichum</i> assez sec mais ayant bien poussé, avec du <i>Penicillium</i> bleu « moussoux » ».
 <p style="text-align: right;">cl 2</p>	6	Fromages à couverture « <i>Geotrichum</i> sec et assez fin ».
 <p style="text-align: right;">cl 3</p>	8	Fromages à couverture « <i>Geotrichum</i> vermiculé qui ne coule pas ».
 <p style="text-align: right;">cl 4</p>	12	Fromages à couverture « <i>Geotrichum</i> , vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte ».
 <p style="text-align: right;">cl 5</p>	11	Fromages à couvertures « <i>Geotrichum</i> vermiculé et bleu en touffes ou tâches ».

RECHERCHE DE LIENS ENTRE LA QUALITE DES FROMAGES ET LES CONDITIONS D’AFFINAGE

COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE

La première vérification a consisté à voir si les classes d'aspect (photo) de fromages se caractérisaient par une composition physico-chimique particulière. Les fromages de la classe 4 qui apparaissaient plus crémeux et présentaient une sous-croûte protéolysée avaient par exemple un extrait sec plus bas et une protéolyse et une

lipolyse plus avancées que celle des autres fromages. De même les fromages de la classe 2 qui apparaissent très secs, l'étaient effectivement à l'analyse, et avaient un taux de sel élevé dans la fraction aqueuse du fromage. Si des grandes tendances étaient visibles (tableau 10), elles cachent néanmoins une très grande disparité de composition intra-classe (annexe 6). Les différences en termes de gras sur sec, bien que significatives, restent faibles et sans réelle signification technique. Le lien entre ces classes d'aspect « photo » et les classes sur la physico-chimie précédemment décrites est difficile à établir (annexe 7).

Tableau 10 : composition physico-chimique moyenne des fromages des 49 fermes et des différentes classes d'aspect de fromages en fin d'affinage (photos) (en vert : moyenne de la classe significativement supérieure à la moyenne générale au risque 10% ; en bleu : moyenne de la classe significativement supérieure à la moyenne générale au risque 10%).

	Moyenne (écart-type) des fromages des 49 fermes	Typo photo classe 1	Typo photo classe 2	Typo photo classe 3	Typo photo classe 4	Typo photo classe 5
Effectif	49	12	6	8	12	11
Extrait Sec Total	533 (90)	573	620	509	449	541
Gras sur Sec	52,3 (2,6)	51,4	51,5	52,6	52,7	53
Humidité Fromage Dégraissé	64,3 (8,8)	60,3	55,2	66,9	72,1	63,8
Sel sur eau	3,6 (1,5)	4,1	5,4	3,1	2,4	3,6
pH	4,9 (0,5)	4,9	4,5	4,8	4,9	4,9
Indice de lipolyse	13 (5,3)	12,5	9,1	11,6	16,8	13,5
Rapport azote soluble sur azote total	16,3 (6,3)	14,8	9,7	16,9	23,2	14,9
Qui		B2 B4 B8 C1 C4 C10 RA1 RA2 RA4 (RA5) RA6 RA10	B3 B7 C3 C5 C7 B10	C2 C9 FR3 FR4 FR5 FR6 FR7 LR4	(FR1) FR2 LR1 (LR2) LR5 LR6 LR7 LR8 P1 P2 P4 P5	B1 B5 B6 B9 C6 C8 RA3 RA7 RA8 RA9 P3

Un lien a ensuite été fait entre ces classes d'aspect de fromages (photos) et les pratiques technologiques et les conditions d'ambiance au cours des 14j du suivi.

CINETIQUES DE PERTES DE POIDS

La figure 49 montre que les pertes de poids totales en pourcentage du poids au démoulage sont différentes d'une classe à l'autre de la typologie sur l'aspect des fromages : les fromages des classes 3 et surtout 4 ont une moindre perte de poids (respectivement 42 et 38 %) que les fromages des classes 1 et 2 (53 et 50 %), les fromages de la classe 5 occupant une place intermédiaire (45 %). Les pertes de poids globales des fromages des classes 1, 2, 3, 4 sont significativement différentes de la moyenne des pertes de poids globales sur les 49 fermes (45 %) pour les classes 1 et 4 et pour les classes 2 et 3 (procédure DEMOD de SPAD) au risque $\alpha = 15\%$. Néanmoins une grande variabilité intra-classe des pertes de poids peut être observée.

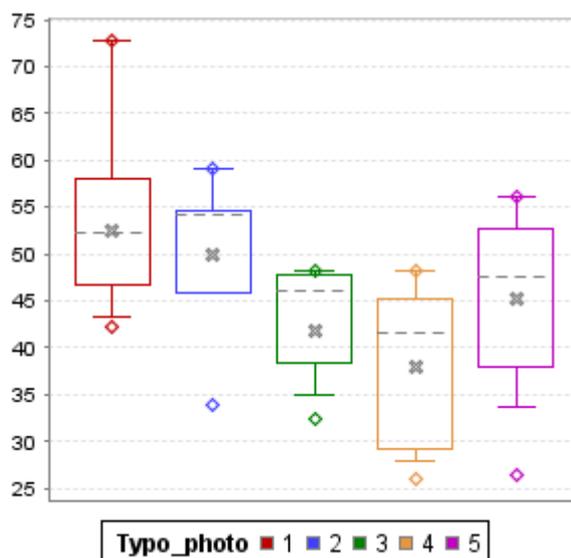


Figure 49 : perte de poids totale cumulé durant les 14 jours d'affinage en pourcentage du poids du fromage au démoulage en fonction des classes de la typologie photo (« boîte à moustache » comportant la moyenne (croix), la médiane (pointillés) et les quartiles). La diversité de l'aspect des fromages a été décrite dans une typologie à 5 classes, distinguant les fromages selon leur type de couverture de surface essentiellement, voire leur texture (typo_photo) : « Geotrichum assez sec mais ayant bien poussé, avec du Penicillium bleu « moussoux » » (1), « Geotrichum sec et assez fin » (2), « Geotrichum vermiculé qui ne coule pas » (3), « Geotrichum, vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte » (4), « Geotrichum vermiculé et bleu en touffes ou tâches » (5).

Ces différences ne sont a priori pas dues à de grosses différences dans les extraits secs au démoulage qui auraient fait que les fromages avaient plus ou moins d'eau à perdre, sauf peut-être la classe 2.

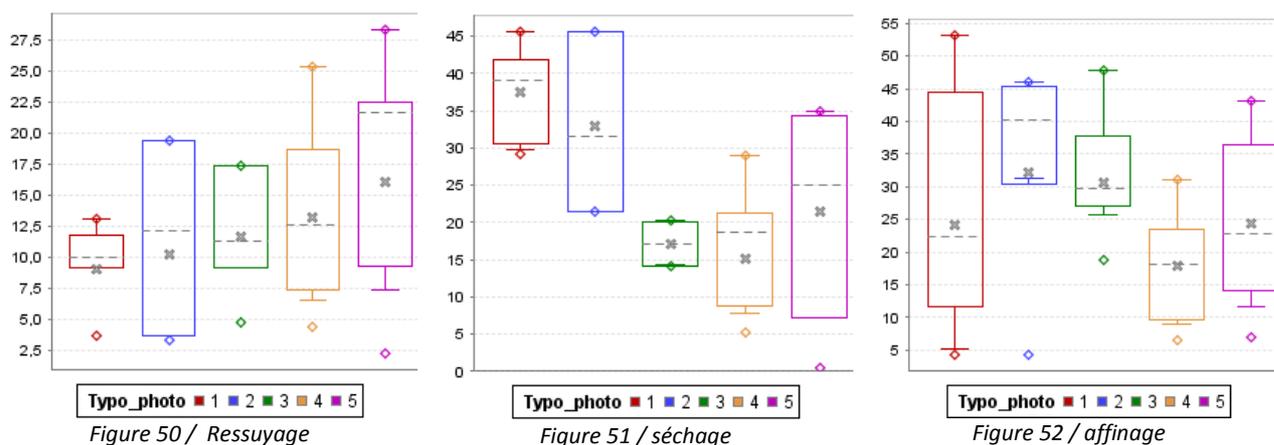


Figure 50, 51, 52 : perte de poids pour chaque étape en pourcentage du poids du fromage en début d'étape en fonction des classes de la typologie photo (« boîte à moustache » comportant la moyenne (croix), la médiane (pointillés) et les quartiles). La diversité de l'aspect des fromages a été décrite dans une typologie à 5 classes, distinguant les fromages selon leur type de couverture de surface essentiellement, voire leur texture (typo_photo): « Geotrichum assez sec mais ayant bien poussé, avec du Penicillium bleu « moussoux » » (1), « Geotrichum sec et assez fin » (2), « Geotrichum vermiculé qui ne coule pas » (3), « Geotrichum, vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte » (4), « Geotrichum vermiculé et bleu en touffes ou tâches » (5).

Certaines de ces pertes de poids sont significativement différentes de la moyenne des pertes de poids par étape pour les 49 fermes :

- les pertes de poids au ressuyage sont significativement moindres pour la classe 1 et sont significativement plus importantes pour la classe 5 au risque $\alpha = 15\%$,
- les pertes de poids au séchage sont significativement plus élevées pour les classes 1 et 2 et significativement plus faibles pour les classes 3 et 4, respectivement au risque $\alpha = 15\%$,
- les pertes de poids en affinage sont significativement plus élevées pour les classes 2 et 3, et significativement plus faibles pour la classe 4 au risque $\alpha = 15\%$.

Une typologie en 5 classes a permis de décrire des cinétiques de pertes de poids cumulées au cours des 14 jours du suivi (figure 53), sans réaliser de distinction entre les différentes étapes. Ces courbes varient non seulement dans le point final atteint à 14 jours, mais aussi dans les vitesses de pertes de poids et les éventuelles « cassures » de la

courbe : par exemple, la courbe de perte de poids moyenne de la classe 3 présente ainsi une perte de poids rapide dans les premiers jours, qui se stabilise ensuite

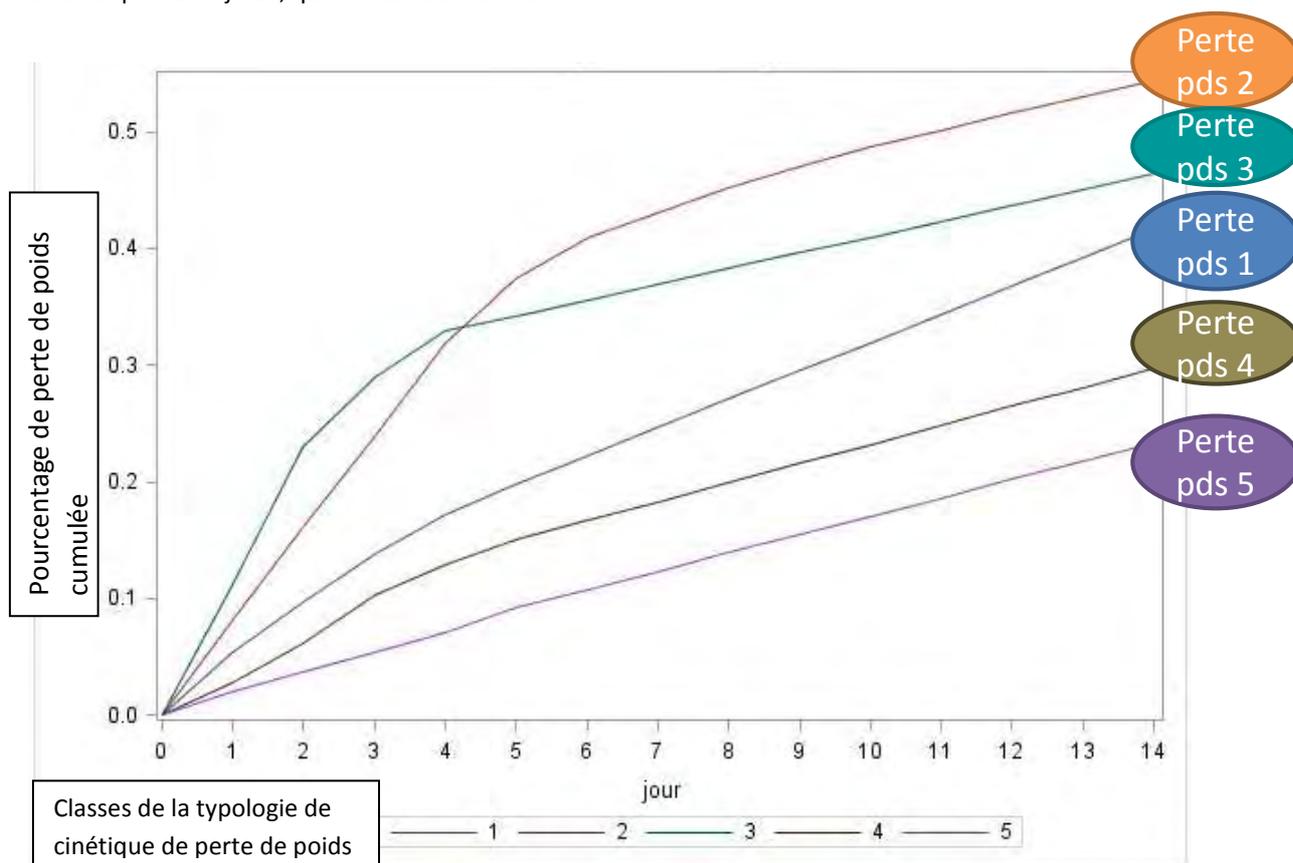


Figure 53 : courbes moyennes des différentes classes des cinétiques de pertes de poids cumulées durant 14 jours en pourcentage du poids au démoulage (classe 1 (bleu) : 11 individus ; classe 2 (orange) : 13 individus ; classe 3 (vert) : 12 individus ; classe 4 : 7 individus (marron) ; classe 5 : 5 individus (violet))

Par contre les classes d'aspects de fromages de la typologie « photo » ne correspondent pas bien avec les classes de cinétiques de perte de poids (tableau 11) :

- pour la classe 1 de la typologie photo, 8 individus sur 11 présentent une cinétique rapide et une perte de poids forte ; 3 individus présentent des courbes de profils 1 et 3 qui ont des pertes de poids fortes même si les cinétiques sont différentes,
- pour la classe 2 de la typologie photo, la courbe 5 ne s'observe pas, ce qui est cohérent avec la perte de poids importante observée dans cette classe ; l'exploitation B10 est atypique dans cette classe car elle arrive à un extrait sec en fin d'affinage de 450 g/kg alors que les autres fromages de la classe sont plutôt entre 600 et 750 g/kg, ce qui est cohérent avec une courbe de perte poids de la classe 4 ; les fromages C7 passent quant à eux de 338 à 600 g/kg, les fromages B3, C3 et B7 ont un extrait sec de départ un peu plus bas : 304, 324 et 316 g/kg,
- pour la classe 3 de la typologie photo, les courbes 1, 4 et 5 sont retrouvées, avec une perte de poids régulière plus ou moins élevée ; les fromages FR5 passent de 320 à 580 g/kg avec une perte de poids de 45% et sont sans doute en dessous de la moyenne des courbes de perte de poids de type 2,
- pour la classe 4, on aurait pu s'attendre au vu des pertes de poids totales plus faibles et des extraits secs plus faibles en fin d'affinage, à retrouver surtout des cinétiques de type 4 et 5. Or certains fromages présentent des courbes 1 et 3, la 3 étant la plus surprenante.
- La classe 5 de la typologie photo présente presque tous les profils de perte de poids.

Ces différences ne sont a priori pas dues à de grosses différences dans les extraits secs au démoulage qui auraient fait que les fromages avaient plus ou moins d'eau à perdre, sauf peut-être la classe 2.

Tableau 11 : appartenance des 49 exploitations aux classes des typologies « photo » et « pertes de poids », et extrait sec au démoulage

	Extrait Sec au démoulage moyen (moyenne générale)	Typologie perte poids classe 1 (11)	Typologie perte poids classe 2 (13)	Typologie perte poids classe 3 (12)	Typologie perte poids classe 4 (7)	Typologie perte poids classe 5 (5)
Extrait Sec au démoulage (moyenne (écart-type)) en g/kg	314 (23)	319 (15)	308 (29)	314 (21)	323 (21)	307 (20)
Extrait Sec 14j après démoulage (moyenne (écart-type)) en g/kg	532 (90)	544 (78)	596 (64)	521 (105)	480 (59)	453 (37)
Typologie classe 1 photo	310 g/kg	C4 C10	B2 B8 C1 RA1 RA2 RA4 RA6 RA10	B4		RA5
Typologie classe 2 photo	327 g/kg	C5	B3 C3	B7	B10 C7	
Typologie classe 3 photo	310 g/kg	C2 LR4 FR4	FR5		FR3	C9 FR6 FR7
Typologie classe 4 photo	320 g/kg	LR2 LR8		FR1 LR1 LR7 P1 P4	FR2 LR5 P2 P5	
Typologie classe 5 photo	307 g/kg	B9 C6 RA3	B5 RA7	B1 B6 P3 RA8 RA9		C8

LOCAUX, EQUIPEMENTS ET PRATIQUES TECHNOLOGIQUES

Des liens ont aussi été mis en évidence entre les locaux, les équipements, les pratiques des producteurs et les types de fromages, en plus des données de composition et de pertes de poids présentées ci-avant (comparaison aux fréquences ou valeurs moyennes des 49 fermes) (voir tableau 12 et pour la mycologie de l'ambiance annexe 8).

Tableau 12 : Liens entre les locaux, équipements et pratiques dans les fermes et le type de fromages fabriqué (classes d'aspect). Les variables mentionnées dans ce tableau sont celles qui avaient une fréquence (variables qualitatives) ou une moyenne (variables quantitatives) différentes de celle de la moyenne des 49 fermes au risque $\alpha = 15\%$.

	Classe 1 (12)	Classe 2 (6)	Classe 3 (8)	Classe 4 (12)	Classe 5 (11)
	<i>Fromages à couverture « Geotrichum assez sec mais ayant bien poussé, avec du Penicillium bleu « mousseux » ».</i>	<i>Fromages à couverture « Geotrichum sec et assez fin ».</i>	<i>Fromages à couverture « Geotrichum vermiculé qui ne coule pas ».</i>	<i>Fromages à couverture « Geotrichum, vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte ».</i>	<i>Fromages à couvertures « Geotrichum vermiculé et bleu en touffes ou tâches ».</i>
Régions	Rhône-Alpes		Poitou-Charente	Languedoc Roussillon et PACA	
Etapes	Séchage plus long	Séchage plus long		Ressuyage plus long	
Salage	Plus tôt		Plus tard		
Mycologie ambiance (voir annexe 8)	Plus chargées en <i>Penicillium</i> . Plus grande proportion de fromages « bleus » au hâloir	Ambiance pas trop chargée en <i>Penicillium</i> et présence de <i>Geotrichum</i>	Ambiance pas trop chargée en <i>Penicillium</i> Moindre proportion de fromages « bleus » au hâloir	Moins d'ambiances saturées en <i>Penicillium</i> au démoulage et au hâloir, moindre proportion de fromages « bleus » au hâloir	Ambiance avec du <i>Geotrichum</i> au démoulage
Locaux et conditions d'ambiance	HR plus élevée au ressuyage et en affinage, locaux de séchage et d'affinage plus chargés. Age moyen des fromages plus élevé au hâloir	Plus de hâloirs aérés, avec une hygrométrie plus basse	Moins de séchoirs Affinage : local plus grand, plus ventilé et sortie d'air, moins chargé	Moins de chargement séchoir-hâloir et fromages plus jeunes au hâloir Hâloir et séchoir moins aérés hygrométrie séchoir plus élevée	Ressuyage un peu plus froid, séchoir plus chaud et sec, moindre chargement, aéré, hâloir plus petit, hygrométrie plus élevée
Fabrication	Moindre températures de caillage et d'égouttage	Plus de multi-moules et pré-égouttage	Caillage et égouttage plus longs et à températures plus élevées	Plus de chymosine, température plus élevée pour égouttage en moule (plus court) et ressuyage, plus de pré-égouttage court	Moins de caillage 48h
Couverture des fromages en fin de ressuyage	Plus de fromage n'ayant pas de pousse de flore en fin de ressuyage		Flore ayant poussé en fin de ressuyage		Flore ayant poussé en fin de ressuyage
Composition physico-chimique au démoulage et en fin de séchage	Fromages plus secs dès la fin du séchage et plus salés, moins protéolysés au démoulage et en fin de séchage	Fromages plus secs et plus salés dès le démoulage	Fromages plus humides au démoulage	Fromage un peu plus secs au démoulage (320g/kg vs 313g/kg en moyenne)	
Perte de poids moyenne sur les 14j et par étape	Globale 53% Perte de poids moindre au ressuyage et plus importante au séchoir	Globale 50% Perte de poids plus importante au séchoir et en affinage	Globale 42% Moindre perte de poids au séchoir et perte plus importante au hâloir	Globale 38% Moindre perte de poids au séchoir et au hâloir	Globale 45% Perte de poids se fait plus en ressuyage
Composition à 14j après démoulage	Plus secs et plus salés	Plus secs et plus salés, pH n'augmente pas, moins lipolysés et protéolysés	/	Moins secs et moins salés, plus lipolysés et protéolysés	/

ACTION 1-2 ENQUETES APPROFONDIES

OBJECTIFS DE LA PARTIE 1-2

L'objectif de cette action 1-2 est d'apporter des éléments complémentaires aux enquêtes de l'action 1-1 en évaluant au cours du temps et dans l'espace les amplitudes de variation des paramètres d'ambiance et leurs conséquences sur les critères de qualité étudiés.

CHOIX DES FERMES

Des enquêtes approfondies ont été menées dans 4 exploitations qui faisaient partie de l'enquête grand nombre. Elles ont concerné les régions Bourgogne, Centre, Languedoc Roussillon et Rhône-Alpes. Les exploitations ont été choisies sur la base du volontariat, de façon à illustrer la conduite d'affinage pour différents types de fromages, avec différents types de locaux et d'équipements de climatisation (tableau 13).

Tableau 13 : grandes caractéristiques et dates des suivis des 4 fermes

Région	Fermes	Caractéristiques	Date premier suivi	Date suivi approfondi
Centre	C5	138 550 L transformés / an, 2 lots, pic de lactation en novembre et avril, ensemencement avec du lactosérum, pré-égouttage, ressuyage 24h, pas de séchoir, hâloir 13 ans Fromages de classe 2 de la typologie « photo »	29/10/2013	12/11/2014
Bourgogne	B4	90 000 L transformés / an, mise-bas groupées, pic de lactation en février/mars, autre ferment, 24h de ressuyage, 48h de séchage, hâloir statique 10 ans Fromages de classe 1 de la typologie « photo »	31/08/2013	02/07/2014
Languedoc Roussillon	LR1	32 000 L transformés / an, mise-bas groupées, pic de lactation en décembre, autre ferment, 24h ressuyage, 48h séchage hâloir dynamique 7 ans Fromages de classe 4 de la typologie « photo »	17/04/2013	01/12/2014
Rhône-Alpes	RA7	94 000 L transformés / an, mise-bas groupées, pic de lactation en mars, autre ferment, 2j de ressuyage, 4j de séchage, hâloir dynamique 4 ans Fromages de classe 5 de la typologie « photo »	25/11/2013	13/10/2014

METHODOLOGIE MISE EN OEUVRE

DEROULEMENT DU SUIVI

Le suivi approfondi a consisté à refaire le suivi grand nombre, en ajoutant certains éléments (protocole en figure 54) :

- Une campagne de mesures de l'hétérogénéité des conditions d'ambiance (température, hygrométrie, vitesses d'air) a été menée dans les séchoirs et hâloirs de ces fermes par l'INRA Clermont-Ferrand Theix,
- Des analyses physico-chimiques supplémentaires ont été réalisées à l'ENILBIO Poligny pour évaluer la protéolyse secondaire des fromages (analyses NPN (azote non protéique), méthode Kjeldhal : FIL 20B : 1993),

- Les prélèvements de mycologie d'ambiance ont été répétés en deuxième visite en vue de comparaison dans le temps.

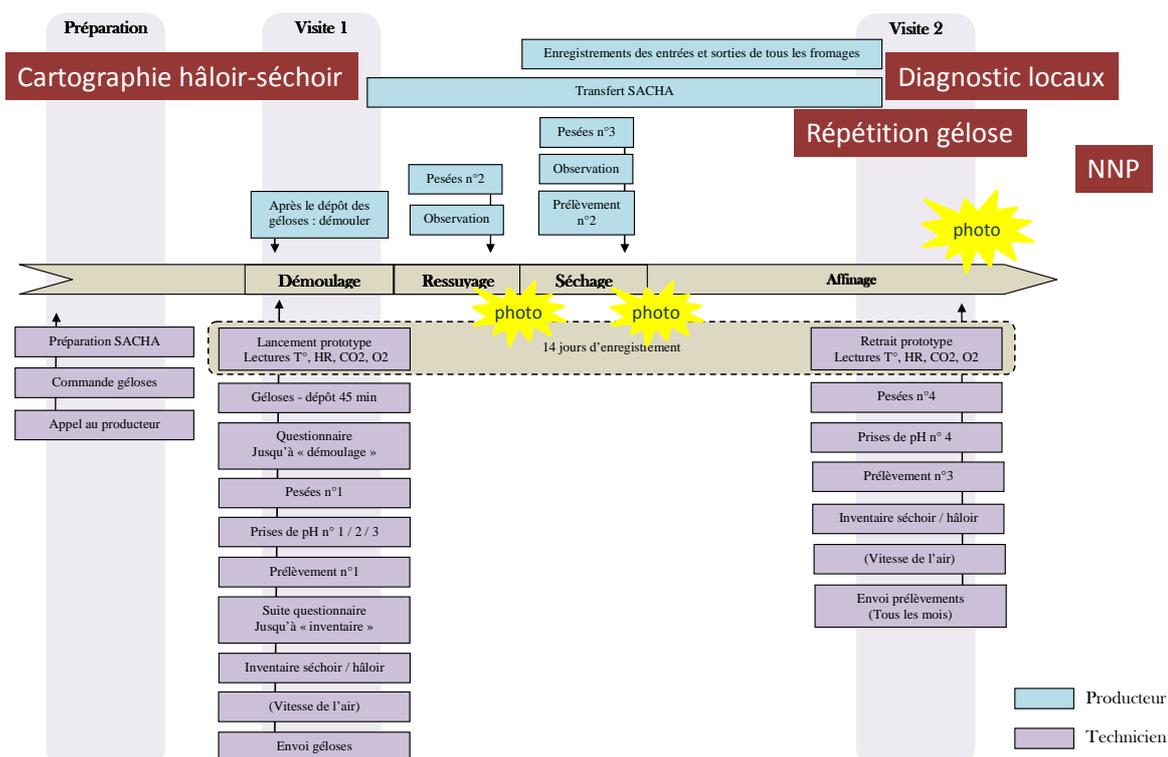


Figure 54 : déroulement du suivi approfondi en fermes

Les résultats de ces suivis approfondis ont été détaillés comme des études de cas.

CARTOGRAPHIE DES CONDITIONS D'AMBIANCE

En ce qui concerne la cartographie de l'hétérogénéité des conditions d'ambiance des locaux, des mesures des paramètres d'ambiance, à savoir vitesse, température et humidité de l'air (photo 4) ont été réalisées en différents points selon plusieurs plans à l'intérieur des caves (séchoir et hâloir) de ces quatre exploitations. Le nombre de points de mesures pour chacune des 8 installations varie en fonction de leurs dimensions.



Photo 4 : mesures des conditions d'ambiance en différents plans d'un hâloir (photo P.-S. Mirade, INRA)



Photo 5(a) : sondes anémométriques de mesure des vitesses d'air



Photo 5(b) : hygromètre à miroir à point de rosée de mesure de l'humidité relative équipé de sa sonde de température Pt100

Les mesures des vitesses d'air ont été réalisées au moyen de 4 sondes anémométriques de marque TSI (Photo 5.a) connectées à une centrale d'acquisition multivoies, elle-même reliée à un ordinateur portable.

Les mesures de température et d'humidité de l'air ont été réalisées avec un hygromètre à miroir à point de rosée (Photo 5.b), doté d'une sonde de température de type PT100 et directement relié à l'ordinateur portable (Photo 6).

Les temps d'acquisition en chacun des points de mesure étaient d'environ 5 minutes, soit le temps nécessaire pour atteindre la stabilité de la valeur moyenne de la grandeur mesurée.

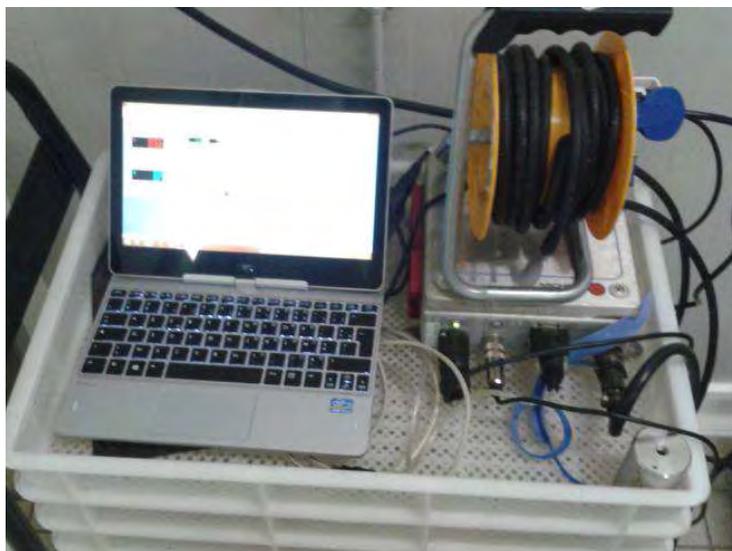


Photo 6 : centrale d'acquisition reliée à l'ordinateur portable

Pour l'ensemble des caves dans lesquelles nous avons effectué les mesures de vitesse, de température et d'humidité relative de l'air, nous avons pris l'origine et l'orientation des axes comme défini ci-après sur la figure 55. Cette figure qui représente une vue en perspective 3D d'une cave indique les coupes horizontales correspondant aux différentes hauteurs où les mesures ont été réalisées. L'emplacement et la configuration du système de soufflage varient d'une cave à l'autre, selon la hauteur et/ou la profondeur. Cependant, les configurations des caves sont assez identiques et l'origine et l'orientation des axes sont toujours les mêmes.

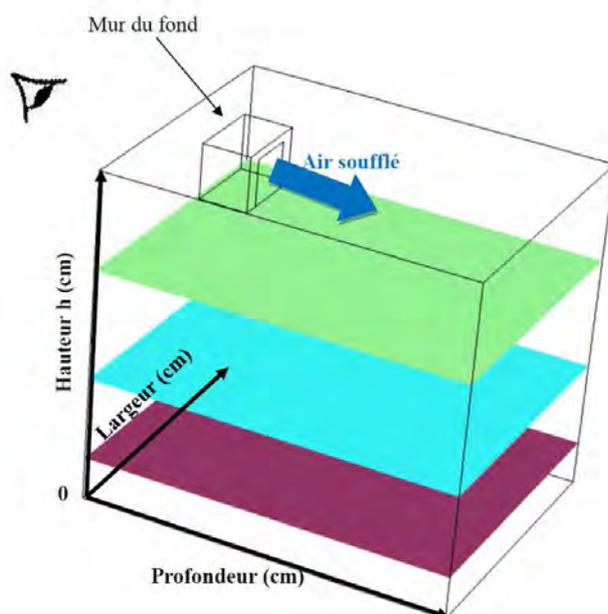


Figure 55 : Exemple de définition de plans horizontaux à différentes hauteurs dans une cave

La figure 56 ci-après montre un exemple de coupe horizontale en 2D vue de dessus à une hauteur h ; ce type de coupe sera utilisée dans la suite du rapport pour représenter les cartographies des paramètres physiques d'ambiance (vitesse, température et humidité relative de l'air).

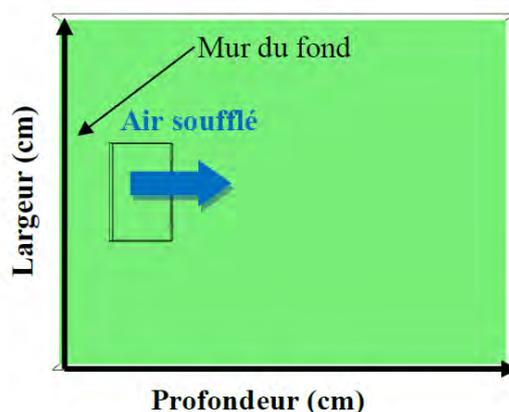


Figure 56 : Exemple de vue de dessus d'un plan horizontal à une hauteur h

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats détaillés des études de cas figurent en annexes 9 (ensemble des données) et 10 (cartographie des conditions d'ambiance).

Les fermes ont été choisies pour la diversité des fromages qu'elles fabriquent et de leurs locaux et équipements (tableau 14).

La ferme LR1 située en Languedoc Roussillon, fabrique des fromages de type « blancs crémeux » (classe 4 de la typo photo) (photos 7 et 7bis). Les fromages sont ressuyés 1 jour en salle de fabrication à 20,8°C (1^{er} suivi) / 21,6°C (2^{ème} suivi), puis passés deux jours au séchoir à 12,3°C (1^{er} suivi) / 12,6°C (2^{ème} suivi) et 11j au hâloir sur les 14 jours du suivi à 8,6°C (1^{er} suivi) / 7,5°C (2^{ème} suivi).



Photos 7 et 7bis : fromages fabriqués à la ferme LR1, à gauche lors du 1^{er} suivi, à droite lors du 2^{ème} suivi (photos J. Barral, CA34)

Cette ferme illustre bien un schéma technologique avec des fromages « blancs moelleux » assez humides et peu salés, qui sont séchés modérément (inférieur à 25%) et perdent peu de poids en affinage (moins de 25%). Leur aspect « coulant sous croûte » correspond aux niveaux de protéolyse et de lipolyse analysés sur les fromages en fin d'affinage. Le *Geotrichum* a déjà bien poussé à la fin du ressuyage. Les fromages ont été salés tôt (4h et 8h après moulage pour chacune des faces), ce qui est différent des recommandations pour favoriser la pousse du *Geotrichum*. Dans cette ferme la gestion du ressuyage est sans doute suffisante pour favoriser la pousse du *Geotrichum*. La température de la salle d'égouttage-ressuyage est par contre élevée (proche de 21-22°C) pour favoriser cette flore. De même le séchoir humide représente une sorte de « pré-affinage ». Pour le premier suivi, les fromages étaient plus secs au démoulage, ce qui a été observé plus souvent pour les blancs moelleux que la moyenne des 49 fermes. Cette observation ne se vérifie pas pour le deuxième suivi. Le *Geotrichum* n'est pas retrouvé dans l'ambiance, qui n'est pas très chargée en flores fongiques, sauf ponctuellement en levures ou *Eurotium*.

Les deux suivis ont eu lieu à des périodes différentes (avril et décembre à 1 an ½ d'intervalle), ce qui pourrait expliquer que certaines conditions ont changé, même si les fromages sont restés assez proches d'aspect. Pour le deuxième suivi, la température est plus élevée en ressuyage, mais moindre au hâloir, l'hygrométrie est plus élevée pour le séchoir et le hâloir (10 points), et elle varie un peu plus au cours du temps (fonctionnement de l'évaporateur). Ces variations des conditions d'ambiance sont cohérentes avec les différences de pertes de poids : les fromages ont perdu moins de poids au séchoir (13 % vs 21 %) et au hâloir (11% vs 20%). Séchoir et hâloir étaient un peu plus chargés lors du deuxième suivi, et surtout le chargement du hâloir a augmenté de façon plus importante entre les deux visites lors du 2^{ème} suivi. Les fromages obtenus étaient un peu plus gros (12 g de plus à 14j), moins secs et plus salés, beaucoup moins protéolysés avec une augmentation du pH à cœur beaucoup plus modéré par rapport au démoulage. Les fromages étaient déjà plus humides dès le démoulage, peut-être car la teneur azotée était plus faible.

La ferme B4 a volontairement changé son itinéraire technologique pour obtenir des fromages plus crémeux, passant ainsi de la catégorie « bleu sec » (classe 1) à la catégorie « bleu moelleux » (classe 5) (photos 8 et 8 bis), en passant de 2 à 1 jour de séchage. L'itinéraire technologique comporte un jour de ressuyage (20,7°C au 1^{er} suivi et 20,6°C au 2^{ème} suivi), 1 ou 2 jours de séchage (15,1°C au 1^{er} suivi et 15°C au 2^{ème} suivi) et 11 à 12 j au hâloir (9,9°C au 1^{er} suivi et 11°C au 2^{ème} suivi).



Photos 8 et 8bis : fromages fabriqués à la ferme B4 (à gauche lors du 1^{er} suivi, à droite lors du 2^{ème}) (photos G. Allut, CFB)

Le premier suivi illustre un itinéraire technologique pour obtenir des fromages « bleus secs ». La durée de séchage n'est pas très longue mais bien présente, avec des vitesses d'air conséquentes (séchoir tournant). Le ressuyage se fait à température et hygrométrie assez élevée. Le salage est réalisé à 7,5h après moulage pour une face et 24h après moulage pour l'autre face. A la fin du ressuyage, la pousse du *Geotrichum* est légère sur une face et normale sur l'autre. L'hygrométrie est très élevée en affinage, les fromages y perdent moins de poids (12 % au 1^{er} suivi (11 j) et 16 % au 2^{ème} suivi (12 j)). Les fromages sont plus secs et plus salés que la moyenne des 49 fermes dès la fin du séchage. Quatorze jours après démoulage, ils sont plus secs, moins protéolysés et moins lipolysés que la moyenne de ceux des 49 fermes. Le deuxième suivi a permis d'observer des fromages bleus moelleux, moins secs et moins salés en fin d'affinage, plus lipolysés et protéolysés, dont le pH à cœur a plus évolué. Le séchoir est sec, le hâloir plus petit et plus humide. L'ambiance est chargée en *Penicillium* au hâloir, voire en salle de fabrication, ainsi qu'une diversité de flores fongiques (levures, *Cladosporium*, *Eurotium*...) et quelques *Geotrichum* sont retrouvés aussi.

Les deux suivis se sont là aussi déroulés à des périodes différentes, en septembre et en juillet, à une dizaine de mois d'intervalle. Pour le deuxième suivi l'hygrométrie au ressuyage et au séchage étaient plus faible, et la température un peu plus élevée en affinage. Les fromages se sont avérés plus lourds au deuxième suivi, sans doute car moins séchés (la perte de poids au séchoir est passée de 31 % en 2 j à 12 % en 1 j) et la perte de poids a été un peu plus forte au hâloir (16 % vs 12 %). Les fromages obtenus 14 j après démoulage lors du 2^{ème} suivi étaient moins secs et moins salés, plus protéolysés et lipolysés que pour le 1^{er} suivi, alors qu'au démoulage ils étaient plus secs et plus salés. Le fait de pratiquer un ressuyage chaud et assez humide va favoriser le développement du *Geotrichum*, qui est ensuite ralenti par le séchage assez fort en 2 jours dans le premier schéma, ou continue à se développer dans le 2^{ème} schéma.

La ferme C5 a été suivie à deux reprises au mois de novembre à un an d'intervalle, les produits et les conditions de fabrication ont peu variés entre les deux suivis. Les fromages fabriqués sont bleus très secs (classe 2 de la typologie photo). L'exploitation n'est pas équipée d'une pièce dédiée au séchage mais utilise des zones plus ventilées de son hâloir dynamique (11,4°C au 1^{er} suivi et 11,1°C au 2^{ème} suivi) pour sécher les fromages après une phase de ressuyage de 24h (19,2°C au 1^{er} suivi et 18,4°C au 2^{ème} suivi).



Photos 9 et 9bis : fromages fabriqués à la ferme C5, à gauche lors du 1^{er} suivi, à droite lors du 2^{ème} suivi (photos M. Pétrier, CTFC)

Les fromages produits sont très secs et salés, et ce dès le démoulage, surtout pour le premier suivi, et moins lipolysés et protéolysés. Ils ne passent pas par un séchoir mais perdent 45% de leur poids fin de ressuyage en affinage, avec une hygrométrie forte mais des vitesses d'air conséquentes. Le salage est fait à 8h après moulage pour une face et 20,5h pour l'autre face.

La température de ressuyage était un peu plus basse lors du deuxième suivi, et l'hygrométrie au hâloir plus importante, avec un chargement moindre et des fromages plus jeunes. Les pertes de poids sont similaires entre les deux suivis. 14 j après le démoulage, les fromages sont un peu plus secs et salés lors du deuxième suivi. De façon générale pour les deux suivis, les fromages sont très secs et très salés, peu lipolysés et protéolysés. Les fromages étaient plus humides au démoulage lors du deuxième suivi. L'ambiance est peu chargée en flores fongiques qui sont assez diverses.

La ferme RA7 a été suivie en novembre et octobre à un an d'intervalle. Les fromages fabriqués sont bleus moelleux (photos 10, 10bis et 10ter).



Photos 10, 10bis et 10ter : fromages fabriqués à la ferme RA7, à gauche lors du 1^{er} suivi, à droite lors du 2^{ème} suivi (photos : S. Morge, PEP caprins Rhône-Alpes)

Les fromages obtenus sont bleus moelleux, ils ont perdus plus de poids que la moyenne au ressuyage ainsi qu'au séchage, et ont eu une perte de poids modérée en affinage. Les fromages sont salés 6h et 22,5h après moulage. En fin de ressuyage la flore n'avait poussé que sur une seule face.

L'itinéraire technologique y a été volontairement modifié entre le suivi 1 et le suivi 2 pour avoir un meilleur développement du *Geotrichum* sur les fromages, à la fois pour en améliorer l'aspect et pour lutter contre le *Mucor* (poil de chat). Ainsi la température moyenne de ressuyage est passée de 18,3°C à 21,8°C, la température de séchage de 13,1 à 14,4°C et la température du hâloir de 10,8 à 12,5°C. La salle de fabrication où est réalisé le ressuyage était aussi plus humide lors du 2^{ème} suivi (76% vs 66%), ainsi que le séchoir (78% vs 73%). Séchoir et hâloirs étaient plus chargés lors du 2^{ème} suivi. Les pertes de poids ont été moindres en ressuyage (16% vs 21%) et plus importantes au hâloir (12% vs 7%), ce qui est cohérent avec les variations d'hygrométrie. Les fromages obtenus 14 jours après démoulage étaient moins lipolysés et protéolysés et une donnée manquante ne permet pas de comparer leurs extraits secs. Néanmoins en fin de séchage les fromages du deuxième suivi étaient un peu moins secs et déjà moins lipolysés et protéolysés, comme au démoulage, ou par contre ils étaient plus secs. La pression en *Mucor* (cohérent avec des accidents de fabrication observés les jours précédents le premier suivi) et en *Penicillium* est importante dans les locaux (surtout hâloir et salle de fabrication).

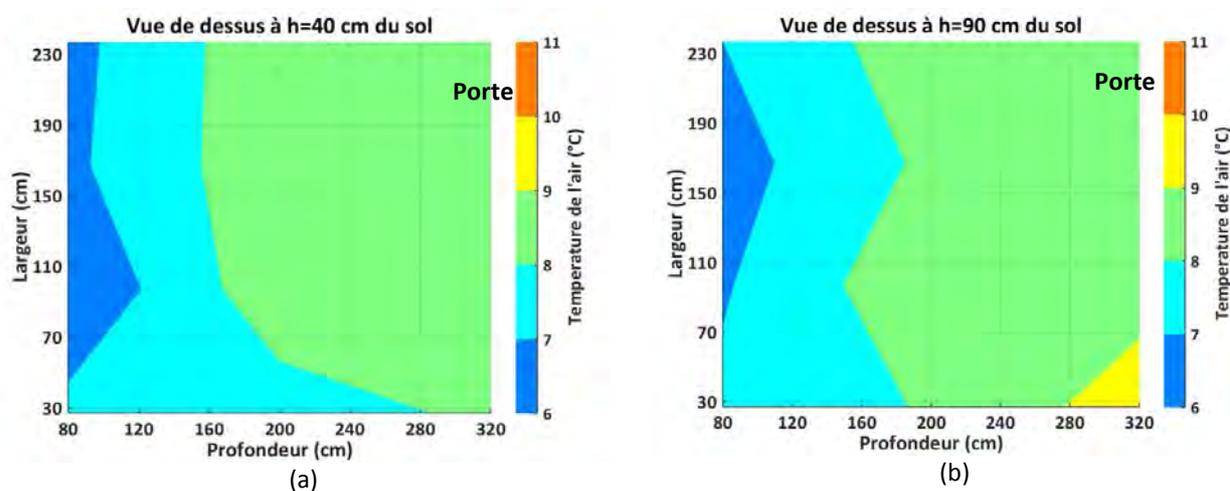
On voit bien dans ces 4 fermes que des adaptations sont réalisées par les producteurs, soit pour tenir compte de variations dans la composition du lait, dans les conditions climatiques extérieures... soit parce que leur objectifs produit ou les demandes commerciales de leurs consommateurs ont évolué ou qu'ils ont dû s'adapter face à des accidents de fabrication.

Les tableaux 14 et 15 présentent l'hétérogénéité des paramètres d'ambiance telle que mesurée par l'INRA QuaPa dans les séchoirs et les hâloirs des 4 fermes.

Il est à noter que les valeurs moyennes sont différentes de celles présentées au tableau 13, mais cela traduit sans doute cette hétérogénéité des locaux, l'enregistreur sachant été placé à côté des fromages pendant tout le suivi, et ayant pu être déplacé pour suivre les piles de fromages dans la pièce. De même les sondes de régulation du fonctionnement de l'équipement de climatisation sont souvent placées à un endroit peu représentatif des conditions d'ambiance au plus près du fromage, ce qui peut fausser la régulation.

Ce tableau montre aussi que la température moyenne à chaque hauteur diminue de 1,1°C de 190 cm à 40 cm et que l'humidité moyenne augmente de 5,3%, en passant de 82,2% à 85,7%. Ces corrélations sont cohérentes puisque l'humidité augmente quand la température diminue, c'est-à-dire que l'air présente une humidité relative plus élevée aux endroits où la température est la plus basse, i.e. au niveau du sol.

Les cartographies réalisées dans les séchoirs et les hâloirs des 4 fermes permettent de représenter de façon très visuelle l'hétérogénéité des conditions d'ambiance dans la pièce (exemple de la ferme LR1, figure 57).



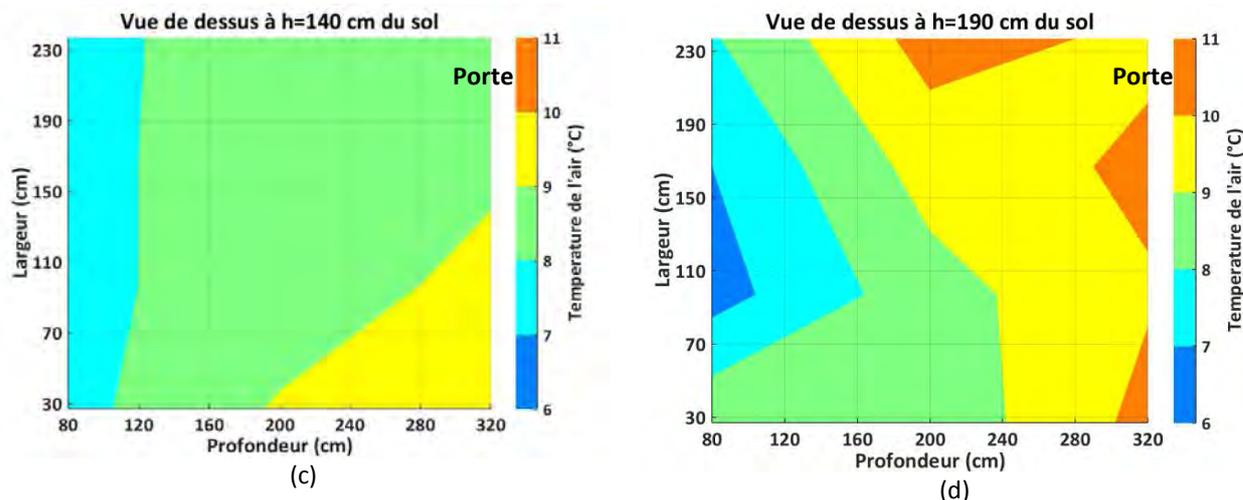


Figure 57 : cartographies de la température ($^{\circ}\text{C}$) mesurée selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm – exemple du hâloir de la ferme LR1

L'examen détaillé de l'ensemble des cartographies de la figure 57 met en évidence un gradient de température en fonction de la profondeur, avec des valeurs allant de 6°C , à une profondeur de 80 cm, à 11°C , à une profondeur de 320 cm. Ainsi, la première moitié du hâloir comprise entre 80 cm et 200 cm est plus froide, avec des températures de l'ordre de 6 à 8°C , que la seconde moitié du hâloir comprise entre 200 cm et 320 cm de profondeur, où les températures varient entre 9 et 11°C . Ce gradient de température peut s'expliquer par le système de ventilation situé au centre du hâloir qui souffle peut-être de manière déséquilibré entre les deux côtés. La cartographie de la Figure 11.d, qui se trouve à une hauteur de 190 cm, et donc à proximité du système de ventilation situé lui à une hauteur de 210 cm, montre bien le contraste de température inhérent a priori au soufflage. Un échange avec le frigoriste permettrait peut-être de stabiliser ce fonctionnement du soufflage.

Pour vérifier cela, il aurait été intéressant de mesurer les vitesses d'air dans le hâloir, ce que nous n'avons pas pu faire, par manque de temps. Cependant, ces mesures n'étaient pas évidentes à réaliser car la ventilation fonctionnait par intermittence en fonction de la température de l'air. Il aurait fallu forcer la ventilation à fonctionner assez longtemps pour réaliser les mesures et déceler des différences de soufflage au niveau du système de conditionnement de l'air.

Les cartographies révèlent aussi, dans la zone du hâloir située à une profondeur comprise entre 200 cm et 320 cm, que la température augmente en fonction de la hauteur par rapport au sol. Elle passe, ainsi, d'une valeur de 8 à 9°C , à une hauteur de 40 cm du sol, à une valeur de 9 à 11°C , à une hauteur de 190 cm.

Des simulations numériques ont aussi permis de représenter visuellement l'hétérogénéité, par exemple pour les vitesses d'air dans la ferme C5 (figure 58).

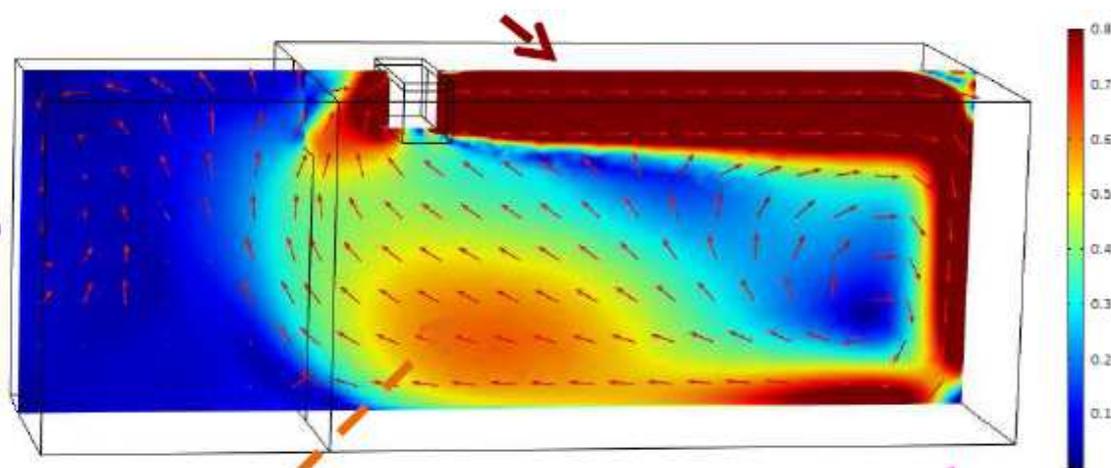


Figure 58 : vitesses d'air dans la pièce d'affinage et petite pièce attenante dans la ferme C5 (m/s)

Tableau 14 : schéma technologique et descriptif des locaux et des conditions d'ambiance dans les 4 fermes suivies de façon approfondie (en bleu les conditions qui ont changé de façon notable entre le 1^{er} et le 2^{ème} suivi)

		Ressuyage	Séchage	Affinage
<p>Ferme LR1 Fromages « blancs moelleux », typo_photo classe 4</p> 		<p>1 j en salle de fabrication (24 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé Extracteur et radiateur, pas d'évaporateur 20,8 °C / 80 % HR au suivi 1 21,6 °C / 76 % HR au suivi 2</p>	<p>2 j dans un séchoir (5,6 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé Pas entrée ni sortie air Evaporateur plafonnier dynamique simple flux, delta T=8 12,3 °C / 82 % HR au suivi 1 12,6 °C / 92 % HR au suivi 2</p>	<p>11 j au hâloir (10,9 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé Pas entrée ni sortie air Evaporateur plafonnier double flux, deltaT= 3 à 5 8,6 °C / 88 % HR au suivi 1 7,5 °C / 97 % HR au suivi 2</p>
<p>Ferme B4 Fromages « bleus secs » au 1er suivi et « bleu moelleux » au 2ème, typo_photo classe 1 pour le 1^{er} suivi</p>  		<p>1 j en salle de fabrication (33 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé, fenêtres Evaporateur plafonnier dynamique double flux avec récupérateur de chaleur 20,7 °C / 88% HR au suivi 1 20,6 °C / 81 %HR au suivi 2</p>	<p>2 j en suivi 1 et 1 j en suivi 2 dans un séchoir tournant (5,3 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé Pas entrée ni sortie air Evaporateur dynamique, air guidé 15,1 °C / 82 % HR au suivi 1 15 °C / 69 % HR au suivi 2</p>	<p>11 j au hâloir (3,1 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé Extraction VMC en hauteur et entrée air en bas d'un mur (VMC remise en marche entre les deux suivis) Evaporateur plafonnier statique 9,9 °C / 97% HR au suivi 1 11 °C / 100 % HR au suivi 2</p>
<p>Ferme C5 Fromages « bleus secs, typo_photo classe 2</p> 		<p>1 j en salle de fabrication (40,5 m²) Mur en pierre et carrelage, sol non isolé Fenêtres, portes et extracteur Evaporateur plafonnier dynamique simple flux avec récupérateur de chaleur 19,2 °C / 67 % HR au suivi 1 18,4 °C / 65 % HR au suivi 2</p>	<p>Pas de séchoir</p>	<p>13 j au hâloir (19,3 m²) Béton peint, sol non isolé, 2 bouches VMC et 1 grille entrée air (environ 1 fois/semaine), évaporateur plafonnier simple flux avec batteries chaudes et récupérateur de chaleur 11,4 °C / 83 % HR au suivi 1 11,1 °C / 89 % HR au suivi 2</p>
<p>Ferme RA7 Fromages « bleus moelleux », typo_photo classe 5</p> 		<p>2 j en salle de fabrication (30 m²) Briques et carrelage, sol non isolé Fenêtres, pas d'évaporateur 18,3 °C / 66 %HR au suivi 1 21,8 °C / 76 % HR au suivi 2</p>	<p>4 j dans un séchoir (11,3 m²) Panneaux sandwich, sol non isolé, pas entrée ni sortie air, évaporateur dynamique simple flux avec récupérateur de chaleur et résistance, air guidé 13,1 °C / 73 % HR au suivi 1 14,4 °C / 78 % HR au suivi 2</p>	<p>8 j au hâloir (11,3 m²) Enduit et peinture, sol non isolé Pas entrée ni sortie air Evaporateur plafonnier dynamique simple flux 10,8 °C / 99,8 %HR au suivi 1 12,5 °C / 99 % HR au suivi 2</p>

Tableau 15 : valeurs moyennes des paramètres de l'air mesurés au séchoir selon des plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales

Ferme/ séchoir	Hauteur au sol (cm)	40 (50 pour RA7, 60 pour B4)	90	140 (120 pour B4)	190 (180 pour B4)	Moyenne
LR1	Vitesse (m/s)	0,30 (0,10 à 0,58)	0,22 (0,15 à 0,38)	0,31 (0,17 à 0,59)	0,27 (0,17 à 0,47)	0,28
B4		0,91 (0,68 à 1,06)	/	0,70 (0,26 à 1,13)	0,69 (0,33 à 0,93)	0,77
RA7		0,58 (0,20 à 0,91)	0,32 (0,17 à 1,53)	0,27 (0,19 à 0,68)	0,37 (0,14 à 0,51)	0,39
LR1	Température (°C)	11,7 (11,1 à 13,2)	11,7 (11,1 à 12,7)	11,5 (10,9 à 13)	/	11,6
B4		16,75 (16,4 à 17,1)	/	16,8 (16,2 à 17,4)	16,9 (16,3 à 18)	16,8
RA7		13,9 (13,6 à 15,1)	14,1 (13,4 à 15)	14,4 (13,7 à 15,1)	14,5 (13,8 à 15,5)	14,2
LR1	Hygrométrie (%)	84,7 (76,5 à 90,8)	84,4 (78,8 à 88,3)	84,7 (77,6 à 92,4)	/	84,6
B4		78,8 (76,1 à 81,1)	/	79 (76,7 à 81,5)	79,1 (76,6 à 80,9)	79
RA7		65,6 (53,6 à 72,7)	65,7 (59 à 74,3)	66,8 (59,1 à 72,7)	65 (58,3 à 72,8)	65,8

Tableau 16 : valeurs moyennes des paramètres de l'air mesurés au hâloir selon des plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes

Ferme/ hâloir	Hauteur au sol (cm)	40 (52cm pour C5)	90 (80 pour B4) (117cm pour C5)	140 (120 pour B4) (182cm pour C5)	190 (160 pour B4) (247cm pour C5)	Moyenne
C5	Vitesse (m/s)	0,2 (0,1 à 0,27)	0,13 (0,08 à 0,81)	0,13 (0,06 à 0,80)	0,37 (0,02 à 0,15)	0,21
LR1	Température (°C)	7,8 (6,1 à 8,7)	8,1 (6,6 à 9,5)	8,5 (7,6 à 10)	8,9 (6,6 à 10,4)	8,3
B4		11,6 (11 à 12,1)	11,2 (10,5 à 11,8)	11 (10 à 12,6)	11,3 (10,1 à 12,6)	11,3
C5		11,51 (10,7 à 12,9)	11,4 (10,5 à 12,5)	11,3 (10,3 à 12,7)	11,4 (10,2 à 13,1)	11,4
RA7		9,7 (8,2 à 10,7)	9,8 (8,4 à 11,1)	10,3 (7,9 à 13,1)	11,1 (9 à 14,4)	10,2
LR1	Hygrométrie (%)	87,5 (84,7 à 90,6)	84,6 (81,1 à 86,8)	83,2 (79,3 à 85,9)	82,2 (73,7 à 85,2)	84,4
B4		93,1 (89,9 à 95,9)	91,9 (87,9 à 96,5)	90,3 (86,9 à 92,3)	89,4 (81,2 à 94,1)	91,2
C5		80,3 (72,8 à 84,2)	81,1 (73,3 à 85,9)	80,1 (75,5 à 84,8)	77,7 (70,1 à 81,3)	79,8
RA7		93,1 (87,4 à 96,8)	91,5 (81 à 97,6)	89,3 (75,3 à 96,7)	87,8 (77,4 à 96,3)	90,4

CONCLUSION

Les enquêtes menées dans 49 fermes des 6 principales régions produisant du fromages de chèvre fermier lactique ont permis de caractériser la très grande diversité des fromages fabriqués, des locaux, des équipements et des pratiques. Les fromages fabriqués se distinguaient par leur couverture de surface et leur texture à la coupe notamment. Leur composition physico-chimique très diverse a été caractérisée pour les critères d'extrait sec, matière grasse, pH à cœur, taux de sel, lipolyse et protéolyse.

Face à cette grande diversité, dégager des itinéraires technologiques conduisant à un type de fromage donné s'avère complexe. Néanmoins des liens ont pu être établis entre les grandes catégories de fromages et les pratiques, locaux et conditions d'ambiance. Ces résultats montrent bien qu'il n'existe pas un seul itinéraire technique « type » pour arriver à un type de fromage.

La caractérisation des conditions d'ambiance à l'aide de prototypes enregistreurs mis au point par l'INRA a permis de connaître les niveaux de température, hygrométrie et teneur en O₂ et CO₂, ainsi que leurs variations à l'échelle des quelques jours passés par les fromages dans les pièces. Les moyennes et écart-types des mesures de température et hygrométries ont permis de définir les conditions d'ambiance à tester dans les expérimentations de laboratoire de l'action 2 pour le séchoir et le hâloir. Les teneurs en CO₂ au hâloir se sont ainsi avérées relativement stables dans le temps et peu différentes des teneurs dans l'air. Ce critère n'a donc pas été inclus en combinaison avec température et hygrométrie dans les plans d'expérience d'affinages au laboratoire comme cela avait été initialement prévu. Il a cependant fait l'objet d'une expérimentation spécifique (voir rapport action 2, Lefrileux *et al.*, 2016).

La mycologie de l'ambiance a été étudiée : là-encore, les microflore fongiques de l'ambiance sont diverses et les équilibres de ces flores variables d'une ferme à l'autre et d'une pièce à l'autre. Cependant la maîtrise de l'écosystème de cette ambiance est important pour la fabrication lactique (Vorger *et al.*, 2005 ; Institut de l'Élevage *et al.*, 2007 ; Laithier *et al.*, 2012)).

La connaissance fine des locaux, des équipements et des pratiques employés en lien avec la qualité des produits acquise dans cette action 1 ont permis d'alimenter l'action 3 (capitalisation/ valorisation), de constituer une « banque de données » des pratiques à la ferme et de mieux définir le conseil technique en fonction des produits recherchés. Les nombreuses photos des fromages, locaux et équipements ont permis d'illustrer les fiches techniques. Ces données permettront aux producteurs d'améliorer leurs connaissances pour le pilotage de l'affinage.

Enfin les enquêteurs, qui accompagnent au quotidien les producteurs fermiers, ont progressé en connaissance grâce à ces enquêtes et de façon générale à l'ensemble du programme.

BIBLIOGRAPHIE

AUMASSON A., 2014. CONNAISSANCE DE L’AFFINAGE DES FROMAGES DE CHEVRE FERMIERS LACTIQUES. Locaux, pratiques et types de fromages affinés à la ferme. Mise au point d’enquêtes en fermes. Mémoire de fin d’études ISARA – Institut de l’Elevage. 86 pages.

A., GILLIS J.C., HERMIER J., LENOIR J., WEBER F., 1997. Le fromage, 3ème édition. Editions Lavoisier Tec&Doc, 891 pages.

INSTITUT DE L’ELEVAGE, FNEC, PEP CAPRINS RA, CENTRE FROMAGER DE CARMEJANE, CDEO, LANGUEDOC ROUSSILLON ELEVAGE, CTFC, ENILBIO POLIGNY, ITFF, UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1, OFFICE DE L’ELEVAGE, 2007. CD rom Guide d’appui technique sur les accidents de fromagerie à la ferme, 2ème version. Edition Technipel, Paris.

GAÜZÈRE Y., 2009. L’affinage. Cours de technologie fromagère. Cours. POLIGNY, 58 pages.

GENOLINI C., FALISSARD B., 2011. Kml: A package to cluster longitudinal data. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 1-12.

HERMIER, LENOIR, WEBER, 1992. Les groupes microbiens d’intérêt laitier. CEPIL, 569 pages.

INSTITUT DE L’ELEVAGE, FNEC, PEP CAPRINS RA, CENTRE FROMAGER DE CARMEJANE, CDEO, LANGUEDOC ROUSSILLON ELEVAGE, CTFC, ENILBIO POLIGNY, ITFF, UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1, OFFICE DE L’ELEVAGE, 2007. CD rom Guide d’appuis technique pour les accidents de fromagerie à la ferme.

LAITHIER C, BONNES A., 2012. Outil d’amélioration technologique et sensorielle des produits laitiers fermiers : Fromages lactiques [en ligne]. Disponible sur : <http://paorqual.idele.fr/spip.php?rubrique5>. [Consulté le 8 avri 2014].

LEFRILEUX Y., PICQUE D., MIRADE P.S., GAÜZERE Y., LECLERQ-PERLAT M.N., GUILLEMIN H., SAINT-EVE A., AUBERGER J.M., LE JAN E., DORLEAC A., MORGE S., PRADAL M.J., OLIVEIRA E., BIRKNER J., DOUTART E., ALAOUI-SOSSE L., LOPEZ C., RAYNAUD S., 2016. Expérimentations sur l’affinage de fromages lactiques fermiers au lait de chèvre. Action 2 du projet QUALITE DES FROMAGES FERMIERS LACTIQUES : LOCAUX ET MAITRISE DE L’AFFINAGE (LACTAFF). Rapport de fin d’étude collection résultats de l’Institut de l’Elevage. En cours de publication.

MONTOYA P., 2015. Analyses de données : Affinage des fromages lactiques en production fermière. Rapport de stage de fin d’étude IUT Paris Descartes – Institut de l’Elevage. 34 pages.

PIERRE A., MICHEL F., LE GRAET Y., BERRIER J., 1999. Soft goat cheeses at different ripening stages: cheese structure, composition and non solvent water. Le Lait, 79 : 489-501.

RAYNAL K., 2002. Les flores de surface. Centre de ressources et documentation caprin, n° 29.

RAYNAL-LJUTOVAC K., LE PAPE M., GABORIT P., BARRUCAND P., 2011. French goat milk cheeses : an overview on their nutritionnal and sensorial characteristics and their impacts on consumers’ acceptance. Small Ruminant Research, 101, p. 64-72.

VORGER A., 2005. L’accident du bleu en technologie lactique chèvre chez les producteurs fermiers. Rapport de stage de fin d’étude Institut de l’Elevage – ISARA. 77 pages.

ANNEXE 1 - QUESTIONNAIRE D'ENQUETES TELEPHONIQUES

ENQUETE TELEPHONIQUE LOCAUX ET PRATIQUES D'AFFINAGE DES FROMAGES A PÂTE LACTIQUE

Enquête pour mieux connaître les conditions d'affinage des fromages lactiques à la ferme dans le cadre d'une étude plus large pour améliorer l'affinage et la conception et l'équipement des locaux. Une quinzaine de minutes ?

Nom du technicien

Nom du producteur

Commune

Numéro de téléphone

Date de l'enquête

D'abord quelques questions pour déterminer si vous êtes ou non dans les catégories que l'on souhaite enquêter :

CRITERES DETERMINANTS

Combien avez-vous de chèvres laitières?

Fabriquez-vous des fromages à pâte lactique?

oui non

Fabriquez-vous d'autres produits ?

oui non

Si vous fabriquez d'autres produits, le local d'affinage des fromages lactiques sert-il à affiner d'autres produits ?

Oui non 2. Oui une partie de l'année, précisez quels mois vous affinez autres produits dans hâloir lactiques :

Quels sont ces autres produits affinés toute l'année ou une partie de l'année dans le même local d'affinage que les lactiques ?

De quel(s) format(s) sont les lactiques que vous fabriquez ?

Palet (type pèlardon, picodon..., moins de 1 litre de lait par fromage), quel % de la production :

Préciser si Mothais ou demi-charolais :

Crottin, quel % de la production :

Charolais/bûche/poulligny, quel % de la production :

Fabriquez-vous uniquement des fromages cendrés dans un format « palet » ou « crottin » ?

oui non

Vendez-vous des fromages lactiques affinés (plus de 5j passés en affinage) dans les formats palet ou crottin non cendrés ?

oui non

Si moins de 20 chèvres, s'ils n'affinent pas de fromages de chèvre non cendrés de format palet ou crottin, on arrête l'entretien

STRUCTURE DE L'EXPLOITATION

Quel est votre volume annuel de production ?

—

—

Y a-t-il une période d'interruption de la production ?

oui non

Si oui, sur quelles périodes ?

—

—

Quel est le(s) mois de votre pic de transformation ?

TYPE DE FROMAGES PRODUITS

Y a-t-il plusieurs types de couverture qui coexistent dans le hâloir ?

oui non

Si oui cette différence est-elle :

choisie
subie

Y a-t-il des différences au cours de l'année ?

oui non

Si oui lesquelles ?

Pour la suite décrire la catégorie des fromages dominante en quantité parmi les formats qui nous intéressent, à 14j après emprésurage.

Type de couverture observée sur les fromages de palet et/ou crottin au lait de chèvre de 14j après emprésurage :

Type de croûte observée : (photos voir notice)

- 1. Sèche et très rase
- 2. Fleurie rase « poudreuse » (Geo)
- 3. Fleurie type « camembert » ou « cartonneuse » (Penicillium) qu'elle soit blanche ou bleue

Couleur de la croûte observée :

- Blanc
- Blanc cassé ou ivoire, crème
- Bleu (résultat final qui nous importe, que le bleu apparaisse plus ou moins tardivement), précisez stade d'apparition et si que à certaines périodes :
- Autre, précisez :

Recherchez-vous une pâte crémeuse ? :

- 1. Oui pour tous les fromages
- 2. Oui pour certains fromages
- 3. Non

Précisez les différences d'itinéraire technologique si que certains crémeux :

Conclusion sur le type de couverture

- Penicillium
- Geotrichum
- Mixte (certains fromages Peni, certains fromages Geo)
- Les deux sur les mêmes fromages

Phase d'expression du producteur sur la couverture de surface recherchée :

Y a-t-il eu des problèmes important de flores de surface :

Au cours de cette saison Au cours de la dernière saison de fabrication ?
de fabrication ?

Si oui, préciser le type de problèmes rencontrés, la période et la durée :

LOCAUX ET PRATIQUES

LOCAUX

De quels types sont vos locaux au niveau du séchage et de l'affinage ?

- Panneaux sandwich murs enduits et peints autres, précisez :

Quel « âge » ont vos locaux ?

Séchoir :

Hâloir :

PRATIQUES DE L'ELEVEUR AU NIVEAU DE LA FABRICATION

Combien faites-vous d'emprésurage par jour ?

- un deux

Quel type de ferments d'affinage (levures, Géo, Penicillium) utilisez-vous (dans le lait et/ou en pulvérisation) ?

- Rien lactosérum
 ferments autres

du commerce, précisez les noms commerciaux et si utilisés dans le lait et/ou en pulvérisation :

Réalisez-vous un pré égouttage ?

- oui non

Si oui durée :

Utilisez-vous du caillé congelé ?

- oui une majeure partie de l'année
 oui à certaines périodes de l'année, précisez lesquelles (mois) et le taux d'incorporation (et impact sur la flore de surface ?) :
 non

EGOUTTAGE ?

Durée de l'égouttage :

RESSUYAGE

Pratiquez-vous un ressuyage des fromages après démoulage ?

- oui non

Si oui :

Durée :

Lieu :

Objectif de température :

Objectif d'hygrométrie :

Y a-t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le local de ressuyage ?

- Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte
 Entrée d'air, précisez, notamment si extracteur :
 Sortie d'air, précisez, notamment si extracteur :

A-t-on des possibilités de pilotage au ressuyage :

- de la température, précisez (climatisation...) :
 de l'hygrométrie, précisez (déhumidificateur, extraction d'air...) :

Sur quels critères décidez-vous que le ressuyage est terminé ?

SECHAGE

Avez-vous une pièce dédiée au séchage des fromages ?

- oui non

Si oui :

Taille du séchoir (L*I*h) :

(demander nombre de piles si on n'arrive pas à avoir les dimensions)

Si oui, type de séchoir :

- Armoire de séchage
- Séchoir naturel ou pièce avec des ventilateurs
- Séchoir avec plafonnier
- Séchoir avec plafonnier et air conduit
- Séchoir tournant
- Séchoir avec air conduit par gaine textile
- Autre, précisez :

Si pas de pièce dédiée, comment se fait le séchage des fromages ?

Y a -t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le séchoir ?

- Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte
- Entrée d'air, précisez, notamment si extracteur :
- Sortie d'air, précisez, notamment si extracteur :

Quels sont vos objectifs pour le séchage :

Température :

Hygrométrie :

Durée :

Le séchage est-il homogène ?

A-t-on des possibilités de pilotage au séchage :

- de la température, précisez :
- de l'hygrométrie, précisez :
- des vitesses d'air, précisez :

Le local de séchage comporte-t-il un groupe froid ?

- oui
- non

Si possible, description du groupe froid du séchoir :

- A détente directe (le plus courant)
- A fluide intermédiaire
- A groupe froid centralisé

Y a-t-il une batterie chaude en plus de la batterie froide (le plus souvent une résistance devant le groupe froid) ?

- oui
- non

Le groupe froid est-il ventilé ?

- oui
- non

Si oui, souffle :

- d'un seul côté
 - de deux côtés
- (simple (double flux) flux)

Présence d'un récupérateur de chaleur sur le groupe froid ?

- oui
- non

Présence d'un ou plusieurs ventilateur(s) en plus de ceux du groupe froid (pièce dédiée ou pas) :

- oui
- non

Présence d'un déshumidificateur au séchage (pièce dédiée ou pas) ?

- oui
- non

Présence d'un chauffage d'appoint dans le lieu de séchage (pièce dédiée ou pas) ?

- oui
- non

Phase d'expression sur ce qui l'a amené à choisir ces équipements et comment il les a fait évoluer

Phase d'expression

Comment il pilote le séchage

Critère pour juger que le séchage est terminé :

Avez-vous fait des travaux au séchoir ou avez-vous changé des équipements dans les 5 dernières années ? Si oui quoi ?

Age des équipements

AFFINAGE

Avez-vous plusieurs locaux pour l'affinage ?

oui non

Sont-ils spécialisés (= on ne met pas les mêmes fromages dans les différents locaux) ?

oui non

AFFINAGE local n°1

Affinage des fromages :

Taille du local d'affinage (L*I*h) :

(demander nombre de piles si on n'arrive pas à avoir les dimensions)

Ou cocher cette case si armoire d'affinage

Y a-t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le local d'affinage ?

Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte

Entrée d'air, précisez, notamment si extracteur :

Sortie d'air, précisez, notamment si extracteur :

Le hâloir est-il enterré ?

oui non en partie

Comment est la porte ? (étanche ou pas)

étanche non étanche

Quels sont vos objectifs dans le local d'affinage :

Température :

Hygrométrie :

Durée :

A-t-on des possibilités de pilotage dans le local d'affinage :

de la température, précisez :

de l'hygrométrie, précisez :

des vitesses d'air, précisez :

Le local d'affinage comporte-t-il un groupe froid ?

oui non

Si possible, description du groupe froid du local d'affinage :

A détente directe

A fluide intermédiaire

A groupe froid centralisé

Y a-t-il une batterie chaude en plus de la batterie froide (le plus souvent une résistance devant le groupe froid) ?

oui non

Le groupe froid est-il ventilé ?

oui non

Si oui, souffle :

d'un seul côté de deux côtés
(simple (double flux) flux)

Cette ventilation est-elle variable (réglage du débit d'air ou ventilation non continue) ?

oui non

Présence d'une gaine conduisant l'air ?

oui non

Présence d'un récupérateur de chaleur sur le groupe froid ?

oui non

Présence d'un chauffage d'appoint ?

oui non

Présence d'un humidificateur ou apport d'eau ?

oui non

Type d'humidificateur ou d'apport d'eau :

Buses

Domestique à vapeur chaude (résistance)

Industriel à vapeur chaude (résistance)

Domestique à vapeur froide (ultrasons)

Industriel à vapeur froide (ultrasons)

Autre (eau au sol, tuyau...), précisez :

Sur quels supports sont affinés les fromages

- Claies inox empilables
- Claies inox sur glissières (claires pâtisseries)
- Claies inox et stores
- Caisses
- Autre, précisez :

oui non

Si possible, description du groupe froid du local d'affinage :

- A détente directe
- A fluide intermédiaire
- A groupe froid centralisé

AFFINAGE local n°2

Affinage des fromages :

Taille du local d'affinage (L*l*h) :

(demander nombre de piles si on n'arrive pas à avoir les dimensions)

Le groupe froid est-il ventilé ?

oui non

Si oui, souffle :

d'un seul de deux côtés
côté (simple (double flux)
flux)

Ou cocher cette case si armoire d'affinage

Y a-t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le local d'affinage ?

- Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte
- Entrée d'air, précisez, notamment si extracteur :

Cette ventilation est-elle variable (réglage du débit d'air ou ventilation non continue) ?

oui non

- Sortie d'air, précisez, notamment si extracteur :

Présence d'une gaine conduisant l'air ?

oui non

Le hâloir est-il enterré ?

oui non en partie

Présence d'un récupérateur de chaleur sur le groupe froid ?

oui non

Comment est la porte ? (étanche ou pas)

étanche non étanche

Présence d'un chauffage d'appoint ?

oui non

Quels sont vos objectifs dans le local d'affinage :

Température :

Hygrométrie :

Durée :

Présence d'un humidificateur ou apport d'eau ?

oui non

Type d'humidificateur ou d'apport d'eau :

- Buses
- Domestique à vapeur chaude (résistance)
- Industriel à vapeur chaude (résistance)
- Domestique à vapeur froide (ultrasons)
- Industriel à vapeur froide (ultrasons)
- Autre (eau au sol, tuyau...), précisez :

A-t-on des possibilités de pilotage dans le local d'affinage :

de la température, précisez :

de l'hygrométrie, précisez :

des vitesses d'air, précisez :

Sur quels supports sont affinés les fromages

- Claies inox empilables
- Claies inox sur glissières (claires pâtisseries)
- Claies inox et stores
- Caisses
- Autre, précisez :

Le local d'affinage n°2 comporte-t-il un groupe froid ?

ANNEXE 2 – RESULTATS DES ENQUETES TELEPHONIQUES

RECRUTEMENT DES FERMES A ENQUETER

Cette première phase a eu pour objectif de caractériser un assez grand nombre d'exploitations pour disposer d'une base de données pour sélectionner les fermes à enquêter sur le terrain, répondant aux critères déterminants suivants :

- élevages caprins de plus de 20 chèvres (éleveurs professionnels),
- affinant des fromages lactiques au lait de chèvre d'un format défini,
- stabilité de la technologie (pas d'accident de fabrication récurrent),
- fabricant des fromages de différents types (blancs, bleus,...), dans des locaux d'affinage (ressuyage-séchage-affinage) de taille et de caractéristiques différentes (aération, type d'équipements de climatisation, type de parois...).

MATERIEL ET METHODE

Les fermes à enquêter ont été recrutées après une phase d'enquêtes téléphoniques menées pour mieux connaître les fromages fabriqués, les pratiques des producteurs et leurs locaux et équipements. Les enquêtes téléphoniques ont été réalisées dans les différentes zones de l'étude, par les structures techniques locales partenaires du projet et une stagiaire ISARA-Institut de l'Élevage. 240 exploitations à enquêter ont été tirées au sort dans les listes d'éleveurs caprins fournies par ces 6 structures.

Des réunions et tests préliminaires ont permis de mettre au point le questionnaire d'enquête (annexe 1) et de limiter le biais lié au nombre d'enquêtrices (7 personnes). Ce questionnaire comportait 4 grandes parties :

- Questions « éliminatoires » visant à s'assurer que les fermes correspondaient bien aux critères déterminants souhaités. Ces critères étaient :
 - élevages caprin de plus de 20 chèvres (éleveurs professionnels).
 - fabrication de fromages fermiers lactiques au lait cru de chèvre, avec au moins une production de fromages de rapport surface/volume défini, c'est-à-dire de type palet utilisant de 0,6 à 1 litre de lait par fromage, non cendrés et affinés à la ferme au moins 5 jours dans le hâloir (appelés par la suite « fromages suivis »).
- Généralités sur l'exploitation : nombre de chèvres, volume produit, répartition de la production sur l'année,
- Description de la couverture du type de fromages suivis et des éventuels accidents technologiques,
- Description des locaux (taille, aération,...) des équipements (notamment groupe froid et ventilation) et des pratiques (ensemencement, durées, températures, hygrométries...) pour la fabrication, le ressuyage, le séchage et l'affinage au hâloir.

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel SPAD Coheris®. Des typologies ont été réalisées sur les thèmes « aspect des fromages », « locaux » et « pratiques ». Les typologies « locaux » et « pratiques » n'ont pas été conservées car elles se sont avérées difficiles à interpréter.

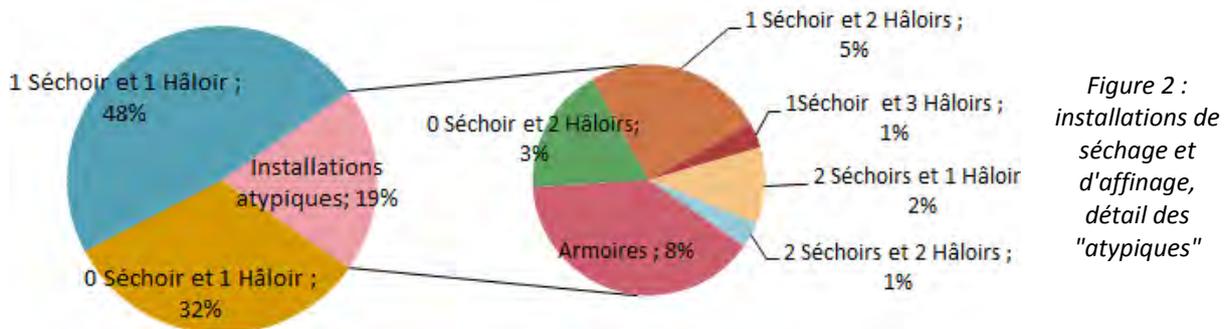
RESULTATS ET DISCUSSION

DEROULEMENT DES ENTRETIENS

214 producteurs parmi les 240 tirés au sort ont pu être enquêtés de janvier à mi-mars 2013. Certains ont refusé de répondre ou ne correspondaient pas aux critères de l'étude (70 producteurs). Au final, 144 entretiens ont été valorisés.

ECHANTILLON ENQUETE : 144 FERMES

La majorité des exploitations ont un seul séchoir et un hâloir (69 cas) (Figure 2). Le nombre de fermes n'ayant pas de séchoir et un hâloir est aussi élevé (47 cas).



On note ensuite des combinaisons d'autres installations diversifiées (29 cas), où les armoires d'affinage sont au nombre de 11, les armoires de séchage au nombre de 3 et les fermes ayant 2 séchoirs et/ou 2 ou 3 hâloir au nombre de 17. On en trouve dans les six régions, mais les deux tiers sont en Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes. A la suite de ce constat, seules les installations les plus courantes ont été **traitées statistiquement (116 cas)**.

ECHANTILLON ANALYSE STATISTIQUEMENT : INSTALLATIONS LES PLUS COURANTES

PRODUCTIONS

Parmi les 116 fermes du groupe « installations courantes » les producteurs élèvent en moyenne 107 chèvres. Quelques troupeaux étant particulièrement grands pour la filière, on s'intéresse à la valeur médiane, soit **80 chèvres par exploitations**. Les troupeaux à grands effectifs restent rares (figure 3).

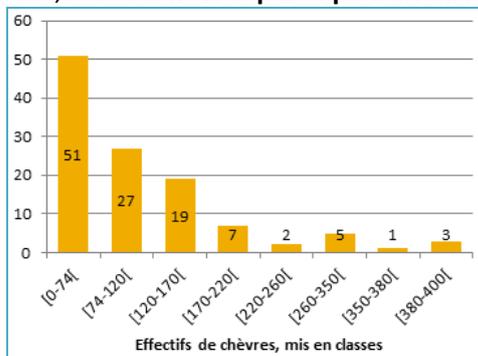


Figure 3 : Nombre de chèvres par troupeau

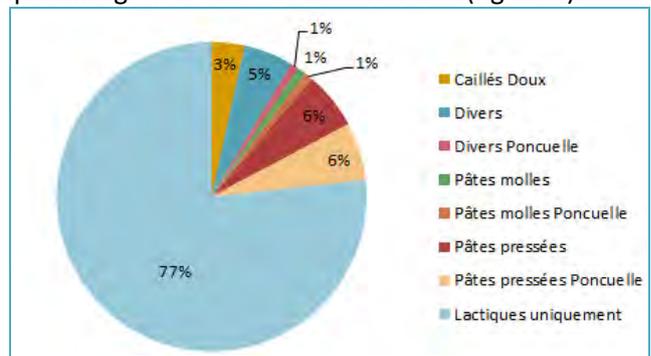


Figure 4 : productions de fromages lactiques et d'autres technologies

Le volume de lait transformé à la ferme est de 54 519 litres en moyenne par an, avec une médiane de 40 000 litres par an. **Avec ce lait, 77 % des fromagers fabriquent exclusivement des fromages lactiques**. Les 23 % de fermes restantes fabriquent des lactiques, mais également d'autres fromages (figure 4).

DESCRIPTION DES LOCAUX ET EQUIPEMENTS

MATERIAUX ET AGES DES LOCAUX

La majorité des fromageries (toutes pièces confondues) ont des **parois en panneaux sandwich (58 %)**. Le carrelage est peu utilisé en couverture totale des parois (8 %), mais il est souvent associé à d'autres matériaux. En effet la modalité « autres matériaux », représente aussi des associations de matériaux, dont

le carrelage fait partie. Les séchoirs de moins 10 ans sont les plus fréquents (32 %), puis les 10-20 ans (18 %). Pour les hâloirs, les âges sont partagés en les moins de 10 ans (44 %), les 10-20 ans (33 %) et les plus de 20 ans (20 %).

Séchoirs

Les volumes des pièces de séchage sont variés mais dépassent rarement les 20 m³ (figure 5). Les grands séchoirs se trouvent plutôt en Rhône-Alpes. La figure 6 ci-dessous donne un panorama des installations de séchage.

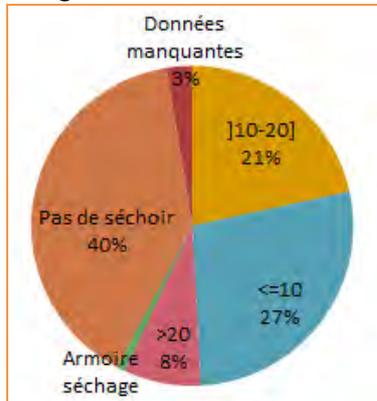


Figure 5 : volumes de séchoirs (en m³), mis en classes.

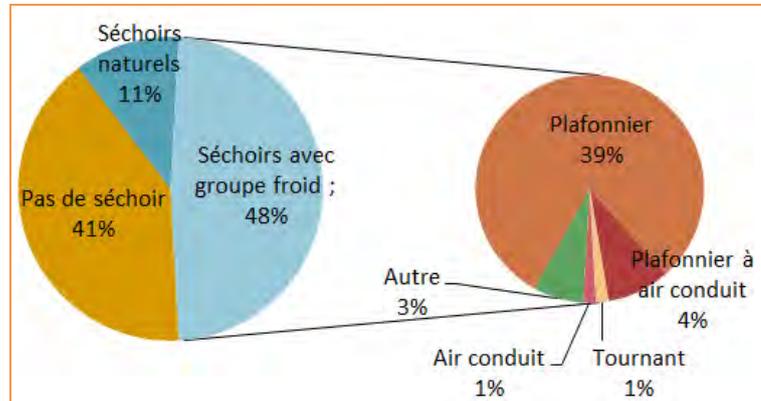


Figure 6 : types de séchoirs, détails pour les séchoirs avec groupe froid

Dans cet échantillon, 47 fermes sont sans séchoir et 69 en ont un. L'absence de séchoir n'est pourtant pas synonyme d'absence de séchage (voir plus bas « Description des pratiques »). **Les séchoirs sont le plus souvent équipés d'équipements de climatisation (nommés abusivement « groupes froids ») (48 %)**, la plupart du temps avec évaporateur au plafond (« plafonnier ») et ventilés en simple ou double flux (dynamiques) (figures 6 ,7 et figure 8). Qu'ils aient ou non un équipement de climatisation, les séchoirs peuvent être munis d'aérations (16 % sur la figure 8). Les séchoirs naturels (sans équipements de climatisation) se situent presque exclusivement en Rhône-Alpes (12 séchoirs sur les 13). On y trouve plutôt des régulations par chauffage et/ou ventilateurs d'appoints (9 cas sur 13). Parfois, il n'y a même aucun équipement d'appoint (4 cas sur 13).

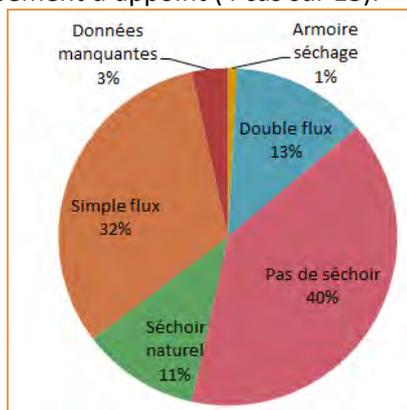


Figure 7 : séchoirs simples et doubles flux

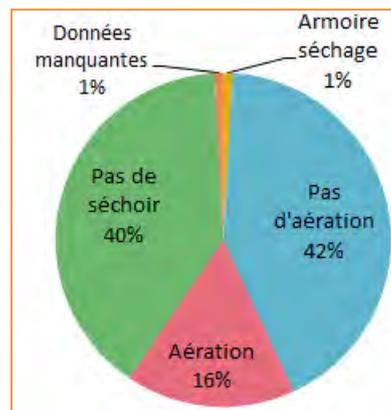


Figure 8 : séchoirs avec et sans aération

Les systèmes à air conduit sont rares. Dans ce système, aussi appelé tunnel, l'air effectue une boucle. Le système à « plafonnier à air conduit » se différencie de celui à « air conduit » par la position de l'évaporateur. Un seul séchoir tournant est enquêté. Les piles de claies chargées de fromages se placent sur un support en rotation. L'installation permet de distribuer l'air sec de façon homogène, et d'obtenir un séchage régulier sans manutention. Ces systèmes demandent un fort investissement, ce qui explique leur rareté en production fermière.

Hâloirs

Pour les hâloirs comme pour les séchoirs, aucun volume ne ressort particulièrement mais les pièces mesurent plus souvent moins de 40 m³ (figure 9).

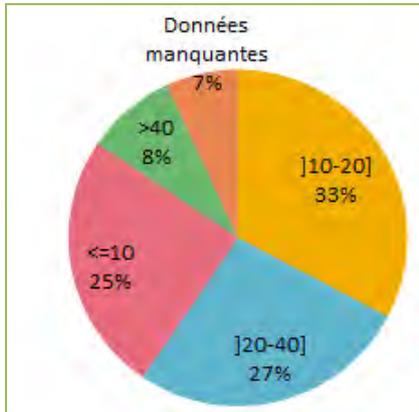


Figure 9 : volumes des hâloirs (en m³), mis en classes

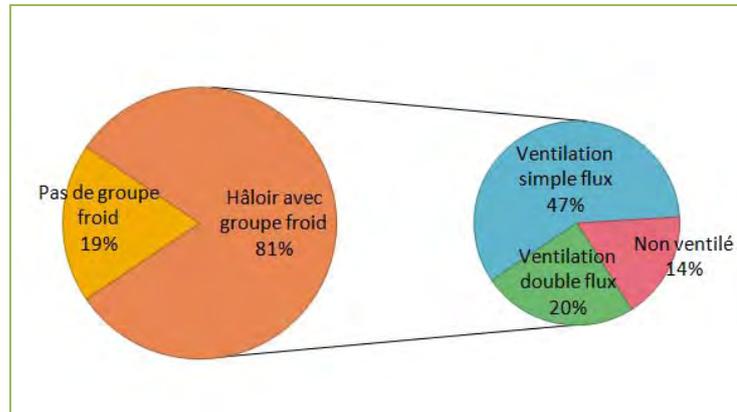


Figure 10 : description des groupes froids au hâloir

Nous n'avons recensé aucun système avec de l'air conduit par une gaine. Les différences entre hâloirs se trouvent dans les équipements de climatisation : présents ou absents, plus ou moins ventilés, avec ou sans batterie chaude. Il y a également des différences dans l'aération des pièces. Dans les 116 exploitations étudiées, nous remarquons des **systèmes d'affinage principalement avec équipements de climatisation (81 %), ventilés (67 %)** (figure 10), le plus souvent en simple flux (47 %). Les hâloirs statiques (non ventilés) sont minoritaires : 14 %.

De plus il n'a pas été possible de dégager de grands types d'installation présentant des caractéristiques communes.

Description des pratiques

Emprésurage et ensemencement

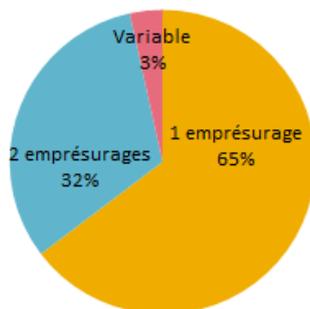


Figure 11 : emprésurage

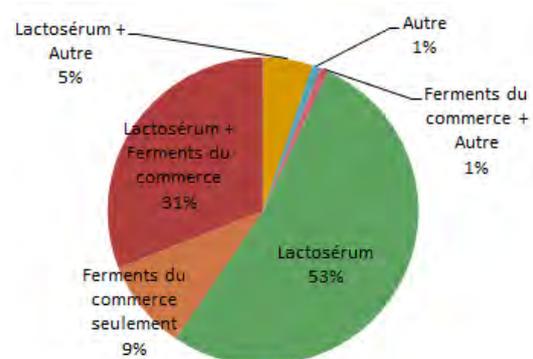


Figure 12 : Ensemencements du lait par le fromager

Sur les 116 fermes, 75 ont un seul emprésurage par jour, 37 producteurs en pratiquent deux et peu de fermes font varier le nombre d'emprésurages journalier (4 cas) (figure 11). A l'ensemencement, **la plupart des fromagers utilisent exclusivement du lactosérum** (figure 12). C'est parfois une obligation pour prétendre à une AOP. Les ferments du commerce paraissent peu utilisés seuls, ils sont souvent une solution ponctuelle, en cas de problème de flore. Nous voyons tout de même que 41 % des laits reçoivent ces ferments du commerce, au moins ponctuellement.

Ferments d'affinage du commerce

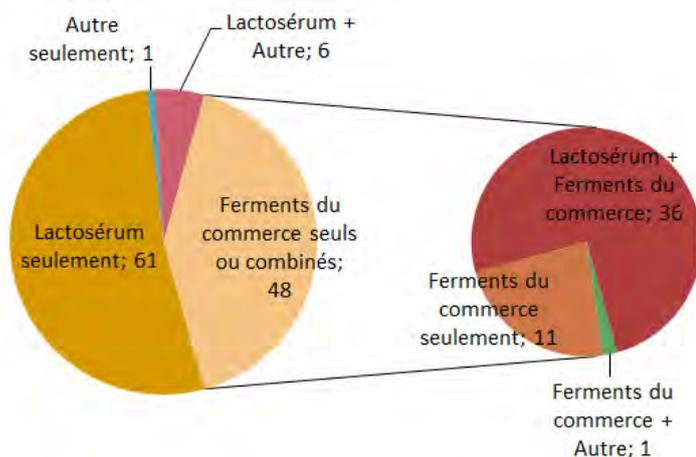


Figure 13 : ensemencements; détails des ferments du commerce

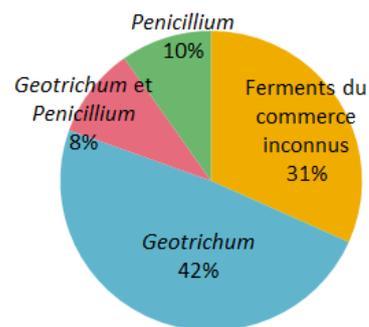


Figure 14: types de ferments d'affinage ajoutés

Dans la figure 13, dérivée de la figure 12, les 48 fermes qui utilisent des ferments du commerce sont isolées. Certains ferments sont des ferments lactiques (7 cas). La question posée dans l'enquête demandait si les producteurs ajoutent des ferments d'affinage.

Cependant si nous les mettons à part, il reste 41 fromagers utilisant des ferments du commerce, et qui sont des ferments d'affinage (sauf « ferments inconnus » qui peuvent être aussi comptés comme ferments lactiques du commerce). La figure 14 montre que les préparations les plus utilisées contiennent du *Geotrichum* (42 % des ferments d'affinage du commerce).

Les préparations utilisées n'ont pas été suffisamment décrites dans les enquêtes donc nous ne savons pas toujours s'il s'agit de ferments lactiques ou d'affinage (11% de ferments inconnus). C'est un point qui sera étayé dans les enquêtes de terrain.

Itinéraires technologiques

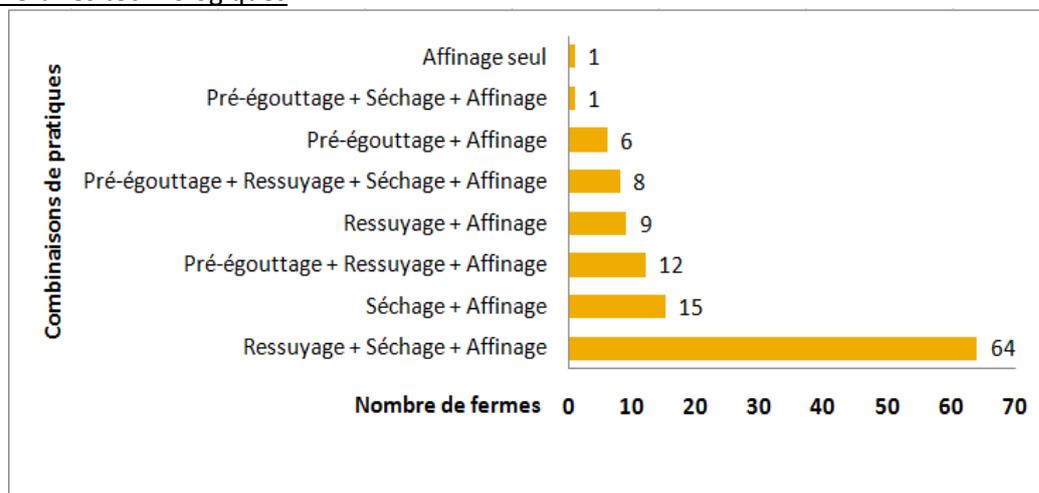


Figure 15 : combinaisons de pratiques d'affinage

La combinaison de pratiques la plus fréquente concerne 64 fermes sur les 116. Ces producteurs ne font pas de pré-égouttage, ils pratiquent **un ressuyage, un séchage, puis un affinage en hâloir** (figure 15). Ensuite, le séchage sans autre étape préalable (15 exploitations) est presque aussi courante que la combinaison « pré-égouttage + ressuyage + affinage » (12 exploitations). Comme si le fait de sécher permettait une même perte d'eau que l'association du pré-égouttage et du ressuyage.

Pré-égouttage :

On ne peut relier une combinaison à une région. Cependant, notons que les fermes faisant un pré-égouttage se situent quasiment toutes en région Centre. Sur les 27 systèmes concernés, la combinaison de pratique la plus courante est celle avec le ressuyage, sans séchage (12 exploitations).

Ressuyage :

Il se rencontre dans 93 fermes, et les effectifs sont équilibrés entre les régions.

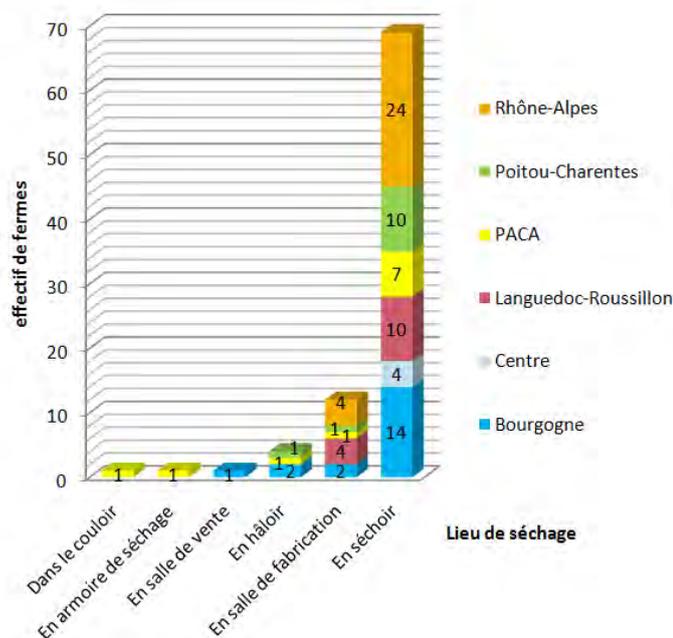


Figure 16 : Pratiques de séchages en différents lieux

Séchage :

Les résultats montrent que **le séchage se fait dans 88 fermes, avec l'emploi d'un séchoir dans 69 d'entre elles** (figure 16). D'autres sèchent en salle de fabrication avec des ventilateurs. On rencontre ces cas dans les 6 régions. Les pratiques de séchage sans pièce dédiée (en hâloir, dans le couloir ou la salle de vente avec ventilation) sont plutôt localisées en PACA et Bourgogne. On note que seules 18 % des exploitations du Centre pratiquent un séchage (4 cas), contre 100 % en Rhône-Alpes (28 cas).

Les paramètres de ressuyage, de séchage et d'affinage :

Les résultats de nos enquêtes sur les températures, Humidités Relatives et durées d'étape sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1: Paramètres aux différentes étapes de l'affinage à dire d'éleveur

Etapes	Paramètres	Modalités	Effectifs	Pourcentages	% sur exprimés
Ressuyage	Durées	]24-48[	14	12,07	12,07
		<=24H	50	43,10	43,10
		>=48H	29	25,00	25,00
		Pas de ress	23	19,83	19,83
		Ensemble	116	100,00	100,00
	Températures	<=20°C	56	48,28	49,56
		>20°C	31	26,72	27,43
		Pas de ress	23	19,83	20,35
		variable	3	2,59	2,65
		Ensemble	113	97,41	100,00

	Humidités Relatives	Beaucoup de données manquantes				
Séchoir	Durées	<48H	18	15,52	15,65	
		>=48H	44	37,93	38,26	
		Armoire séchage	1	0,86	0,87	
		Pas de sechoir	46	39,66	40,00	
		variable	6	5,17	5,22	
		Ensemble	115	99,14	100,00	
	Températures	[14-18°C[	37	31,90	31,90
		<14°C	19	16,38	16,38	
		>=18°C	7	6,03	6,03	
		Armoire séchage	1	0,86	0,86	
		Pas de sechoir	46	39,66	39,66	
		variable	6	5,17	5,17	
	Humidités Relatives	Ensemble	116	100,00	100,00	
		[70-80%[	28	24,14	24,14
		<70%	19	16,38	16,38	
		>=80%	9	7,76	7,76	
		Armoire séchage	1	0,86	0,86	
		Pas de sechoir	46	39,66	39,66	
	Affinage en hâloir	Durées	variable	13	11,21	11,21
			Ensemble	116	100,00	100,00
			Variables			
Températures			[10-12[29	25,00	26,36
			[12-14[36	31,03	32,73
			<10°C	9	7,76	8,18
			>=14°C	30	25,86	27,27
	variable	6	5,17	5,45		
Ensemble	110	94,83	100,00			
Humidités Relatives	[80-90%[	40	34,48	41,67	
	<80%	13	11,21	13,54		
	>=90	26	22,41	27,08		
	subie	17	14,66	17,71		
Ensemble	96	82,76	100,00			

Au-delà de cette description des grandes combinaisons de pratiques, aucun groupe de pratique n'a pu se dégager, soulignant là-encore la grande diversité des itinéraires technologiques fermiers.

Description des couvertures de fromages : 4 grands types de couvertures

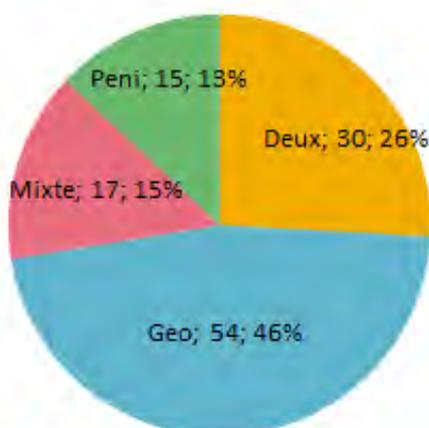


Figure 17 : couvertures de fromages

Les couvertures *Geotrichum* (« Geo ») sont les plus courantes (46 % sur la figure 17), alors que les couvertures *Penicillium* (« Peni ») ne se rencontrent que dans 13 % des cas. Les fromages « deux » portent les deux couvertures sur un même fromage, le « mixte » caractérise une production venant d'un même éleveur mais qui contient à la fois des *Geotrichum* et des *Penicillium*. Le « deux » dépassent les « Mixtes » (26 % contre 15 % des cas). Il est donc plus rare d'obtenir des fromages de couvertures différentes dans un même hâloir sans que celles-ci ne se retrouvent sur un même fromage.

Problèmes de flore

60 % des producteurs déclarent avoir des flores indésirables ou pas suffisamment de pousse des flores recherchées. Mais seuls 6 % des problèmes sont récurrents au cours de l'année. Il s'agit généralement de contaminations par *Pseudomonas* ou *Mucor*.

TYPOLOGIE DES FERMES EN FONCTION DE L'ASPECT DES FROMAGES

Une typologie a été réalisée à partir des variables décrivant l'aspect (couverture) des fromages à dire d'éleveur à l'aide d'une Classification Ascendante Hiérarchique appliquée aux coordonnées issues d'une Analyse des Correspondances Multiples. La typologie retenue comporte 3 classes

CLASSE 1

Elle comporte 50 fermes. Les fromages ont une flore de surface majoritairement « *Geotrichum* » (selon la conclusion de la technicienne qui a tenu l'entretien) (photo 1). Au toucher, la couverture est « poudreuse ». La couleur « crème », bien que cette modalité soit moins caractéristique est prépondérante. D'autres modalités ressortent, mais semblent moins typiques de la classe :

- La variable « cohabitation de plusieurs flores dans le hâloir » indique que les fromages sont plus souvent d'un seul type dans le hâloir.
- La variable « différences de couvertures au cours de l'année » indique qu'il y a peu fréquemment des changements de couvertures au cours de l'année.



Photo 1 : illustration d'un fromage de classe « *Geotrichum* »
(source photo: Raynaud S, Idele, 2013)

Ces deux informations pourraient indiquer qu'il y a une stabilité de la couverture au fil du temps, dans la plupart des cas. Cela peut être des indicateurs de maîtrise de l'affinage. Les régions Languedoc-Roussillon et Poitou-Charentes représentent respectivement 30 % et 28 % des régions de cette classe.



Photo 2 : illustration d'un fromage de classe « *Penicillium* »
(source photo: Raynaud S, Idele, 2013)



Photo 3 : illustrations de fromages de classe « Mixte »
(source photo: Raynaud S, Idele, 2013)

CLASSE 2

Les fermes de classe n°2 produisent des fromages « Bleu », de flore « *Penicillium* » (photo 2). Au toucher, la surface est décrite comme « cartonneuse ». La pâte n'est pas crémeuse. Parmi les 26 fermes de la classe, la Bourgogne représente 50 % des effectifs.

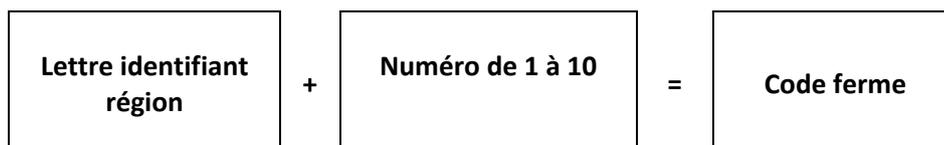
CLASSE 3

Les 40 individus restant sont dans une classe aux fromages de différents types (photo 3). Elle est dominée par des variables intermédiaires par rapport aux classes précédentes. Les couvertures ont un type « cartonneuses » sur certains fromages, et « Poudreuse » sur d'autres. La couleur mélange du « crème » et du « Bleu ». Les techniciennes concluaient à des couvertures « Deux » et « mixtes », c'est-à-dire que le producteur obtient certains fromages « *Geotrichum* », certains « *Penicillium* » et/ou certains portant les deux types de flores. Nous pouvons ensuite noter qu'il y a une cohabitation de fromages de couvertures différentes dans le hâloir, et qu'elle semble « subie » par le producteur. De plus, ces couvertures changent au cours de l'année. La classe mixte est assez instable dans le temps, ce qui pourrait témoigner d'un manque de maîtrise de l'affinage, mais aussi d'une diversité de débouchés des fromages ou de la recherche systématique de fromages présentant à la fois du *Geotrichum* et du *Penicillium*. Ce point l'oppose à la classe « *Geotrichum* ». La région Centre représente 42,5 % des régions de cette classe.

ANNEXE 3 – PROTOCOLES DES ENQUETES DE TERRAIN

Partie 1 Enquête terrain LACTAFF - Protocoles

Pour identifier la ferme (questionnaire, prélèvements et géloses), il y a un « code ferme » :



Numéro de 1 à 10 par région par ordre chronologique des enquêtes de votre région.

Lettres : B (Bourgogne), C (Centre), FR (Poitou-Charente/Fresyca), LR (Languedoc Roussillon), P (PACA), R (Rhône-Alpes).

1.1 Protocole de pose des prototypes INRA

Voir **notice Recasaf**.

Ils doivent suivre le lot d'intérêt.

- **Visite 1** : poser dans le lieu du démoulage.
 - Placer le prototype sur son trépied à côté d'une pile de fromages démoulés du lot à étudier. Bien immobiliser le trépied (Hauteur 1.30 m).
 - Si une pile de fromage est trop basse par rapport au trépied du prototype, le poser sur une grille placée par-dessus les fromages.
Bien fixer le prototype sur la claie (colliers Rivesan ou autres).
Définir les emplacements du prototype dans les différentes pièces.
Vérifier la cohérence des valeurs
Noter la « lecture prototype » dans la fiche producteur « mesures ».
- **Entre visite 1 et 2** : le producteur déplace l'appareil avec le lot d'intérêt.
- **Visite 2** : mettre sur 0 le bouton essai et le bouton marche. Noter la « lecture prototype » dans la fiche producteur « mesures ».

1.2 Protocole de prélèvement de la flore d'ambiance

Matériel : 4 géloses de type MEA et 4 géloses de type « milieu salé » par ferme ; scotch ; glacière et freeze-pack (en été), marqueur indélébile.

Avant la visite

Demander l'envoi des boîtes en prévoyant les nombres nécessaires pour le mois qui vient. Les géloses se gardent 1,5 mois au froid (frigo, +/- 4°C).

Faire les visites en début de semaine (mercredi au plus tard), ou mettre les boîtes au froid pendant le weekend (voir paragraphe sur l'envoi des géloses).

Lieux de pose :

- Salle de fabrication/ressuyage: 2 géloses MEA et 2 géloses « milieu salé » ; Les positionner côte à côte car on les double pour voir si elles donnent des résultats comparables ;
- Séchoir : 1 gélose MEA et 1 gélose « milieu salé » ;
- Hâloir : 1 gélose MEA et 1 gélose « milieu salé ».

Si le producteur n'a pas de pièce clairement identifiée et séparée pour le ressuyage et/ou le séchage, faire le prélèvement à l'endroit où sont les fromages le 1^{er} jour après démoulage pour le ressuyage et du 2^{ème} au 4^{ème} jour pour le séchage.

Pose :

- 1) Identifier les boîtes de gélose sur la tranche, au marqueur :

Lettre du lieu de pose	+	Code ferme	+	Date
------------------------	---	------------	---	------

D (démoulage) / S (séchage) / A (affinage)

Attention, le marqueur ne tient pas toujours bien sur le plastique des géloses.

- 2) Dépôt :

- Le matin (durant la fabrication) car on cherche un brassage de l'air.
- En haut d'une pile de claies chargées (du lot à suivre si possible), sur la claie du dessus, à la place d'un fromage.
- Dans endroit représentatif de la pièce, pas trop ventilé.

- 3) Retirer le couvercle → 45 minutes de sédimentation.

- 4) Fermer en scotchant (2 petits bouts de scotch aux bords de la boîte / ou scotcher toute la pile).

Envoi géloses:

Laboratoire CONIDIA
Parc d'activités en Chuel
Route de Chasselay
69650 Quincieux

Tel 04 69 64 72 85
 Fax 04 69 64 72 86
www.conidia.fr

Immédiatement après l'enquête si celle-ci est réalisée entre le lundi et le mercredi.

Attention aux heures et jours de visite:

Poste fermée en fin de journée, pas d'envoi en fin de semaine pour que le colis ne patiente pas à la poste, croissance des levures et moisissures rapide :

→ Placer les géloses au frigo en attendant si l'envoi n'est pas possible immédiatement.

A partir du mois de Mai, mettre les géloses avec du froid pour le transport (chronopost ?).

Bien les fermer (scotch) et les caler dans le colis.

Prévenir Claire par mail de votre envoi : claire.bartschi@univ-lyon1.fr

1.3 Protocoles des pesées

A) Pesées « suivi » : pesées des grilles de fromages du lot à suivre.

Matériel : balance à plateau Ohaus.

Pesées des techniciens :

- 1) Après le démoulage, laisser le producteur faire comme d'habitude avec ses grilles.
- 2) Rehausser la balance avec un support ou poser une boîte plastique/bassine propre dessus de façon à rehausser les claies ayant des pieds, ou plusieurs claies empilées si ce n'est pas trop difficile à manipuler (plus on s'approche des 30kg, plus la balance est précise).
- 3) Définir les grilles qui serviront aux pesées tout au long du suivi :
 - Peser un nombre de grilles proportionnel au nombre de grilles fabriquées du fromage suivi (1 grille pesée pour 5 grilles fabriquées). Garder au moins une grille pour les pesées.
 - **Identifier les grilles avec une pince à linge colorée**, noter cette couleur dans la grille de relevée des mesures.
 - ⇒ Peser toujours ces mêmes grilles ;
 - ⇒ Ne pas y faire de prélèvements de fromages : mettre une couleur différente aux grilles qui servent à faire les prélèvements ;
 - ⇒ Les fromages des grilles identifiées doivent rester les mêmes pendant toute la durée du suivi : **bien en informer le producteur**.
- 4) Ne pas oublier de tarer les grilles en pesant au démoulage, ou de noter le poids d'une grille (et paillon éventuellement).
- 5) Peser les claies avec les fromages à suivre.
- 6) Noter dans la fiche « mesures » colonne « Démoulage » :
 - Le nombre de grilles pesées
 - Le nombre de fromages sur chaque grille
 - Le poids de chaque grille
- 7) Visite 2 : retrouver les grilles identifiées dans le hâloir. Peser et noter.

Pesées des producteurs :

Matériel : balance à plateau laissée par le technicien.

Peser les claies :

- 1) en fin de ressuyage (quelle que soit la durée du ressuyage)
- 2) en fin de séchage

Si le ressuyage ne se passe pas dans une salle dédiée, faire une pesée à la fin d'une phase que les pratiques du producteur permettent d'assimiler à un ressuyage ou 24h après démoulage.

Si le séchage ne se passe pas dans une salle dédiée, faire une pesée à la fin d'une phase que les pratiques du producteur permettent d'assimiler à un ressuyage ou 4 jours après démoulage.

Remplir la fiche producteur « mesures ».

B) Pesées « Inventaire » : pesées des fromages pour l'inventaire du hâloir.

Matériel : balance de cuisine.

En visite 1, pour l'inventaire hâloir, peser 3 fromages d'un lot et en déduire un poids moyen.

1.4 Protocole des mesures de pH

Utiliser un pH-mètre bien entretenu et étalonné muni d'une sonde de pénétration.

Mesure du **pH à cœur dans trois fromages** du type à suivre aux étapes suivantes :

- Au démoulage pour le lot faisant l'objet du suivi (possibilité de prendre le pH dans les fromages qui seront prélevés pour envoi congélation et analyses de laboratoire).
- En fin de ressuyage et de séchage sur d'autres lots que celui que l'on suit, le jour de la visite 1. Si le ressuyage et/ou le séchage ne se passent pas dans une salle dédiée, faire la mesure de pH à la fin d'une phase que les pratiques du producteur permettent d'assimiler à un ressuyage/séchage ou 24h/4j après démoulage.
- En fin d'affinage pour le lot faisant l'objet du suivi (possibilité de prendre le pH dans les fromages qui seront prélevés pour envoi congélation et analyses de laboratoire).

1.5 Protocole de prises de photos des fromages

Si possible régler l'appareil photo de façon à ce que la date de prise de la photo apparaisse sur cette dernière.

Poser les fromages sur une assiette en carton blanche ou un papier d'emballage blanc.

Essayer de se placer à la lumière du jour ou un éclairage blanc.

Utiliser les étiquettes fournies pour identifier les fromages.

A) Lot à suivre :

Photos individuelles d'un fromage du lot à suivre aux différents stades, voire des fromages des lots similaires observés le jour de la visite 1 en entrée séchoir et entrée hâloir.

B) Autres lots inventaire hâloir :

Eventuellement réaliser des photos individuelles d'un fromage de chacun des lots décrits.

1.6 Protocole de prélèvement des fromages

Proposer au producteur indemnisation prévue de 30€ pour les fromages prélevés.

Matériel : 1 sachet plastique (sac de congélation à zip du commerce) par prélèvement ; scotch, marqueur indélébile.

A) Visite 1 :

1) Identifier les sachets :

⇒ un sachet « prélèvement démoulage » pour la technicienne ;

⇒ un sachet « fin de séchage » pour le producteur ;

+ +
D (démoulage) / S (fin séchage) / A (fin affinage)

Pour protéger l'écriture : coller un bout de scotch sur une face, écrire le code au marker, coller un autre bout de scotch par-dessus.

2) Placer 5 fromages dans le sachet. Fermer à l'aide du scotch.

3) Entreposer au congélateur jusqu'à la visite n°2.

Prélèvement des producteurs :

Matériel : 1 sachet plastique donné par la technicienne ; scotch ; grilles avec pince à linge de la couleur « prélèvement » (voir la couleur « prélèvement » dans votre tableau « mesures »).

En fin de séchage du lot à suivre, juste avant de mettre les grilles au hâloir :

- Placer **5 fromages** dans le sachet ;
- Fermer à l'aide du scotch ;
- Entreposer au congélateur jusqu'à la visite n°2 de la technicienne.

B) Visite 2 :

- 1) Identifier un sachet « fin d’Affinage ».
- 2) Récupérer les sachets de la visite 1 et de l’entre-visite.
- 3) Stocker dans un congélateur.
- 4) Envoyer à Poligny environ tous les mois selon planning défini avec eux. Respecter des temps de congélation similaires pour les différents prélèvements. Précautions pour l’envoi : dans le colis (**boîte isotherme**) mettre **au moins 4 freeze-packs**, bien caler le tout + descriptif des échantillons (papier dans pochette plastique)+bon de commande indices de lipolyse pour le LARF dans pochette plastique. Marquer vos freeze-packs et boîtes isothermes pour pouvoir les récupérer. Faire un mail pour prévenir de votre envoi à Yves et les deux Isabelle (yves.gauzere@educagri.fr; 'isabelle.lamy@educagri.fr'; 'isabelle.cuvillier@educagri.fr').

Envoi prélèvements:
A l’attention d’Isabelle Cuvillier ou Fabienne Groualle.
Service RetD
ENILBIO de Poligny
Rue de Versailles
39800 POLIGNY
Tel standard: 03 84 73 76 76
Tel Fabrice – technicien expérimentation: 03 84 73 76 77

1.7 Questionnaire d’enquête

Utiliser la version définitive du questionnaire d’enquête.

Envoyer au fur et à mesure les questionnaires d’enquête remplis à Sabrina :

- Soit en les scannant et en les envoyant par mail (sabrina.raynaud@idele.fr),
- Soit en les envoyant par la poste après en avoir fait une copie que vous conserverez :

Envoi questionnaires :
Institut de l’Elevage
A l’attention de Sabrina Raynaud
Agrapole
23 avenue Jean Baldassini
69364 LYON CEDEX 07

1.8 Protocole de mesure des vitesses de l'air

Matériel :

Mallette de transport + carton à conserver pour les transports, Boîtier avec cache sur port USB, Câble de la sonde, Sonde + capuchon, [Support pour la sonde](#), Câble boîtier/port USB, Mode d'emploi, Piles rechargeables et chargeur, Pinceau, CD du logiciel

Précautions générales :

Remettre le capuchon sur la sonde dès que l'appareil n'est plus en mesure et bien visser le capuchon
Les variations de température peuvent influencer les mesures : aller toujours avec l'appareil du plus froid vers le plus chaud.

Marche sur piles (indicateur de charge), mais peut se brancher sur secteur si longues mesures. Consomme pas mal, ne pas lancer de série de mesures si piles chargées à moins de 25%. Le rétro-éclairage de l'écran augmente la consommation d'énergie.

Il craint les hygrométries à 100% : ne pas laisser plus de 6h dans cette atmosphère. Même chose si beaucoup de NH₃.

Entretien :

Si la boule a l'air encrassée, la balayer très doucement avec un pinceau.



Boîtier :



Possibilité d'enregistrement : 20 000 données au total et 9 999 enregistrements possibles (test=trials).

Mode d'emploi dans la ferme :

Rien de spécial à faire avant le suivi ou entre deux suivis.

Mesures à faire : vitesses d'air au séchoir, voire au hâloir si dynamique. L'appareil mesure une valeur et nous on veut des moyennes sur 10s pour tamponner les variations (pales des ventilateurs...).

Ouvrir la mallette dans la pièce la plus froide où des mesures doivent être faites avant de brancher la sonde et la laisser une dizaine de minutes se mettre en température. Puis allumer et attendre que la température se stabilise (quelques minutes au maximum).

Brancher la sonde, mettre sous tension (bouton 0/1 sur le côté gauche) et attendre que la température se stabilise. Vérifier que le boîtier est à la bonne heure.

Déclencher les mesures en un point (par exemple devant évaporateur) :

Menu

Calcul (3) (choisir calibration en se déplaçant avec les flèches puis appuyer sur « set »)

Mode moyenne 10s :

Se déplacer avec les flèches et appuyer sur « set » pour choisir « Data storage » :

Sampling time : 10

Faire « save info » pour valider le choix

Lieu des mesures :

Faire les mesures avec évaporateur en marche et porte fermée.

Dans le séchoir, et si dans hâloir si dynamique, faire des mesures (moyenne 10s à chaque point ? Un point=un essai) :

- Environ 50 cm devant évaporateur,
- Environ 50cm devant extracteur si présent
- Autour pile des fromages à suivre (en situant par rapport au flux d'air arrivant du groupe et des ventilateurs),
- Au-dessus de la pile des fromages à suivre
- Dans la pile des fromages à suivre (entre 2 claies), essayer d'avoir au moins 2 claies pleines de fromages au-dessus et de rentrer la sonde au moins

La sonde peut-être placée dans n'importe sens (la tête en bas...).

Ne pas faire « data clear » avant d'avoir vidé les données. Si on veut effacer : choisir « all clear », valider puis mettre « oui ».

Déchargement de l'appareil :

Avoir préalablement installé le logiciel : mettre le CD, il se lance tout seul et demande autorisation de lancer .exe → dire Ok et choisir la langue (english). Un raccourci s'installe sur le bureau (Anemomaster Measuring software). Redémarrer l'ordinateur.

Le brancher sur le PC. Double cliquer sur le raccourci du logiciel sur le bureau.

Cliquer sur « transfer » pour importer les données.

Pour afficher les données brutes, aller dans « windows » et choisir « data table ».

Measurement parameters settings pour choisir d'afficher les valeurs instantanées ou les moyennes par essai.

« Graph Display » pour changer les échelles des graphiques.

Pour sauvegarder les données et les extraire en format compatible avec excel : « File »/ « Save As » / choisir .csv

Pour convertir le .csv : ouvrir excel, ouvrir le .csv, ça affiche des trucs tout bizarres.

Sélectionner la première colonne entière et aller dans « données », cliquer sur « convertir », choisir « délimité » puis le type de séparateur (à vérifier), faire « terminer ». Puis « enregistrer sous » en .xls(x).

Envoyer à Sabrina le fichier .xls et envoyer la feuille de mesure en même temps que le questionnaire.

Enregistrement des mesures Anémomètre

Code de la ferme (région + numéro de suivi) :

Mesures au séchoir :

Plan sommaire de la pièce avec équipement et position des piles + situer endroits où on a fait les mesures.

	Devant évaporateur	Au-dessus pile	Devant pile par rapport au flux d'air	A côté de la pile par rapport au flux d'air (1 mesure de chaque côté)	Derrière pile par rapport au flux d'air	Dans la pile	Devant extracteur
Valeur							
Heure de la mesure							

Mesures au hâloir :

Plan sommaire de la pièce avec équipement et position des piles + situer endroits où on a fait les mesures.

	Devant évaporateur	Au-dessus pile	Devant pile par rapport au flux d'air	A côté de la pile par rapport au flux d'air (1 mesure de chaque côté)	Derrière pile par rapport au flux d'air	Dans la pile	Devant extracteur
Valeur							
Heure de la mesure							

ANNEXE 4 – QUESTIONNAIRE DES ENQUETES DE TERRAIN

Enquête LACTAFF – questionnaire Version définitive

Annexes : Fiches « inventaire des fromages » en rab, en cas de sous-lots à décrire.

2. Prise de rendez-vous :

- En prenant RDV, vérifier (au moment de l'enquête):
 - Présence d'au moins un lot de fromages du type recherché
 - Absence de fromages « non » lactiques » dans le hâloir
 - 30L de lait minimum transformés par jour
 - 2 claies minimum fabriquées par jour en « fromage à suivre »
 - Heure démoulage et s'il y aura encore de l'activité en fromagerie à ce moment-là,
 - Si certains formats ne sont fabriqués que certains jours,
 - Préparer plan de la fromagerie et devis groupe froid ou autres (et copie si possible),
 - Pas en période accident
 - Existe-t-il une traçabilité des lots ?
- Date et heure RDV visite 1 :
- Date et heure RDV visite 2 :

3. Identification

Nom de l'enquêteur :

Date de suivi : / /

Nom-Prénom de l'éleveur : Nom de l'exploitation :	N° de suivi
--	-------------

Adresse :

Code Postal / Ville :

Téléphone : / / / /

Portable : / / / /

4. Généralités

Mettre en marche le prototype SACHA et déposer les géloses dans les différentes pièces.
Durant la stabilisation de SACHA et les 45 minutes de sédimentation, remplir le questionnaire :

4.1 Données météo

A compléter si la météo est exceptionnelle pour la période, particulièrement extrême

Avec SACHA si possible :

T°C extérieure	HR extérieure	Heure	Altitude	Vents
				<input type="checkbox"/> Sans vent <input type="checkbox"/> Avec vent dominant, préciser : <input type="checkbox"/> Autre vent, préciser :

4.2 Productions

Cheptel :

Effectif chèvres laitières :

Mises bas :

Étalées

Groupées - Effectif par lot :

- Période :

Monotraite :

Non

Oui, toute l'année

Oui, période :

Lait :

Volume total transformé à la ferme (annuel) :

L / an

Volume transformé au pic de lactation (par jour) :

L / jour

Volume lait livré (annuel):

L / an

(Volumes saison précédente ou autre si cette année est non représentative)

Mois du pic de lactation :

Période de livraison :

Généralités

Interruption de la production :

- Aucune
 Oui, mois :

Utilisez-vous du caillé congelé ?

- Non
 Oui une majeure partie de l'année
 Oui à certaines périodes de l'année,
- précisez les mois :
- précisez taux d'incorporation (et impact sur la flore de surface ?) :

4.3 Fromages à suivre, état à 14 jours après démoulage

Choisir le type de fromage à suivre

Remplir en parlant seulement de ce type de fromage, à J+14

Définition grossière du fromage à suivre (dimensions, nom donné par le producteur...) :

Volume de lait / fromage :	ds recherché 14j après démoulage :

Type(s) de couverture(s) recherchée(s) :

- Pénicillium bleu
 Géotrichum
 Mixte (certains Pénicillium, certains Géotrichum)
 Les deux sur les mêmes fromages
 Autres, préciser :

Type de croûte observée :

- Sèche et très rase
 Fleurie rase « poudreuse » (Géo)
 Fleurie type « camembert » ou « cartonneuse » (Penicillium) qu'elle soit blanche ou bleue
 Autres, préciser :

Couleur de la croûte observée :

- Blanche
 Blanche cassée / ivoire / crème
 Bleue (résultat final qui nous importe, que le bleu apparaisse plus ou moins tardivement)
- précisez stade d'apparition :
- précisez si que à certaines périodes :
 Autre, précisez :

Recherchez-vous une pâte crémeuse ?

Généralités

- Non
- Oui pour tous les fromages
- Oui pour certains fromages, préciser différences d'itinéraire entre crémeux et non crémeux :

Phase d'expression du producteur sur la couverture de surface recherchée :

A quel stade atteignent-ils le stade d'affinage souhaité ? (notamment si les fromages sont bleus)

Y a-t-il des différences dans les couvertures des fromages au cours de l'année ?

- Non
- Oui, préciser problèmes, périodes, durées :

4.4 Ensemble des fromages lactiques :

Y a-t-il eu des problèmes important de flores de surface :

- Au cours de la saison de fabrication en cours ?
- Si oui, préciser le type de problèmes rencontrés (fréquence, période, durée, conséquences...):

- Au cours de la dernière saison de fabrication ?
- Si oui, préciser le type de problèmes rencontrés (fréquence, période, durée, conséquences...):

Y a-t-il plusieurs types de couvertures dans le hâloir ?

- Non
- Oui, choisies
- Oui, subies

4.5 Généralités sur les locaux

Pour l'ensemble des locaux de ressuyage, séchage et affinage :
Comment avez-vous choisi vos locaux ?

Comment avez-vous choisi et fait évoluer les équipements ?

- Avec un frigoriste
- Avec plusieurs frigoristes
- Avec l'exemple d'autres fromageries
- Autre :

Phase d'expression sur ce qui l'a amené à choisir ces équipements et comment il les a fait évoluer

5. Description du schéma de fabrication lactique:

A remplir pour le type de fromages dont on va suivre l'affinage
Mesures éventuelles sur une autre fabrication pour certains paramètres
En grisé ce qui peut être mesuré

Emprésurage après chaque traite

non, 1 emprésurage par jour oui, 2 emprésurages par jour

Stockage ou préparation du lait du soir

Date:

Heure de début de stockage ou préparation :

T° de stockage du lait si connue :

Ensemencement : oui, ferments lactiques oui, ferments d'affinage Non

Nature :

Quantité :

Mode d'ensemencement :

Maturation chaude le matin

oui non

Date:

Heure de début de maturation :

T° du lait si connue :

Ensemencement : oui, ferments lactiques oui, ferments d'affinage Non

Nature :

Quantité :

Mode d'ensemencement :

Lait de fabrication

T° du lait si connue :

Ensemencement : oui, ferments lactiques oui, ferments d'affinage Non

Nature :

Quantité :

Mode d'ensemencement :

Schéma de fabrication

Caillage		
Date:	Heure de début :	Heure de fin :
Dose présure / 100L de lait :		
Type de présure (Quantité chymosine) :		
T° caillage :		

Pré-égouttage		
<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non		
Date:	Heure de début :	Heure de fin :
T° salle :		

Moulage - Egouttage en moules		
Date:	Heure de moulage :	
Pulvérisation de flore de surface ?	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Quel produit, mode de préparation :		
T° salle :		

Salage face A		Salage face B	
Date:	Heure de salage :	Date:	Heure de salage :
Type de sel :		Type de sel :	
Mode de salage (pincée...)		Mode de salage (pincée...)	

6. Ressuyage

Pratique du ressuyage :

- Oui Non (passer à la partie séchage)

6.1 Fromages en fin de ressuyage

Rempli sur un autre lot que le lot à suivre

Type de flore de surface en fin de ressuyage :

Face A (haut)	Face B (bas)
<input type="checkbox"/> Aucune pousse (surface brillante)	<input type="checkbox"/> Aucune pousse (surface brillante)
<input type="checkbox"/> Légère pousse (surface terne)	<input type="checkbox"/> Légère pousse (surface terne)
<input type="checkbox"/> Pousse normale (surface terne +)	<input type="checkbox"/> Pousse normale (surface terne +)
<input type="checkbox"/> Forte pousse (surface terne ++)	<input type="checkbox"/> Forte pousse (surface terne ++)

- Ensemble des fromages homogènes au niveau de la pousse

Couleur de cette flore de surface :

- Blanc
 Crème
 Jaune
 Autre :

La pièce est t elle :

- Peu chargée
 Moyennement chargée
 Très chargée

*Prendre une photo des fromages
Remplir tableau des mesures => fiche producteur*

6.2 Locaux au ressuyage

Type de local de ressuyage :

- Pièce dédiée
 Salle de fabrication
 Autre pièce, préciser :

Si le ressuyage est en salle de fabrication, est ce que le fromage suivi croise des fromages d'autres technologies ?

SECHOIR

- Non, jamais
- Non, pas en cette période de l'année
- Oui, d'autres types sont fabriqués en même temps
- Non, d'autres types sont fabriqués, mais un autre jour

Etat des locaux : (peintures, joints, ...) Bon Moyen Mauvais

Traces de moisissures :

- Aucune ou peu
- Plafond
- Angles
- Tous les murs
- Un mur
- Sol

Commentaire :

Traces de condensation :

- Aucune ou peu
- Plafond
- Angles
- Tous les murs
- Un mur
- Sol

Commentaire :

Zones de stagnation d'eau :

- Aucune ou peu
- Plafond
- Angles
- Tous les murs
- Un mur
- Sol

Commentaire :

La pièce est-elle ouverte sur

- La laverie
- Le hâloir

Y a-t-il des problèmes de conception ? Préciser :

La pièce est-elle enterrée ?

- Oui
- Non
- En partie

Comment est la porte ? (étanche ou pas)

- Étanche
- Non étanche

Type de porte du local (matériau, est-ce que double recouvrement ?, étanchéité, ...) :

Age local (en années) :

Taille local

m):
:
h):

Type de revêtement :

SECHOIR

Sol :

- Carrelage
- Béton lissé
- Résine
- Autre, préciser :

Murs :

- Enduit (dont chaux) NON peint
- Enduit (dont chaux) + peinture
- Panneaux plastique, PVC
- Bois
- Carrelage
- Autre, préciser :

Plafond :

- Enduit (dont chaux) NON peint
- Enduit (dont chaux) + peinture
- Panneaux plastique, PVC
- Lambris PVC
- Autre, préciser :

Y a-t-il une isolation :

Sol :

- Non
- Oui, nature et épaisseur de l'isolant :

Murs :

- Non
- Oui, nature et épaisseur de l'isolant :

Plafond :

- Non
- Oui, nature et épaisseur de l'isolant :

Y a t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le local de ressuyage

- Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte
- Entrée d'air, précisez le type d'entrée d'air :
- Sortie d'air, précisez le type d'entrée d'air :

6.3 Equipements au ressuyage:

6.3.1 Groupe froid :

Type :

- A détente directe
- A fluide intermédiaire (eau glacée, eau glycolée, ...)
- Groupe froid centralisé
- Climatisation réversible domestique
- Climatisation NON réversible domestique
- Autre, précisez :

Ventilation du groupe froid:

- Aucune
- Simple flux
- Double flux

Cette ventilation est-elle :

- Discontinue, arrêts / ralentissements liés à une boucle de régulation
- Discontinue, arrêts / ralentissements réalisés manuellement par le producteur
- Continue
- Autre, Décrire :

Quel est le Delta T du groupe froid ?

Voir le devis du groupe froid

Batterie chaude sur l'évaporateur : Non Oui

SECHOIR

Récupérateur de chaleur: Non Oui

Le groupe froid est t il propre ? Non Oui

Gaine textile de diffusion d'air ? Non Oui, type:

Age du groupe froid (en années) :

6.3.2 Chauffage au ressuyage

Pas de chauffage

Quel est votre système de chauffage ?

<input type="checkbox"/> Un chauffage d'appoint, préciser type :	<input type="checkbox"/> Un système de chauffage permanent, préciser type :
<input type="checkbox"/> Chauffage central <input type="checkbox"/> Climatisation réversible domestique <input type="checkbox"/> Chauffage électrique <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Si chauffage électrique, type : <input type="checkbox"/> Convecteur « standard » <input type="checkbox"/> Radiateur à accumulation <input type="checkbox"/> Radiateur soufflant <input type="checkbox"/> Panneau radiant ou rayonnant	<input type="checkbox"/> Chauffage central <input type="checkbox"/> Climatisation réversible domestique <input type="checkbox"/> Chauffage électrique <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Si chauffage électrique, type : <input type="checkbox"/> Convecteur « standard » <input type="checkbox"/> Radiateur à accumulation <input type="checkbox"/> Radiateur soufflant <input type="checkbox"/> Panneau radiant ou rayonnant

6.3.3 Régulation au ressuyage

Au ressuyage, pouvez-vous piloter :

- La température
- L'hygrométrie
- La vitesse de l'air

Précisions pour les critères qui peuvent être pilotés :

Comment pouvez-vous piloter la température ?

- Thermostat du groupe froid / de l'évaporateur
- Thermostat radiateur
- Autres, préciser :

Comment pouvez-vous piloter l'hygrométrie ?

- Hygrostat du groupe froid
- Déshumidificateur
- Humidificateur**, préciser :
 - Résistance qui chauffe l'eau de condensation de l'évaporateur
 - Appareil industriel à vapeur chaude (résistance)
 - Appareil domestique à vapeur chaude (résistance)
 - Appareil industriel à vapeur froide (ultrasons ou autres)
 - Appareil domestique à vapeur froide (ultrasons ou autres)
 - Brumisateur à buses
 - Autre humidificateur, préciser :

Autre pratique d'humidification, préciser :

SECHOIR

Comment pouvez-vous piloter la vitesse d'air ?

- Variateur sur le ou les ventilateurs de l'évaporateur
- Ventilateurs d'appoint
- VMC ou extracteur
- Autres, préciser :

6.3.1 *Autres éléments au ressuyage*

- Ventilateur extérieur au bloc froid, nombre :
- Extracteur
- Autre, préciser :

Support sous fromages (paillons, grilles, buvard ...) :

- Claies inox empilables
- Claies inox sur glissières (claies pâtisseries)
- Claies inox empilables et stores
- Claies inox sur glissières (claies pâtisseries) et stores
- Caisses
- Autre, précisez :

Avez-vous fait des travaux en salle de ressuyage ou avez-vous changé des équipements dans les 5 dernières années ? Si oui quoi ?

6.4 *Pratiques au ressuyage*

Adaptations du mode de ressuyage dans l'année : Préciser lesquelles, pourquoi, quand, ... ?) :

- Adaptations logistiques (caisses/grilles, ajout d'un ventilateur,...)

- Non
- Oui, mouvement inter-piles, Fréquence ? Moment de la journée? _____
- Oui, mouvement intra-piles, Fréquence ? Moment de la journée? _____
- Autres adaptations. Lesquelles ? Fréquence ? Moment de la journée?

- *Adaptation des conditions de température, hygrométrie,...* : Non

Oui

Lesquelles ? Fréquence ? Moment de la journée?

Quel sont vos critères de fin de ressuyage ?

6.5 Séchoir

Pratiquez-vous UNE ETAPE de séchage ?

Non

(Passer à la partie hâloir)

Oui, pratique un séchage hors pièce dédiée

(Remplir la partie « séchoir – fromages en fin de séchage » + « séchoir – pratiques de séchage »)

Oui, dans un séchoir

La pièce est t elle :

très peu chargée (quelques claies)

peu chargée (les piles couvrent environ ¼ du sol de la pièce)

moyennement chargée (les piles couvrent environ ½ du sol de la pièce)

très chargée (les piles couvrent environ ¾ du sol de la pièce)

saturée (les piles couvrent plus de ¾ du sol de la pièce)

S'agit-il du chargement au pic de cette pièce ?

Non

Oui

6.1 Fromages en fin de séchage

Sur un autre lot, celui qui rentre au hâloir le jour de la visite 1 :

Voir inventaire

*Prendre une photo des fromages
Remplir tableau de mesures => fiche producteur*

6.2 Locaux au séchage

Si vous avez une pièce dédiée, *type de séchoir* :

Naturel ou pièce avec des ventilateurs

Avec plafonnier

Avec plafonnier et air conduit

Avec air conduit par gaine

Tournant

Autre, préciser :

Etat des locaux : (peintures, joints, ...)

Bon

Moyen

Mauvais

Traces de moisissures :

Aucune ou peu

Plafond

Angles

Tous les murs

Un mur

Sol

Commentaire :

Traces de condensation :

Aucune ou peu

Plafond

Angles

Tous les murs

Un mur

Sol

Commentaire :

SECHOIR

Zones de stagnation d'eau :

- Aucune ou peu Plafond Angles Tous les murs Un mur Sol

Commentaire :

La pièce est-elle ouverte sur

- La laverie La salle de fabrication

Y a-t-il des problèmes de conception ? Préciser :

La pièce est-elle enterrée ?

- Oui Non En partie

Comment est la porte ? (étanche ou pas)

- Étanche Non étanche

Type de porte du séchoir (matériau, est-ce que double recouvrement ?, étanchéité, ...) :

Age local (en années) :

Taille local

m):
:
n):

Type de revêtement :

Sol :

- Carrelage
 Béton lissé
 Résine
 Autre, préciser :

Murs :

- Enduit (dont chaux) NON peint
 Enduit (dont chaux) + peinture
 Panneaux plastique, PVC
 Bois
 Carrelage
 Autre, préciser :

Plafond :

- Enduit (dont chaux) NON peint
 Enduit (dont chaux) + peinture
 Panneaux plastique, PVC
 Lambris PVC
 Autre, préciser :

Y a-t-il une isolation :

Sol :

- Non
 Oui, nature et épaisseur
de l'isolant :

Murs :

- Non
 Oui, nature et épaisseur
de l'isolant :

Plafond :

- Non
 Oui, nature et épaisseur
de l'isolant :

Y a-t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le local de séchage ?

- Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte
 Entrée d'air, précisez le type :
 Sortie d'air, précisez le type :

6.3 Equipements

6.3.1 Groupe froid au séchage

Description du groupe froid du séchoir :

- A détente directe
- A fluide intermédiaire (eau glacée, eau glycolée, ...)
- Groupe froid centralisé
- Climatisation

Ventilation du groupe froid:

- Aucune
- Simple flux
- Double flux

Cette ventilation est-elle :

- Discontinue, arrêts / ralentissements liés à une boucle de régulation
- Discontinue, arrêts / ralentissements réalisés manuellement par le producteur
- Continue
- Autre, décrire :

Quel est le Delta T du groupe froid ?

Voir le devis du groupe froid

Batterie chaude sur l'évaporateur : Non Oui

Récupérateur de chaleur: Non Oui

Le groupe froid est t il propre ? Non Oui

Gaine textile de diffusion d'air ? Non Oui, type:

Age du groupe froid (en années) :

6.3.1 Chauffage au séchage

Pas de chauffage

Quel est votre système de chauffage ?

<input type="checkbox"/> Un chauffage d'appoint, préciser type :	<input type="checkbox"/> Un système de chauffage permanent, préciser type :
<input type="checkbox"/> Chauffage central <input type="checkbox"/> Climatisation réversible domestique <input type="checkbox"/> Chauffage électrique <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Si chauffage électrique, type : <input type="checkbox"/> Convecteur « standard » <input type="checkbox"/> Radiateur à accumulation <input type="checkbox"/> Radiateur soufflant <input type="checkbox"/> Panneau radiant ou rayonnant	<input type="checkbox"/> Chauffage central <input type="checkbox"/> Climatisation réversible domestique <input type="checkbox"/> Chauffage électrique <input type="checkbox"/> Autre, préciser : Si chauffage électrique, type : <input type="checkbox"/> Convecteur « standard » <input type="checkbox"/> Radiateur à accumulation <input type="checkbox"/> Radiateur soufflant <input type="checkbox"/> Panneau radiant ou rayonnant

SECHOIR

6.3.2 Régulation au séchage

Au séchage, pouvez-vous piloter :

- La température
- L'hygrométrie
- La vitesse de l'air

Précisions pour les critères qui peuvent être pilotés :

Comment pouvez-vous piloter la température ?

- Thermostat du groupe froid / de l'évaporateur
- Thermostat radiateur
- Autres, préciser :

Comment pouvez-vous piloter l'hygrométrie ?

- Hygrostat du groupe froid
- Déshumidificateur
- Humidificateur*, préciser :
 - Résistance qui chauffe l'eau de condensation de l'évaporateur
 - Appareil industriel à vapeur chaude (résistance)
 - Appareil domestique à vapeur chaude (résistance)
 - Appareil industriel à vapeur froide (ultrasons ou autres)
 - Appareil domestique à vapeur froide (ultrasons ou autres)
 - Brumisateur à buses
 - Autre humidificateur, préciser :

- Autre pratique d'humidification, préciser :

Comment pouvez-vous piloter la vitesse d'air ?

- Variateur sur le ou les ventilateurs de l'évaporateur
- Ventilateurs d'appoint
- VMC ou extracteur
- Autres, préciser

6.3.3 Autres éléments au séchage

- Ventilateur extérieur au bloc froid, nombre :
- Extracteur
- Autre, préciser :

Support sous fromages (paillons, grilles, buvard ...) :

- Claies inox empilables
- Claies inox sur glissières (claies pâtisseries)
- Claies inox empilables et stores
- Claies inox sur glissières (claies pâtisseries) et stores
- Caisses
- Autre, précisez :

Avez-vous fait des travaux au séchoir ou avez-vous changé des équipements dans les 5 dernières années ? Si oui quoi ?

6.4 Pratiques au séchage

Avez-vous une pièce dédiée au séchage des fromages ?

Oui Non

Si vous n'avez pas de pièce dédiée, quelles pratiques peuvent s'apparenter à un séchage ?

Adaptations du mode de séchage dans l'année : Préciser lesquelles, pourquoi, quand, ... ?) :

- Adaptations logistiques (caisses/grilles, ajout d'un ventilateur,...)

Non

Oui, mouvement inter-piles, Fréquence ? Moment de la journée? _____

Oui, mouvement intra-piles, Fréquence ? Moment de la journée? _____

Autres adaptations. Lesquelles ? Fréquence ? Moment de la journée?

- *Adaptation des conditions de température, hygrométrie,...* : Non
Oui

Lesquelles ? Fréquence ? Moment de la journée?

Quel sont vos critères de fin de séchage ?

7. Hâloir

7.1 Fromages au hâloir

Décrire les types de fromages => voir Inventaire
Prendre une photo des fromages
Remplir tableau des mesures => voir fiche producteur

7.2 Locaux au hâloir

Etat des locaux : (peintures, joints, ...) Bon Moyen Mauvais

Traces de moisissures :
 Aucune ou peu Plafond Angles Tous les murs Un mur Sol
Commentaire :

Traces de condensation :
 Aucune ou peu Plafond Angles Tous les murs Un mur Sol
Commentaire :

Zones de stagnation d'eau :
 Aucune ou peu Plafond Angles Tous les murs Un mur Sol
Commentaire :

La pièce est-elle ouverte sur
 La laverie La salle de fabrication

Y a-t-il des problèmes de conception ? Préciser :

La pièce est-elle enterrée ?
 Oui Non En partie

Comment est la porte ? (étanche ou pas)
 Étanche Non étanche

Type de porte du hâloir (matériau, est-ce que double recouvrement ?, étanchéité, ...) :

Age hâloir (en années) :

Taille hâloir

m):		
:		
h):		

HALOIR

Type de revêtement :

Sol :

- Carrelage
- Béton lissé
- Résine
- Autre, précisez :

Murs :

- Enduit (dont chaux) NON peint
- Enduit (dont chaux) + peinture
- Panneaux plastique, PVC
- Bois
- Carrelage
- Autre, précisez :

Plafond :

- Enduit (dont chaux) NON peint
- Enduit (dont chaux) + peinture
- Panneaux plastique, PVC
- Lambris PVC
- Autre, précisez :

Y a-t-il une isolation :

Sol :

- Non
- Oui, nature et épaisseur de l'isolant :

Murs :

- Non
- Oui, nature et épaisseur de l'isolant :

Plafond :

- Non
- Oui, nature et épaisseur de l'isolant :

Y a-t-il une sortie et/ou une entrée d'air autre que la porte dans le local d'affinage ?

- Pas d'entrée ni de sortie d'air autre que la porte
- Entrée d'air, précisez le type :
- Sortie d'air, précisez le type :

7.3 Equipements au hâloir

7.3.1 Groupe froid au hâloir

Description du groupe froid du hâloir :

- A détente directe
- A fluide intermédiaire (eau glacée, eau glycolée, ...)
- Groupe froid centralisé
- Climatisation

Positionnement du groupe froid du hâloir :

- Plafonnier
- Mur
- Autre, décrire :

HALOIR

Ventilation du groupe froid:

- Aucune
- Simple flux
- Double flux

Cette ventilation est-elle :

- Discontinue, arrêts / ralentissements liés à une boucle de régulation
- Discontinue, arrêts / ralentissements réalisés manuellement par le producteur
- Continue
- Autre, décrire :

Quel est le Delta T du groupe froid ?

Voir le devis du groupe froid

Batterie chaude sur l'évaporateur : Non Oui

Récupérateur de chaleur: Non Oui

Le groupe froid est t il propre ? Non Oui

Gaine textile de diffusion d'air ? Non Oui, type:

Age du groupe froid (en années) :

7.3.2 Chauffage au hâloir

Pas de chauffage

Quel est votre système de chauffage ?

Un chauffage d'appoint, préciser type :

- Chauffage central
- Climatisation réversible domestique
- Chauffage électrique
- Autre, préciser :

Si chauffage électrique, type :

- Convecteur « standard »
- Radiateur à accumulation
- Radiateur soufflant
- Panneau radiant ou rayonnant

Un système de chauffage permanent, préciser type :

- Chauffage central
- Climatisation réversible domestique
- Chauffage électrique
- Autre, préciser :

Si chauffage électrique, type :

- Convecteur « standard »
- Radiateur à accumulation
- Radiateur soufflant
- Panneau radiant ou rayonnant

7.3.3 Régulation au hâloir

Au hâloir, pouvez-vous piloter :

- La température
- L'hygrométrie
- La vitesse de l'air

Précisions pour les critères qui peuvent être pilotés :

HALOIR

Comment pouvez-vous piloter la température ?

- Thermostat du groupe froid / de l'évaporateur
- Thermostat radiateur
- Autres, préciser :

Comment pouvez-vous piloter l'hygrométrie ?

- Hygrostat du groupe froid
- Déshumidificateur
- Humidificateur*, préciser :
 - Résistance qui chauffe l'eau de condensation de l'évaporateur
 - Appareil industriel à vapeur chaude (résistance)
 - Appareil domestique à vapeur chaude (résistance)
 - Appareil industriel à vapeur froide (ultrasons ou autres)
 - Appareil domestique à vapeur froide (ultrasons ou autres)
 - Brumisateur à buses
 - Autre humidificateur, préciser :

- Autre pratique d'humidification, préciser :

Comment pouvez-vous piloter la vitesse d'air ?

- Variateur sur le ou les ventilateurs de l'évaporateur
- Ventilateurs d'appoint
- VMC ou extracteur
- Autres, préciser

7.3.4 Autres éléments au hâloir 1

- Ventilateur extérieur au bloc froid, nombre :
- Extracteur
- Autre, préciser :

Support sous fromages (paillons, grilles, buvard ...) :

- Claies inox empilables
- Claies inox sur glissières (claies pâtisseries)
- Claies inox empilables et stores
- Claies inox sur glissières (claies pâtisseries) et stores
- Caisses
- Autre, précisez :

Avez-vous fait des travaux au hâloir 1 ou avez-vous changé des équipements dans les 5 dernières années ? Si oui quoi ?

7.4 Pratiques au hâloir

Adaptations du mode d'affinage dans l'année : Préciser lesquelles, pourquoi, quand, ... ?) :

- Adaptations logistiques (caisses/grilles, ajout d'un ventilateur,...)

HALOIR

- Non
 Oui, mouvement inter-piles, quand ? Fréquence ? Moment de la journée? _____
 Oui, mouvement intra-piles, quand ? Fréquence ? Moment de la journée? _____
 Autres adaptations. Lesquelles ? Fréquence ? Moment de la journée?

- *Adaptation des conditions de température, hygrométrie,...* : Non
Oui

Lesquelles ? Fréquence ? Moment de la journée?

Quel sont vos critères de fin d'affinage ?

La pièce est t elle :

- très peu chargée (quelques claies)
 peu chargée (les piles couvrent environ $\frac{1}{4}$ du sol de la pièce)
 moyennement chargée (les piles couvrent environ $\frac{1}{2}$ du sol de la pièce)
 très chargée (les piles couvrent environ $\frac{3}{4}$ du sol de la pièce)
 saturée (les piles couvrent plus de $\frac{3}{4}$ du sol de la pièce)

S'agit-il du chargement au pic de cette pièce ?

- Non Oui

8. Retournements des fromages

	Nombre de retournements par étape
Egouttage	
Ressuyage	
Séchage	
Hâloir	
Total retournements depuis moulage:	

9. Avis du technicien sur l'atteinte des objectifs de couverture du producteur

Le jour de la visite et concernant le type de fromage à suivre :

La couverture des fromages est-elle très hétérogène pour des fromages ayant eu le même itinéraire technologique, au même stade ? (peut être recherché par exemple si vente en marché)

Oui Non

D'après le technicien, la couverture est-elle conforme à l'objectif du producteur le jour de la visite ?

Oui Non

Si elle n'est pas conforme à l'objectif du producteur, préciser le type de problème rencontré :

Si elle n'est pas conforme à l'objectif du producteur, le problème est-il :

Mineur Majeur

Est-ce que ce problème touche l'ensemble des fromages ?

Oui Non

10. Autres fromages

Types de fromages affinés dans le même hâloir que les fromages étudiés :

Uniquement des fromages lactiques au lait de chèvre, type palet/crottin non cendré, proche de 1L de lait / fromage

Plusieurs fromages affinés dans le même hâloir que les fromages étudiés, préciser :

Cocher à droite si présence de ce type de fromage dans le hâloir au moment de l'étude

Fromages lactiques au lait de chèvre, divers formats

Fromages lactiques au lait de vache affinés dans le même hâloir

Fromages lactiques au lait de brebis affinés dans le même hâloir

Fromages d'autres technologies / couvertures au lait de chèvre / cendrés

- précisez techno :
- précisez couverture :

Fromages autres que lactiques au lait de vache dans le même hâloir

- précisez techno :
- précisez couverture :

Fromages autres que lactiques au lait de brebis dans le même hâloir

- précisez techno :
- précisez couverture :

Autres, préciser type:

11. Inventaires visite 1

FROMAGES PRESENTS (à décrire par le technicien le jour de sa première visite, puis laisser une fiche entrées-sorties au producteur).

11.1 Inventaire du séchoir en visite 1

Lot 1 (fromages du même type que les fromages qui vont être suivis, jour de leur entrée au séchoir)

<p>Identification du lot :</p> <p>Nombre de fromages dans le lot</p> <p>Poids moyen d'un fromage (peser 3 fromages)</p> <p>La couverture des fromages est-elle homogène dans ce lot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si non remplir des fiches « sous-lot »</p>	<p>Date d'emprésurage :</p> <p>Date entrée séchoir :</p> <p>pH</p>	<p>Forme</p> <p><input type="checkbox"/> Palet <input type="checkbox"/> crottin <input type="checkbox"/> bûche <input type="checkbox"/> pyramide <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Diamètre : Hauteur :</p>	<p>Si besoin :</p> <p>section haute : section basse :</p> <p>Texture : <input type="checkbox"/> ferme <input type="checkbox"/> suspecté d'être coulant</p>
<p>Aspect extérieur de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Geo ras <input type="checkbox"/> Geo fleuri poudreux <input type="checkbox"/> Penicillium <input type="checkbox"/> Les 2 juxtaposés <input type="checkbox"/> Les 2 superposés</p> <p>Implantation de la flore <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Aspect extérieur de la croûte (hors couleur) si Geotrichum :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse sans flore <input type="checkbox"/> croûte très fine <input type="checkbox"/> Petits plis homogènes <input type="checkbox"/> Nombreux plis homogènes / vermiculé <input type="checkbox"/> Peau de crapaud</p>	<p>Couleur dominante de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Blanc <input type="checkbox"/> Ivoire /Crème <input type="checkbox"/> Bleu <input type="checkbox"/> Bleu-vert <input type="checkbox"/> Bleu-gris</p> <p>Flores indésirables : <input type="checkbox"/> Gris poil de chat <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Couleur de la croûte <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Répartition de la couleur</p> <p>- Couleur en spots : Précisez couleur des spots si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> 1 à 5 spots /face sup <input type="checkbox"/> 5 à 16 spots /face sup <input type="checkbox"/> >16 spots/face sup <input type="checkbox"/> Nombreux gros spots</p> <p>- Couleur en duvet : Précisez couleur du duvet si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> début duvet, <input type="checkbox"/> tâche diffuse, étendue : <input type="checkbox"/> Entièrement couvert de duvet</p>

<p>Texture au couteau au moment de la coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> Collant <input type="checkbox"/> Ferme <input type="checkbox"/> Friable <input type="checkbox"/> Cassant</p>	<p>Croûte à la coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> reste en place <input type="checkbox"/> « coule » en suivant le couteau</p>	<p>Croûte après coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> fine <input type="checkbox"/> épaisse « molle » <input type="checkbox"/> épaisse cartonneuse</p>	<p>Aspect de la pâte au niveau de la coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse <input type="checkbox"/> Granuleuse</p> <p><input type="checkbox"/> Compacte <input type="checkbox"/> Quelques trous <input type="checkbox"/> Beaucoup de trous</p> <p><input type="checkbox"/> Coulante <input type="checkbox"/> Friable <input type="checkbox"/> Cassante</p>
<p>Taille protéolyse sous croûte, croûte comprise : Faire une croix sur l'échelle (en mm)</p> <p>0 1 2 3 4 5</p><p>| | | | | |</p>			

Lot 2

<p>Identification du lot :</p> <p>Nombre de fromages dans le lot</p> <p>Poids moyen d'un fromage (peser 3 fromages)</p> <p>La couverture des fromages est-elle homogène dans ce lot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non remplir en choix multiple avec des commentaires.</p>	<p>Date d'emprésurage :</p> <p>Date entrée séchoir :</p>	<p>Forme</p> <p><input type="checkbox"/> Palet <input type="checkbox"/> crottin <input type="checkbox"/> bûche <input type="checkbox"/> pyramide <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Diamètre : Hauteur :</p>	<p>Si besoin :</p> <p>section haute : section basse :</p> <p>Texture : <input type="checkbox"/> ferme <input type="checkbox"/> suspecté d'être coulant</p>
<p>Aspect extérieur de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Geo ras <input type="checkbox"/> Geo fleuri poudreux <input type="checkbox"/> Penicillium <input type="checkbox"/> Les 2 juxtaposés <input type="checkbox"/> Les 2 superposés</p> <p>Implantation de la flore <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Aspect extérieur de la croûte (hors couleur) si Geotrichum :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse sans flore <input type="checkbox"/> croûte très fine <input type="checkbox"/> Petits plis homogènes <input type="checkbox"/> Nombreux plis homogènes / vermiculé <input type="checkbox"/> Peau de crapaud</p>	<p>Couleur dominante de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Blanc <input type="checkbox"/> Ivoire /Crème <input type="checkbox"/> Bleu <input type="checkbox"/> Bleu-vert <input type="checkbox"/> Bleu-gris</p> <p>Flores indésirables : <input type="checkbox"/> Gris poil de chat <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Couleur de la croûte <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Répartition de la couleur</p> <p>- Couleur en spots : Précisez couleur des spots si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> 1 à 5 spots /face sup <input type="checkbox"/> 5 à 16 spots /face sup <input type="checkbox"/> >16 spots/face sup <input type="checkbox"/> Nombreux gros spots</p> <p>- Couleur en duvet : Précisez couleur du duvet si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> début duvet, <input type="checkbox"/> tâche diffuse, étendue : <input type="checkbox"/> Entièrement couvert de duvet</p>

11.2 Inventaire du hâloir en visite 1

Lot 1 (fromages du même type que les fromages qui vont être suivis, jour de leur entrée au hâloir)

<p>Identification du lot :</p> <p>Nombre de fromages dans le lot</p> <p>Poids moyen d'un fromage (peser 3 fromages)</p> <p>La couverture des fromages est-elle homogène dans ce lot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non remplir des fiches « sous-lot »</p>	<p>Date d'emprésurage :</p> <p>Date entrée hâloir :</p> <p>pH</p>	<p>Forme</p> <p><input type="checkbox"/> Palet <input type="checkbox"/> crottin <input type="checkbox"/> bûche <input type="checkbox"/> pyramide <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Diamètre :</p> <p>Hauteur :</p>	<p>Si besoin :</p> <p>section haute : section basse :</p> <p>Texture : <input type="checkbox"/> ferme <input type="checkbox"/> suspecté d'être coulant</p>
<p>Aspect extérieur de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Geo ras <input type="checkbox"/> Geo fleuri poudreux <input type="checkbox"/> Penicillium <input type="checkbox"/> Les 2 juxtaposés <input type="checkbox"/> Les 2 superposés</p> <p>Implantation de la flore <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Aspect extérieur de la croûte (hors couleur) si Geotrichum :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse sans flore <input type="checkbox"/> croûte très fine <input type="checkbox"/> Petits plis homogènes <input type="checkbox"/> Nombreux plis homogènes / vermiculé <input type="checkbox"/> Peau de crapaud</p>	<p>Couleur dominante de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Blanc <input type="checkbox"/> Ivoire /Crème <input type="checkbox"/> Bleu <input type="checkbox"/> Bleu-vert <input type="checkbox"/> Bleu-gris</p> <p>Flores indésirables : <input type="checkbox"/> Gris poil de chat <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Couleur de la croûte <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Répartition de la couleur</p> <p>- Couleur en spots : Précisez couleur des spots si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> 1 à 5 spots /face sup <input type="checkbox"/> 5 à 16 spots /face sup <input type="checkbox"/> >16 spots/face sup <input type="checkbox"/> Nombreux gros spots</p> <p>- Couleur en duvet : Précisez couleur du duvet si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> début duvet, <input type="checkbox"/> tâche diffuse, étendue : <input type="checkbox"/> Entièrement couvert de duvet</p>

Préparation - Généralités - schéma de fabrication – Locaux – inventaire des fromages – VISITE 1

<p>Texture au couteau au moment de la coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> Collant</p> <p><input type="checkbox"/> Ferme</p> <p><input type="checkbox"/> Friable</p> <p><input type="checkbox"/> Cassant</p>	<p>Croûte à la coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> reste en place</p> <p><input type="checkbox"/> « coule » en suivant le couteau</p>	<p>Croûte après coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> fine</p> <p><input type="checkbox"/> épaisse « molle »</p> <p><input type="checkbox"/> épaisse cartonneuse</p>	<p>Aspect de la pâte au niveau de la coupe :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse</p> <p><input type="checkbox"/> Granuleuse</p> <p><input type="checkbox"/> Compacte</p> <p><input type="checkbox"/> Quelques trous</p> <p><input type="checkbox"/> Beaucoup de trous</p> <p><input type="checkbox"/> Coulante</p> <p><input type="checkbox"/> Friable</p> <p><input type="checkbox"/> Cassante</p>
<p>Taille protéolyse sous croûte, croûte comprise : Faire une croix sur l'échelle (en mm)</p> <p style="text-align: center;"> 0 1 2 3 4 5 | | | | | | </p>			

Lot 2

<p>Identification du lot :</p> <p>Nombre de fromages dans le lot</p> <p>Poids moyen d'un fromage (peser 3 fromages)</p> <p>La couverture des fromages est-elle homogène dans ce lot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si non remplir en choix multiple avec des commentaires.</p>	<p>Date d'emprésurage :</p> <p>Date entrée hâloir :</p>	<p>Forme</p> <p><input type="checkbox"/> Palet <input type="checkbox"/> crottin <input type="checkbox"/> bûche <input type="checkbox"/> pyramide <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Diamètre :</p> <p>Hauteur :</p>	<p>Si besoin :</p> <p>section haute : section basse :</p> <p>Texture : <input type="checkbox"/> ferme <input type="checkbox"/> suspecté d'être coulant</p>
<p>Aspect extérieur de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Geo ras <input type="checkbox"/> Geo fleuri poudreux <input type="checkbox"/> Penicillium <input type="checkbox"/> Les 2 juxtaposés <input type="checkbox"/> Les 2 superposés</p> <p>Implantation de la flore <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Aspect extérieur de la croûte (hors couleur) si Geotrichum :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse sans flore <input type="checkbox"/> croûte très fine <input type="checkbox"/> Petits plis homogènes <input type="checkbox"/> Nombreux plis homogènes / vermiculé <input type="checkbox"/> Peau de crapaud</p>	<p>Couleur dominante de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Blanc <input type="checkbox"/> Ivoire /Crème <input type="checkbox"/> Bleu <input type="checkbox"/> Bleu-vert <input type="checkbox"/> Bleu-gris</p> <p>Flores indésirables : <input type="checkbox"/> Gris poil de chat <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Couleur de la croûte <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Répartition de la couleur</p> <p>- Couleur en spots : Précisez couleur des spots si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> 1 à 5 spots /face sup <input type="checkbox"/> 5 à 16 spots /face sup <input type="checkbox"/> >16 spots/face sup <input type="checkbox"/> Nombreux gros spots</p> <p>- Couleur en duvet : Précisez couleur du duvet si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> début duvet, <input type="checkbox"/> tâche diffuse, étendue : <input type="checkbox"/> Entièrement couvert de duvet</p>

.....

12. Inventaires visite 2

12.1 Inventaire 2 du hâloir

Lot des fromages suivis / Lot 1 (lot des fromages suivis)

<p>Identification du lot :</p> <p>Nombre de fromages dans le lot</p> <p>Poids moyen d'un fromage (peser 3 fromages)</p> <p>pH</p> <p>La couverture des fromages est-elle homogène dans ce lot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Si non remplir des fiches « sous-lot »</p>	<p>Date d'emprésurage :</p> <p>Date entrée hâloir :</p> <p>pH</p>	<p>Forme</p> <p><input type="checkbox"/> Palet <input type="checkbox"/> crottin <input type="checkbox"/> bûche <input type="checkbox"/> pyramide <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Diamètre : Hauteur :</p>	<p>Si besoin : section haute : section basse :</p> <p>Texture : <input type="checkbox"/> ferme <input type="checkbox"/> suspecté d'être coulant</p>
<p>Aspect extérieur de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Geo ras <input type="checkbox"/> Geo fleuri poudreux <input type="checkbox"/> Penicillium <input type="checkbox"/> Les 2 juxtaposés <input type="checkbox"/> Les 2 superposés</p> <p>Implantation de la flore <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Aspect extérieur de la croûte (hors couleur) si Geotrichum :</p> <p><input type="checkbox"/> Lisse sans flore <input type="checkbox"/> croûte très fine <input type="checkbox"/> Petits plis homogènes <input type="checkbox"/> Nombreux plis homogènes / vermiculé <input type="checkbox"/> Peau de crapaud</p>	<p>Couleur dominante de la croûte :</p> <p><input type="checkbox"/> Blanc <input type="checkbox"/> Ivoire /Crème <input type="checkbox"/> Bleu <input type="checkbox"/> Bleu-vert <input type="checkbox"/> Bleu-gris</p> <p>Flores indésirables : <input type="checkbox"/> Gris poil de chat <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> autre, précisez :</p> <p>Couleur de la croûte <input type="checkbox"/> homogène <input type="checkbox"/> non homogène</p>	<p>Répartition de la couleur</p> <p>- Couleur en spots : Précisez couleur des spots si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> 1 à 5 spots /face sup <input type="checkbox"/> 5 à 16 spots /face sup <input type="checkbox"/> >16 spots/face sup <input type="checkbox"/> Nombreux gros spots</p> <p>- Couleur en duvet : Précisez couleur du duvet si différente de la couleur dominante : <input type="checkbox"/> début duvet, <input type="checkbox"/> tâche diffuse, étendue : <input type="checkbox"/> Entièrement couvert de duvet</p>

Préparation - Généralités - schéma de fabrication – Locaux – inventaire des fromages – **VISITE 2**

Texture au couteau au moment de la coupe : <input type="checkbox"/> Collant <input type="checkbox"/> Ferme <input type="checkbox"/> Friable <input type="checkbox"/> Cassant	Croûte à la coupe : <input type="checkbox"/> reste en place <input type="checkbox"/> « coule » en suivant le couteau	Croûte après coupe : <input type="checkbox"/> fine <input type="checkbox"/> épaisse « molle » <input type="checkbox"/> épaisse cartonneuse	Aspect de la pâte au niveau de la coupe : <input type="checkbox"/> Lisse <input type="checkbox"/> Granuleuse <input type="checkbox"/> Compacte <input type="checkbox"/> Quelques trous <input type="checkbox"/> Beaucoup de trous <input type="checkbox"/> Coulante <input type="checkbox"/> Friable <input type="checkbox"/> Cassante
Taille protéolyse sous croûte, croûte comprise : Faire une croix sur l'échelle (en mm) 0 1 2 3 4 5 |_____|_____|_____|_____|_____|			

Lot 2 et suivants :

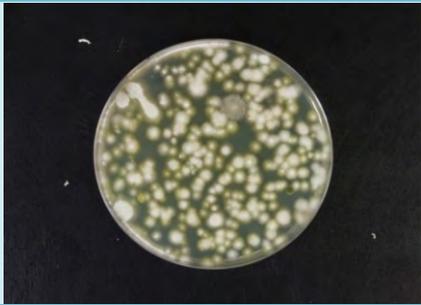
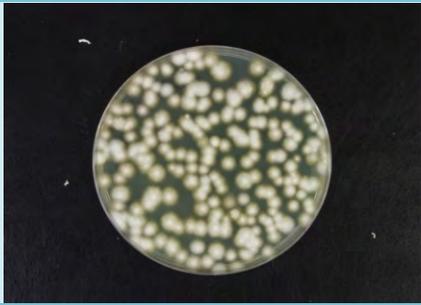
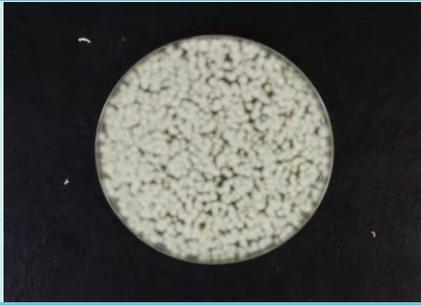
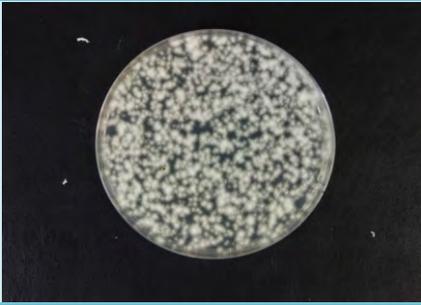
Refaire bilan global à partir des entrées/sorties enregistrées par le producteur

Identification du lot	Type de fromages	Age des fromages	Nombre de fromages	Poids moyen (pesée de 3 fromages)
	Aspect extérieur de la croûte : <input type="checkbox"/> Geo ras <input type="checkbox"/> Geo fleuri poudreux <input type="checkbox"/> Penicillium <input type="checkbox"/> Les 2 juxtaposés <input type="checkbox"/> Les 2 superposés La couverture des fromages est-elle homogène dans ce lot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Couleur dominante de la croûte : <input type="checkbox"/> Blanc <input type="checkbox"/> Ivoire /Crème <input type="checkbox"/> Bleu <input type="checkbox"/> Bleu-vert <input type="checkbox"/> Bleu-gris		

ANNEXE 5

PHOTOGRAPHIES ET DENOMBREMENTS DES GELOSES (FERME RA1)

Résultats (en UFC/ml) après incubation 5 jours à 25°C (boîtes restées ouvertes dans les pièces pendant 45 min à la ferme) :

	MEAc	MEAc salé
Salle de fabrication essai 1		
Colonies de <i>Penicillium</i>	267	158
Salle de fabrication essai 2		
Colonies de <i>Penicillium</i>	Boîte incomptable	154
Séchoir		
Colonies de <i>Penicillium</i>	171	143
Hâloir		
Colonies de <i>Penicillium</i>	Boîte incomptable	Boîte incomptable

(source photo : Claire Bärtschi/Conidia)

ANNEXE 6 – CLASSES D'ASPECT – TYPOLOGIE « PHOTO »

Typologie photos classe 1

Geo assez sec mais ayant bien poussé, avec Penicillium bleu « mousseux »
Classe 1 pourrait être rapprochée de la classe 5
B2-B4-B8-C1-C4-C10-RA1-RA2-RA4-(RA5)-RA6-RA10



Typologie photos classe 2

Geo sec, assez fin avec dans certains cas quelques tâches de Penicillium
B3-B7-C3-C5-C7-B10



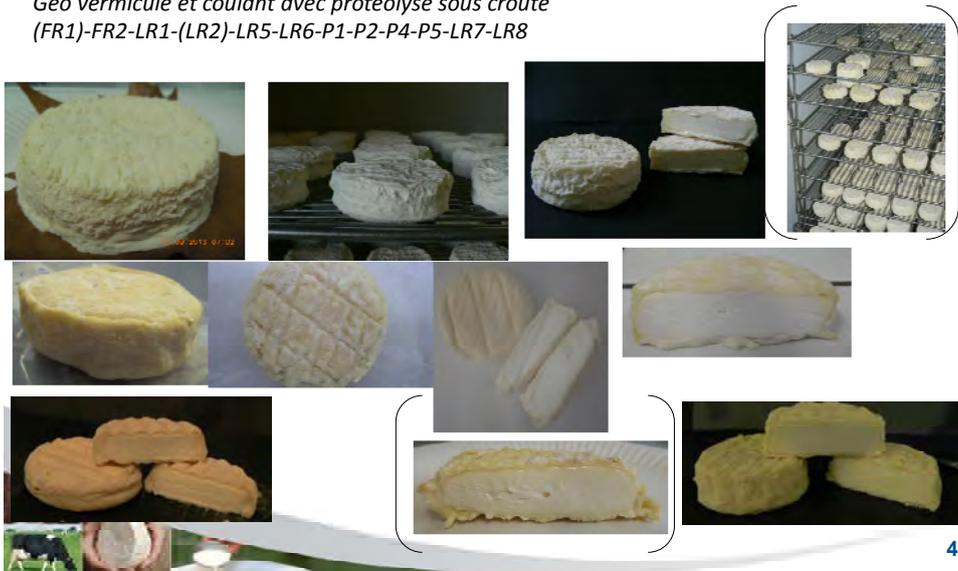
Typologie photos classe 3

Geo vermiculé mais ne coule pas
C2-C9-FR3-FR4-FR5-FR6-FR7-LR4



Typologie photos classe 4

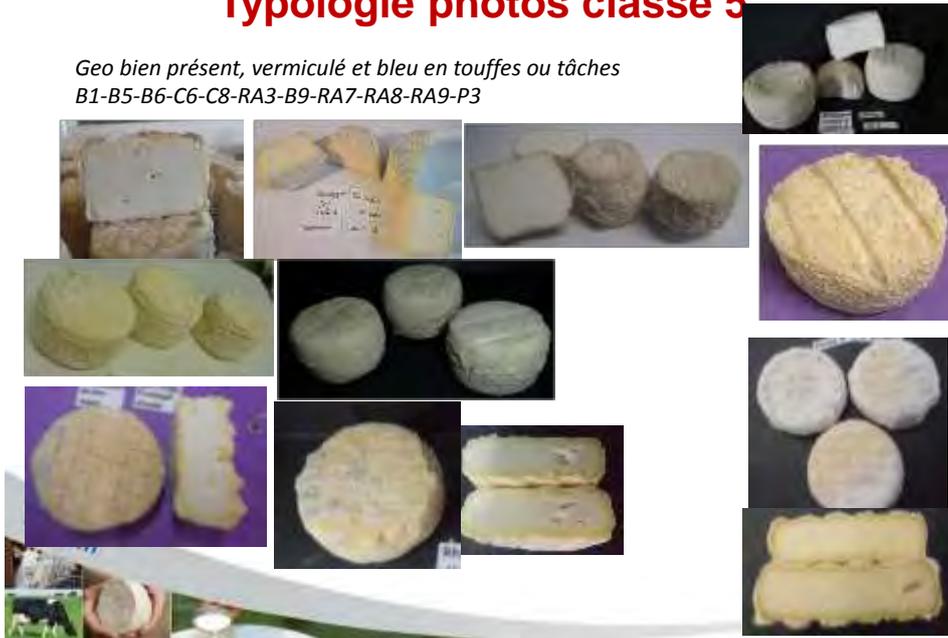
Geo vermiculé et coulant avec protéolyse sous croûte
(FR1)-FR2-LR1-(LR2)-LR5-LR6-P1-P2-P4-P5-LR7-LR8





Typologie photos classe 5

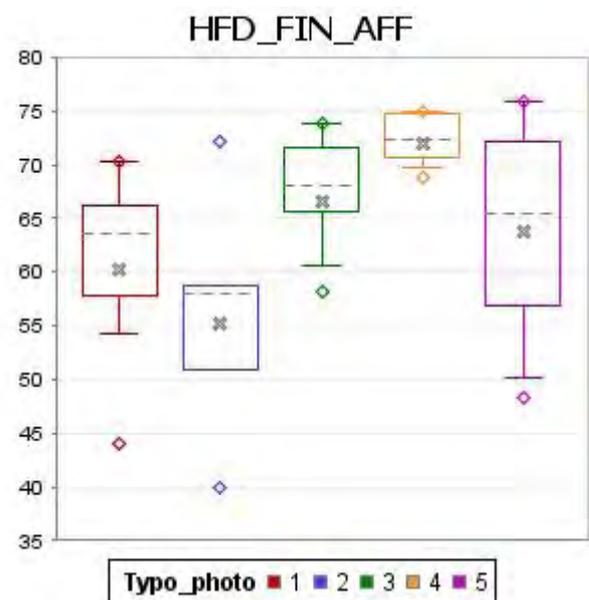
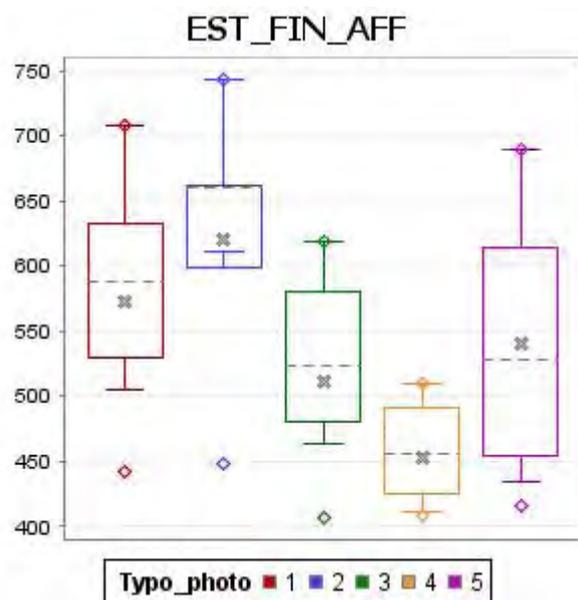
Geo bien présent, vermiculé et bleu en touffes ou tâches
B1-B5-B6-C6-C8-RA3-B9-RA7-RA8-RA9-P3

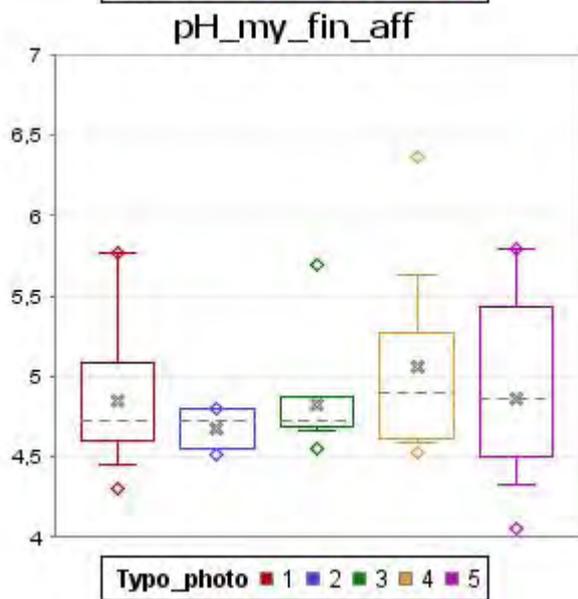
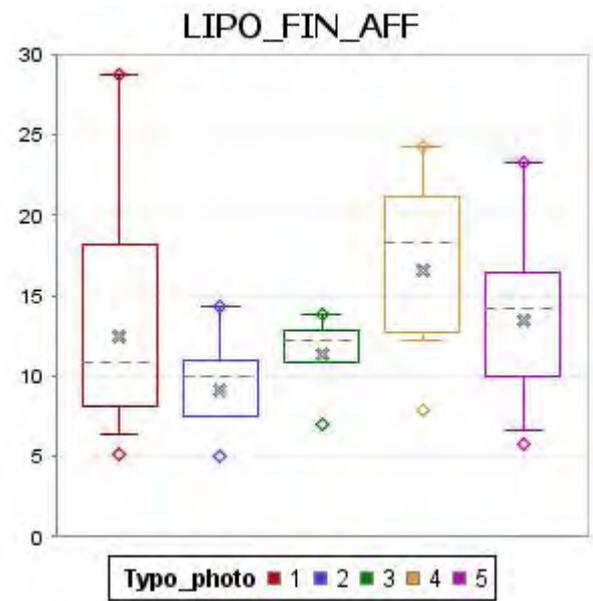
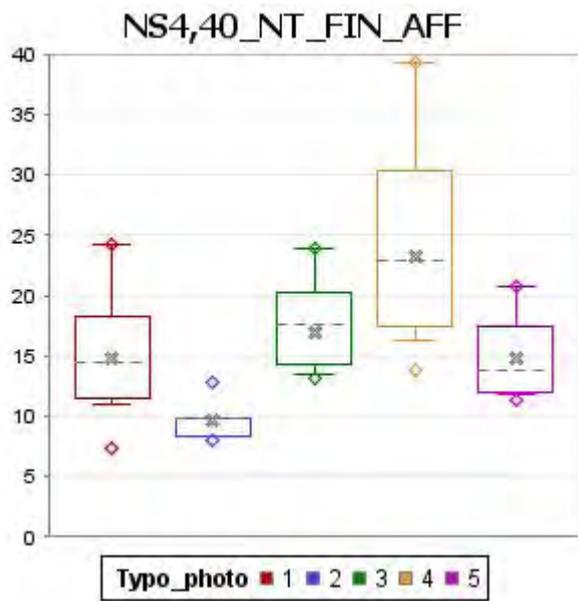
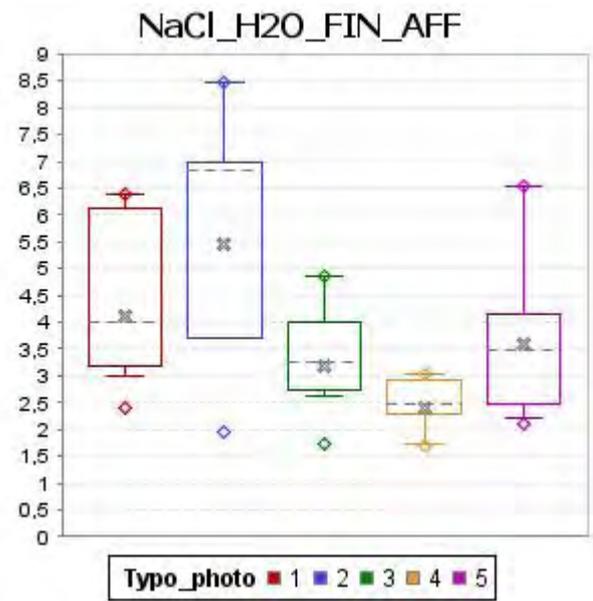
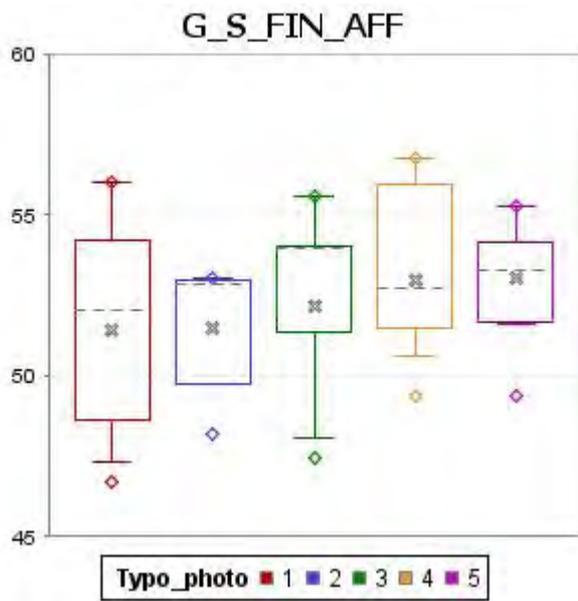


ANNEXE 7

RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CIMIQUES PAR CLASSE D'ASPECT DES FROMAGES ET LIEN AVEC LA TYPOLOGIE SUR LA PHYSICO-CIMIE

Rappel : Les paramètres étudiés ont été : Extrait sec total (EST, méthode FIL 21B, 1987), pH moyen à coeur (sur 3 fromages), Humidité du fromage dégraissé (HFD= $\frac{100-EST}{100-MG} \times 100$) (matière grasse (MG) méthode Gerber, NF V 04-210), Gras sur sec (G/S): rapport entre la matière grasse et l'extrait sec total, Quantité de sel dans la portion aqueuse du fromage (NaCl/H₂O ; chlore : FIL 88A : 1988 ; sodium : spectrométrie d'émission de flamme), Indice de lipolyse par titrimétrie (LIPO, méthode interne ACTALIA), Pourcentage d'azote soluble dans l'azote total (NS/NT, méthode interne ENILBIO et Kjeldhal : FIL 20B : 1993). L'aspect de ces fromages extérieur et en coupe a aussi été décrit par les enquêteurs 14j après démoulage et a fait l'objet d'une typologie à dire d'expert. La diversité de l'aspect des fromages a été décrite dans une typologie à 5 classes, distinguant les fromages selon leur type de couverture de surface essentiellement, voire leur texture : « *Geotrichum* assez sec mais ayant bien poussé, avec du *Penicillium* bleu « moussieux » » (1), « *Geotrichum* sec et assez fin » (2), « *Geotrichum* vermiculé qui ne coule pas » (3), « *Geotrichum*, vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte » (4), « *Geotrichum* vermiculé et bleu en touffes ou tâches » (5).





Lorsque l'on compare les appartenances de chaque ferme aux classes de typologie sur la physico-chimie d'une part et sur l'aspect d'autre part, on se rend bien compte que ces classifications sont assez différentes (tableau 10), bien que certaines classes paraissent concordantes (en bleu).

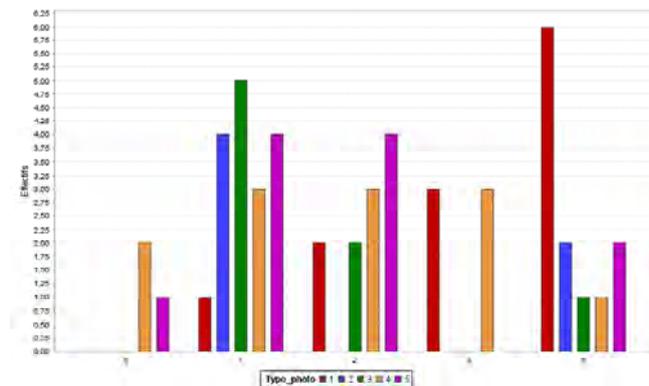
Tableau 10 : appartenance des 49 fermes aux classes de composition physico-chimique et d'aspect de fromage. Chaque ferme est codée par le nom de la région et son numéro d'ordre dans la région (B=Bourgogne, C= Centre, LR=Languedoc Roussillon, FR=Poitou-Charentes, P=PACA, RA=Rhône-Alpes)

		Typo physico classe 1	Typo physico classe 2	Typo physico classe 3	Typo physico classe 4	Typo physico classe 5	Typo physico classe 6
	Description des classes	Humides, peu salés, moins lipolysés, plus gras	Humides moins gras	Humides, peu salés, plus lipolysés et protéolysés	pH plus élevé, plus lipolysés et protéolysés	Plus secs et salés, moins protéolysés	Beaucoup plus secs et salés, un peu moins gras, moins protéolysés
Typo photo classe 1	couverture <i>Geotrichum</i> assez sec mais ayant bien poussé, avec du <i>Penicillium</i> bleu « moussoux »	RA1	C1 RA5		RA10	B2 B4 B8 C10 RA2	C4 RA4 RA6
Typo photo classe 2	<i>Geotrichum</i> sec et assez fin	B10				B3 C7	B7 C3 C5
Typo photo classe 3	<i>Geotrichum</i> vermiculé qui ne coule pas	C9	FR4 FR7	FR3	LR4	C2 FR5 FR6	
Typo photo classe 4	<i>Geotrichum</i> , vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte	LR1 LR2 LR7 LR8		FR1 FR2 LR6 P1 P2 P4 P5	LR5		
Typo photo classe 5	<i>Geotrichum</i> vermiculé et bleu en touffes ou tâches	B1 B9 C6 C8			B5 RA7	B6 P3 RA8	RA3 RA9

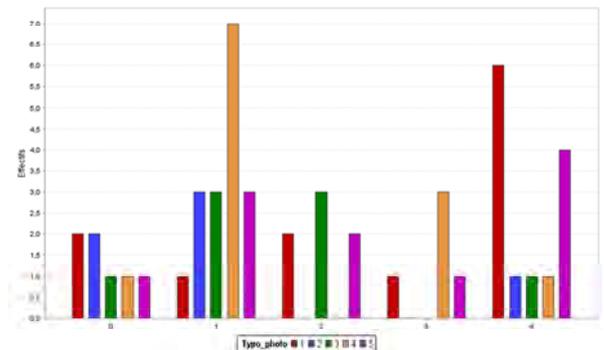
ANNEXE 8 – MYCOLOGIE DE L'AMBIANCE EN FONCTION DES CLASSES D'ASPECT DES FROMAGES

MYCOLOGIE DE L'AMBIANCE

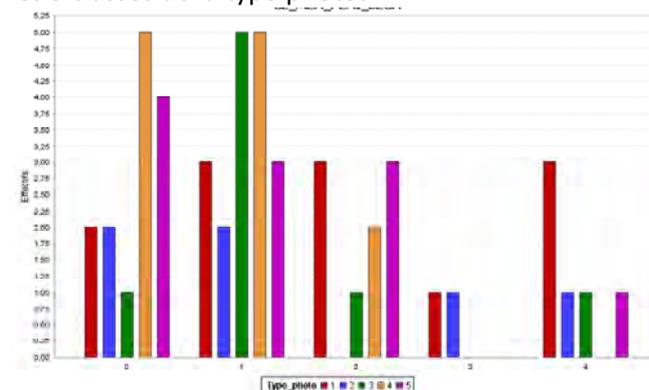
Rappel : La diversité de l'aspect des fromages a été décrite dans une typologie à 5 classes, distinguant les fromages selon leur type de couverture de surface essentiellement, voire leur texture : « *Geotrichum* assez sec mais ayant bien poussé, avec du *Penicillium* bleu « moussieux » » (1), « *Geotrichum* sec et assez fin » (2), « *Geotrichum* vermiculé qui ne coule pas » (3), « *Geotrichum*, vermiculé et collant, avec protéolyse sous-croûte » (4), « *Geotrichum* vermiculé et bleu en touffes ou tâches » (5).



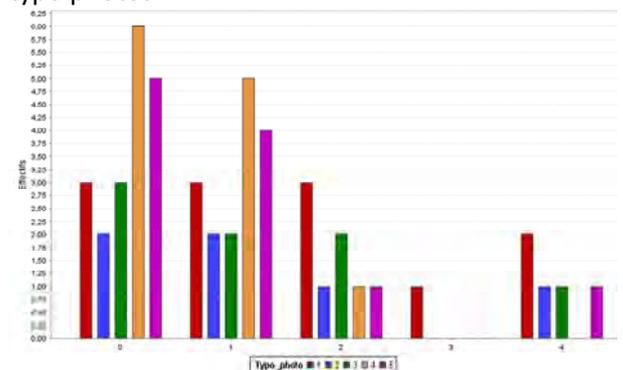
Classes de dénombrements de *Penicillium* sur boîtes MEA au démoulage (Classes *Penicillium* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= de 50 à <=100, 4=>100), pour les 5 classes de la typo photos



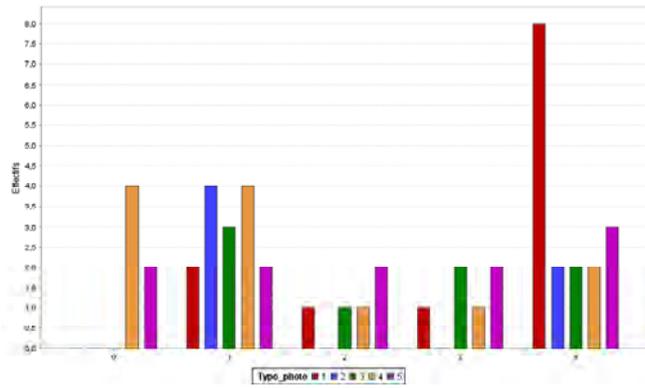
Classes de dénombrements de *Penicillium* sur boîtes MEA+sel au démoulage (Classes *Penicillium* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= de 50 à <=100, 4=>100), pour les 5 classes de la typo photos



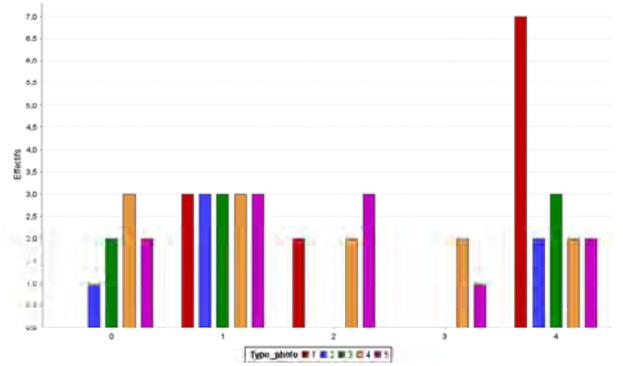
Classes de dénombrements de *Penicillium* sur boîtes MEA au séchage (Classes *Penicillium* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= de 50 à <=100, 4=>100), pour les 5 classes de la typo photos



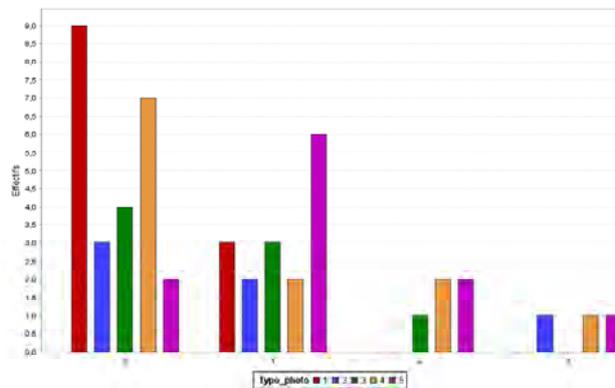
Classes de dénombrements de *Penicillium* sur boîtes MEA+sel au séchage (Classes *Penicillium* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= de 50 à <=100, 4=>100), pour les 5 classes de la typo photos



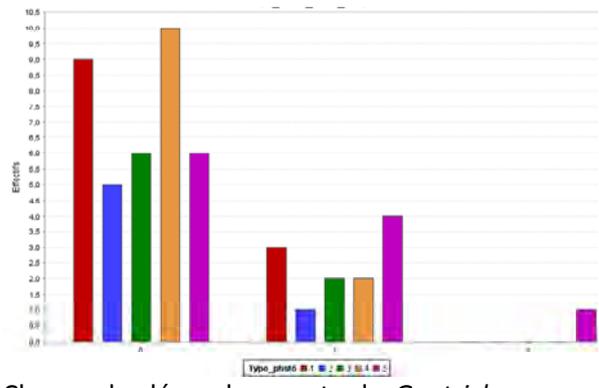
Classes de dénombrements de *Pénicillium* sur boîtes MEA en affinage (Classes *Pénicillium* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= de 50 à <=100, 4=>100), pour les 5 classes de la typo photos



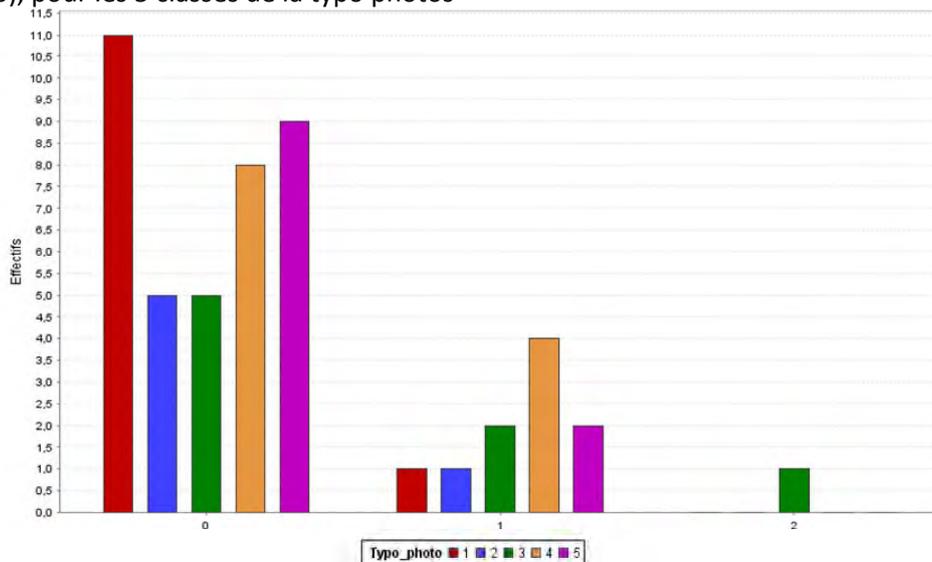
Classes de dénombrements de *Pénicillium* sur boîtes MEA+sel en affinage (Classes *Pénicillium* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= de 50 à <=100, 4=>100), pour les 5 classes de la typo photos



Classes de dénombrements de *Geotrichum* sur boîtes MEA au démoulage, séchage et affinage (Classes *Geotrichum* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= >50), pour les 5 classes de la typo photos



Classes de dénombrements de *Geotrichum* sur boîtes MEA au séchage (Classes *Geotrichum* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= >50), pour les 5 classes de la typo photos



Classes de dénombrements de *Geotrichum* sur boîtes MEA en affinage (Classes *Geotrichum* : 0=absence, 1=<10, 2=de 10 à 50, 3= >50), pour les 5 classes de la typo photos

ANNEXE 9 – DESCRIPTIF DES ETUDES DE CAS

Ferme de Languedoc Roussillon, LR1

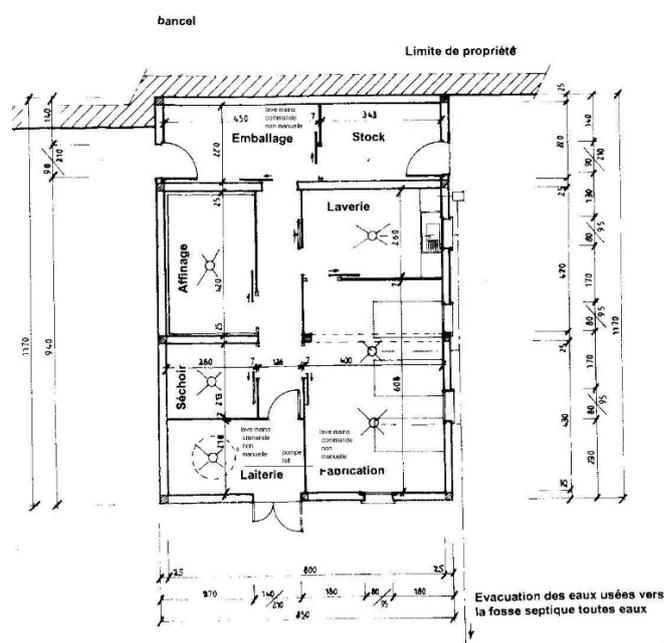
Suivi 1 du 17 avril au 2 mai 2013 et suivi 2 du 1^{er} au 15 décembre 2014

Thème pour les fiches : fromages blancs crémeux très réguliers

Historique

52 chèvres, 32 000 litres transformés par an, fromages suivis de 0,45 l/fromage

Locaux :



Vue en plan
Echelle: 1 cm/m

Fromages suivis :



Suivi 1



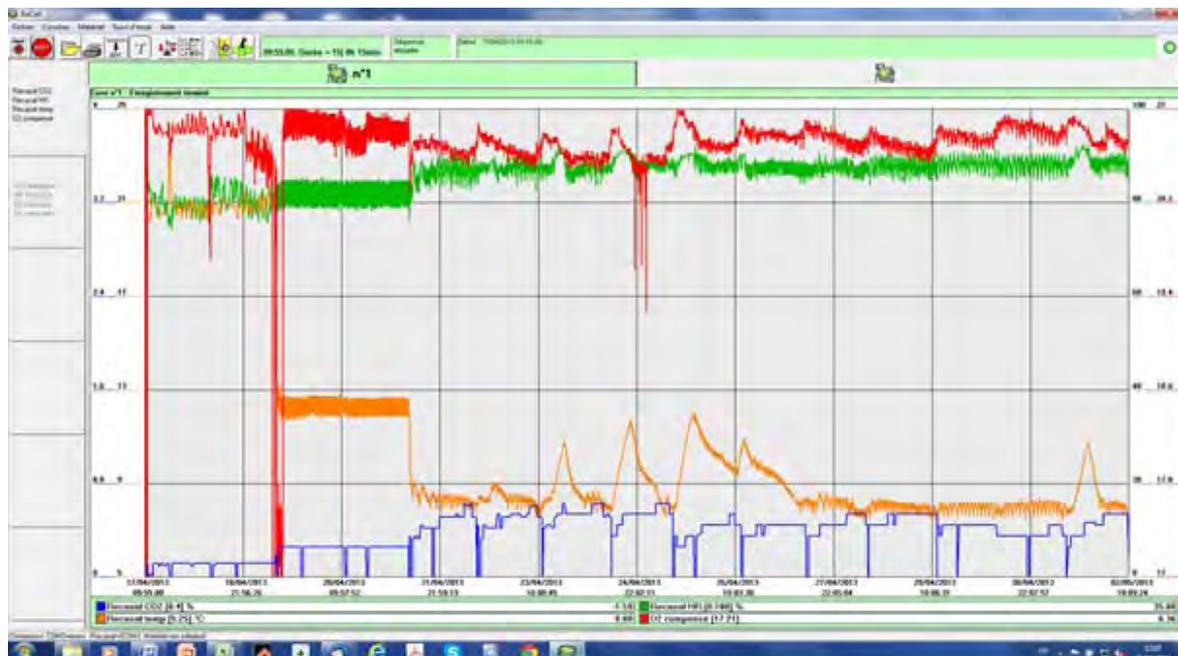
Suivi 2

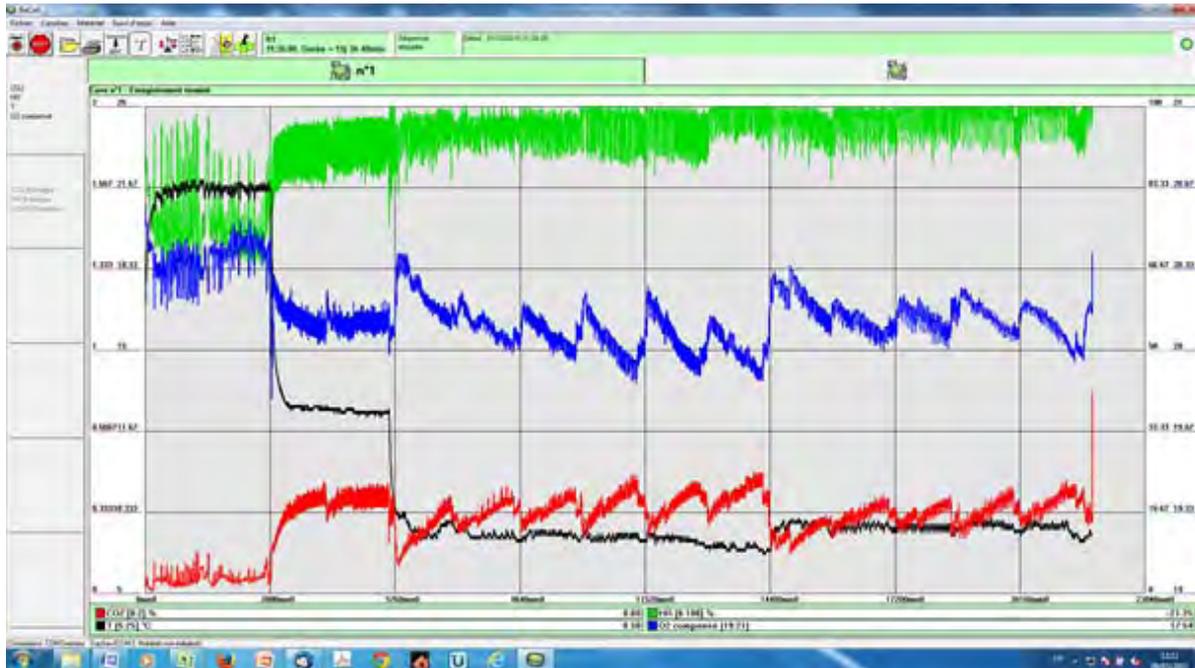
Type de locaux et itinéraire technologique

Ressuyage	Séchage	Affinage
1 jour en salle de fabrication 24 m ² Panneaux sandwich, sol non isolé Extracteur et radiateur, pas d'évaporateur	2 jours dans un séchoir 5,6 m ² Evaporateur plafonnier dynamique simple flux, delta T = 8 Panneaux sandwich, sol non isolé Pas entrée ni sortie air	11 jours au hâloir 10,9 m ² Evaporateur plafonnier double flux, deltaT= 3 à 5 Panneaux sandwich, sol non isolé Pas entrée ni sortie air

Ce qui a changé entre suivi grand nombre et suivi approfondi	RIEN
--	------

		Hygrométrie (%)		Température (°C)		O2 (%)		CO2 (%)	
		Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2
Salle de fabrication ressuyage	Moyenne	80	76	20,8	21,6	20,6	20,4	0,1	0,06
	Ecart-type	2,6	6,7	0,41	0,17	1,2	0,07	0,01	0,02
SECHOIR	Moyenne	82	92	12,3	12,6	20,6	20,1	0,3	0,37
	Ecart-type	1,5	3,4	0,93	0,07	0,1	0,04	0,08	0,03
HALOIR	Moyenne	88	97	8,6	7,5	20,7	20,1	0,5	0,34
	Ecart-type	1,5	2,9	0,93	0,3	0,1	0,09	0,08	0,06





Les teneurs en O2 et CO2 sont à corriger de la température.

Chargement :

	Chargement suivi 1	Chargement suivi 2
Séchoir	440 fromages 3,44 kg/m ³	737 Fromages 4,94 kg/m ³
Hâloir	<u>Visite 1 :</u> 1925 fromages 5,91 kg/m ³ Age moyen 10j <u>Visite 2 :</u> 2362 fromages 6,85 kg/m ³ Age moyen 11j	<u>Visite 1 :</u> 1762 fromages 5,43 kg/m ³ <u>Visite 2 :</u> 3777 fromages 10,55 kg/m ³ Age moyen 9j

Résultats des différents paramètres mesurés à différents stades du démoulage à l'affinage

Paramètres	Démoulage (sur lot suivi) Suivi 1	Fin ressuyage (sur lot différent du lot suivi) Suivi 1	Fin séchage (sur lot suivi) Suivi 1	Fin affinage (14j après démoulage) (sur lot suivi) Suivi 1	Démoulage (sur lot suivi) Suivi 2	Fin ressuyage (sur lot différent du lot suivi) Suivi 2	Fin séchage (sur lot suivi) Suivi 2	Fin affinage (14j après démoulage) (sur lot suivi) Suivi 2
DUREE		1j	2j	11j		1j	2j	11j
pH	4,2	4,2	4,6	5,6	4,2	4,2	4,3	4,5
Poids moyen d'un fromage	121	104	83	66	117,5	101	88	78,5
Pertes de poids (%)	/	14%	20,5%	19,5%	/	14%	13%	11%
Pertes de poids	/	13%	15%	18%	/	13%	15%	18%

moyennes pour les fromages « blanc crémeux »								
Pertes de poids moyennes pour les 49 fermes	/	12,5%	25%	25%	/	12,5%	25%	25%

Perte de poids totale durant les 14 jours du premier suivi : 45% et pour le deuxième suivi : 33% (38% pour les autres fermes faisant des fromages « blanc crémeux » et 45% en moyenne sur les 49 fermes).

Composition physico-chimique en fin d'affinage (14j après démoulage) :

	Valeurs pour ferme LR1 Suivi 1	Valeurs pour ferme LR1 Suivi 2	Moyenne pour les fromages « blanc crémeux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	454,41	424,18	449	533
Matière Grasse (g/kg)	250,00	230,00		278,1
Gras sur sec G/S (g/kg)	55,02	54,22	52,7	52,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	72,75	74,78	72,1	64,3
Sel/eau (g/kg)	1,94	2,24	2,4	3,6
pH	5,6	4,5	4,9	4,9
Lipolyse (indice)	Problème transport fromages	10,76	16,8	13
Azote soluble sur azote total NS/NT (%)	54,65	25,43	23,2	16,3
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	17,06	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	67,03	/	/

Composition physico-chimique en fin de séchage :

	Valeurs pour ferme LR1 en fin de séchage Suivi 1	Valeurs pour ferme LR1 en fin de séchage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « blanc crémeux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	400,63	375,36	382,49	424
Matière Grasse (g/kg)	215,00	197,50	194,17	214
Gras sur sec G/S (g/kg)	53,67	52,62	50,69	50,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	76,35	77,84	76,60	72,9
Sel/eau (g/kg)	1,45	2,16	1,71	2,1
Lipolyse (indice)	Problème	5,39	7,85	6,9

	transport fromages			
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	27,19	15,59	13,27	2,2
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	9,9	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	63,49	/	/

Composition physico-chimique au démoulage :

	Valeurs pour ferme LR1 au démoulage Suivi 1	Valeurs pour ferme LR1 au démoulage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « blanc crémeux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	358,79	299,88	320,05	314
Matière Grasse (g/kg)	187,50	145,00	154,48	150,8
Gras sur sec G/S (g/kg)	52,26	48,35	48,12	48
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	78,92	81,89	80,4	81
Sel/eau (g/kg)	1,11	1,46	1,231	1,2
Lipolyse (indice)	Problème transport fromages	5,16	5,12	4,7
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	7,89	8,33	8,5	8,6
NT	20,79	16,66	18,99	18,54
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,15	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	49,86	/	/

La dose de sel mesurée au démoulage est de 0,7% au S1 et 1,1% au S2.

Mycologie

Rappel : des boîtes de Petri ont été laissées ouvertes durant 45' en salle de fabrication, séchoir et hâloir afin d'avoir une image des levures et moisissures dominants dans l'ambiance de ces différentes pièces (puis incubées et lues au laboratoire Conidia)

Milieu de culture		Salle de fabrication (en double)	Séchoir	Hâloir
MEA	Suivi 1	3 et 0 colonies de levures 2 et 3 colonies <i>Cladosporium</i> 0 et 1 colonie <i>Scopulariopsis</i> 18 et 9 colonies <i>Eurotium</i> 1 colonie <i>Mucorales</i>	2 colonies <i>Cladosporium</i> 4 colonies <i>Eurotium</i> 1 colonie <i>Mucorales</i>	1 colonie <i>Scopulariopsis</i> 4 colonies <i>Eurotium</i>
	Suivi 2	0 et 3 colonies de levures 2 et 1 colonies <i>Cladosporium</i> 1 et 8 colonies <i>Penicillium</i> 2 et 0 colonies <i>Eurotium</i>	1 colonie levure	1 colonie <i>Cladosporium</i> 1 colonie <i>Penicillium</i>

MEA + sel	Suivi 1	16 et 15 colonies <i>Eurotium</i> 2 et 0 colonies <i>Cladosporium</i>	17 colonies <i>Eurotium</i> 1 colonie <i>Mucorales</i>	>300 colonies <i>Eurotium</i>
	Suivi 2	0 et >300 colonies de levures 2 et 0 colonies <i>Cladosporium</i> 2 et 0 colonies <i>Penicillium</i>	/	> 300 colonies de levures 5 colonies <i>Penicillium</i>

Les boîtes restées ouvertes toute la matinée lors du suivi 2 permettent de trouver un *Geo* en salle de fabrication et 24 *Geo* au hâloir sur MEA.

Cette ferme illustre bien un schéma technologique avec des fromages « blancs moelleux » assez humides et peu salés, qui sont séchés modérément (ils perdent moins de 25% de leur poids au séchage) et perdent peu de poids en affinage (moins de 25%). Leur aspect « coulant sous croûte » correspond aux niveaux de protéolyse et de lipolyse analysés sur les fromages en fin d'affinage. Les fromages ont été salés tôt (4h et 8h après moulage pour chacune des faces), ce qui est différent des recommandations pour favoriser la pousse du *Geotrichum*. La dose de sel mesurée au démoulage est de 0,7% au S1 et 1,1% au S2. Dans cette ferme la gestion du ressuyage est sans doute suffisante pour favoriser la pousse du *Geotrichum*, qui est déjà bien développé en fin de ressuyage. La température de la salle d'égouttage-ressuyage est par contre élevée (proche de 21-22°C) pour favoriser cette flore. Pour le premier suivi, les fromages étaient plus secs au démoulage, ce qui a été observé plus souvent pour les blancs moelleux que la moyenne des 49 fermes. Cette observation ne se vérifie pas pour le deuxième suivi. Le *Geotrichum* n'est pas retrouvé dans l'ambiance, qui n'est pas très chargée en flores fongiques, sauf ponctuellement en levures ou *Eurotium*.

Les deux suivis ont eu lieu à des périodes différentes (avril et décembre à 1 an ½ d'intervalle), ce qui pourrait expliquer que certaines conditions ont changé, même si les fromages sont restés assez proches d'aspect. Pour le deuxième suivi, la température est plus élevée en ressuyage, mais moindre au hâloir, l'hygrométrie est plus élevée pour le séchoir et le hâloir (10 points), et elle varie un peu plus au cours du temps (fonctionnement de l'évaporateur). Ces variations des conditions d'ambiance sont cohérentes avec les différences de pertes de poids : les fromages ont perdu moins de poids au séchoir (13 % vs 21 %) et au hâloir (11% vs 20%). Séchoir et hâloir étaient un peu plus chargés lors du deuxième suivi, et surtout le chargement du hâloir a augmenté de façon plus importante pendant le 2^{ème} suivi. Les fromages obtenus étaient un peu plus gros (12 g de plus à 14 j), moins secs et plus salés, moins protéolysés avec une augmentation du pH à cœur plus modéré par rapport au démoulage. Les fromages étaient déjà plus humides dès le démoulage, peut-être car la teneur azotée du lait était plus faible.

Ferme de Bourgogne, B4

Suivi 1 du 31 août au 14 septembre 2013 et suivi 2 du 2 au 16 juillet 2014

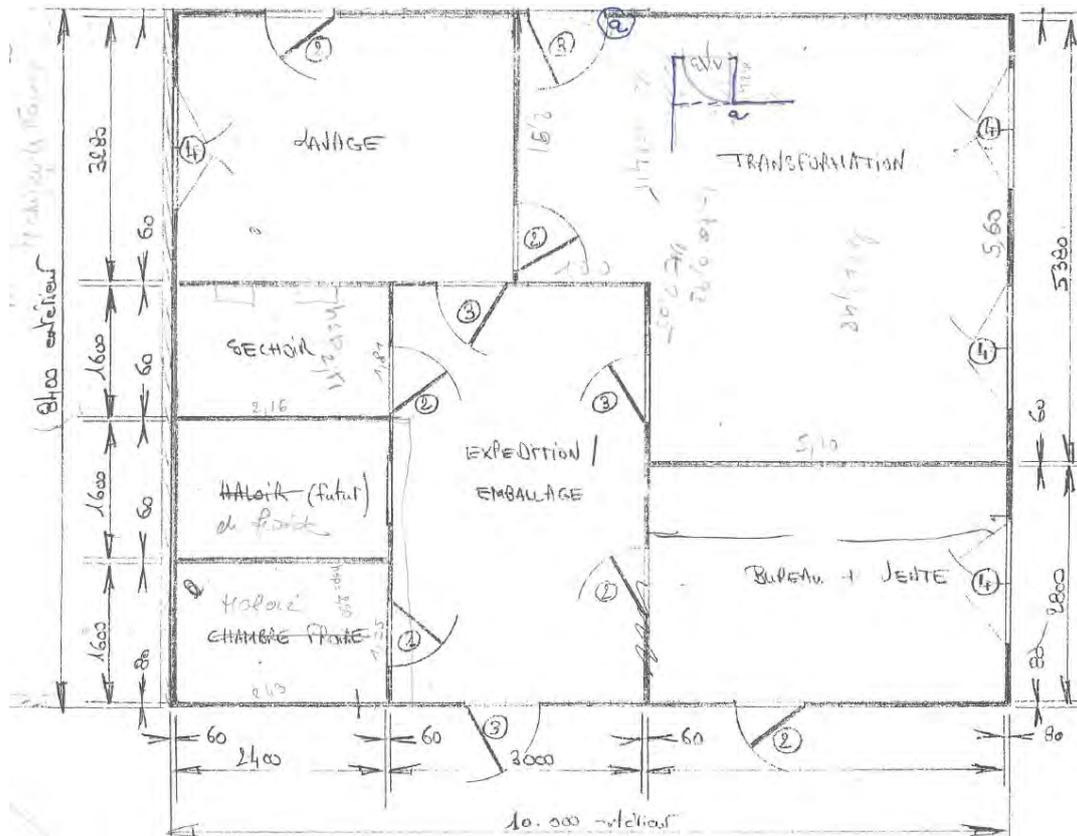
Thème pour les fiches : suppression du séchage fait des fromages plus crémeux

Historique

2 associés, 1 salarié

135 chèvres en lactation, 90 000 litres transformés par an

Locaux :



Fromages suivis : (photos 14) après démoulage)



Premier suivi



Deuxième suivi

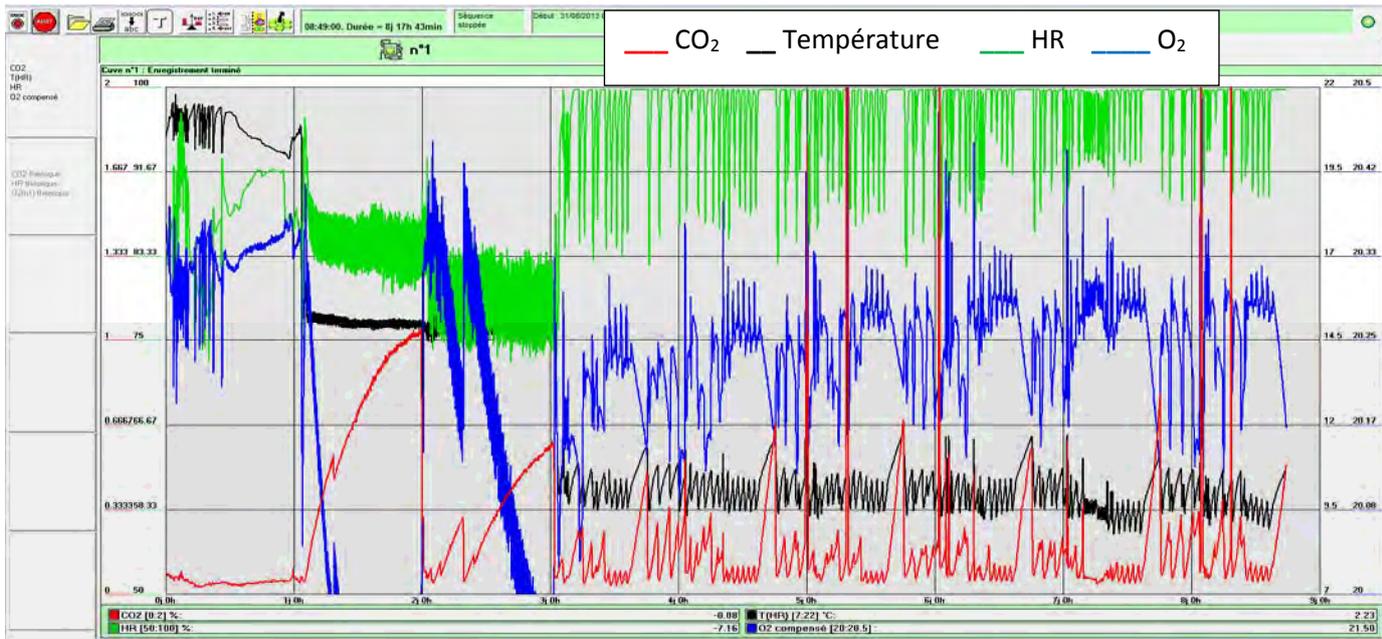
Type de locaux et itinéraire technologique

Ressuyage	Séchage	Affinage
1 jour en salle de fabrication 33 m ² Panneaux sandwich, sol non isolé Fenêtres Evaporateur plafonnier dynamique double flux avec récupérateur de chaleur	2 jours dans un séchoir tournant 5,3 m ² Panneaux sandwich, sol non isolé Pas entrée ni sortie air Evaporateur dynamique, air guidé	11 jours au hâloir 3,1 m ² Evaporateur plafonnier statique Panneaux sandwich, sol non isolé Extraction VMC en hauteur et entrée air en bas d'un mur (VMC remise en marche entre les deux suivis)

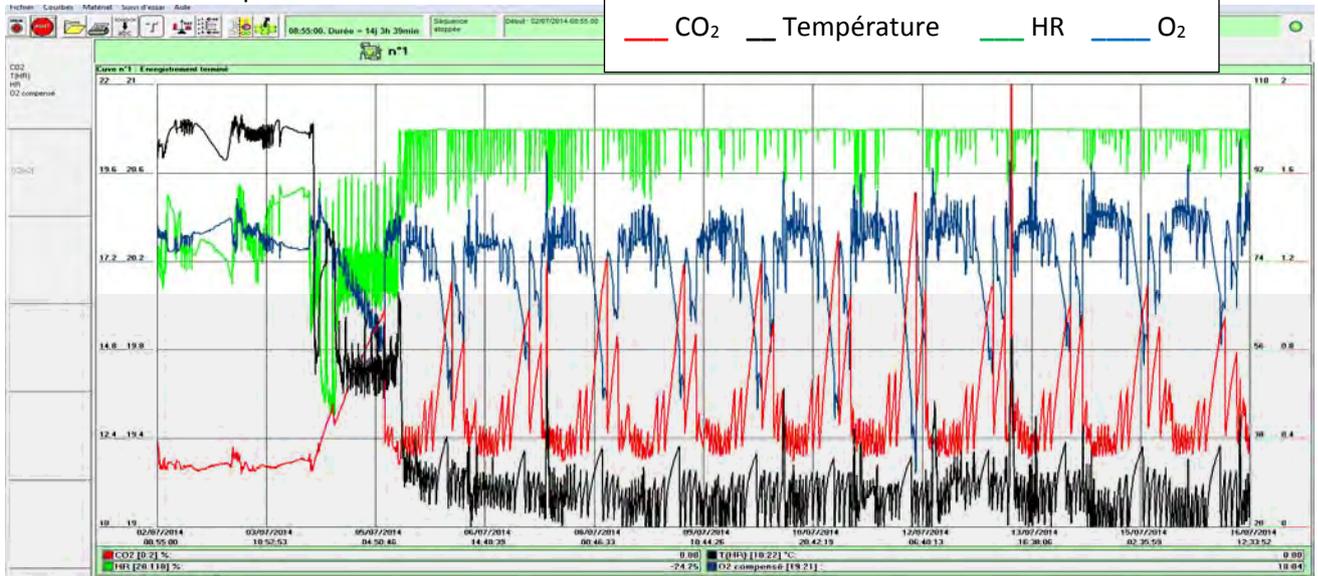
Ce qui a changé entre suivi grand nombre et suivi approfondi	<p>Monotraitement (voir compo du lait)</p> <p>Est passé de 2j à 1j de séchage pour avoir des fromages plus crémeux</p> <p>VMC réactivée au hâloir (15 min toutes les 2h) → extraction d'air vers le haut et entrée d'air en bas d'un mur qui vient d'un placard de stockage à côté de la salle des ventes</p> <p>VMC (différente de celle du hâloir) installée en salle de fabrication (2 bouches) et au lavage (au-dessus de l'ouverture de la machine lave-batterie)</p>
--	--

		Hygrométrie (%)		Température (°C)		O2 (%)		CO2 (%)	
		Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2
Salle de fabrication ressuyage	Moyenne	87,8	80,5	20,7	20,6	20,5	20,3	0,1	0,3
	Ecart-type	4,3	5,4	0,5	0,3	0,03	0,05	0,01	0,02
SECHOIR	Moyenne	81,7	69,1	15,1	15	20,2	20,1	0,5	0,6
	Ecart-type	3,3	11,8	0,2	1,3	0,3	0,18	0,3	0,19
HALOIR	Moyenne	97,3	100	9,9	11	20,5	20,2	0,1	0,6
	Ecart-type	3,7	2,4	0,4	0,6	0,05	0,2	0,06	0,23

La température était plus régulière lors du suivi 1



Du 31 août au 14 septembre 2013



Du 2 au 16 juillet 2014

Les teneurs en O2 et CO2 sont à corriger de la température.

Chargement :

	Chargement suivi 1	Chargement suivi 2
Séchoir	1211 fromages 21,3 kg/m ³	799 fromages 10,3 kg/m ³
Hâloir	<u>Visite 1 :</u> 1145 fromages 15,4 kg/m ³ Age moyen 26j <u>Visite 2 :</u> 481 fromages 8,8 kg/m ³ Age moyen 33j	<u>Visite 1 :</u> Manque 1 lot ? 1351 fromages 20,9 kg/m ³ <u>Visite 2 :</u> 1999 fromages 28,1 kg/m ³

Résultats des différents paramètres mesurés à différents stades du démoulage à l'affinage

Paramètres	Démoulage (sur lot suivi) Suivi 1	Fin ressuyage (sur lot différent du lot suivi) Suivi 1	Fin séchage (sur lot suivi) Suivi 1	Fin affinage (14j après démoulage) (sur lot suivi) Suivi 1	Démoulage (sur lot suivi) Suivi 2	Fin ressuyage (sur lot différent du lot suivi) Suivi 2	Fin séchage (sur lot suivi) Suivi 2	Fin affinage (14j après démoulage) (sur lot suivi) Suivi 2
DUREE		1j	2j	11j		1j	1j	12j
pH	4,5	4,5		4,3	4,32	4,35	4,5	4,9
Poids moyen d'un fromage	125,6	109,2	101,1 75,8	87,2 67	125,3	111,2	97,7	81,8
Pertes de poids (%)	/	13%	31%	12%	/	11,3%	12,1%	16,3%
Pertes de poids moyennes pour les fromages « bleus mousseux »	/	9%	38%	24%	/	9%	38%	24%
Pertes de poids moyennes pour les 49 fermes	/	12,5%	25%	25%	/	12,5%	25%	25%

Perte de poids totale durant les 14 jours du premier suivi : 47 % et pour le deuxième suivi : 35% (53% pour les autres fermes faisant des fromages « bleus mousseux » et 45% en moyenne sur les 49 fermes).

Composition physico-chimique en fin d'affinage (14j après démoulage) :

	Valeurs pour ferme B4 Suivi 1	Valeurs pour ferme B4 Suivi 2	Moyenne pour les fromages « bleus mousseux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	528,83	463,60	573	533
Matière Grasse (g/kg)	272,50	242,50	294,5	278,1
Gras sur sec G/S (g/kg)	51,53	52,31	51,4	52,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	64,77	70,81	60,3	64,3
Sel/eau (g/kg)	3,51	2,66	4,1	3,6
pH	4,3	4,9	4,9	4,9
Lipolyse (indice)	10,21	15,01	12,5	13
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	11,58	21,55	14,8	16,3
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	13,31	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	61,77	/	/

Composition physico-chimique en fin de séchage :

	Valeurs pour ferme B4 en fin de séchage Suivi 1	Valeurs pour ferme B4 en fin de séchage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « bleus mousseux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	494,44	436,92	492	424
Matière Grasse (g/kg)	242,50	215,00	246,6	214
Gras sur sec G/S (g/kg)	49,05	49,21	50	50,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	66,74	71,73	67,2	72,9
Sel/eau (g/kg)	2,35	2,03	2,8	2,1
Lipolyse (indice)	6,62	6,46	6,9	6,9
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	7,40	10,58	6,9	2,2
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,91	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	46,36	/	/

Composition physico-chimique au démoulage :

	Valeurs pour ferme B4 au démoulage Suivi 1	Valeurs pour ferme B4 au démoulage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « bleus mousseux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	314,71	340,71	310	314
Matière Grasse (g/kg)	150	167,50	147,5	150,8
Gras sur sec G/S (g/kg)	47,66	49,16	47,5	48
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	80,62	79,19	81	81
Sel/eau (g/kg)	0,95	1,15	1,3	1,2
Lipolyse (indice)	3,59	4,79	4,5	4,7
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	7,54	8,56	8,1	8,6
NT	19,30	20,48	18,46	18,54
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	3,45	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	40,35	/	/

Mycologie

Rappel : des boîtes de Petri ont été laissées ouvertes durant 45' en salle de fabrication, séchoir et hâloir afin d'avoir une image des levures et moisissures dominants dans l'ambiance de ces différentes pièces (puis incubées et lues au laboratoire Conidia)

Milieu de culture		Salle de fabrication (en double)	Séchoir	Hâloir
MEA	Suivi 1	128 et 133 colonies <i>Penicillium</i> 4 et 7 colonies <i>Cladosporium</i>	49 colonies <i>Penicillium</i> 2 colonies <i>Cladosporium</i>	> 300 colonies <i>Penicillium</i>
	Suivi 2 / visite1	21 et 26 colonies de levures 11 et 17 colonies <i>Cladosporium</i> 12 et 10 colonies <i>Penicillium</i> 52 et 53 colonies <i>Geotrichum</i> 1 et 0 colonies <i>Phoma</i>	11 colonies de levures 5 colonies <i>Cladosporium</i> 5 colonies <i>Penicillium</i> 2 colonies <i>Geotrichum</i>	> 300 colonies <i>Penicillium</i>
	Suivi 2 / visite2	139 et > 300 colonies <i>Penicillium</i> 41 et >300 colonies <i>Cladosporium</i>	9 colonies de levures 2 colonies <i>Penicillium</i> 1 colonie <i>Cladosporium</i>	> 300 colonies <i>Penicillium</i> > 300 colonies <i>Scopulariopsis</i>
MEA + sel	Suivi 1	2 et 1 colonies <i>Eurotium</i> 147 et 86 colonies <i>Penicillium</i> 24 et 16 colonies <i>Cladosporium</i>	35 colonies <i>Penicillium</i> 5 colonies <i>Cladosporium</i>	> 300 colonies <i>Penicillium</i>
	Suivi 2 / visite1	89 et 34 colonies de levures 19 et 21 colonies <i>Cladosporium</i>	1 colonie <i>Cladosporium</i>	5 colonies <i>Penicillium</i> 4 colonies <i>Cladosporium</i>
	Suivi 2 / visite2	33 et 25 colonies <i>Penicillium</i> 19 et 12 colonies <i>Cladosporium</i> 19 et 23 colonies <i>Scopulariopsis</i>	1 colonie <i>Penicillium</i> 5 colonies <i>Scopulariopsis</i>	> 300 colonies <i>Penicillium</i> > 300 colonies <i>Cladosporium</i>

Le premier suivi illustre un itinéraire technologique pour obtenir des fromages « bleus secs ». Le salage est réalisé à 7,5 h après moulage pour une face et 24 h après moulage pour l'autre face au premier suivi. Les fromages sont peu salés, 0,7% de sel mesuré au démoulage, ce qui est peu pour des bleus secs. Le ressuyage se fait à température et hygrométrie assez élevée. A la fin du ressuyage, la pousse du *Geotrichum* est légère sur une face et normale sur l'autre, ce qui n'était pas toujours le cas pour les fromages bleus secs observés lors des enquêtes (pas de pousse). La durée de séchage n'est pas très longue mais bien présente, avec des vitesses d'air conséquentes (séchoir tournant), entraînant une perte de poids supérieure à 25% pour cette étape. L'hygrométrie est très élevée en affinage, les fromages y perdent peu de poids (12% au 1^{er} suivi (11 j)). Les fromages sont plus secs et plus salés que la moyenne des 49 fermes dès la fin du séchage. Quatorze jours après démoulage, ils sont plus secs, moins protéolysés et moins lipolysés que la moyenne de ceux des 49 fermes.

Le deuxième suivi a permis d'observer des fromages « bleus moelleux », moins secs et moins salés en fin d'affinage, plus lipolysés et protéolysés, dont le pH à cœur a plus évolué. Les fromages sont toujours salés à une dose moyenne, 0,8% mesuré au démoulage. Le salage est réalisé 1 h après moulage pour une face et 25 h après moulage pour l'autre face au 2^{ème} suivi. L'ambiance est chargée

en *Penicillium* au hâloir, voire en salle de fabrication, ainsi qu'une diversité de flores fongiques (levures, *Cladosporium*, *Eurotium*...) et quelques *Geotrichum* sont retrouvés aussi.

Les deux suivis se sont là aussi déroulés à des périodes différentes, en septembre et en juillet, à une dizaine de mois d'intervalle. Pour le deuxième suivi l'hygrométrie au ressuyage et au séchage étaient plus faible, et la température un peu plus élevée en affinage. Le fait de pratiquer un ressuyage chaud et assez humide favorise le développement du *Geotrichum*. Les fromages se sont avérés plus lourds au deuxième suivi, sans doute car moins séchés (la perte de poids au séchoir est passée de 31% en 2 j à 12% en 1 j) et la perte de poids a été un peu plus forte au hâloir (16% vs 12%).

Ferme de la région Centre, C5

Suivi 1 du 29 octobre au 12 novembre 2013 et suivi 2 du 12 au 26 novembre 2014

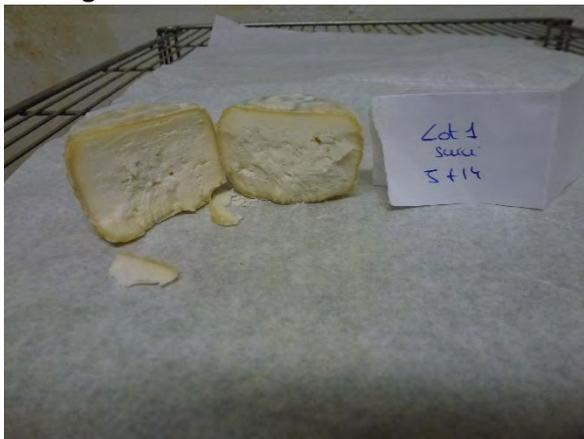
Thème pour les fiches : grand hâloir, groupe froid avec plusieurs batteries chaudes sans séchoir,

Historique

163 chèvres, 138 550 litres transformés par an, fromage suivi environ 0.6 l/fromage

Locaux :

Fromages suivis :



Suivi 1

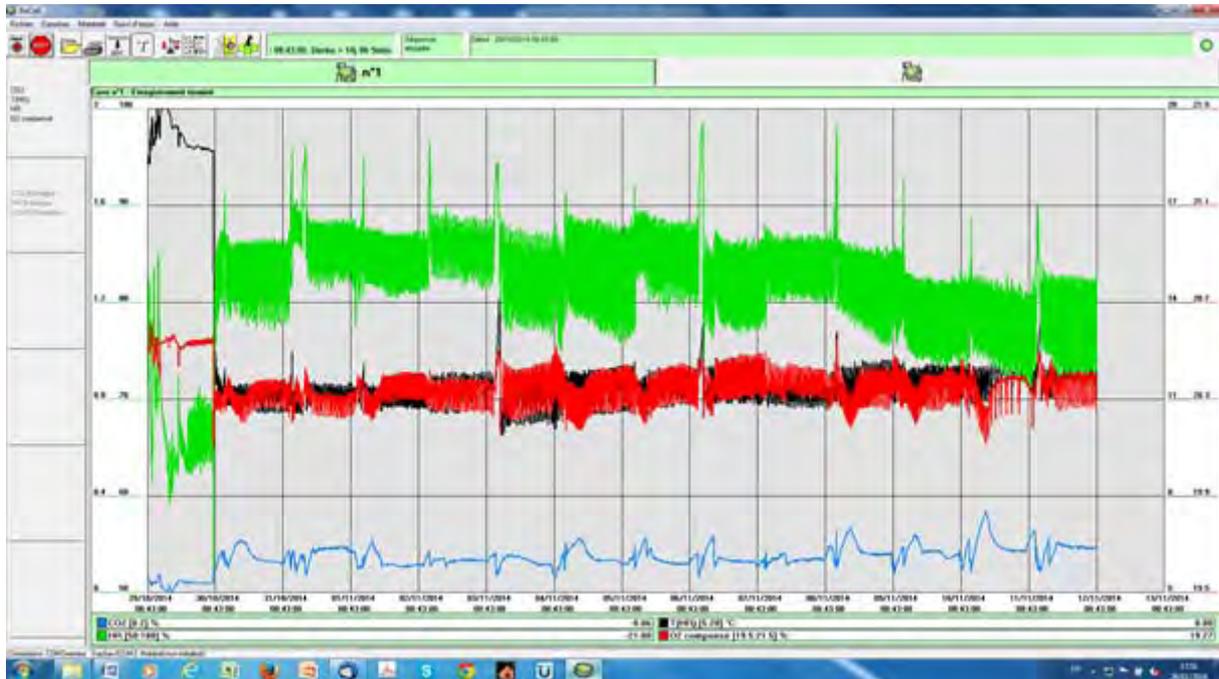


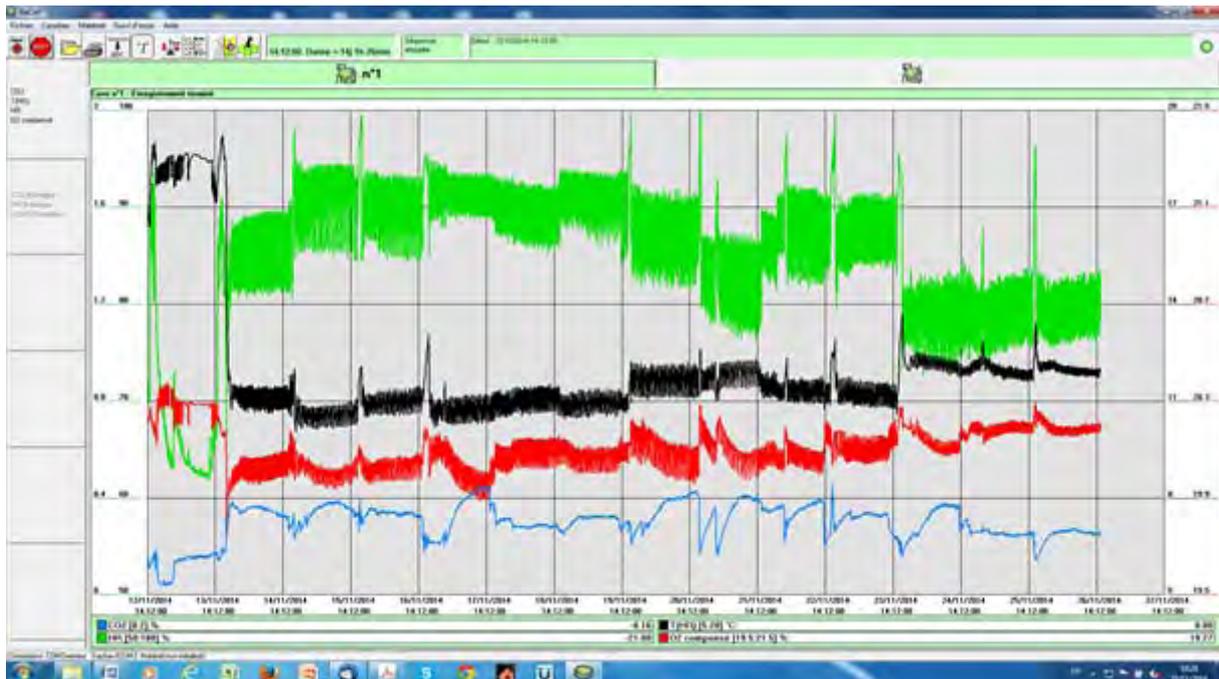
Suivi 2

Type de locaux et itinéraire technologique

Ressuyage	Séchage	Affinage
<p>1 jour en salle de fabrication 40,5 m² Mur en pierre et carrelage, sol non isolé Fenêtres, portes et extracteur Evaporateur plafonnier dynamique simple flux avec récupérateur de chaleur</p>	<p>Pas de séchoir</p>	<p>13 jours au hâloir 19,3 m² Evaporateur plafonnier simple flux avec plusieurs batteries chaude et récupérateur de chaleur Béton peint, sol non isolé 2 bouches de VMC et 1 grille d'entrée d'air, déclenchés à volonté (peu, environ une fois/semaine)</p>

		Hygrométrie (%)		Température (°C)		O2 (%)		CO2 (%)	
		Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2
Salle de fabrication ressuyage	Moyenne	67	65	19.2	18.4	20.5	20.3	0.04	0.13
	Ecart-type	4.6	2.7	0.5	0.3	0.03	0.04	0.01	0.05
HALOIR	Moyenne	83	89	11.4	11.1	20.3	20.06	0.2	0.33
	Ecart-type	3.9	3.7	0.4	0.5	0.06	0.06	0.04	0.05





Les teneurs en O2 et CO2 sont à corriger de la température.

Chargement :

	Chargement suivi 1	Chargement suivi 2
Hâloir	<p><u>Visite 1 :</u> 6701 fromages 12,9 kg/m³ Age moyen 12j</p> <p><u>Visite 2 :</u> 5333 fromages 11,5 kg/m³ Age moyen 18j</p>	<p><u>Visite 1 :</u> 4991 fromages 9,96 kg/m³</p> <p><u>Visite 2 :</u> 3895 fromages 7,18 kg/m³ Age moyen 9j</p>

Ce qui a changé entre suivi grand nombre et suivi approfondi	
--	--

Résultats des différents paramètres mesurés à différents stades du démoulage à l'affinage

Paramètres	Démou- lage (sur lot suivi) Suivi 1	Fin ressuya- ge (sur lot différen- t du lot suivi) Suivi 1	Fin séchag- e (sur lot suivi) Suivi 1	Fin affinage (14j après démoulag- e) (sur lot suivi) Suivi 1	Démoula- ge (sur lot suivi) Suivi 2	Fin ressuya- ge (sur lot différen- t du lot suivi) Suivi 2	Fin séchag- e (sur lot suivi) Suivi 2	Fin affinage (14j après démoulag- e) (sur lot suivi) Suivi 2
DUREE	/	1	/	13	/	1	/	13
pH	4,4	4,4		4,7	4,4	4,4		4,8
Poids moyen d'un fromage	135,75	119,25		65,125	130,25	116,38		66,38
Pertes de poids (%)		12%		45%		11%		43%

Pertes de poids moyennes pour les fromages « secs »	/	10%	33%	32%	/	10%	33%	32%
Pertes de poids moyennes pour les 49 fermes	/	12,5%	25%	25%	/	12,5%	25%	25%

Perte de poids totale durant les 14 jours du premier suivi : 52% et pour le deuxième suivi : 49% (50% pour les autres fermes faisant des fromages « secs » et 45% en moyenne sur les 49 fermes).

Composition physico-chimique en fin d'affinage (14j après démoulage) :

	Valeurs pour ferme C5 Suivi 1	Valeurs pour ferme C5 Suivi 2	Moyenne pour les fromages « secs »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	658,21	630,05	620	533
Matière Grasse (g/kg)	327,50	315		278,1
Gras sur sec G/S (g/kg)	49,76	50	51,5	52,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	50,82	54,01	55,2	64,3
Sel/eau (g/kg)	6,99	7,29	5,4	3,6
pH	4,7	4,8	4,5	4,9
Lipolyse (indice)	14,32	9,06	9,1	13
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	9,19	9,64	9,7	16,3
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,61	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	47,83	/	/

Composition physico-chimique en fin de séchage (à J+4) :

	Valeurs pour ferme C5 en fin de séchage Suivi 1	Valeurs pour ferme C5 en fin de séchage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « secs »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	418,21	394,02	462,606	424
Matière Grasse (g/kg)	206,25	191,25	233,600	214
Gras sur sec G/S (g/kg)	49,32	48,54	50,493	50,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	73,30	74,93	69,706	72,9
Sel/eau (g/kg)	2,82	2,99	2,559	2,1
Lipolyse (indice)	9,84	8,08	7,310	6,9
Azote soluble sur azote total	8,66	9,06	8,812	2,2

NS/NT (g/kg)				
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,26	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	47,01	/	/

Composition physico-chimique au démoulage :

	Valeurs pour ferme C5 au démoulage Suivi 1	Valeurs pour ferme C5 au démoulage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « secs »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	337,62	317,94	326,553	314
Matière Grasse (g/kg)	163,75	150,00	159,792	150,8
Gras sur sec G/S (g/kg)	48,50	47,18	48,897	48
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	79,21	80,24	80,148	81
Sel/eau (g/kg)	1,78	2,40	1,393	1,2
Lipolyse (indice)	5,76	5,48	5,065	4,7
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	8,01	9,01	8,560	8,6
NT	19,90	18,78	19,29	18,54
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,72	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	52,42	/	/

Mycologie

Milieu de culture		Salle de fabrication (en double)	Séchoir	Hâloir
MEA	Suivi 1	1 et 2 colonies de levures 15 et 13 colonies <i>Eurotium</i> 3 et 7 colonies <i>Penicillium</i> 0 et 4 colonies <i>Cladosporium</i>	2 colonies <i>Penicillium</i> 1 colonie <i>Aspergillus</i>	8 colonies <i>Penicillium</i>
	Suivi 2 / visite1	3 colonies de levures 3 colonies <i>Cladosporium</i> 20 colonies <i>Penicillium</i>	2 colonies <i>Cladosporium</i> 22 colonies <i>Penicillium</i>	22 colonies <i>Penicillium</i>
MEA + sel	Suivi 1	8 et 15 colonies <i>Eurotium</i> 4 et 2 colonies <i>Cladosporium</i> 3 et 1 colonies <i>Aspergillus</i>	4 colonies <i>Penicillium</i>	1 colonie <i>Aspergillus</i>
	Suivi 2 / visite1	1 et 2 colonies de levures 6 et 5 colonies <i>Eurotium</i> 6 et 2 colonies <i>Penicillium</i>	1 colonie de levures 2 colonies <i>Eurotium</i> 4 colonies <i>Penicillium</i>	1 colonie de levures 15 colonies <i>Penicillium</i>

La ferme C5 a été suivie à deux reprises au mois de novembre à un an d'intervalle, les produits et les conditions de fabrication ont peu variés entre les deux suivis. Les fromages fabriqués sont bleus très secs. L'exploitation n'est pas équipée d'une pièce dédiée au séchage mais utilise des zones plus ventilées de son hâloir dynamique pour sécher les fromages après une phase de ressuyage de 24 h.

Les fromages produits sont très secs et salés, et ce dès le démoulage et moins lipolysés et protéolysés. Au démoulage la dose de sel est de 1,2% au suivi 1 et de 1,6% au suivi 2, ce qui est assez élevé pour favoriser le *Penicillium* et défavoriser le *Geotrichum*. De plus le salage est fait à 8 h après moulage pour une face et 20 h pour l'autre face, soit assez tôt. Ils ne passent pas par un séchoir mais perdent 45% de leur poids fin de ressuyage en affinage, avec une hygrométrie forte mais des vitesses d'air conséquentes

La température de ressuyage était un peu plus basse lors du deuxième suivi, et l'hygrométrie au hâloir plus importante, avec un chargement moindre et des fromages plus jeunes. Les pertes de poids sont similaires entre les deux suivis. 14 j après le démoulage, les fromages sont un peu plus secs et salés lors du deuxième suivi. De façon générale pour les deux suivis, les fromages sont très secs et très salés, peu lipolysés et protéolysés. Les fromages étaient plus humides au démoulage lors du deuxième suivi. L'ambiance est peu chargée en flores fongiques qui sont assez diverses.

Ferme de la région Rhône-Alpes, RA7

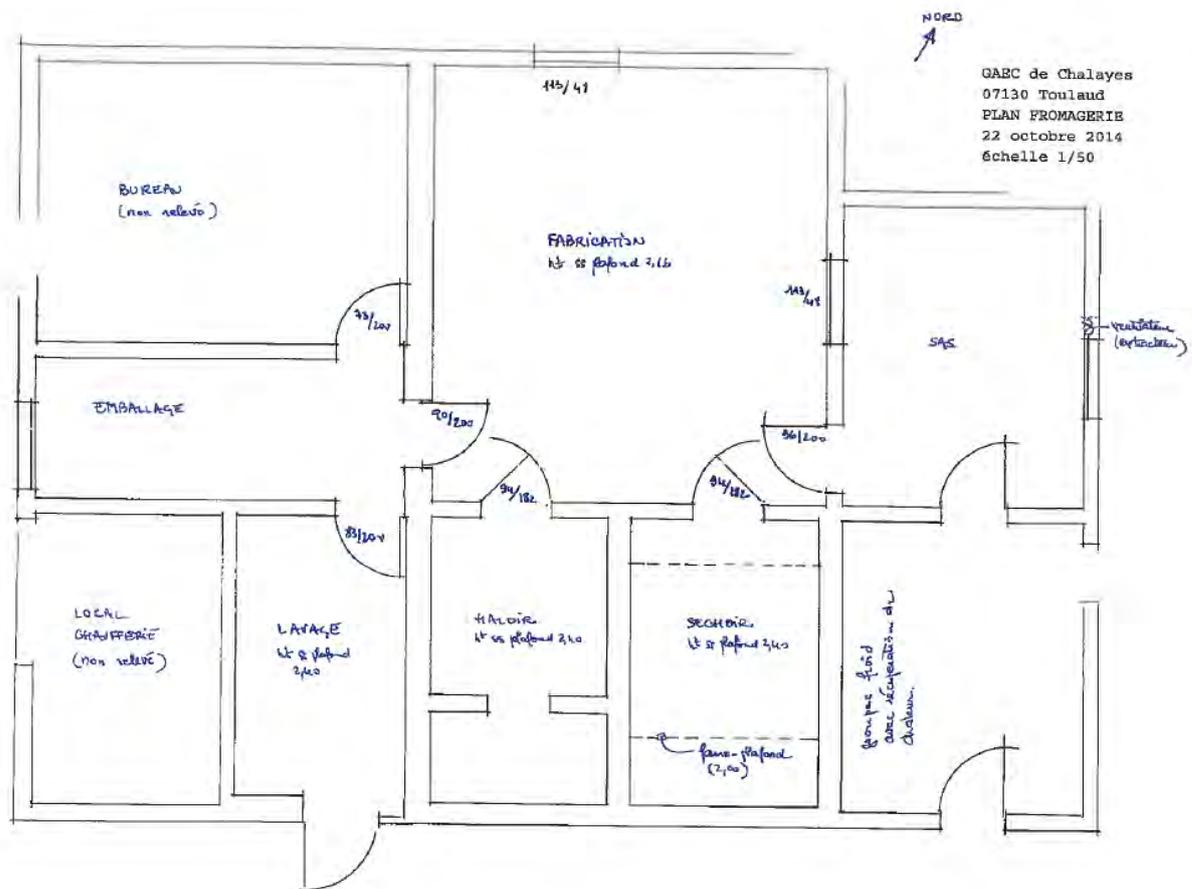
Suivi 1 du 25 novembre au 9 décembre 2013 et suivi 2 du 13 au 29 octobre 2014

Thème pour les fiches : augmentation de la température pour favoriser le géo

Historique

170 chèvres, 94000 litres transformés/an, fromage suivi 0.5 l/fromage

Locaux :



Fromages suivis :



Suivi 1



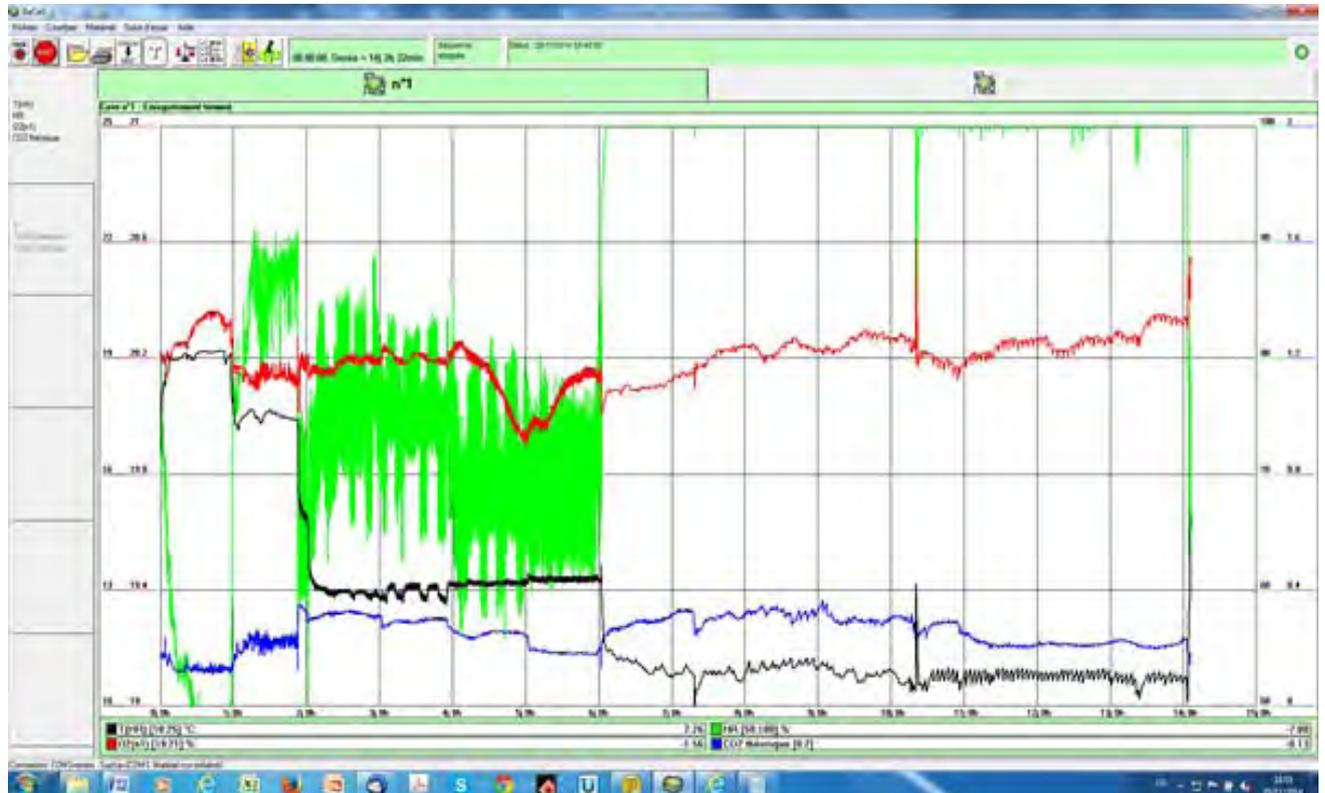
Suivi 2

Type de locaux et itinéraire technologique

Ressuyage	Séchage	Affinage
2 jours en salle de fabrication 30 m ² Briques et carrelage, sol non isolé Fenêtres Pas d'évaporateur	4 jours dans un séchoir 11,3 m ² Un mur en panneaux sandwich, le reste murs enduits, sol non isolé Pas entrée ni sortie air Evaporateur dynamique simple flux, air guidé	8 jours au hâloir 11,3 m ² Evaporateur plafonnier dynamique simple flux Enduit et peinture, sol non isolé Pas entrée ni sortie air

		Hygrométrie (%)		Température (°C)		O2 (%)		CO2 (%)	
		Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 1	Suivi 2
Salle de fabrication ressuyage	Moyenne	66	76	18,3	21,8	20,2	20,7	0,2	0,1
	Ecart-type	18	4	0,8	0,3	0,1	0,06	0,04	0,04
SECHOIR	Moyenne	73	78	13,1	14,4	20,1	20,6	0,3	0,4

	Ecart-type	6	5	0,2	0,2	0,05	0,04	0,05	0,02
HALOIR	Moyenne	99,8	99	10,8	12,5	20,2	20,8	0,3	0,4
	Ecart-type	0,7	1,5	0,2	0,3	0,03	0,08	0,04	0,09





Les teneurs en O2 et CO2 sont à corriger de la température.

Chargement :

	Chargement suivi 1	Chargement suivi 2
Séchoir	1046 fromages 4,42 kg/m ³	1334 fromages 4.9 kg/m ³
Hâloir	<u>Visite 1 :</u> 4295 fromages 10,35 kg/m ³ Age moyen 22j <u>Visite 2 :</u> 958 fromages 2,6 kg/m ³ Age moyen 12j	<u>Visite 1 :</u> 5059 fromages 13,48 kg/m ³ <u>Visite 2 :</u> 3113 fromages kg/m ³

Ce qui a changé entre suivi grand nombre et suivi approfondi	Augmentation de 2°C du ressuyage jusqu'au hâloir pour favoriser le <i>Geotrichum</i>
--	--

Résultats des différents paramètres mesurés à différents stades du démoulage à l'affinage

Paramètres	Démoulage (sur lot suivi)	Fin ressuyage (sur lot différen)	Fin séchage (sur lot)	Fin affinage (14j après démoulage)	Démoulage (sur lot suivi) Suivi 2	Fin ressuyage (sur lot différen)	Fin séchage (sur lot)	Fin affinage (14j après démoulage)

	Suivi 1	t du lot suivi) Suivi 1	suivi) Suivi 1	(sur lot suivi) Suivi 1		t du lot suivi) Suivi 2	suivi) Suivi 2	(sur lot suivi) Suivi 2
DUREE	/	2	4	8	/	1	3	10
pH	4,7			5,4	4,21			
Poids moyen d'un fromage	152,1	120,3	78,2	72,7	137,3	115,6	72,1	63,3
Pertes de poids (%)	/	21%	35%	7%	/	16%	38%	12%
Pertes de poids moyennes pour les fromages « bleus »	/	16%	21,5%	24%	/	16%	21,5%	24%
Pertes de poids moyennes pour les 49 fermes	/	12,5%	25%	25%	/	12,5%	25%	25%

Perte de poids totale durant les 14 jours du premier suivi : 52% et pour le deuxième suivi : 54% (45% pour les autres fermes faisant des fromages « bleus » et 45% en moyenne sur les 49 fermes).

Composition physico-chimique en fin d'affinage (14j après démoulage) :

	Valeurs pour ferme RA7 Suivi 1	Valeurs pour ferme RA7 Suivi 2	Moyenne pour les fromages « bleus moussoux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	483,46	541,14	573	533
Matière Grasse (g/kg)	238,75	280,00	294,5	278,1
Gras sur sec G/S (g/kg)	49,38	51,74	51,4	52,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	67,85	63,73	60,3	64,3
Sel/eau (g/kg)	2,75	3,16	4,1	3,6
pH	5,4	/	4,9	4,9
Lipolyse (indice)	15,24	9,3	12,5	13
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	20,84	12,44	14,8	16,3
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	9,94	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	79,87	/	/

Composition physico-chimique en fin de séchage (à J+4) :

	Valeurs pour ferme RA7 en fin de séchage Suivi 1	Valeurs pour ferme RA7 en fin de séchage	Moyenne pour les fromages « bleu	Moyenne pour les 49 exploitations

		Suivi 2	mousseux »	
Extrait Sec Total (g/kg)	490,16	483,26	492	424
Matière Grasse (g/kg)	240	238,75	246,6	214
Gras sur sec G/S (g/kg)	48,96	49,40	50	50,3
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	67,08	67,88	67,2	72,9
Sel/eau (g/kg)	2,21	2,53	2,8	2,1
Lipolyse (indice)	8,42	4,03	6,9	6,9
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	13,09	7,10	6,9	2,2
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,45	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	62,72	/	/

Composition physico-chimique au démoulage :

	Valeurs pour ferme RA7 au démoulage Suivi 1	Valeurs pour ferme RA7 au démoulage Suivi 2	Moyenne pour les fromages « bleu mousseux »	Moyenne pour les 49 exploitations
Extrait Sec Total (g/kg)	244,90	297,51	310	314
Matière Grasse (g/kg)	105	140	147,5	150,8
Gras sur sec G/S (g/kg)	42,87	47,06	47,5	48
Humidité Fromage Dégraissé (HFD) (g/kg)	84,37	81,68	81	81
Sel/eau (g/kg)	0,74	1,12	1,3	1,2
Lipolyse (indice)	5,15	4,71	4,5	4,7
Azote soluble sur azote total NS/NT (g/kg)	14,01	8,24	8,1	8,6
NT	15,03	18,10	18,46	18,54
Azote non protéique sur azote total (NNP/NT)	/	4,33	/	/
Azote non protéique sur azote soluble (NNP/NS)	/	52,52	/	/

Mycologie

Milieu de culture		Salle de fabrication (en double)	Séchoir	Hâloir
MEA	Suivi 1	>300 et >300 colonies <i>Penicillium</i> >300 et 0 colonies <i>Mucorales</i>	20 colonies <i>Penicillium</i> 4 colonies <i>Cladosporium</i>	>300 colonies <i>Penicillium</i> >300 colonies <i>Mucorales</i>
	Suivi 2 / visite1	14 et 20 colonies <i>Penicillium</i> 10 et 20 colonies <i>Cladosporium</i> 3 et 0 colonies <i>Geotrichum</i> 0 et 1 colonie <i>Mucorales</i> 0 et 6 colonies <i>Aspergillus</i>	3 colonies <i>Penicillium</i> 3 colonies <i>Cladosporium</i>	1 colonie levure 83 colonies <i>Penicillium</i>
	Suivi 2 / visite 2	>300 et >300 colonies <i>Penicillium</i> 1 et 1 colonies <i>Cladosporium</i>	14 colonies <i>Penicillium</i> 1 colonie <i>Geotrichum</i>	>300 colonies <i>Penicillium</i>
MEA + sel	Suivi 1	>300 et >300 colonies <i>Penicillium</i> >300 et 0 colonies <i>Mucorales</i> 0 et >300 colonies <i>Cladosporium</i>	10 colonies <i>Penicillium</i> 6 colonies <i>Cladosporium</i>	44 colonies <i>Penicillium</i> 13 colonies <i>Cladosporium</i> 5 colonies <i>Mucorales</i>
	Suivi 2 / visite1	3 et 5 colonies de levures 3 et 8 colonies <i>Eurotium</i> 9 et 12 colonies <i>Penicillium</i>	1 colonie <i>Eurotium</i> 1 colonie <i>Penicillium</i> 2 colonies <i>Cladosporium</i>	43 colonies <i>Penicillium</i> 1 colonie <i>Cladosporium</i>

		21 et 29 colonies <i>Cladosporium</i> 1 et 0 colonie <i>Aspergillus</i>		
	Suivi 2 / visite 2	1 et 2 colonies de levures 72 et 35 colonies <i>Penicillium</i> 4 et 3 colonies <i>Cladosporium</i>		>300 colonies <i>Penicillium</i>

Les fromages obtenus sont bleus moelleux, ils ont perdus plus de poids que la moyenne au ressuyage (caractéristique des bleus moelleux) ainsi qu'au séchage, et ont eu une perte de poids modérée en affinage. Par rapport à d'autres itinéraires conduisant à des fromages « bleu moelleux », la perte de poids est importante au séchage et moindre en affinage. Les fromages sont salés 6 h et 22 h après moulage et la dose de sel mesurée au démoulage est de 0,6% (S1) et 0,8% (S2), ce qui est dans la moyenne, voire faible pour favoriser le *Penicillium*. En fin de ressuyage la flore n'avait poussé que sur une seule face lors du 1^{er} suivi.

L'itinéraire technologique y a été volontairement modifié entre le suivi 1 et le suivi 2 pour avoir un meilleur développement du *Geotrichum* sur les fromages, à la fois pour en améliorer l'aspect et pour lutter contre le *Mucor* (poil de chat). Ainsi la température moyenne de ressuyage est passée de 18,3°C à 21,8°C, la température de séchage de 13,1 à 14,4°C et la température du hâloir de 10,8 à 12,5°C. La salle de fabrication où est réalisé le ressuyage était aussi plus humide lors du 2^{ème} suivi (76% vs 66%), ainsi que le séchoir (78% vs 73%). Séchoir et hâloir étaient plus chargés lors du 2^{ème} suivi. Les pertes de poids ont été moindres en ressuyage (16% vs 21%) et plus importantes au hâloir (12% vs 7%), ce qui est cohérent avec les variations d'hygrométrie. Le salage est retardé à 12,5 et 23,5 h après moulage. La flore a bien poussé des deux côtés des fromages. Les fromages obtenus 14 jours après démoulage étaient moins lipolysés et protéolysés et une donnée manquante ne permet pas de comparer leurs extraits secs. Néanmoins en fin de séchage les fromages du deuxième suivi étaient un peu moins secs et déjà moins lipolysés et protéolysés, comme au démoulage, ou par contre ils étaient plus secs. La pression en *Mucor* (cohérent avec des accidents de fabrication observés les jours précédents le premier suivi et le fait que le séchoir et le hâloir ouvrent directement sur la salle de fabrication) et en *Penicillium* est importante dans les locaux (surtout hâloir et salle de fabrication).

ANNEXE 10 – CARTOGRAPHIE DE L'AÉRAULIQUE DES SECHOIRS ET HALOIRS

Caractérisation de l'aéraulique des installations de séchage et d'affinage des exploitations agricoles choisies

Quatre exploitations agricoles fromagères volontaires ont été retenues pour l'étude de caractérisation expérimentale du fonctionnement aéraulique de leurs caves d'affinage (séchoir et hâloir), à savoir :

- une installation en Lozère pour la région Languedoc-Roussillon,
- une installation dans le Cher pour la région Centre
- une installation en Ardèche pour la région Rhône-Alpes
- et une installation en Saône-et-Loire pour la région Bourgogne.

I. MATERIEL ET METHODES :

Nous avons réalisé des mesures des paramètres d'ambiance, à savoir des mesures de vitesse, de température et d'humidité de l'air (Figure 1) en différents points selon plusieurs plans à l'intérieur des caves (séchoir et hâloir) de ces quatre exploitations. Le nombre de points de mesures pour chacune des 8 installations varie en fonction de leurs dimensions.

Les mesures des vitesses d'air ont été réalisées au moyen de 4 sondes anémométriques de marque TSI (Figure 2.a) connectées à une centrale d'acquisition multivoies, elle-même reliée à un ordinateur portable.

Les mesures de température et d'humidité de l'air ont été réalisées avec un hygromètre à miroir à point de rosée (Figure 2.b), doté d'une sonde de température de type PT100 et directement relié à l'ordinateur portable (Figure 3).

Les temps d'acquisition en chacun des points de mesure étaient d'environ 5 minutes, soit le temps nécessaire pour atteindre la stabilité de la valeur moyenne de la grandeur mesurée.



Figure 1 : Dispositif expérimental utilisé pour cartographier l'aéroulque (vitesse, température et humidité de l'air) au sein des installations fromagères (séchoirs et hâloirs)



(a)



(b)

Figure 2 : (a) Sondes anémométriques de mesure des vitesses d'air et (b) Hygromètre à miroir à point de rosée de mesure de l'humidité relative équipé de sa sonde de température Pt100

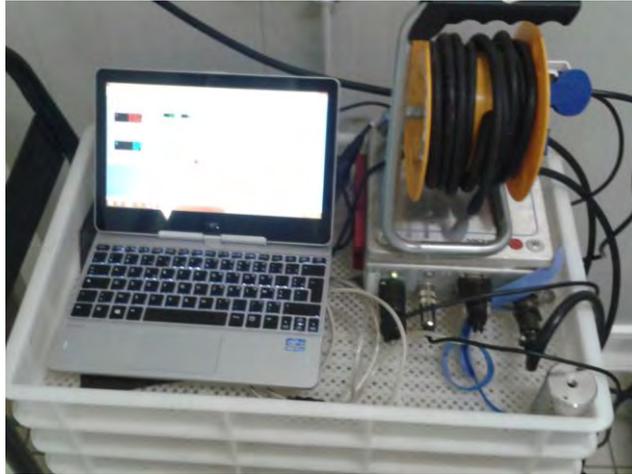


Figure 3 : Centrale d'acquisition reliée à l'ordinateur portable

Pour l'ensemble des caves dans lesquelles nous avons effectué les mesures de vitesse, de température et d'humidité relative de l'air, nous avons pris l'origine et l'orientation des axes comme défini ci-après sur la Figure 4. Cette figure qui représente une vue en perspective 3D d'une cave indique les coupes horizontales correspondant aux différentes hauteurs où les mesures ont été réalisées. L'emplacement et la configuration du système de soufflage varie d'une cave à l'autre, selon la hauteur et/ou la profondeur. Cependant, les configurations des caves sont assez identiques et l'origine et l'orientation des axes sont toujours les mêmes.

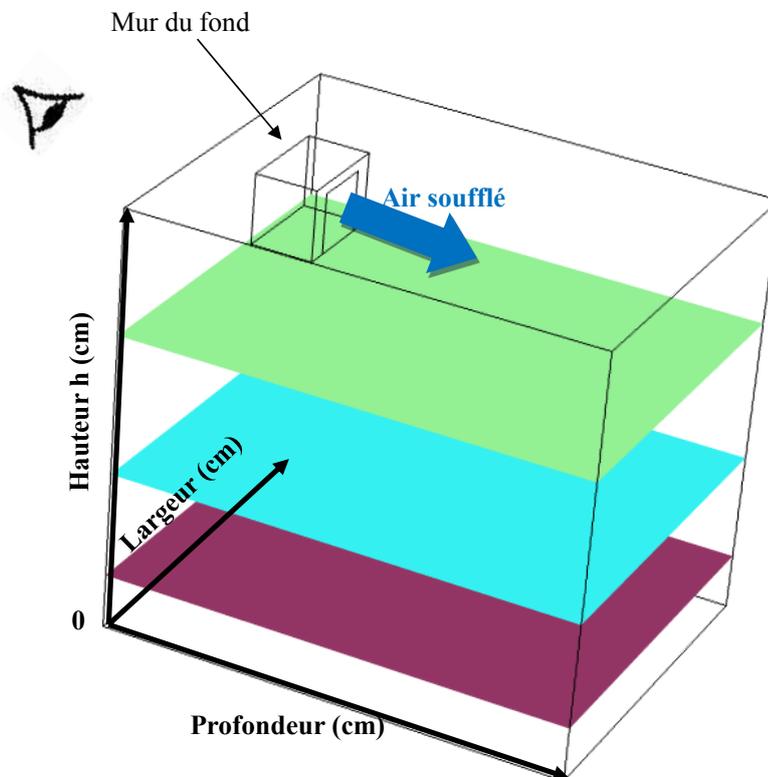


Figure 4 : Exemple de définition de plans horizontaux à différentes hauteurs dans une cave

La Figure 5 ci-après montre un exemple de coupe horizontale en 2D vue de dessus à une hauteur h ; ce type de coupe sera utilisée dans la suite du rapport pour représenter les cartographies des paramètres physiques d'ambiance (vitesse, température et humidité relative de l'air).

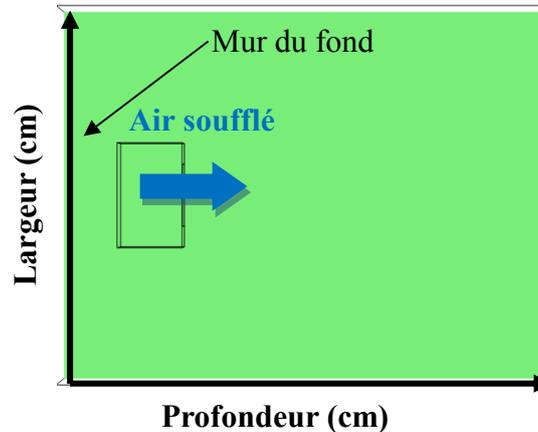


Figure 5 : Exemple de vue de dessus d'un plan horizontal à une hauteur h

Remarque générale : Concernant le chargement en fromages de chacune des installations investiguées, nous tenons à signaler que :

- Aucune installation n'était remplie à son maximum lorsque les études approfondies ont été réalisées, et parfois même, très peu remplie ; l'influence du chargement sur l'établissement des conditions aérauliques était donc globalement faible.
- Aucune mesure de vitesse, de température et d'humidité relative n'a été réalisée à l'intérieur des piles de fromages, seulement devant, derrière ou sur les côtés.
- Le chargement en fromages pouvait varier d'un jour sur l'autre lors de la réalisation des mesures (2 jours sur place), en fonction des contraintes de production (ajout de fromages frais, sortie de fromages, déplacement de piles ...).
- Enfin, parfois même, certaines piles de fromages ont été déplacées afin de faciliter, voire permettre, la prise de mesures qui devait être réalisée à intervalle d'espace régulier en vue du traçage des cartographies.

Dans ces conditions, il n'était donc pas possible de donner, pour chaque installation, un schéma unique détaillant le chargement en fromages. Toutefois, lorsque nous avons estimé que la manière dont l'installation était chargée pouvait influencer les résultats obtenus, nous l'avons signalé dans l'analyse et l'interprétation des cartographies.

II. RESULTATS :

II.1. Installations de Lozère, région Languedoc-Roussillon :

Les tableaux et les figures des paragraphes II.1.a. et II.1.b. suivants détaillent les valeurs des paramètres d'ambiance de l'air mesurés, à savoir :

- les vitesses d'air (en m/s),
- les températures de l'air (en °C),
- et l'humidité relative de l'air (en %),

dans le séchoir et dans le hâloir en différents points, selon des plans horizontaux correspondant à différentes hauteurs par rapport au sol.

Sur les figures (cartographies), les valeurs mesurées sont représentées au moyen de niveaux de couleur, allant du bleu foncé (pour les valeurs les plus faibles) au rouge (pour les valeurs les plus élevées), en passant par du bleu clair, du vert, du jaune et de l'orange.

II.1.a. Séchoir :

Les dimensions du séchoir étaient de 265 cm pour la profondeur, 206 cm pour la largeur et 242 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des vitesses d'air était égal à 80, et était réparti selon :

- 4 plans horizontaux (à 40, 90, 140 et 190 cm du sol) x 5 points selon la profondeur (à 30, 80, 130, 180 et 230 cm) x 4 largeurs (28, 78, 128 et 178 cm).

Le nombre de points de mesures des températures et de l'humidité de l'air était de 48, répartis selon :

- 4 plans horizontaux (à 40, 90, 140 et 190 cm du sol) x 3 points selon la profondeur (à 40, 130 et 220 cm) x 4 largeurs (28, 78, 128 et 178 cm).

La Figure 6 ci-après représente les plans de mesures horizontaux situés à des hauteurs de 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol, dans la géométrie du séchoir investiguée.

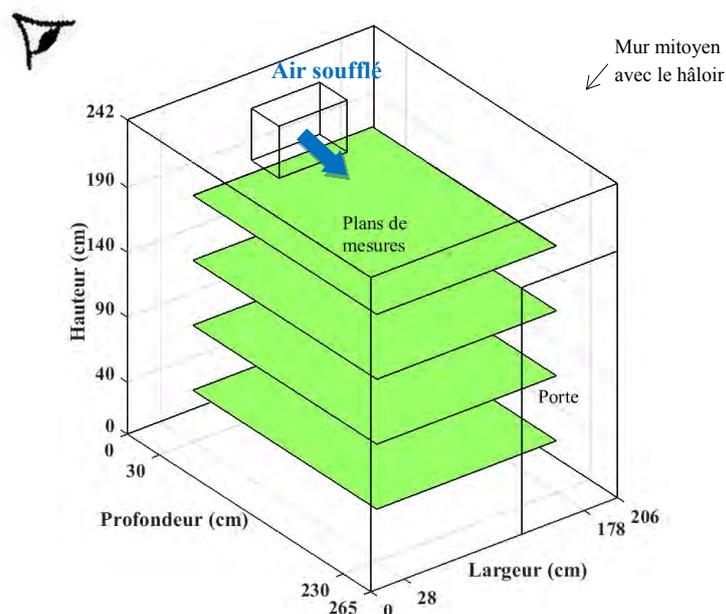


Figure 6 : Représentation 3D du séchoir et des dimensions des plans de mesures horizontaux des paramètres d'ambiance

Le Tableau 1 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l'air (vitesse, température, humidité) mesurées selon les plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales dans tout le séchoir.

Hauteur au sol (cm)	40	90	140	190	Moyenne
Vitesse (m/s)	0,30	0,22	0,31	0,27	0,28
Température (°C)	11,7	11,7	11,5		11,6
Humidité (%)	84,7	84,4	84,7		84,6

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres d'ambiance (vitesse, température, humidité) à différentes hauteurs et de manière globale dans le séchoir

Sur chacun des plans de mesures horizontaux, *i.e.* aux différentes hauteurs par rapport au sol, les valeurs moyennes de température sont sensiblement très proches. Il en est de même pour les vitesses d'air moyennes et l'humidité relative moyenne. La circulation de l'air semble donc relativement bien homogène selon la hauteur dans ce séchoir.

Il est aussi intéressant de visualiser les cartographies des mesures réalisées aux différents points selon les plans horizontaux, de façon à analyser le fonctionnement aéraulique du séchoir.

i) Vitesses d'air (m/s)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 2 détaillent les valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées en différents points selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm)	30	80	130	180	230
28	0,21	0,10	0,25	0,31	0,33
78	0,21	0,11	0,27	0,41	0,29
128	0,27	0,40	0,35	0,58	0,17
178	0,12	0,20	0,22	0,42	0,69

(a)

Profondeur (cm)	30	80	130	180	230
28	0,14	0,22	0,19	0,25	0,18
78	0,23	0,15	0,18	0,38	0,18
128	0,24	0,30	0,27	0,28	0,15
178	0,14	0,23	0,22	0,21	0,25

(b)

Profondeur (cm)	30	80	130	180	230
28	0,35	0,45	0,59	0,30	0,21
78	0,35	0,32	0,24	0,37	0,21
128	0,37	0,27	0,32	0,23	0,19
178	0,32	0,26	0,35	0,29	0,17

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	30	80	130	180	230
28	0,23	0,17	0,29	0,35	0,30
78	0,47	0,24	0,23	0,24	0,17
128	0,43	0,23	0,24	0,20	0,19
178	0,28	0,20	0,30	0,33	0,33

(d)

Tableau 2 : Valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 7 représentent les vitesses d'air (m/s) issues des mesures du Tableau 2, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées. Ces vitesses sont comprises entre 0,1 et 0,7 m/s. Le système de soufflage se situant à une hauteur de 2,05 m et à une profondeur de 60 cm, l'air provient donc de la gauche sur ces cartographies.

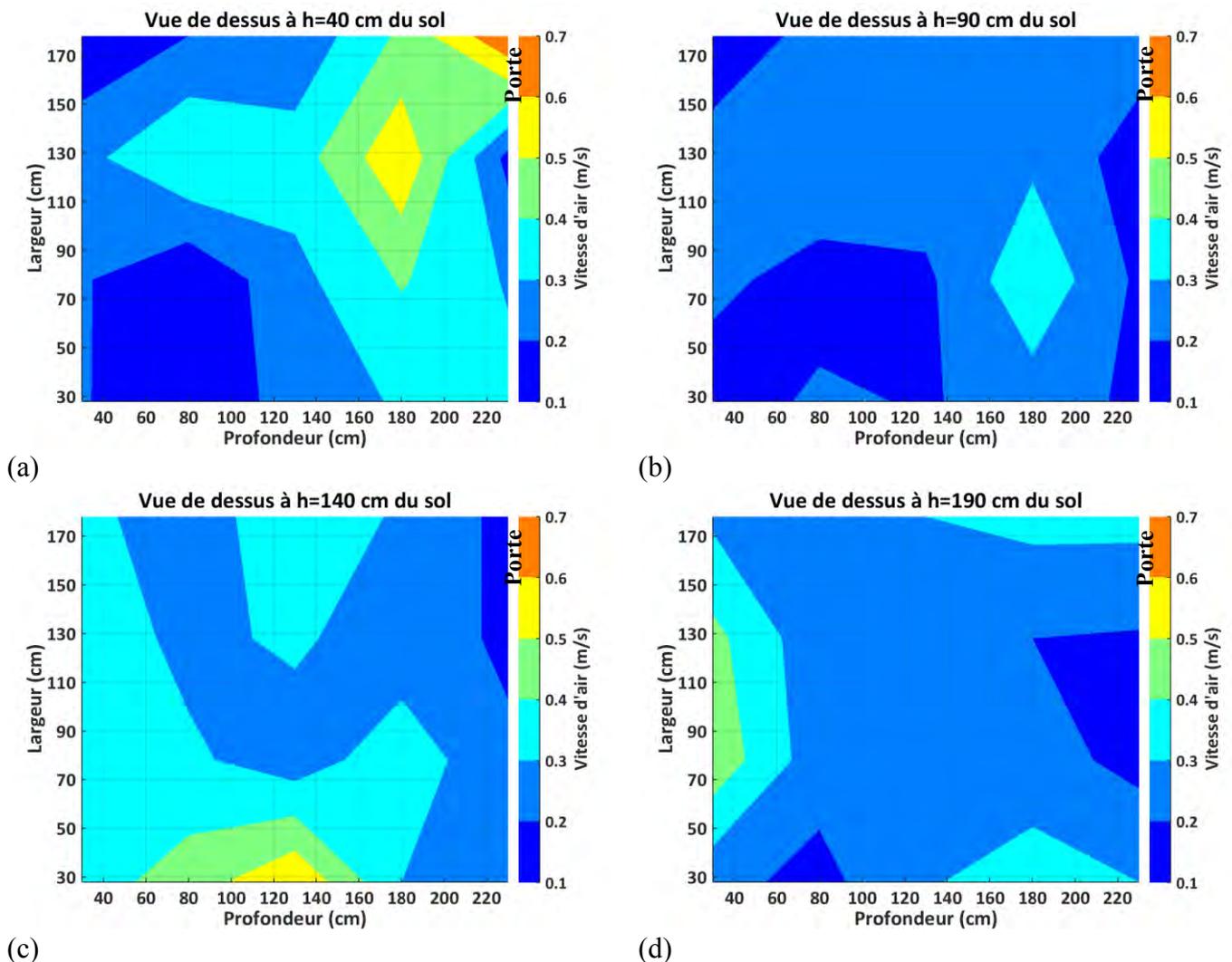


Figure 7 : Cartographies des vitesses d'air (m/s) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

La cartographie de la Figure 7.a, correspondant à une hauteur de 40 cm, indique une vitesse allant jusqu'à 0,7 m/s du côté de la porte. Cette valeur est supérieure aux vitesses du reste du séchoir qui sont plutôt comprises entre 0,1 et 0,4 m/s. Ceci provient peut-être du fait que la présence de la porte génère un effet d'aspiration dans sa partie basse, ce qui provoque une dissymétrie dans la répartition du flux d'air soufflé, avec une partie de ce flux qui viendrait frapper le mur situé du côté de la porte et qui redescendrait ensuite le long de la paroi jusqu'au sol.

A une hauteur de 190 cm (Figure 7.d), une zone de vitesse de l'ordre de 0,45 m/s (côté gauche de la cartographie), supérieure au reste du séchoir, apparaît. Cette zone se trouve située sous l'aspiration du système de ventilation, ce qui explique cette zone à vitesse plus élevée.

ii) Température (°C)

Les 3 tableaux constituant le Tableau 3 rendent compte des valeurs des températures de l'air (°C) mesurées en différents points selon les coupes horizontales situées aux 3 hauteurs investiguées : 40, 90 et 140 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	40	130	220
28	11,3	11,6	11,4
78	12,1	11,1	12,7
128	11,5	11,7	11,1
178	11,5	11,3	13,2

(a)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	40	130	220
28	12,5	12,0	12,7
78	11,5	11,6	11,3
128	12,1	11,4	11,5
178	11,6	11,6	11,1

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	40	130	220
28	10,9	11,6	11,2
78	11,8	11,3	11,0
128	11,1	12,0	13,0
178	12,2	10,9	11,2

(c)

Tableau 3 : Valeurs des températures d'air (°C) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm et (c) 140 cm

Les cartographies de la Figure 8 représentent les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 3, aux 3 hauteurs par rapport au sol investiguées.

Nous remarquons sur ces cartographies que la température est assez homogène, du fait de la ventilation continue. La température est un peu plus élevée du côté de la porte, à proximité du sol (h=40 cm), qui donne sur le couloir dont la température est plus élevée. En effet, dans ce coin, la température du séchoir est plus élevée de 2°C par rapport au reste de l'installation qui

est à 12°C. En recoupant avec la cartographie des vitesses, il semblerait que de l'air chaud, en provenance du couloir, passe sous la porte, créant un courant d'air et générant une vitesse d'air plus élevée dans cette zone (égale à 0,7 m/s) par rapport au reste du séchoir (0,2 à 0,3 m/s).

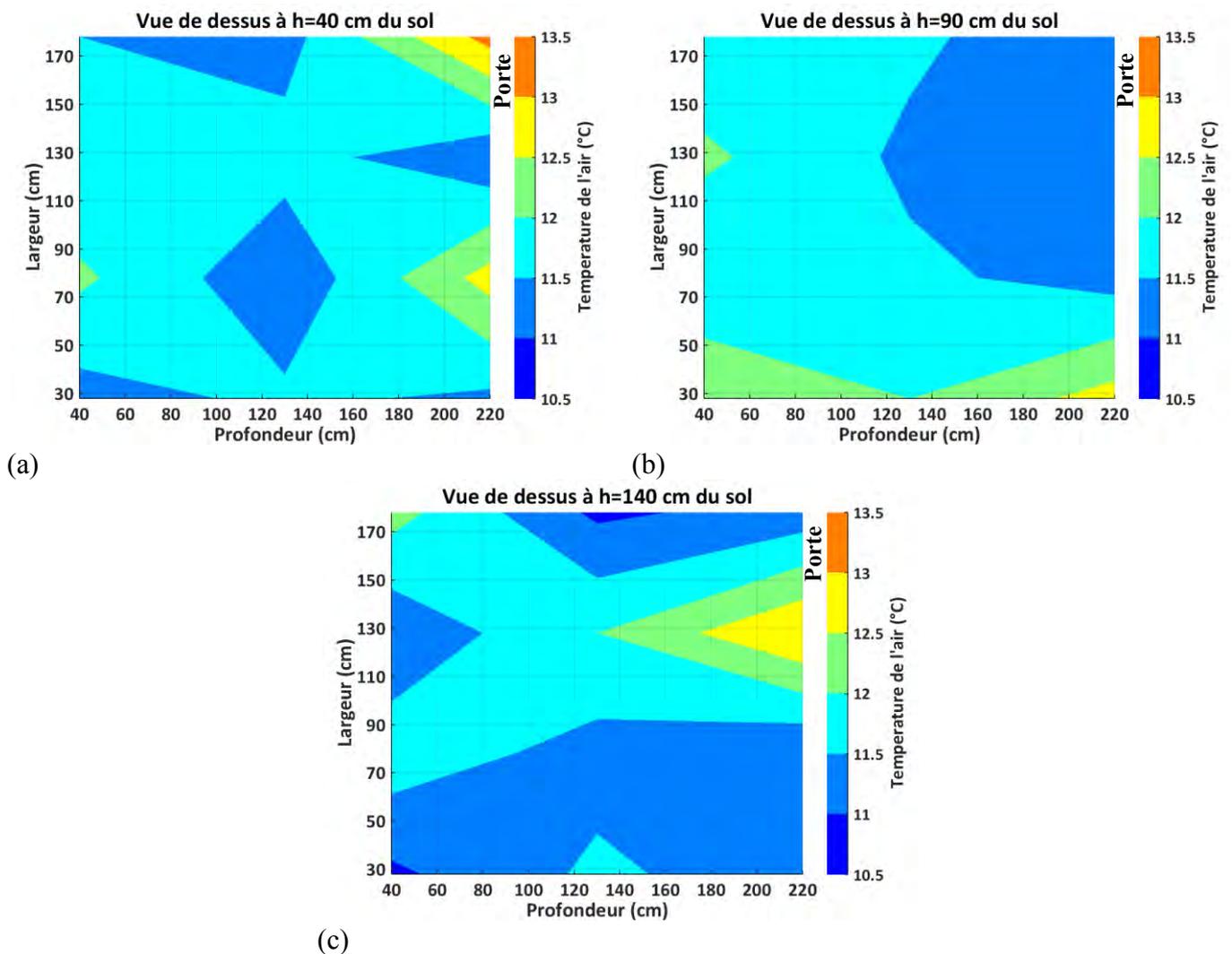


Figure 8 : Cartographies des températures (°C) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm et (c) 140 cm

iii) Humidité (%)

Les 3 tableaux constituant le Tableau 4 rendent compte des valeurs d'humidité de l'air (%) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 3 hauteurs investiguées : 40, 90 et 140 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	40	130	220
28	87,3	85,6	84,6
78	83,6	90,8	80,2
128	86,3	86,2	86
178	85,8	83,1	76,5

(a)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	40	130	220
28	81,8	81,3	78,8
78	85,4	86,6	86,2
128	84,2	85,3	85,1
178	84,1	88,3	85,7

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	40	130	220
28	85,6	84,3	85,3
78	84,4	84,8	85,9
128	87,2	84,5	77,6
178	81,6	92,4	83,3

(c)

Tableau 4 : Valeurs de l'humidité relative de l'air (%) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm et (c) 140 cm

Les cartographies de la Figure 9 représentent l'humidité de l'air (%) issue des mesures du Tableau 4, aux 3 hauteurs par rapport au sol investiguées.

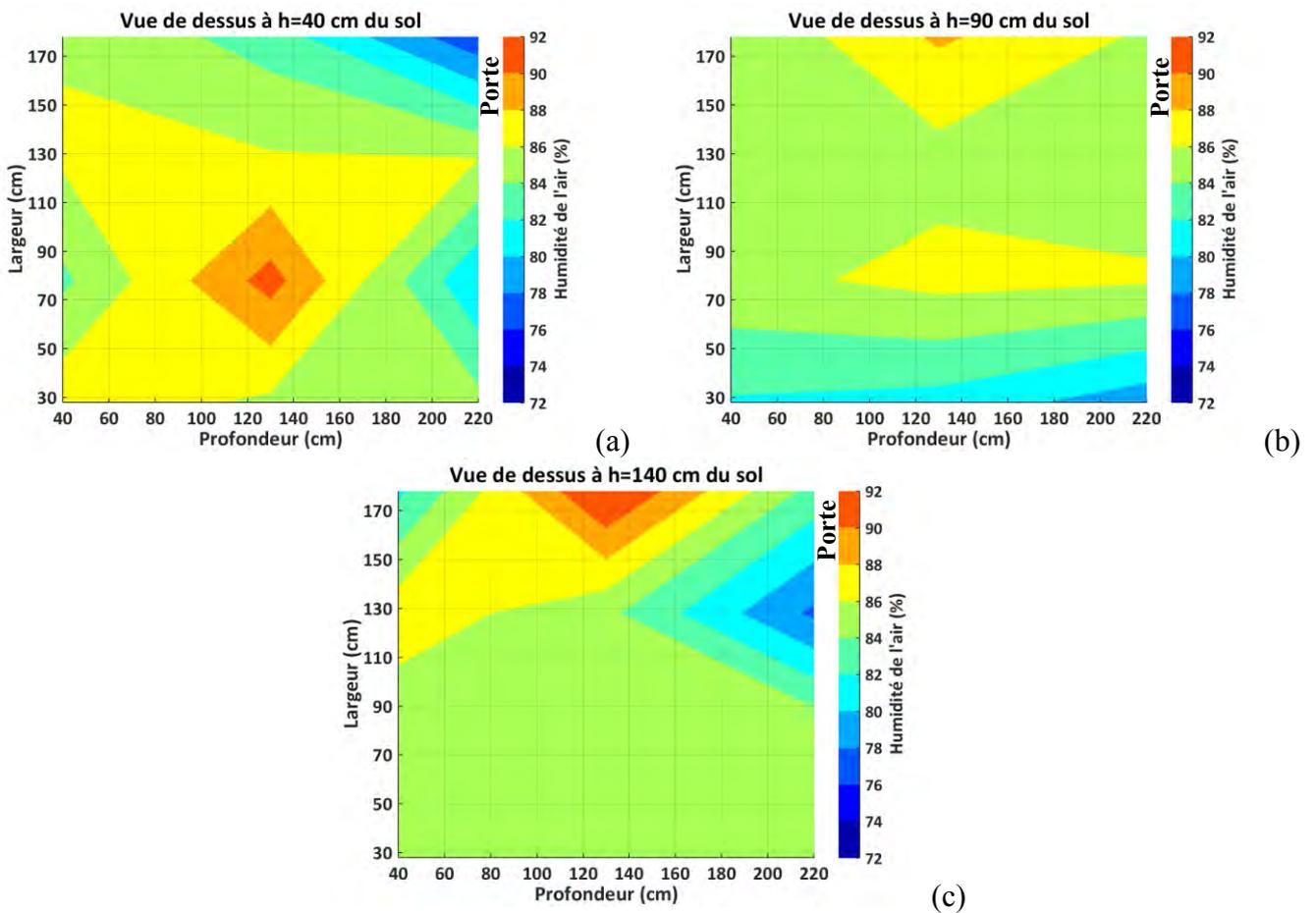


Figure 9 : Cartographies de l'humidité de l'air (%) mesurée selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm et (c) 140 cm

A une hauteur de 40 cm, *i.e.* à proximité du sol, du côté de la porte, la cartographie (Figure 9.a) indique une humidité de 76,5%, à savoir une valeur plus faible que dans le reste du séchoir où les valeurs sont comprises entre 80,2% et 90,8% (Tableau 4.a). Ceci est cohérent avec le fait d’observer des valeurs de vitesse et de température plus élevées à cet endroit, qui font qu’en retour, l’humidité relative de l’air est plus faible.

II.1.b. Hâloir :

Les dimensions du hâloir étaient de 400 cm pour la profondeur, 265 cm pour la largeur et 242 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des températures et de l’humidité de l’air était de 48, répartis selon :

- 4 plans horizontaux (à 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 3 points selon la profondeur (à 80, 200 et 320 cm) x 4 largeurs (27, 97, 167 et 237 cm).

La vitesse de l’air n’a pas été mesurée.

La Figure 10 ci-après représente les plans de mesures horizontaux situés à des hauteurs de 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol, dans la géométrie de hâloir investiguée.

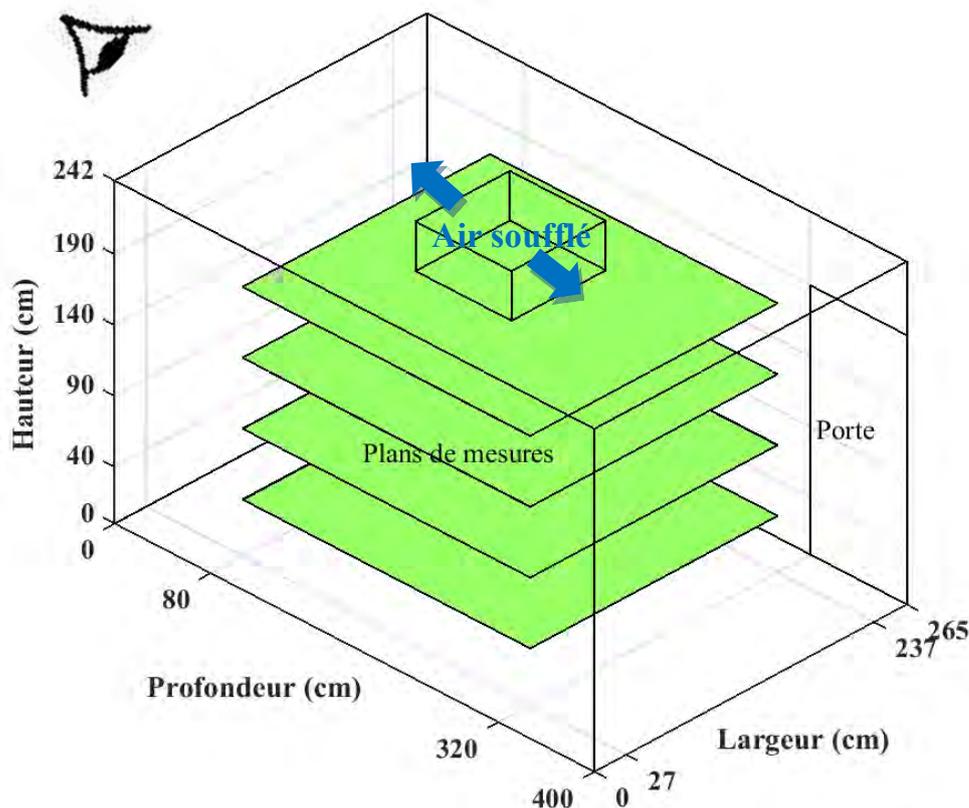


Figure 10 : Représentation 3D du hâloir et des dimensions des plans de mesures horizontaux des paramètres d’ambiance

Le Tableau 5 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l’air (température, humidité) mesurées selon les plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales dans tout le hâloir.

<i>Hauteur au sol (cm)</i>	40	90	140	190	Moyenne
<i>Température (°C)</i>	7,8	8,1	8,5	8,9	8,3
<i>Humidité (%)</i>	87,5	84,6	83,2	82,2	84,4

Tableau 5 : Valeurs moyennes des paramètres d’ambiance (température, humidité) à différentes hauteurs et de manière globale dans tout le hâloir

La température moyenne globale mesurée dans le hâloir est de 8,3°C, alors que la valeur de la sonde de régulation est de 7°C. Cette sonde sous-estime donc la température moyenne de plus de 1°C. Elle se trouve sûrement dans un endroit du hâloir plus froid ou alors elle a peut-être besoin d’être ré-étalonnée pour corriger sa valeur.

Ce tableau montre aussi que la température moyenne à chaque hauteur diminue de 1,1°C de 190 cm à 40 cm et que l’humidité moyenne augmente de 5,3%, en passant de 82,2% à 85,7%. Ces corrélations sont cohérentes puisque l’humidité augmente quand la température diminue, c’est-à-dire que l’air présente une humidité relative plus élevée aux endroits où la température est la plus basse, *i.e.* au niveau du sol.

i) Température (°C)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 6 détaillent les valeurs des températures de l’air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées dans le hâloir : 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm)	80	200	320
27	7,3	7,5	8,2
97	6,1	8,7	8,0
167	6,8	8,7	8,7
237	6,7	8,7	8,7

(a)

Profondeur (cm)	80	200	320
27	7,2	8,1	9,5
97	6,9	8,8	8,6
167	6,6	8,2	9,0
237	7,0	8,6	8,3

(b)

Profondeur (cm)	80	200	320
27	7,7	9,1	10,0
97	7,8	8,4	9,3
167	7,8	8,4	8,8
237	7,6	8,7	8,5

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	Profondeur (cm)		
	80	200	320
27	8,8	8,3	10,3
97	6,6	8,6	9,9
167	7,0	9,4	10,2
237	7,9	10,4	9,8

(d)

Tableau 6 : Valeurs des températures (°C) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 11 représentent les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 4, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.

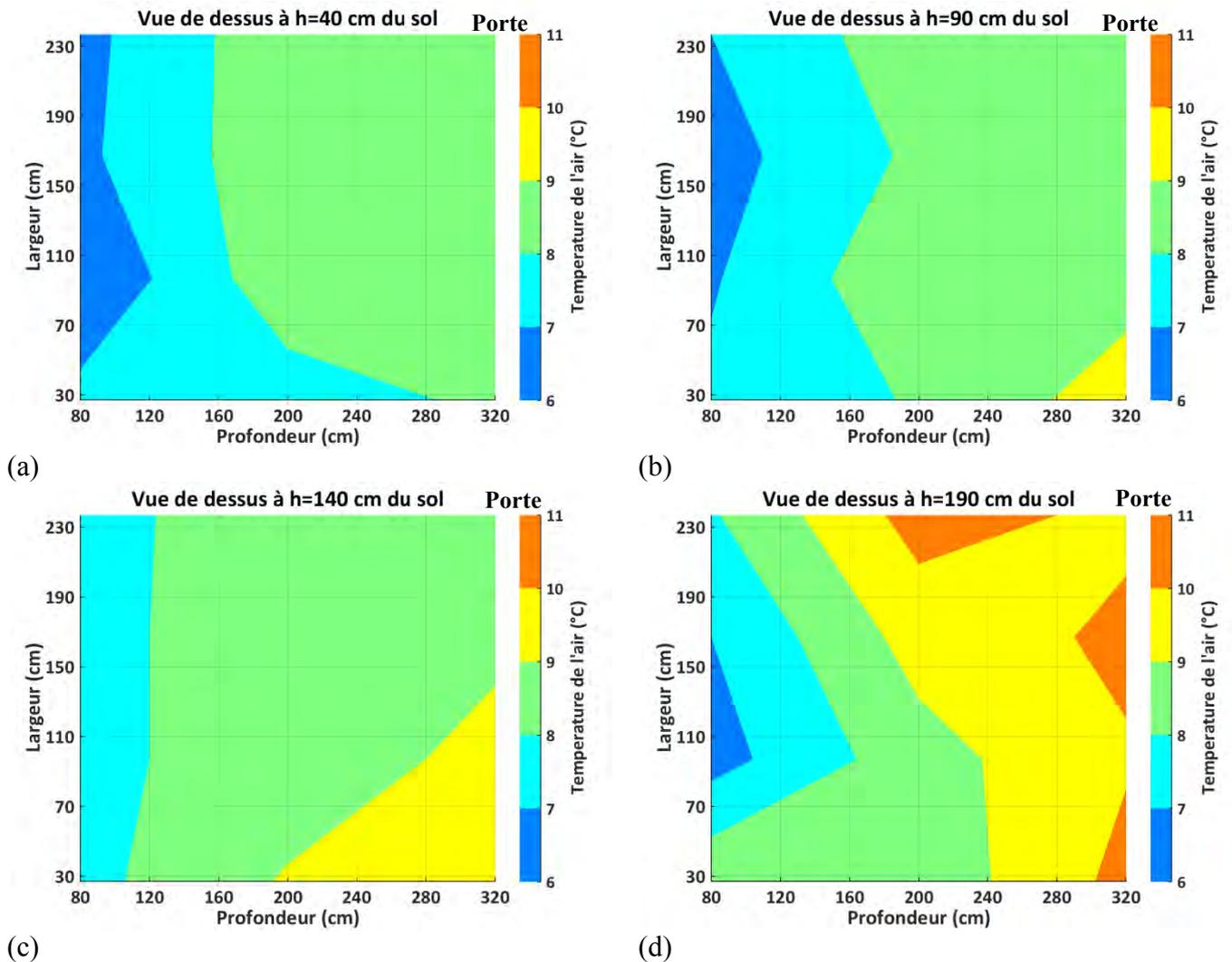


Figure 11 : Cartographies des températures (°C) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

L'examen détaillé de l'ensemble des cartographies de la Figure 11 met en évidence un gradient de température en fonction de la profondeur, avec des valeurs allant de 6°C, à une profondeur de 80 cm, à 11°C, à une profondeur de 320 cm. Ainsi, la première moitié du hâloir comprise entre 80 cm et 200 cm est plus froide, avec des températures de l'ordre de 6 à 8°C,

que la seconde moitié du hâloir comprise entre 200 cm et 320 cm de profondeur, où les températures varient entre 9 et 11°C. Ce gradient de température peut s'expliquer par (i) le système de ventilation situé au centre du hâloir qui souffle peut-être de manière déséquilibré entre les deux côtés ou par (ii) un apport de chaleur qui pourrait se faire par la paroi latérale commune entre ce hâloir et le couloir où l'air est plus chaud (isolation insuffisante ? défaut d'isolation ?). En tout cas, cette hétérogénéité ne peut pas être expliquée par le chargement en fromages de l'installation. La cartographie de la Figure 11.d, qui se trouve à une hauteur de 190 cm, et donc à proximité du système de ventilation situé lui à une hauteur de 210 cm, montre bien le contraste de température qui existe en partie haute de cette installation.

Pour vérifier cela et mieux identifier l'origine de ce gradient de température, il aurait été intéressant de mesurer les vitesses d'air dans le hâloir, ce que nous n'avons pas pu faire, par manque de temps. Cependant, ces mesures n'étaient pas évidentes à réaliser car la ventilation fonctionnait par intermittence en fonction de la température de l'air. Il aurait fallu forcer la ventilation à fonctionner assez longtemps pour réaliser les mesures et déceler des différences de soufflage au niveau du système de conditionnement de l'air.

Les cartographies révèlent aussi, dans la zone du hâloir située à une profondeur comprise entre 200 cm et 320 cm, que la température augmente en fonction de la hauteur par rapport au sol. Elle passe, ainsi, d'une valeur de 8 à 9°C, à une hauteur de 40 cm du sol, à une valeur de 9 à 11°C, à une hauteur de 190 cm.

ii) Humidité (%)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 7 rendent compte des valeurs d'humidité de l'air (%) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées dans le hâloir : 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm)	80	200	320
27	85,9	84,7	85,4
97	86,3	88,4	88,8
167	87,3	89,8	88,5
237	85,3	88,6	90,6

(a)

Profondeur (cm)	80	200	320
27	82,3	85,9	84,5
97	85,0	84,1	86,9
167	84,3	86,0	84,5
237	81,1	83,7	86,8

(b)

Profondeur (cm)	80	200	320
27	79,3	84,3	81,6
97	85,9	83,4	85,0
167	82,9	82,6	82,8
237	84,6	83,5	82,2

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	80	200	320
27	73,7	83,7	79,2
97	85,2	84,4	84,5
167	82,0	82,5	83,6
237	85,2	82,2	80,3

(d)

Tableau 7 : Valeurs de l'humidité relative de l'air (%) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 12 représentent l'humidité de l'air (%) issue des mesures du Tableau 4, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées. Les valeurs d'humidité mesurées à une hauteur de 40 cm sont comprises entre 86% et 92%, alors que les valeurs, à h=190 cm, sont comprises entre 72% et 84%. A une hauteur de 40 cm, une grande partie du hâloir possède une humidité de l'air supérieure à 88%. Ainsi, plus l'on se rapproche du sol, plus l'humidité relative de l'air est élevée.

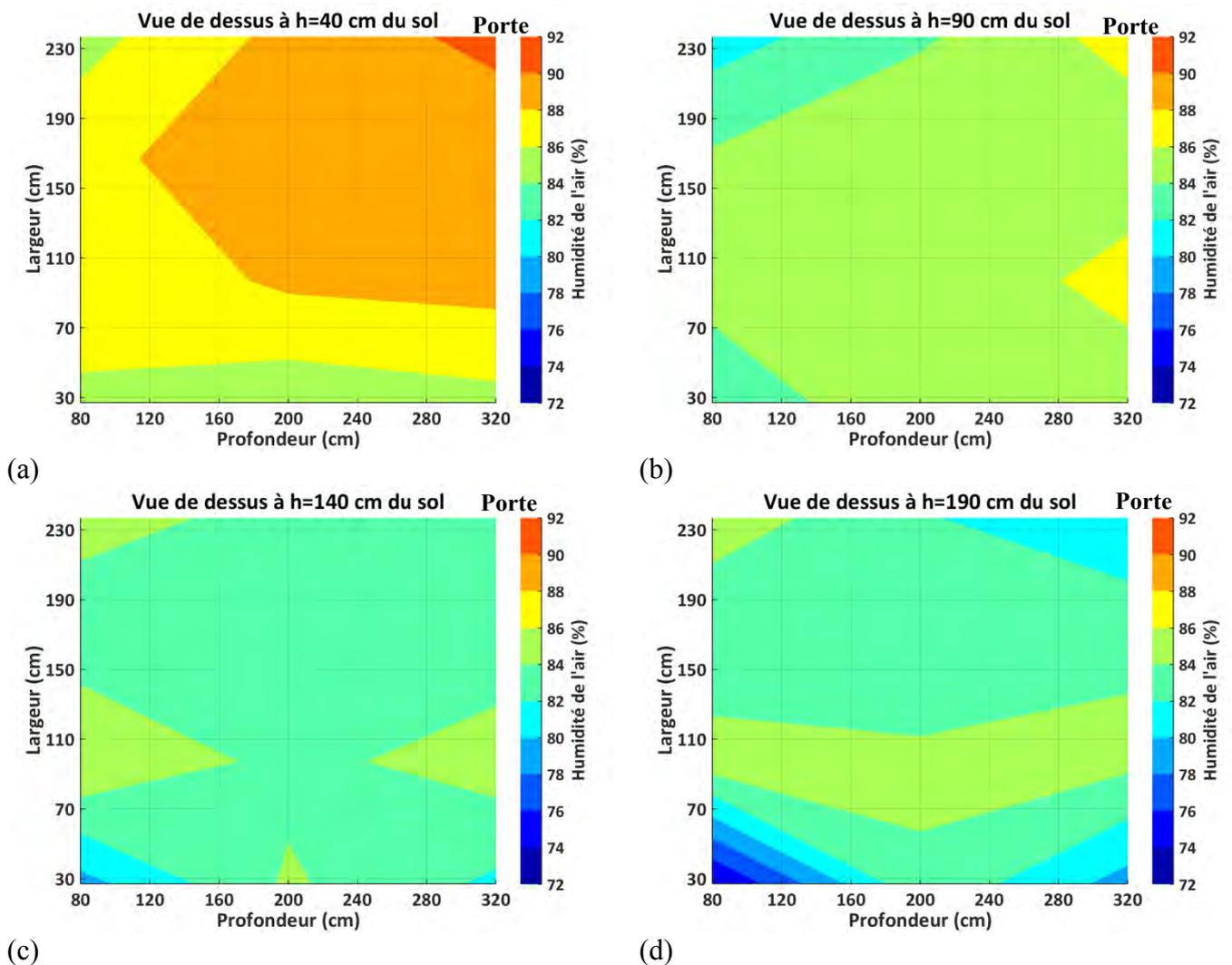


Figure 12 : Cartographies de l'humidité de l'air (%) mesurée selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

II.2. Installations dans le Cher, région Centre :

Les tableaux et les figures des paragraphes II.2.a. et II.2.b. suivants détaillent les valeurs des paramètres d'ambiance de l'air mesurés, à savoir :

- les vitesses d'air (en m/s),
- les températures de l'air (en °C),
- et l'humidité de l'air (en %),

dans le hâloir et dans l'appendice contigu au hâloir, en différents points selon des plans horizontaux correspondant à plusieurs hauteurs par rapport au sol.

Sur les figures (cartographies), ces valeurs sont représentées par des niveaux de couleur, allant du bleu foncé (pour les valeurs les plus faibles) au rouge (pour les valeurs les plus élevées), en passant par du bleu clair, du vert, du jaune et de l'orange.

II.2.a. Appendice contigu au hâloir :

Les dimensions de cet appendice étaient de 200 cm pour la profondeur, 200 cm pour la largeur et 245 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des vitesses d'air était de 32, répartis selon :

- 4 plans horizontaux (à 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 2 points selon la profondeur (à 70 et 140 cm) x 4 largeurs (24, 74, 124 et 174 cm).

Le nombre de points de mesures des températures et de l'humidité de l'air était de 24, répartis selon :

- 2 plans verticaux (à 70 et 140 cm de profondeur) x 4 points selon la hauteur (à 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 3 largeurs (40, 100 et 160 cm).

La Figure 13 ci-après représente les plans de mesures horizontaux situés à des hauteurs de 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol et les plans verticaux situés à 70 et 140 cm de profondeur au sein de la géométrie de l'appendice contigu au hâloir. Ce dernier n'ayant pas de système de ventilation propre, l'air qui y circule provient du hâloir et passe par la porte qui sépare les 2 installations. Les cartographies des vitesses d'air sont représentées selon des plans horizontaux (cf. § (ii)) et celles des températures et humidité de l'air selon des plans verticaux (cf. § (ii) et § (iii)).

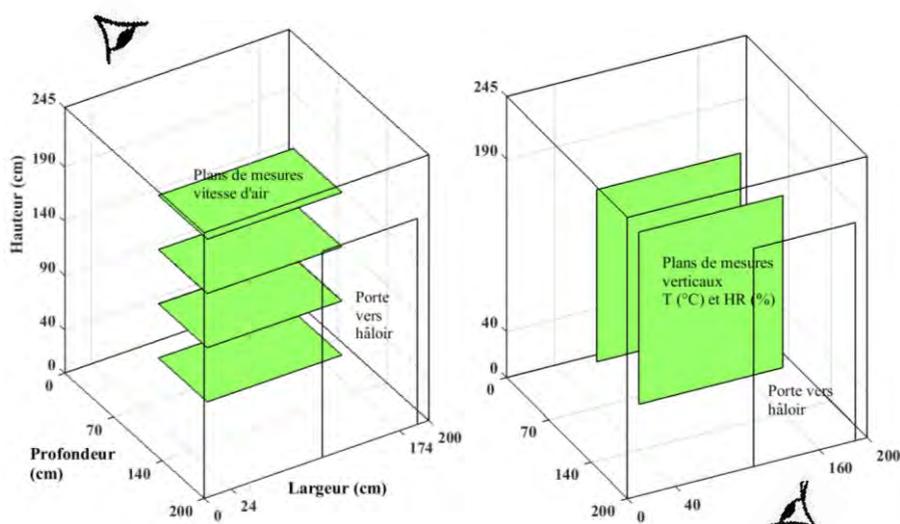


Figure 13 : Représentation 3D du séchoir et des dimensions des plans de mesure horizontaux et verticaux des paramètres d'ambiance dans l'appendice contigu au hâloir

Le Tableau 8 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l'air (vitesse, température, humidité) mesurées selon les plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales dans tout l'appendice contigu au hâloir.

<i>Hauteur au sol (cm)</i>	40	90	140	190	Moyenne
<i>Vitesse (m/s)</i>	0,06	0,04	0,01	0,01	0,03
<i>Température (°C)</i>	11,9	12,4	12,9	13,1	12,6
<i>Humidité (%)</i>	76,5	75,3	74,2	74,1	75,0

Tableau 8 : Valeurs moyennes des paramètres d'ambiance (vitesse, température, humidité) mesurées à différentes hauteurs et de manière globale dans le local contigu au hâloir

Les vitesses d'air moyennes sont très faibles, quasiment nulles à des hauteurs supérieures ou égales à 140 cm. La ventilation de ce local se faisant uniquement par la porte qui communique avec le hâloir, ceci explique ces faibles vitesses.

Les températures moyennes sont hétérogènes et augmentent avec la hauteur par rapport au sol, de 1,2°C. A l'inverse, l'humidité moyenne diminue avec la hauteur au sol en passant de 76,5%, à une hauteur de 40 cm par rapport au sol, à 74,1% à 190 cm du sol, soit une baisse de 2,4%.

Le fonctionnement « statique » de ce local explique ces variations de température et d'humidité relative en fonction de la hauteur. En effet, dans ce type de fonctionnement, l'air froid, plus lourd, stagne en partie basse de l'installation, alors que l'air chaud, plus léger, se situe en partie haute.

i) Vitesses d'air (m/s)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 9 présentent les valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm)	70	140
Largeur (cm)		
24	0,04	0,03
74	0,01	0
124	0,04	0,01
174	0,12	0,25

(a)

Profondeur (cm)	70	140
Largeur (cm)		
24	0,03	0,02
74	0,01	0
124	0,03	0,01
174	0,04	0,14

(b)

Profondeur (cm)	70	140
Largeur (cm)		
24	0,01	0
74	0	0
124	0	0,02
174	0	0,03

(c)

Profondeur (cm)	70	140
Largeur (cm)		
24	0	0
74	0	0
124	0	0,01
174	0,06	0

(d)

Tableau 9 : Valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Comme indiqué dans le tableau précédent, pour les hauteurs de 140 et 190 cm par rapport au sol, les vitesses d'air sont nulles pour la quasi-totalité des points de mesure. Les cartographies des vitesses d'air (m/s) à ces 2 hauteurs ne sont donc pas représentées sur la Figure 14. Cette figure montre qu'une grande partie de l'appendice contigu au hâloir n'est quasiment pas ventilée avec des vitesses d'air inférieures à 0,05 m/s. Ces faibles vitesses résultent d'un petit flux d'air provenant du hâloir jouxtant ce local et passant en partie basse par un coin de la porte. En effet, les vitesses d'air dans le coin de la porte sont supérieures à 0,05 m/s et atteignent 0,25 m/s, à une hauteur de 40 cm par rapport au sol.

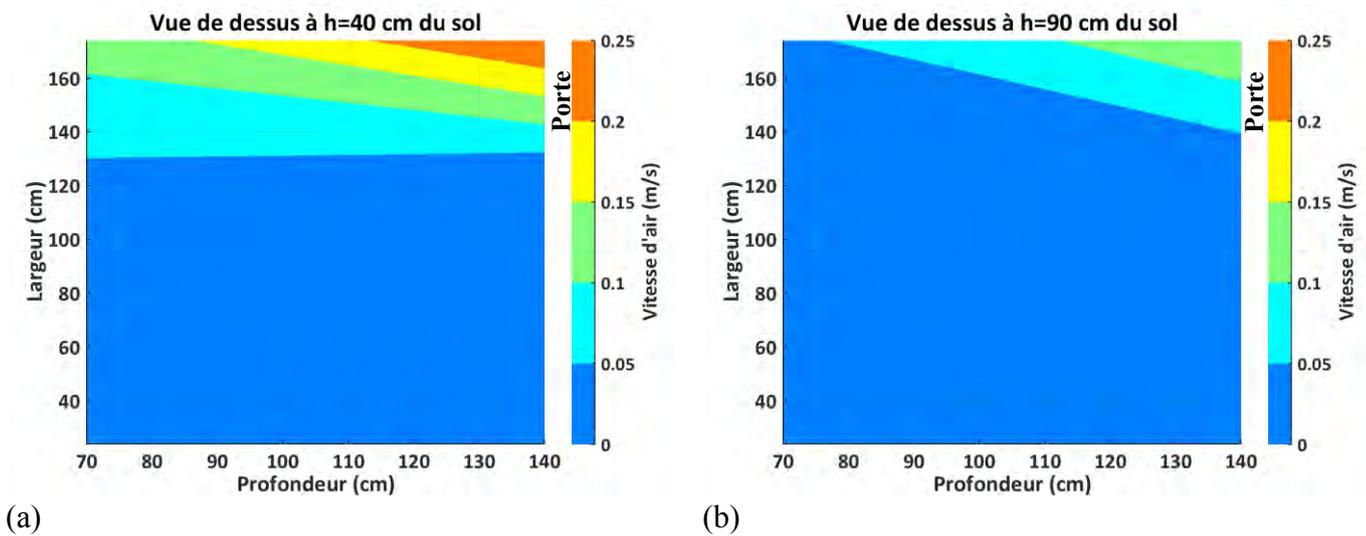


Figure 14 : Cartographies des vitesses d'air (m/s) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm et (b) 90 cm

ii) Température (°C)

Les 2 tableaux constituant le Tableau 10 indiquent les valeurs des températures de l'air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes verticales situées aux 2 profondeurs investiguées : 70 et 140 cm.

Largeur (cm) \ Hauteur (cm)	Hauteur (cm)		
	40	100	160
40	12	12	11,6
90	12,1	13,3	12,2
140	12,9	12,9	12,7
190	13	13,3	13

(a)

Largeur (cm) \ Hauteur (cm)	Hauteur (cm)		
	40	100	160
40	12,2	11,9	11,5
90	12,2	12,5	12,2
140	12,7	13,1	12,9
190	13	13,1	13,3

(b)

Tableau 10 : Valeurs des températures d'air (°C) mesurées selon les plans verticaux situés à des profondeurs de : (a) 70 cm et (b) 140 cm

Les cartographies de la Figure 15 représentent les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 10 aux 2 profondeurs investiguées selon une vue de face, depuis la porte. Elles montrent que les valeurs de température s'échelonnent de 11,5°C à 13,3°C, sous forme de strates en fonction de la hauteur (de 40 à 190 cm). L'air est ainsi plus chaud en hauteur et est homogène en température selon la largeur.

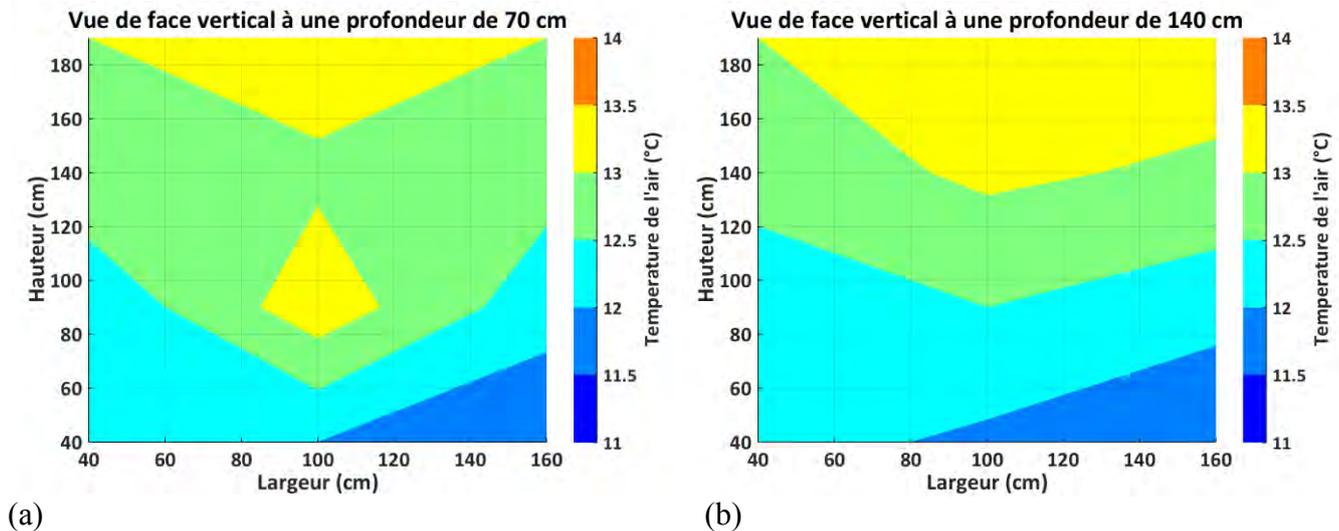


Figure 15 : Cartographies des températures d'air (°C) mesurées selon des vues verticales transversales situées à des profondeurs de : (a) 70 cm et (b) 140 cm

iii) Humidité (%)

Les 2 tableaux contenus dans le Tableau 11 fournissent les valeurs d'humidité de l'air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes verticales situées aux 2 profondeurs investiguées : 70 et 140 cm.

		Largeur (cm)		
		40	100	160
Hauteur (cm)	40	77,7	74,5	74,8
	90	79,7	70,1	73,0
	140	71,2	74,2	73,7
	190	72,9	72,9	71,2

(a)

		Largeur (cm)		
		40	100	160
Hauteur (cm)	40	76,8	76,1	79,3
	90	78,4	73,7	76,8
	140	76,5	73,6	75,9
	190	75,7	74,3	77,7

(b)

Tableau 11 : Valeurs de l'humidité de l'air (%) mesurée dans les plans verticaux situés à des profondeurs de : (a) 70 cm et (b) 140 cm

Les cartographies de la Figure 16 représentent l'humidité de l'air (%) issue des mesures du Tableau 11 aux 2 profondeurs investiguées selon une vue de face, depuis la porte.

Globalement, la Figure 16.a rend compte d'une humidité de l'air plus faible, avec des valeurs autour des 74%, que la Figure 16.b, où les valeurs sont plutôt proches des 76%. L'humidité relative de l'air est donc plus faible au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la porte communicante avec le hâloir (Figure 16.a).

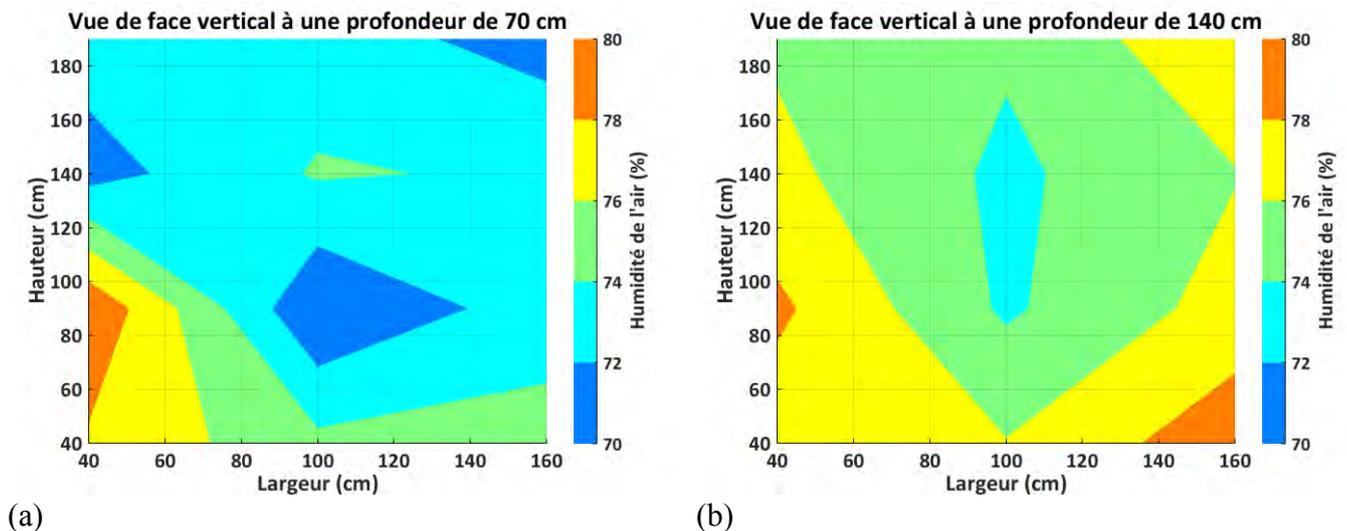


Figure 16 : Cartographies de l'humidité de l'air (%) mesurée selon des vues verticales transversales situées à des profondeurs de : (a) 70 cm et (b) 140 cm

II.2.b. Hâloir :

Les dimensions du hâloir étaient de 490 cm pour la profondeur, 290 cm pour la largeur et 245 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des vitesses d'air était de 48, répartis selon :

- 4 plans verticaux (à 52, 117, 182 et 247 cm de largeur) x 4 points selon la hauteur (à 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 3 profondeurs (180, 300 et 420 cm).

Le nombre de points de mesures des températures et de l'humidité de l'air était égal à 36, répartis selon :

- 3 plans verticaux (à 45, 145 et 245 cm de largeur) x 4 points selon la hauteur (à 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 3 profondeurs (180, 300 et 420 cm).

La Figure 17 ci-après représente les plans de mesures verticaux longitudinaux situés aux 4 largeurs investiguées : 52 cm, 117 cm, 182 cm et 247 cm, dans la géométrie du hâloir.

Sur chacun de ces plans, des mesures de vitesse d'air, de température et d'humidité ont été effectuées en différents points.

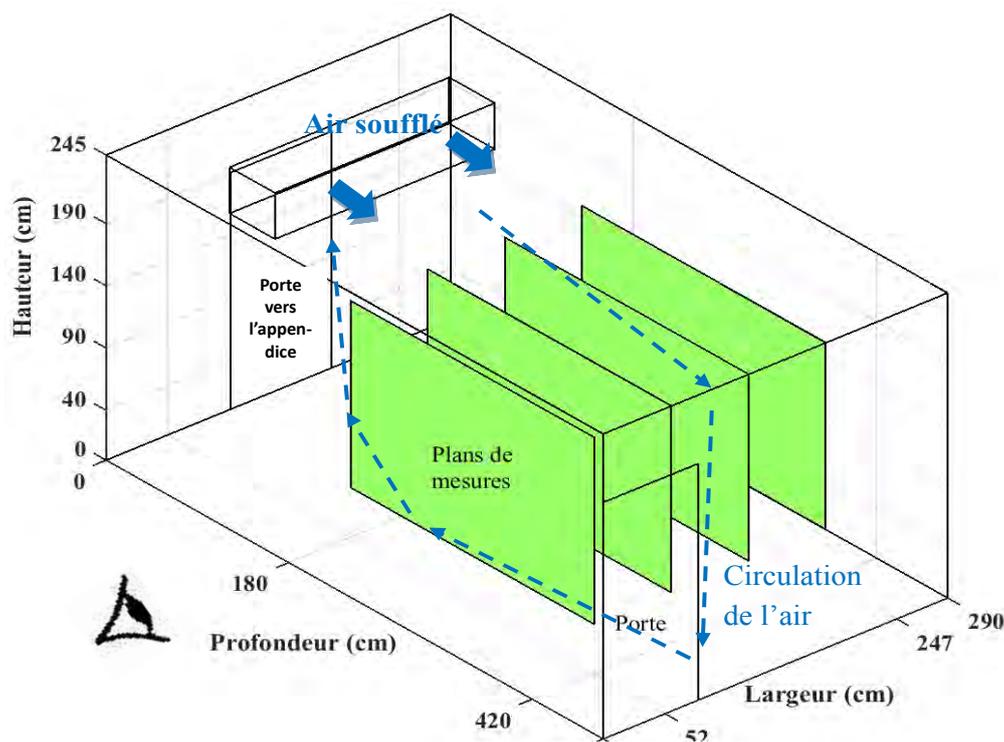


Figure 17 : Représentation 3D du hâloir et des dimensions des plans de mesure horizontaux des paramètres d’ambiance

Le Tableau 12 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l’air (vitesse, température, humidité) mesurées selon les plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales dans tout le hâloir.

<i>Hauteur au sol (cm)</i>	<i>40</i>	<i>90</i>	<i>140</i>	<i>190</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Vitesse (m/s)</i>	0,20	0,13	0,13	0,37	0,21
<i>Température (°C)</i>	11,5	11,4	11,3	11,4	11,4
<i>Humidité (%)</i>	80,3	81,1	80,1	77,7	79,8

Tableau 12 : Valeurs moyennes des paramètres d’ambiance (vitesse, température, humidité) mesurées à différentes hauteurs et de manière globale dans le hâloir

Dans ce tableau, la vitesse moyenne à une hauteur par rapport au sol de 190 cm, égale à 0,37 m/s, est plus élevée qu’aux trois autres hauteurs. Ceci est cohérent puisque ce plan est situé à une hauteur proche de la hauteur de soufflage (205 cm par rapport au sol).

A proximité du sol, *i.e.* à 40 cm, la vitesse moyenne est de 0,2 m/s contre 0,13 m/s à 90 et 140 cm. L’air soufflé frappe le mur opposé au système de ventilation, puis descend le long de ce mur pour revenir ensuite en direction de ce dispositif de soufflage au niveau du sol. Cela explique pourquoi la vitesse à proximité du sol est relativement élevée. Entre ces 2 hauteurs, c’est-à-dire à 90 et 140 cm par rapport au sol, se trouve une zone à vitesse plus faible (0,13 m/s) et homogène où l’air est brassé.

En ce qui concerne les températures moyennes, elles sont homogènes en fonction de la hauteur dans le hâloir. La température moyenne mesurée est de 11,4°C. La sonde qui contrôle la régulation affichait 13,5°C, elle surestimait donc la température de l’air autour des fromages. Cette sonde était donc peut-être mal positionnée ou avait besoin d’un réétalonnage.

L'humidité moyenne à une hauteur de 190 cm, d'une valeur de 77,7%, est plus faible que celles des hauteurs inférieures, qui sont supérieures à 80%. Cela résulte du fait que l'air qui est soufflé à proximité est plus sec. L'humidité moyenne dans tout le hâloir est de 79,8% alors que la sonde de régulation affichait 67,5%. Ce fort décalage indique que cette sonde était peut-être mal positionnée et ne donnait donc pas une valeur représentative de l'humidité au niveau des fromages. Cette sonde a peut-être aussi besoin d'être ré-étalonnée.

i) Vitesses d'air (m/s)

Les tableaux constituant le Tableau 13 détaillent les valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées en différents points, selon des coupes verticales longitudinales situées aux 4 largeurs investiguées : 52 cm, 117 cm, 182 cm et 247 cm.

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	0,27	0,25	0,23
90	0,20	0,24	0,13
140	0,12	0,14	0,10
190	0,12	0,18	0,14

(a)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	0,13	0,31	0,12
90	0,18	0,11	0,08
140	0,16	0,14	0,08
190	0,29	0,73	0,81

(b)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	0,39	0,24	0,15
90	0,32	0,10	0,06
140	0,20	0,15	0,11
190	0,22	0,80	0,71

(c)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	0,03	0,11	0,14
90	0,08	0,02	0,06
140	0,15	0,03	0,15
190	0,14	0,12	0,14

(d)

Tableau 13 : Valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées selon les plans verticaux longitudinaux situés à des largeurs de : (a) 52 cm, (b) 117 cm, (c) 182 cm et (d) 247 cm

Les cartographies de la Figure 18 représentent les vitesses d'air (m/s) issues des mesures du Tableau 13, aux 4 largeurs investiguées.

Les Figure 18.b et 18.c présentent une zone de vitesses élevées (supérieures à 0,4 m/s), à partir d'une hauteur de 160 cm sur presque toute la profondeur. L'air provenant du système de ventilation situé à une hauteur de 205 cm commence à descendre vers cette zone, ce qui explique que les vitesses soient plus élevées. Cet air frappe ensuite le mur opposé au système de soufflage, puis descend le long du mur pour revenir vers le dispositif de ventilation en partie basse, au niveau du sol. L'analyse de la Figure 18.c laisse à penser que l'air retourne vers le système de ventilation entre la hauteur de 40 cm et 90 cm, donnant lieu à des vitesses d'air comprises entre 0,3 et 0,4 m/s. Entre le flux d'air du haut et celui du bas où les vitesses sont élevées, se trouve une zone de vitesses plus faibles, comprises entre 0 et 0,2 m/s, qui correspond globalement à la zone où se trouvent les claies de fromages.

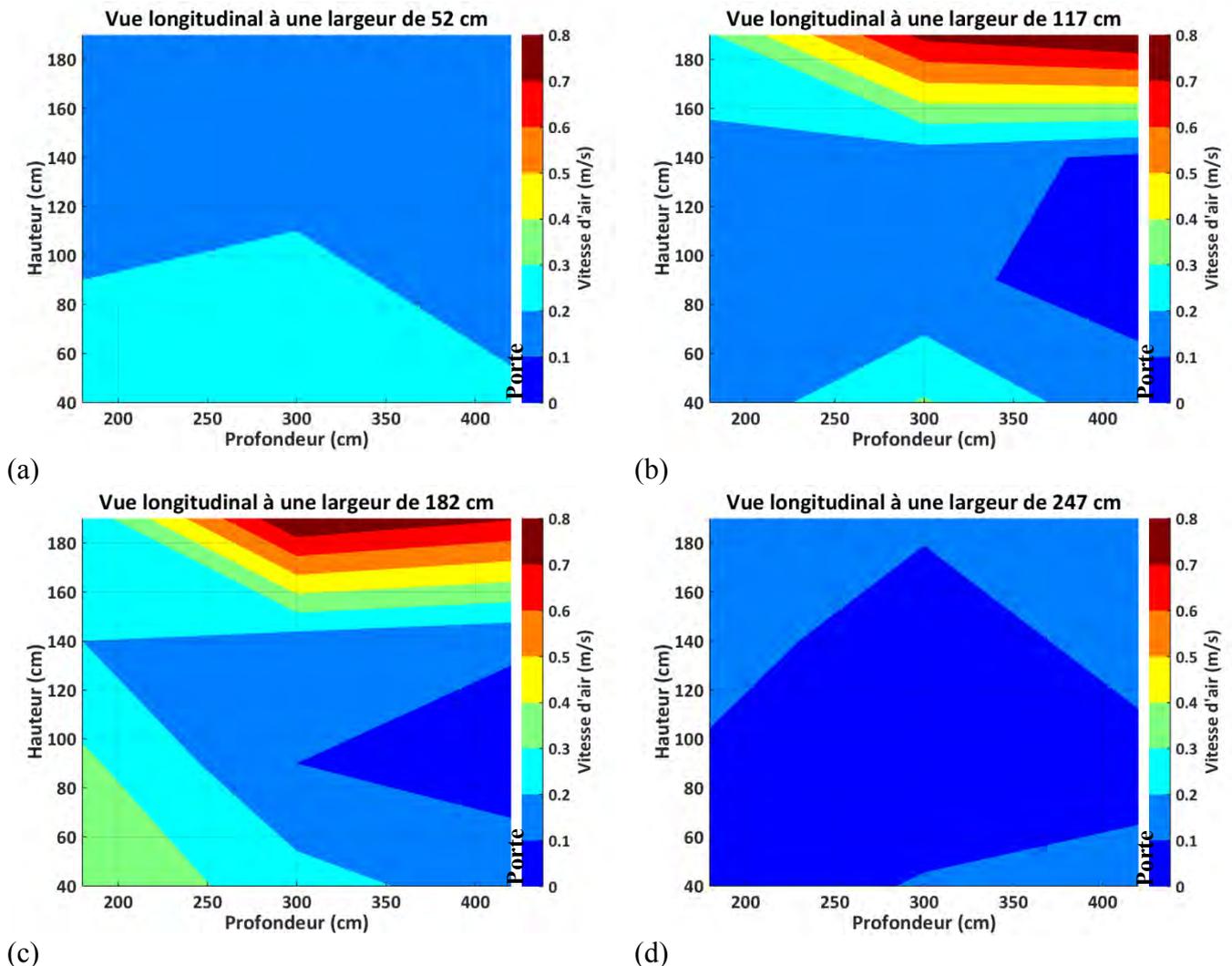


Figure 18 : Cartographies des vitesses d'air (m/s) mesurées selon des vues verticales longitudinales situées à des largeurs de : (a) 52 cm, (b) 117 cm, (c) 182 cm et (d) 247 cm

Les cartographies des figures 18.a et 18.d situées à des largeurs de 52 cm et 247 cm, respectivement, *i.e.* à proximité des murs et aussi, de part et d'autre du système de ventilation, montrent que les vitesses d'air sont faibles et inférieures à 0,3 m/s. Ces zones du hâloir semblent donc peu influencées par cette ventilation et l'air y circule de manière plus homogène.

ii) Température (°C)

Les 3 tableaux constituant le Tableau 14 détaillent les valeurs des températures d'air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes verticales longitudinales situées aux 3 largeurs investiguées : 45 cm, 145 cm et 245 cm.

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	11,1	12,9	10,7
90	11,3	12,5	10,7
140	11,3	11,2	11,2
190	11,6	10,9	12,4

(a)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	12,2	11,9	11,1
90	12,3	11,0	11,5
140	11,5	10,8	12,7
190	10,6	10,2	13,1

(b)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	11,3	11,4	10,7
90	11,0	11,7	10,5
140	10,9	11,8	10,3
190	10,8	11,1	11,5

(c)

Tableau 14 : Valeurs des températures de l'air (°C) mesurées selon les plans verticaux longitudinaux situés à des largeurs de : (a) 45 cm, (b) 145 cm et (c) 245 cm

Les cartographies de la Figure 19 représentent les températures (°C) issues des mesures du Tableau 14, aux 3 largeurs investiguées.

La Figure 19.a indique une température d'air de 10,7°C dans le coin devant la porte, qui est plus faible que partout ailleurs dans cette cartographie, mettant en évidence une incidence de la porte sur l'établissement du champ de température. En effet, la température de l'air est supérieure à 12°C, à une profondeur de 320 cm et sur une hauteur de 40 à 90 cm.

La Figure 19.b fait apparaître une température comprise entre 10°C et 11,5°C, dans la zone correspondant aux faibles vitesses d'air visible sur la Figure 18.c et où sont disposées les claies de fromages. Sur cette même figure, la zone où les températures sont comprises entre 12°C et 13,1°C correspond bien aux vitesses les plus élevées, soit des valeurs proches de la valeur de température affichée par la sonde de régulation (13,5°C). Au final, il semblerait donc que la sonde de régulation soit mal placée, *i.e.* à un endroit qui ne reflète pas vraiment la température de l'air régnant autour des fromages, qui est en moyenne de 11,4°C (Tableau 12) (surestimation d'environ de 2°C).

A une largeur de 245 cm (Figure 19.c), la température de l'air est comprise entre 10,3°C et 11,8°C. Elle est donc globalement plus faible, mais aussi plus homogène et plus proche de la température moyenne.

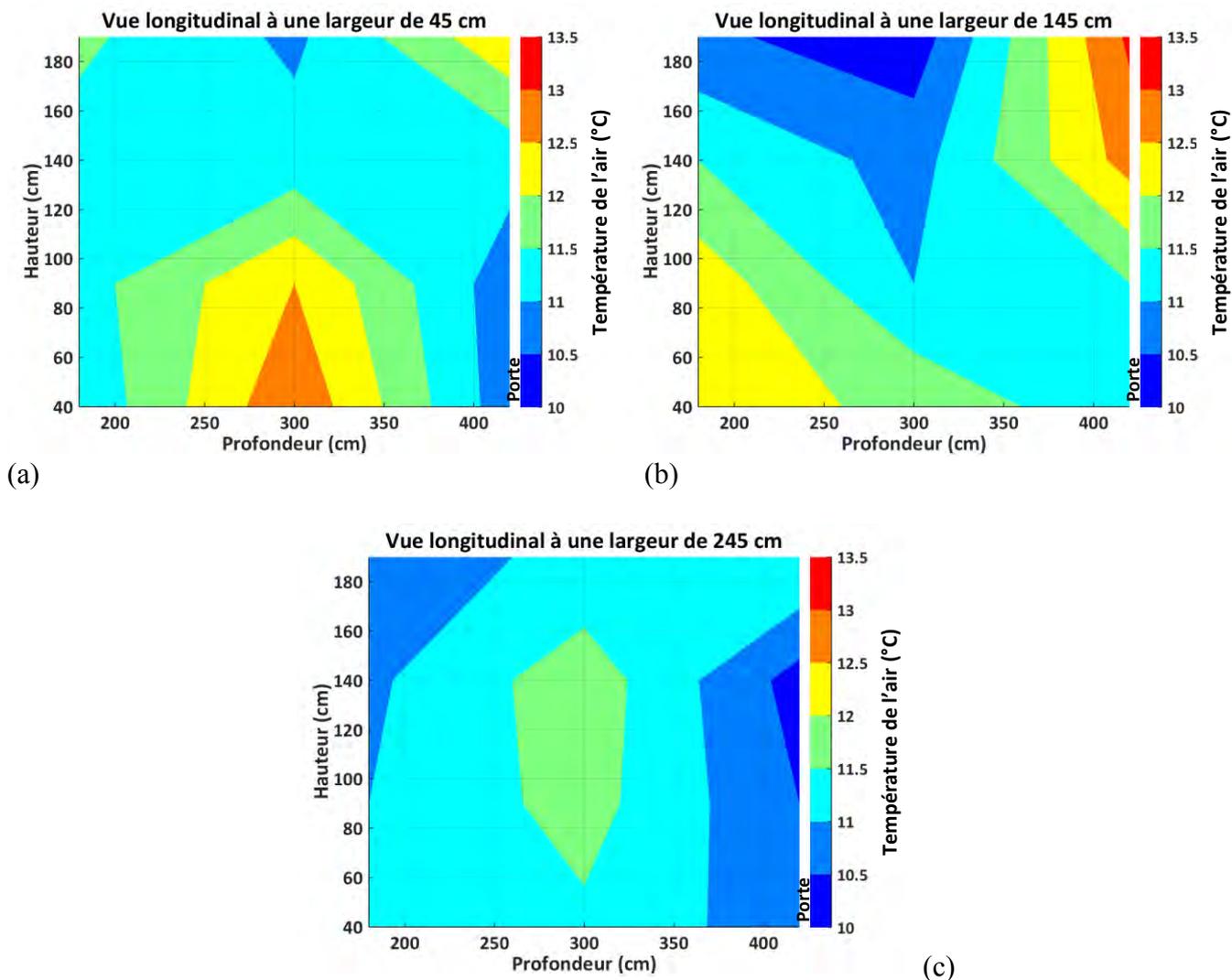


Figure 19 : Cartographies des températures d'air (°C) mesurées selon des vues verticales longitudinales situées à des largeurs de : (a) 45 cm, (b) 145 cm, et (c) 245 cm

iii) Humidité (%)

Les 3 tableaux constituant le Tableau 15 détaillent les valeurs de l'humidité de l'air (%) mesurées en différents points, selon les coupes verticales longitudinales situées aux 3 largeurs investiguées : 45 cm, 145 cm et 245 cm.

L'humidité moyenne mesurée dans le hâloir est de 79,8% (Tableau 12) alors que la sonde de régulation affichait 67,5%. Aucune des valeurs mesurées dans les différents points (Tableau 15) n'a d'ailleurs atteint de valeur aussi faible ; la valeur mesurée la plus faible étant de 70,1%. Il y a donc un décalage important avec la sonde de régulation qui sous-estime l'humidité de l'air, peut-être du fait d'un mauvais positionnement ou plus sûrement d'un besoin de réétalonnage.

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	78,7	72,8	82,9
90	78,4	73,3	82,8
140	78,9	78,4	80,6
190	76,7	79,5	75,9

(a)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	77,6	79,6	84,2
90	76,9	83,5	83,8
140	77,5	84,6	75,5
190	80,5	81,3	70,1

(b)

Profondeur (cm) \ Hauteur (cm)	180	300	420
40	80,7	82,4	84,2
90	81,8	83,1	85,9
140	79,8	80,4	84,8
190	80,3	78,3	76,4

(c)

Tableau 15 : Valeurs de l'humidité de l'air (%) mesurées selon les plans verticaux longitudinaux situés à des largeurs de : (a) 45 cm, (b) 145 cm et (c) 245 cm

Les cartographies de la Figure 20 représentent les températures (°C) issues des mesures du Tableau 15, aux 3 largeurs investiguées.

Sur la Figure 20.a, l'air est plus humide, avec une valeur de 83%, à proximité de la porte, alors que les valeurs d'humidité sont comprises entre 70% et 80% dans le reste du plan. Ceci est en accord avec le fait d'avoir une température plus basse à cet endroit (Figure 19.a). Les valeurs d'humidité relative de l'air les plus faibles sur ce plan de mesure (humidité d'environ 72%) sont situées à une profondeur de 300 cm et à une hauteur comprise entre 40 et 90 cm. Cette zone coïncide avec la zone de température élevée visible sur la Figure 19.a.

La Figure 20.b met en évidence une zone centrale où l'humidité de l'air atteint des valeurs de 83%, alors qu'elles sont inférieures à 80% ailleurs. Cette zone coïncide avec une vitesse d'air plus faible (Figure 18.b) et une température de l'air plus basse (Figure 19.b).

La cartographie de la Figure 20.c met en évidence une humidité de l'air globale de l'ordre de 82%, supérieure à celle de la Figure 20.a (environ 78%). Cette différence peut s'expliquer par la présence des claies de fromages uniquement du côté de la largeur de 245 cm, ce qui a pour conséquence d'humidifier l'air, mais aussi par la présence de faibles vitesses d'air à cet endroit, ce qui a pour conséquence de peu chasser cette humidité.

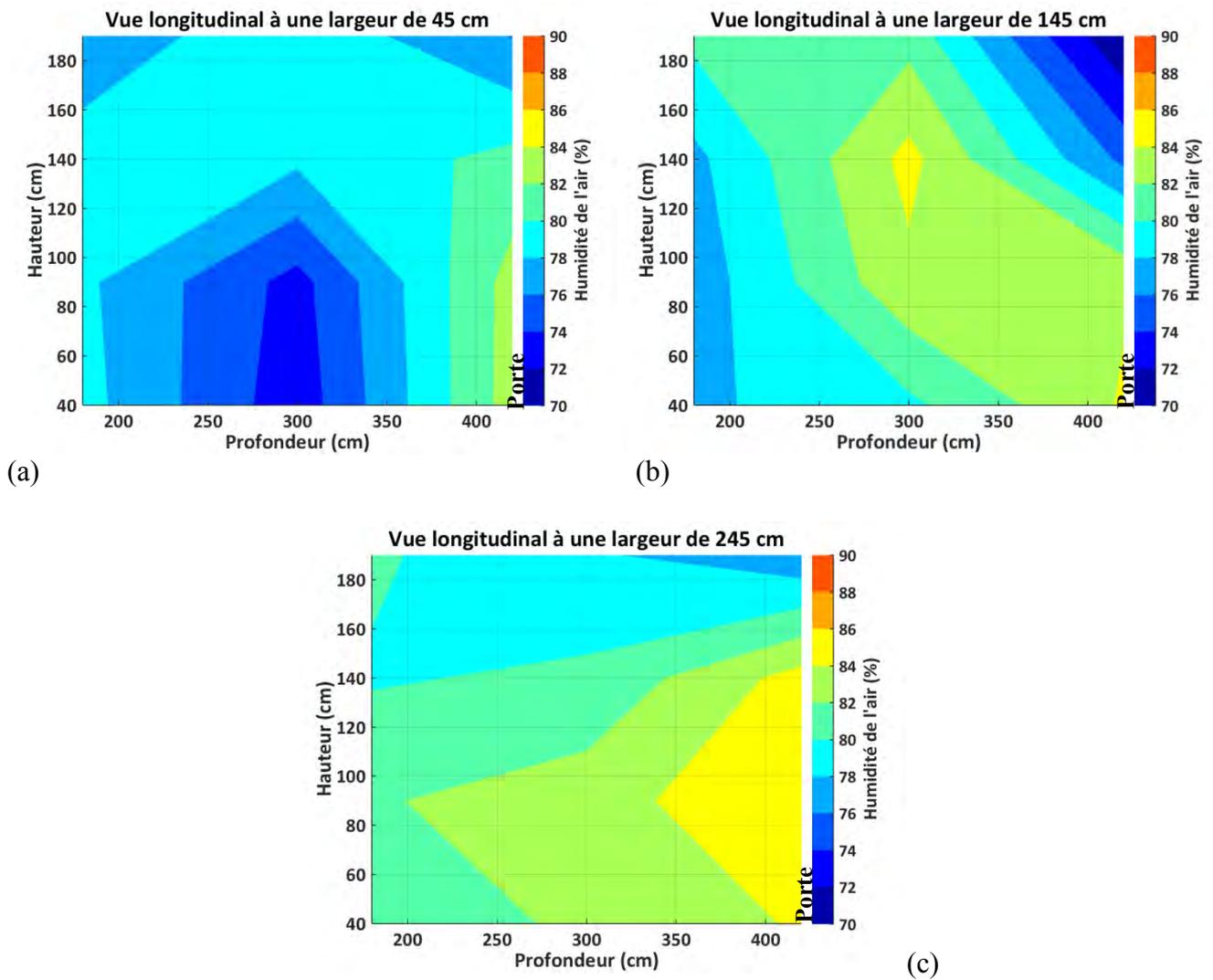


Figure 20 : Cartographies de l'humidité de l'air (%) mesurée selon des vues verticales longitudinales situées à des largeurs de (a) 45 cm, (b) 145 cm, et (c) 245 cm

II.3. Installations de l'Ardèche, région Rhône-Alpes :

Les tableaux et les figures des paragraphes II.3.a. et II.3.b. suivants détaillent les valeurs des paramètres d'ambiance de l'air mesurés, à savoir :

- les vitesses d'air (m/s),
- les températures de l'air (°C),
- et l'humidité de l'air (%),

dans le séchoir et dans le hâloir en différents points, selon des plans horizontaux correspondant à plusieurs hauteurs par rapport au sol.

Sur les figures (cartographies), ces valeurs sont représentées par des niveaux de couleur, allant du bleu foncé (pour les valeurs les plus faibles) au rouge (pour les valeurs les plus élevées), en passant par du bleu clair, du vert, du jaune et de l'orange.

II.3.a. Séchoir :

Les dimensions du séchoir étaient de 200 cm pour la profondeur, 250 cm pour la largeur et 240 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesure des vitesses, des températures et de l'humidité de l'air était de 32, répartis selon :

- 4 plans horizontaux (à 50, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 2 points selon la profondeur (à 200 et 340 cm) x 4 largeurs (50, 100, 150 et 200 cm).

La Figure 21 ci-après représente les plans de mesure horizontaux situés à des hauteurs de 50, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol, dans la géométrie du séchoir. Un système de conditionnement d'air (évaporateur + résistance + réchauffeur à eau chaude) installé dans une sorte de faux-plafond, car séparé du volume du séchoir par une tôle, permet de conditionner l'air de ce séchoir, principalement, en température et en humidité.

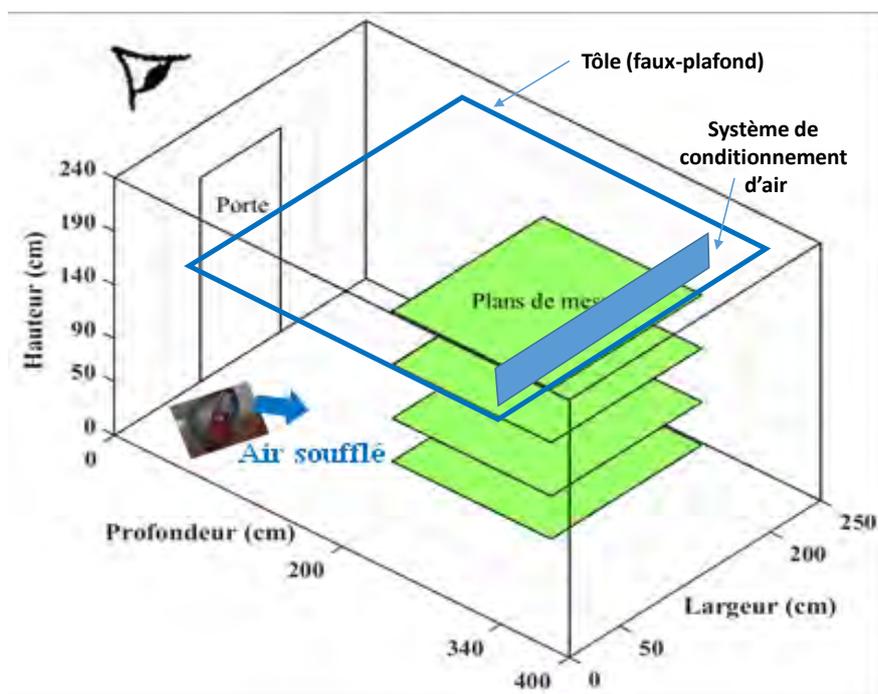


Figure 21 : Représentation 3D du séchoir et des dimensions des plans de mesure horizontaux des paramètres d'ambiance

Un système de soufflage additionnel à ventilation forcée, constitué d'un gros ventilateur placé dans un coin du séchoir, à une hauteur par rapport au sol d'environ 50 cm, a aussi été installé, et est mis en route seulement lorsque cela est nécessaire (Figure 21). Il convient de préciser que lorsque ce ventilateur est éteint, aucune vitesse de l'air n'est décelée dans le séchoir, qui se comporte alors comme une installation à fonctionnement statique.

Le Tableau 16 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l'air (vitesse, température, humidité) mesurées selon les plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales dans tout le séchoir. Les mesures de température et d'humidité de l'air ont été réalisées avec le gros ventilateur éteint.

Ce Tableau 16 montre que, lorsque le gros ventilateur fonctionne, la vitesse moyenne de l'air, à une hauteur par rapport au sol de 50 cm, est de 0,58 m/s et est de loin la plus élevée, puisque, pour les autres hauteurs, elle est comprise entre 0,27 m/s et 0,37 m/s. Cette valeur plus élevée s'explique par le fait que le gros ventilateur, placé à 50 cm du sol, souffle principalement de manière horizontale.

<i>Hauteur au sol (cm)</i>	<i>50</i>	<i>90</i>	<i>140</i>	<i>190</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Vitesse (m/s)</i>	0,58	0,32	0,27	0,37	0,39
<i>Température (°C)</i>	13,9	14,1	14,4	14,5	14,2
<i>Humidité (%)</i>	65,6	65,7	66,8	65	65,8

Tableau 16 : Valeurs moyennes des paramètres d'ambiance (vitesse, température, humidité) mesurées à différentes hauteurs et de manière globale dans le séchoir

Les valeurs moyennes de température sont assez homogènes sur la hauteur et s'échelonne de 13,9°C, à 50 cm du sol, jusqu'à 14,5°C, à 190 cm du sol. L'air est un petit peu plus chaud en hauteur.

Il en est de même pour l'humidité moyenne en fonction de la hauteur, avec des valeurs moyennes comprises entre 65% et 66,8%. L'air est donc plutôt sec dans le séchoir, avec une valeur moyenne de 65,8%, peut-être en raison du faible taux de chargement en fromages.

i) Vitesses d'air (m/s)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 17 indiquent les valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 50, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol, avec le gros ventilateur en fonctionnement. Sans ce ventilateur, rappelons qu'aucune vitesse de l'air n'a été détectée dans l'installation.

Profondeur (cm)	200	340
50	0,91	0,20
100	1,53	0,40
150	0,68	0,35
200	0,20	0,34

(a)

Profondeur (cm)	200	340
50	0,37	0,21
100	0,45	0,34
150	0,19	0,33
200	0,14	0,51

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	0,38	0,23
100	0,28	0,17
150	0,31	0,22
200	0,17	0,38

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	0,43	0,31
100	0,47	0,25
150	0,52	0,37
200	0,26	0,38

(d)

Tableau 17 : Valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 50 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 22 représentent les vitesses d'air (m/s) issues des mesures du Tableau 17, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées, avec le gros ventilateur en fonctionnement.

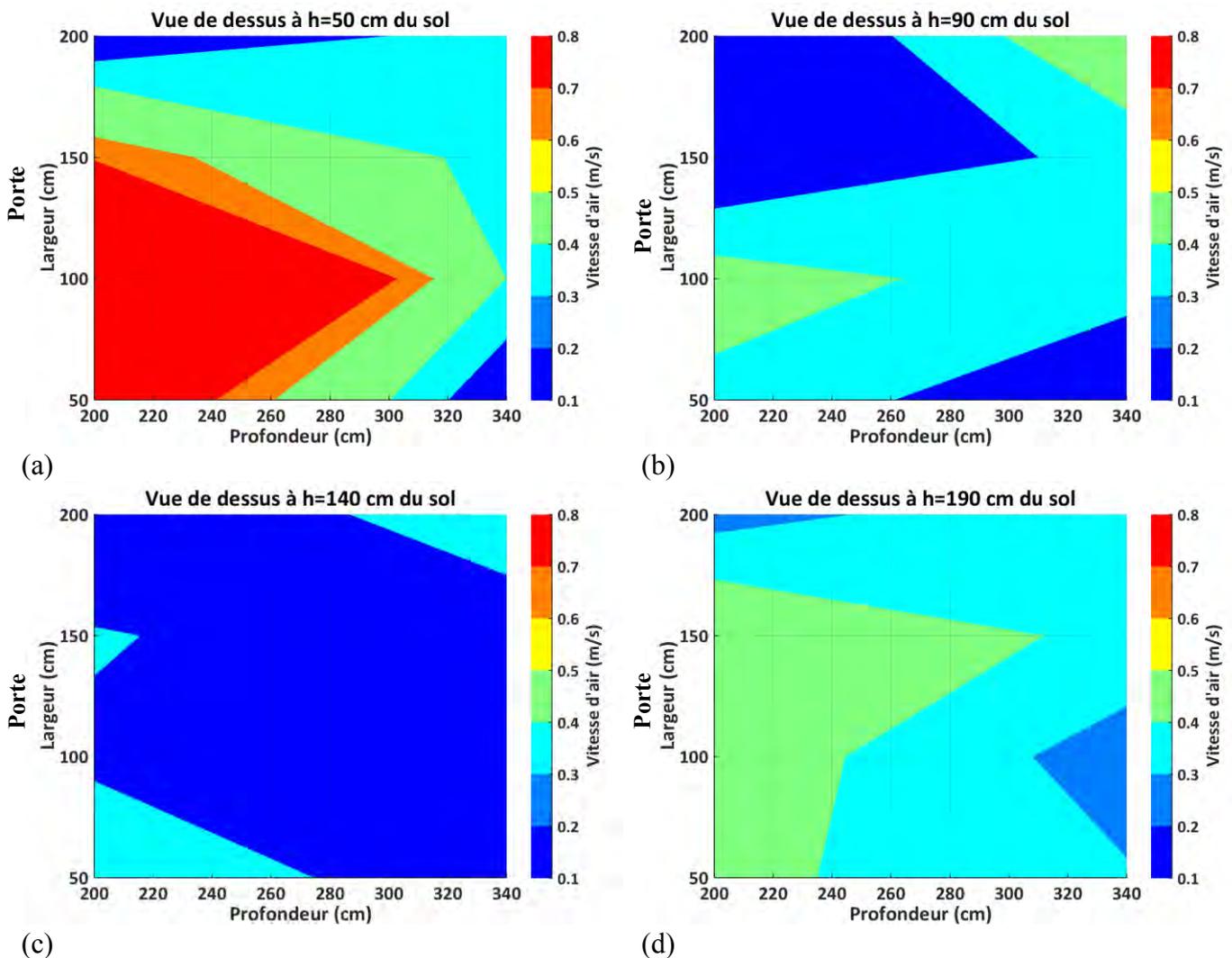


Figure 22 : Cartographies des vitesses d'air (m/s) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 50 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

La Figure 22.a met très clairement en évidence l'influence du gros ventilateur placé à une hauteur de 50 cm (coin inférieur gauche de la figure), avec une zone de vitesses d'air supérieures à 0,6 m/s, atteignant même un pic à 1,53 m/s, à une profondeur de 200 cm et une

largeur de 50 cm (Tableau 17.a). Ce flux d'air important se propage ensuite « en arc de cercle » d'un coin à l'autre du séchoir, tout en perdant en intensité : en effet, la vitesse de l'air n'est plus que de 0,34 m/s, à une profondeur de 340 cm et une largeur de 200 cm.

A une hauteur de 90 cm par rapport au sol (Figure 22.b), l'influence du ventilateur additionnel est moindre, mais les vitesses d'air sont très variables à cette hauteur puisque elles sont comprises entre 0,14 m/s et 0,51 m/s (Tableau 17.b).

A une hauteur de 140 cm (Figure 22.c), la répartition de l'air est plus homogène et les vitesses sont plus faibles qu'aux 3 autres hauteurs.

ii) Température (°C)

Rappel : les mesures de température de l'air ont été réalisées avec le gros ventilateur éteint.

Les 4 tableaux constituant le Tableau 18 font apparaître les valeurs des températures de l'air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 50, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	14,3	13,6
100	14,0	13,4
150	14,3	14,0
200	13,8	13,9

(a)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	14,1	14,3
100	14,4	14,4
150	14,0	13,7
200	14,1	13,8

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	14,0	13,9
100	15,0	13,7
150	14,7	14,1
200	15,5	14,0

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	15,1	14,5
100	14,1	14,2
150	15,1	13,9
200	14,4	14,6

(d)

Tableau 18 : Valeurs des températures de l'air (°C) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 50 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 23 représentent les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 18, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.

En l'absence de ventilation forcée et donc de brassage important de l'air, les températures de l'air à une hauteur de 50 cm, indiquées sur la Figure 23.a, sont assez homogènes ; elles sont comprises entre 13,4°C et 14,3°C (Tableau 18.a). La conclusion est identique à une hauteur de 90 cm par rapport au sol. A une hauteur de 140 cm par rapport au sol, un gradient de température apparaît selon la diagonale du séchoir (Figure 23.c). L'air, d'une température de 15,5°C, est plus chaud, à une profondeur de 200 cm et une largeur de 200 cm, que l'air diagonalement opposé, dont la valeur de température est de 13,7°C. La présence de la porte du côté de l'air plus chaud pourrait expliquer ce contraste. A une hauteur de 190 cm, l'air se distribue de manière relativement homogène et se réchauffe globalement un petit peu (de 0,5°C), peut-être à cause d'un effet barrière joué par la tôle située au-dessus.

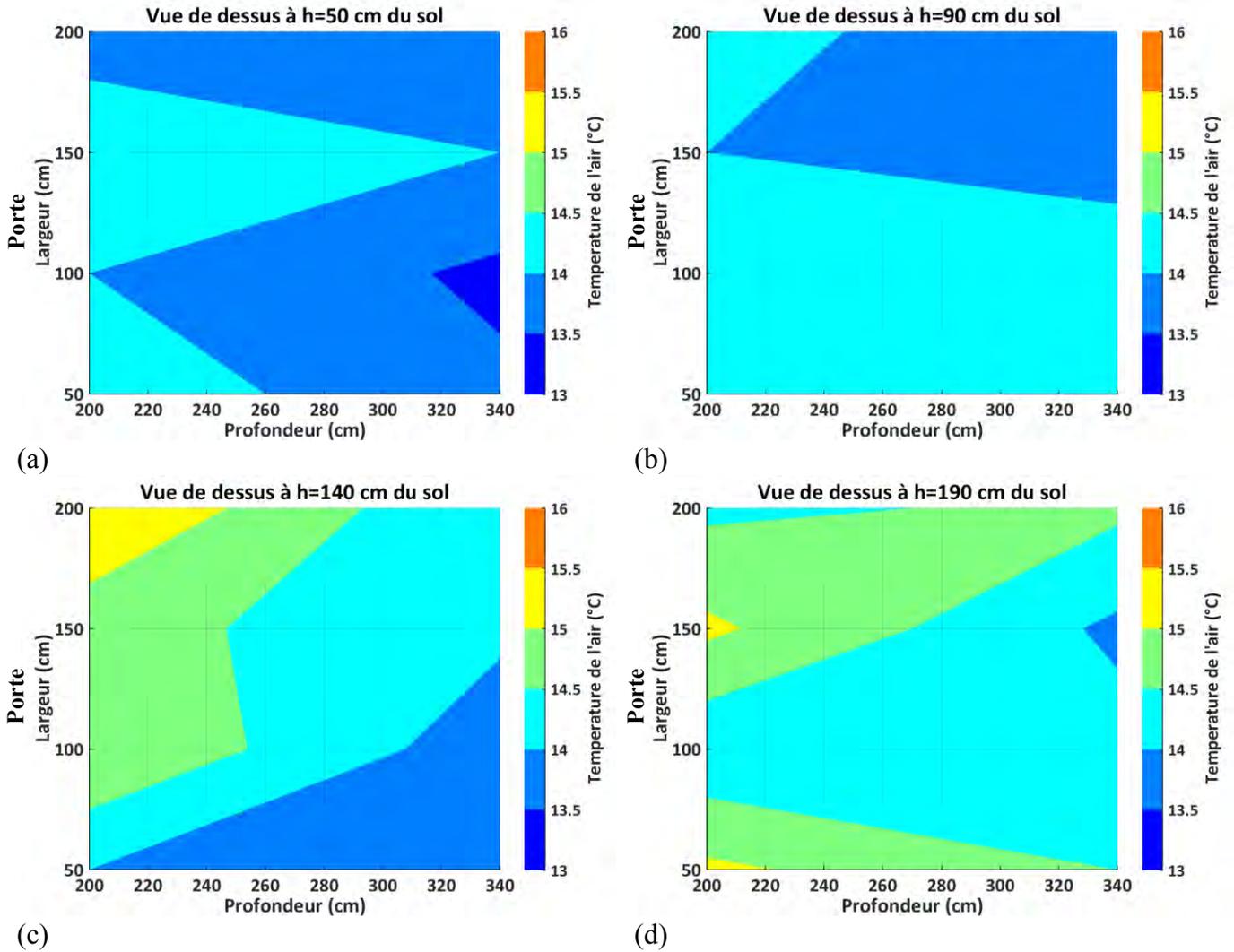


Figure 23 : Cartographies des températures de l'air (°C) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 50 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

iii) Humidité (%)

Rappel : les mesures d'humidité de l'air ont été réalisées avec le gros ventilateur éteint.

Les 4 tableaux constituant le Tableau 19 font apparaitre les valeurs d'humidité de l'air (%) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 50, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	53,6	64,6
100	60,5	67,4
150	68,8	72,7
200	69,3	68,1

(a)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	61,1	72,7
100	63,1	74,3
150	59,1	63,8
200	58,3	72,8

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	57,2	69,0
100	69,0	66,5
150	67,7	71,9
200	69,2	63,6

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	200	340
50	68,6	68,7
100	59,0	67,4
150	62,1	65,4
200	59,2	69,9

(d)

Tableau 19 : Valeurs de l'humidité de l'air (%) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 50 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 24 représentent les humidités de l'air (%) issues des mesures du Tableau 19, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.

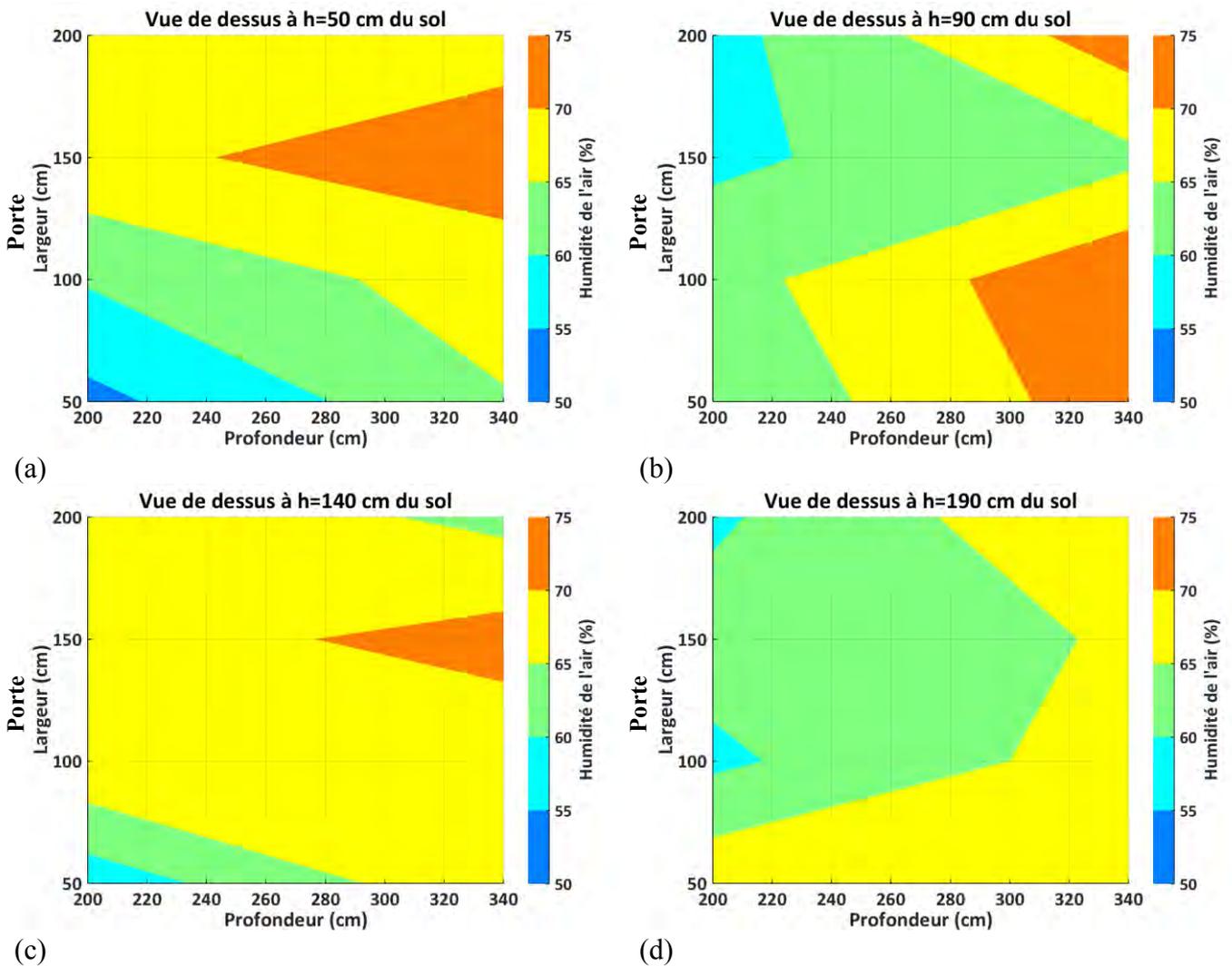


Figure 24 : Cartographies de l'humidité relative de l'air (%) mesurée selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 50 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

L'ensemble de ces cartographies montre que l'humidité de l'air est très hétérogène avec des écarts d'humidité conséquents, de plus de 20% par endroit. Cette hétérogénéité étant plus prononcée à proximité du sol, *i.e.* à des hauteurs inférieures à 90 cm. Ainsi, sur la Figure 24.a,

l'humidité de l'air, du côté où le gros ventilateur est placé, est très faible et égale à 53,6%. Plus on s'éloigne de ce ventilateur, plus l'air est humide et atteint des valeurs d'humidité de plus de 70%. Ceci peut être la conséquence d'un manque de brassage de l'air dans ce séchoir lorsqu'il fonctionne en statique et que la ventilation forcée n'est pas enclenchée.

A une hauteur de 140 cm par rapport au sol (Figure 24.c), l'humidité de l'air est assez homogène, avec une humidité comprise entre 65% et 70%.

II.3.b. Hâloir :

Les dimensions du hâloir étaient de 380 cm pour la profondeur, 230 cm pour la largeur et 240 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des températures et de l'humidité de l'air était de 48, répartis selon :

- 4 plans horizontaux (à 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol) x 6 points selon la profondeur (à -90, -50, 50, 100, 150 et 200 cm) x 2 largeurs (80 et 150 cm).

La Figure 25 ci-après représente les plans de mesures horizontaux situés à des hauteurs de 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol, dans la géométrie du hâloir investiguée. Ce dernier est constitué d'un grand local ventilé et d'un second local mitoyen, plus petit. Les deux parties communiquent par une ouverture libre.

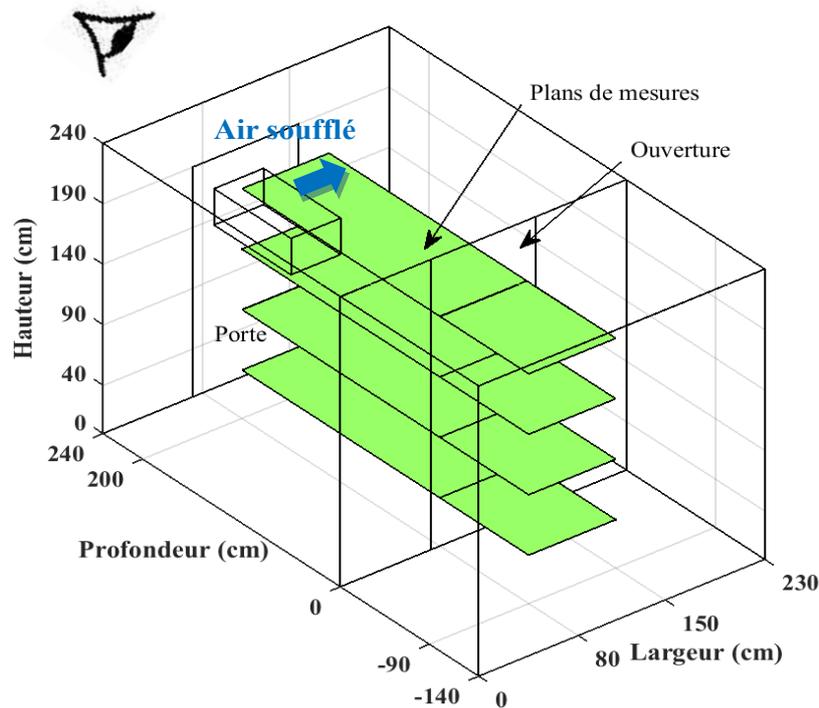


Figure 25 : Représentation 3D du hâloir et des dimensions des plans de mesure horizontaux des paramètres d'ambiance

Le Tableau 20 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l'air (température, humidité) mesurés selon les plans horizontaux situés à différentes hauteurs, ainsi que les valeurs moyennes globales dans tout le hâloir. Les vitesses de l'air n'ont pas été mesurées car elles n'auraient pas été du tout représentatives des vitesses d'air réelles autour des fromages car toutes les piles de fromages étaient recouvertes de draps.

Ce tableau indique que les températures moyennes de l'air augmentent avec la hauteur par rapport au sol, si bien que les valeurs passent de 9,7°C, à 40 cm du sol, à 11,1°C, à 190 cm du sol. L'écart de température est de 1,4°C, avec une température plus élevée en hauteur.

De plus, la sonde de température qui contrôle la régulation affiche une valeur de 13°C, alors que la valeur moyenne mesurée dans l'installation est de 10,2°C. Cette sonde surestime donc de presque 3°C la température moyenne du hâloir où se trouvent les fromages. Elle est donc soit mal positionnée dans le hâloir, soit elle a besoin d'être étalonnée pour corriger sa valeur.

<i>Hauteur au sol (cm)</i>	40	90	140	190	Moyenne
<i>Température (°C)</i>	9,7	9,8	10,3	11,1	10,2
<i>Humidité (%)</i>	93,1	91,5	89,3	87,8	90,4

Tableau 20 : Valeurs moyennes des paramètres d'ambiance (température, humidité) mesurés à différentes hauteurs et de manière globale dans le hâloir

Le tableau 20 indique que l'humidité moyenne de l'air diminue avec la hauteur de 5,3%. Cette baisse est en accord avec le fait d'avoir une température d'air plus chaude en hauteur.

i) Température (°C)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 21 reportent les valeurs des températures de l'air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	10,7	10,3	8,2	8,6	10,3	9,5
150	10,3	10,5	10,2	8,6	9,1	10,2

 (a)

Profondeur (cm) Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	11,0	10,0	9,3	10,0	9,8	8,6
150	11,1	10,7	9,8	8,4	8,4	10,8

 (b)

Profondeur (cm) Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	12,2	10,6	10,2	10,5	9,0	9,3
150	13,1	11,1	7,9	9,7	9,1	11,0

 (c)

Profondeur (cm) Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	13,3	12,4	9,8	10,2	9,4	10,2
150	14,4	12,5	9,0	10,4	10,3	10,8

 (d)

Tableau 21 : Valeurs des températures de l'air (°C) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 26 représentent les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 21, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.

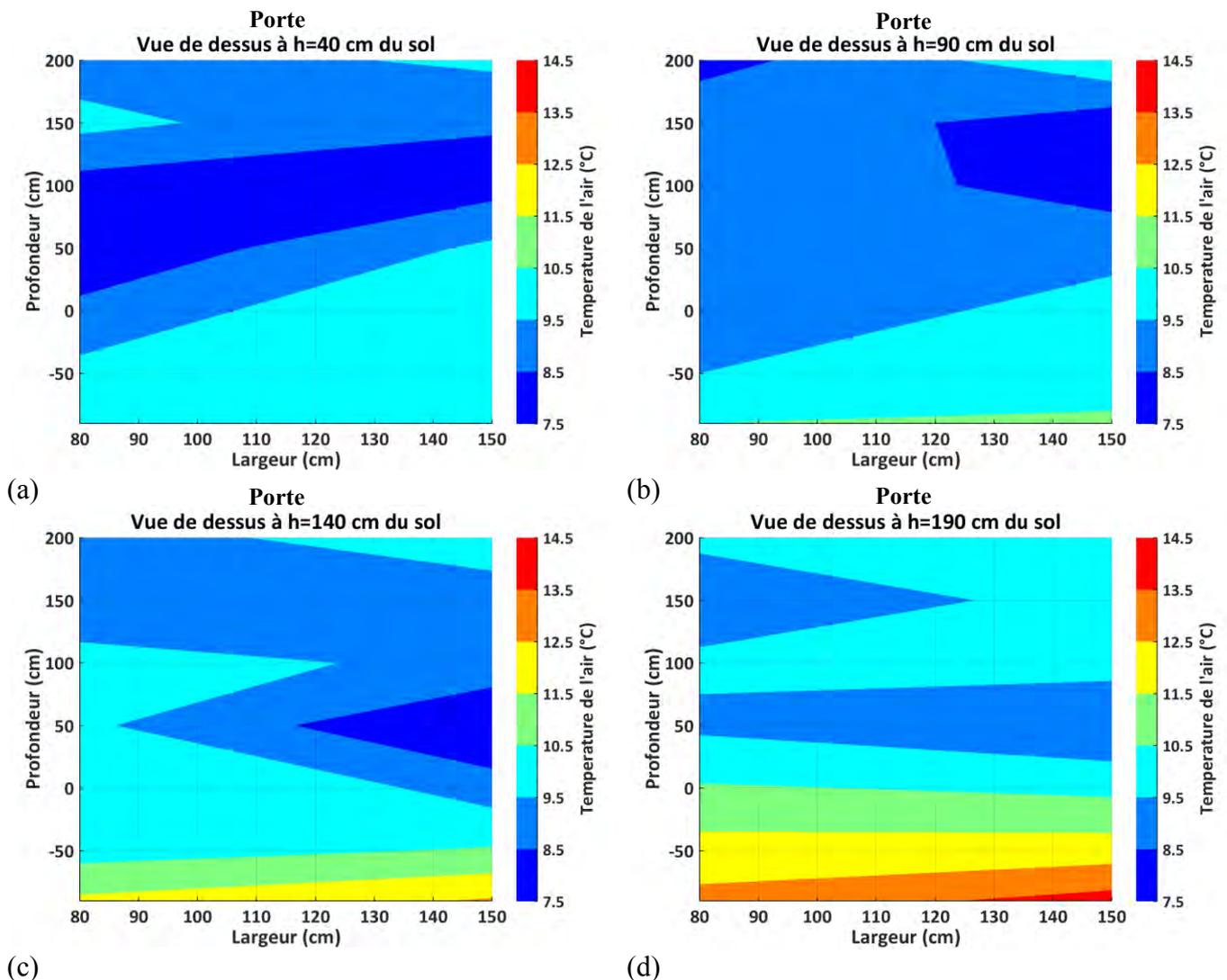


Figure 26 : Cartographies des températures de l'air (°C) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Parmi les températures du Tableau 21.d représentées sur la Figure 26.d, certaines valeurs dépassent les 13°C affichés par la sonde de contrôle. Ces températures de plus de 13°C figurent uniquement à la hauteur de 190 cm et dans le fond du petit local. Comme indiqué précédemment, la température mesurée par la sonde qui contrôle la régulation est mal positionnée et n'est pas représentative de la température moyenne au niveau des fromages.

L'ensemble des cartographies de la Figure 26 met en évidence un gradient de température, à partir de la porte du grand local en direction du petit local, selon la profondeur. Ainsi, l'air est plus froid dans le grand local, avec des températures de 7,5°C à 10,5°C, que dans le petit local, où les températures sont comprises entre 10°C et 14,4°C.

L'air, dans le grand local, est assez homogène selon les 4 hauteurs par rapport au sol. Par contre, dans le petit local, à partir d'une hauteur par rapport au sol de 90 cm et jusqu'à une hauteur de 190 cm (Figure 26.b à Figure 26.d), la température augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche du mur du fond, à une profondeur de -90 cm. La Figure 26.d montre bien ce phénomène puisque la distribution de la température de l'air dans le petit local se traduit par un gradient en fonction de la profondeur, avec des valeurs passant de 10,5°C à 14,5°C. L'air plus

chaud reste en hauteur et l'air n'est pas brassé car le petit local n'a pas de système de ventilation propre en fonctionnement (évaporateur volontairement condamné). La faible circulation de l'air provient de l'ouverture qui communique avec le grand local ventilé.

Concernant le grand local, sur une profondeur de 0 à 200 cm, l'air se distribue de manière relativement homogène, avec une température inférieure à 10,5°C, sur toute la hauteur de mesure. L'air soufflé est donc plus froid et refroidit ce grand local. A des hauteurs de 40 cm et de 90 cm, *i.e.* à la hauteur des claies, la température moyenne est même plutôt de l'ordre de 9°C.

ii) Humidité (%)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 22 indiquent les valeurs d'humidité de l'air (%) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 40, 90, 140 et 190 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	93,6	91,5	91,1	91,9	96,8	95,5
150	87,4	91,7	92,8	90,6	97,7	96,1

(a)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	86,4	90,4	96,3	95,6	92,7	88,4
150	81,0	92,4	97,6	90,2	91,5	95,3

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	77,3	87,7	96,2	96,7	89,6	88,7
150	75,3	88,7	91,9	95,9	91,2	92,8

(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	-90	-50	50	100	150	200
80	80,5	85,5	91,3	94,0	87,9	82,6
150	77,4	87,5	89,6	96,3	94,6	85,9

(d)

Tableau 22 : Valeurs de l'humidité de l'air (%) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

Les cartographies de la Figure 27 représentent l'humidité de l'air (%) issue des mesures du Tableau 18, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.

La Figure 27.a indique une humidité de l'air assez homogène dans le hâloir, avec des valeurs comprises entre 90% et 97,6%. Il apparaît, tout de même, une zone sur toute la largeur à proximité de la porte d'entrée où l'humidité est supérieure à 95%. Sur les Figure 27.b et 27.c, dans le grand local, l'air est plus humide, avec une humidité supérieure à 95% sur une bande centrale dans la direction de la largeur. Cette bande se situe sous le système de ventilation où l'air circule probablement très peu et où la présence des fromages à cet endroit humidifie l'air. De part et d'autre de cette bande, l'humidité est comprise entre 90% et 95%.

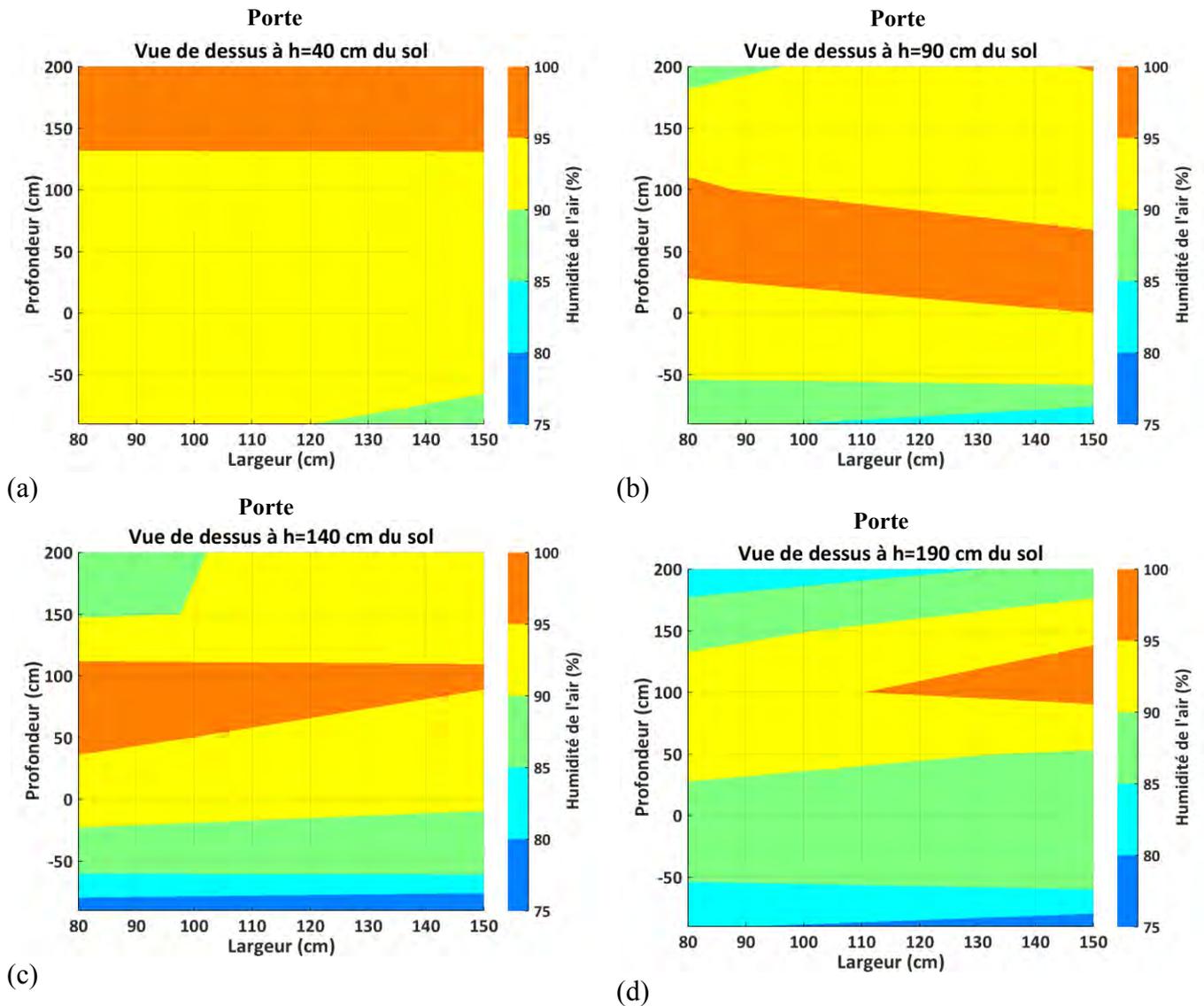


Figure 27 : Cartographies de l'humidité de l'air (%) mesurée selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 90 cm, (c) 140 cm et (d) 190 cm

A une hauteur de 190 cm dans le grand local, la bande centrale est aussi présente, mais avec des valeurs d'humidité plus faibles. De part et d'autre, l'air est un peu plus sec avec des valeurs d'humidité comprises entre 85% et 90%.

En ce qui concerne le petit local (valeurs de profondeur négatives), l'humidité relative de l'air est globalement inférieure à celle du grand local. L'air du petit local a une humidité comprise entre 75% et 90%, contre des valeurs supérieures à 90% dans le grand local. Le petit local est donc plus sec. Ceci est en accord avec des températures plus élevées.

De la même façon que pour les températures, l'air, dans le petit local, présente un gradient horizontal d'humidité dans la direction de la profondeur où l'air est plus humide (90%), du côté de l'ouverture entre les 2 locaux (Figure 27.b à Figure 27.d). Cet air étant plus sec, avec des valeurs d'humidité égales à 75%, du côté du mur du fond à une profondeur de -90 cm. Cette hétérogénéité dans la distribution de l'humidité (et aussi des températures) de l'air s'explique par l'absence de ventilation en fonctionnement dans le petit local.

II.4. Installations de Saône-et-Loire, région Bourgogne :

Les tableaux et les figures des paragraphes II.4.a. et II.4.b. suivants détaillent les valeurs des paramètres d'ambiance de l'air mesurés, à savoir :

- les vitesses d'air (en m/s),
- les températures de l'air (en °C),
- et l'humidité de l'air (en %),

dans le séchoir et dans le hâloir en différents points, selon des plans horizontaux correspondant à plusieurs hauteurs par rapport au sol.

Sur les figures (cartographies), ces valeurs sont représentées par des niveaux de couleur, allant du bleu foncé (pour les valeurs les plus faibles) au rouge (pour les valeurs les plus élevées), en passant par du bleu clair, du vert, du jaune et de l'orange.

II.4.a. Séchoir :

Les dimensions du séchoir étaient de 180 cm pour la profondeur, 215 cm pour la largeur et 250 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des vitesses d'air était de 24, répartis selon :

- 3 plans horizontaux (à 60, 120 et 180 cm par rapport au sol) x 2 points selon la profondeur (à 115 et 165 cm) x 4 largeurs (55, 95, 135 et 175 cm).

Le nombre de points de mesures des températures et de l'humidité de l'air était de 12, répartis selon 1 seul plan vertical (à une profondeur de 115 cm) x 3 points selon la hauteur (à 60, 120 et 180 cm par rapport au sol) x 4 largeurs (55, 95, 135 et 175 cm). Par manque de place dans le séchoir, nous n'avons pu effectuer qu'un seul plan de mesures de l'humidité et de la température de l'air.

La Figure 28 ci-après détaille :

- les plans de mesures horizontaux des vitesses d'air situés à des hauteurs de 60, 120 et 180 cm par rapport au sol
- et le plan de mesures vertical des températures et de l'humidité de l'air situés à une profondeur de 115 cm, au sein de la géométrie du séchoir.

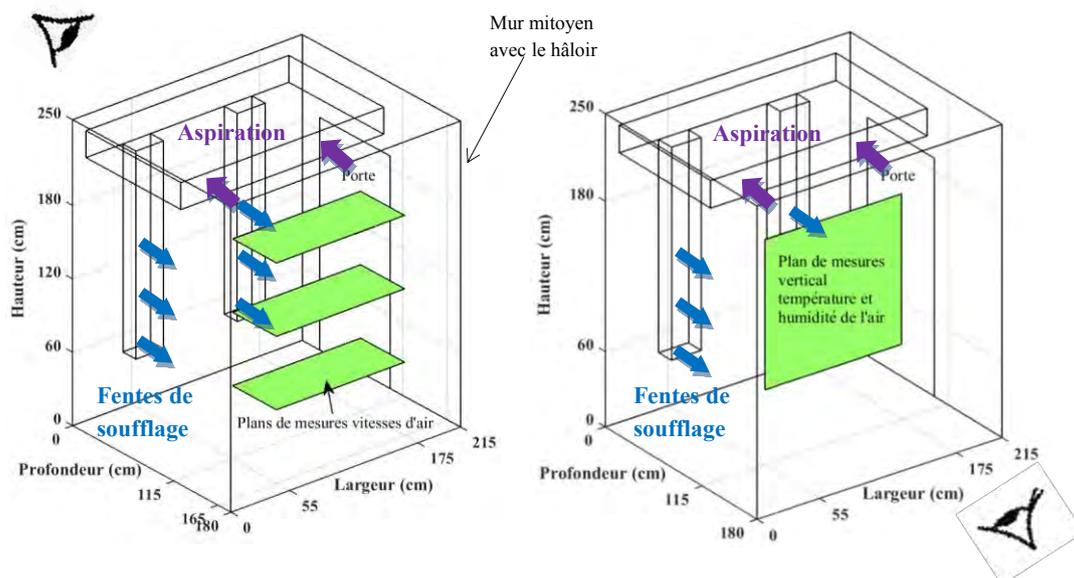


Figure 28 : Représentation 3D du séchoir et des dimensions des plans de mesures horizontaux et verticaux des paramètres d'ambiance

Sur chacun des plans de la Figure 28, les mesures ont été effectuées en différents points.

Le Tableau 23 ci-après récapitule les valeurs moyennes des vitesses d'air mesurées sur chacun des plans horizontaux aux différentes hauteurs, ainsi que la valeur moyenne globale dans l'ensemble du séchoir.

<i>Hauteur par rapport au sol (cm)</i>	<i>60</i>	<i>120</i>	<i>180</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Vitesse (m/s)</i>	0,91	0,70	0,69	0,77

Tableau 23 : Valeurs moyennes des vitesses d'air mesurées aux différentes hauteurs et de manière globale dans tout le séchoir

Ce tableau indique que les vitesses moyennes de l'air sont les plus élevées en partie basse du séchoir et homogènes à partir d'une hauteur par rapport au sol de 120 cm. Le système de soufflage de l'air dans le séchoir (Figure 28) étant constitué de fentes dont la section diminue au fur et à mesure que l'on se rapproche du sol, de façon à avoir un débit d'air constant tout le long de la colonne de soufflage, la vitesse de l'air à la sortie des fentes du bas du séchoir est donc plus élevée qu'en haut. Cela peut expliquer que la vitesse moyenne de l'air en partie basse du séchoir (hauteur de 60 cm) est plus élevée que celle mesurée à une hauteur par rapport au sol de 180 cm.

La valeur moyenne des vitesses d'air dans l'ensemble du séchoir est relativement élevée, du fait des petites dimensions du séchoir et du système de soufflage de l'air installé.

i) Vitesses d'air (m/s)

Les tableaux constituant le Tableau 24 donnent les valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 3 hauteurs investiguées : 60, 120 et 180 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) Largeur (cm)	115	165
55	0,92	0,98
95	0,96	0,85
135	0,99	0,85
175	1,06	0,68

(a)

Profondeur (cm) Largeur (cm)	115	165
55	1,06	0,26
95	1,13	0,36
135	0,97	0,49
175	0,94	0,39

(b)

Profondeur (cm) Largeur (cm)	115	165
55	0,83	0,33
95	0,93	0,47
135	0,92	0,60
175	0,89	0,51

(c)

Tableau 24 : Valeurs des vitesses d'air (m/s) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 60 cm, (b) 120 cm et (c) 180 cm

Les cartographies de la Figure 29 représentent les vitesses d'air (m/s) issues des mesures du Tableau 24, aux 3 hauteurs par rapport au sol investiguées.

La Figure 29.a, qui présente la distribution des vitesses d'air à une hauteur par rapport au sol de 60 cm, indique que l'air circule de manière homogène à cette hauteur, avec des vitesses comprises entre 0,8 m/s et 1 m/s. Les valeurs de vitesses d'air sont globalement plus élevées à cette hauteur que celles mesurées aux 2 autres hauteurs investiguées (Figure 29.b et Figure 29.c).

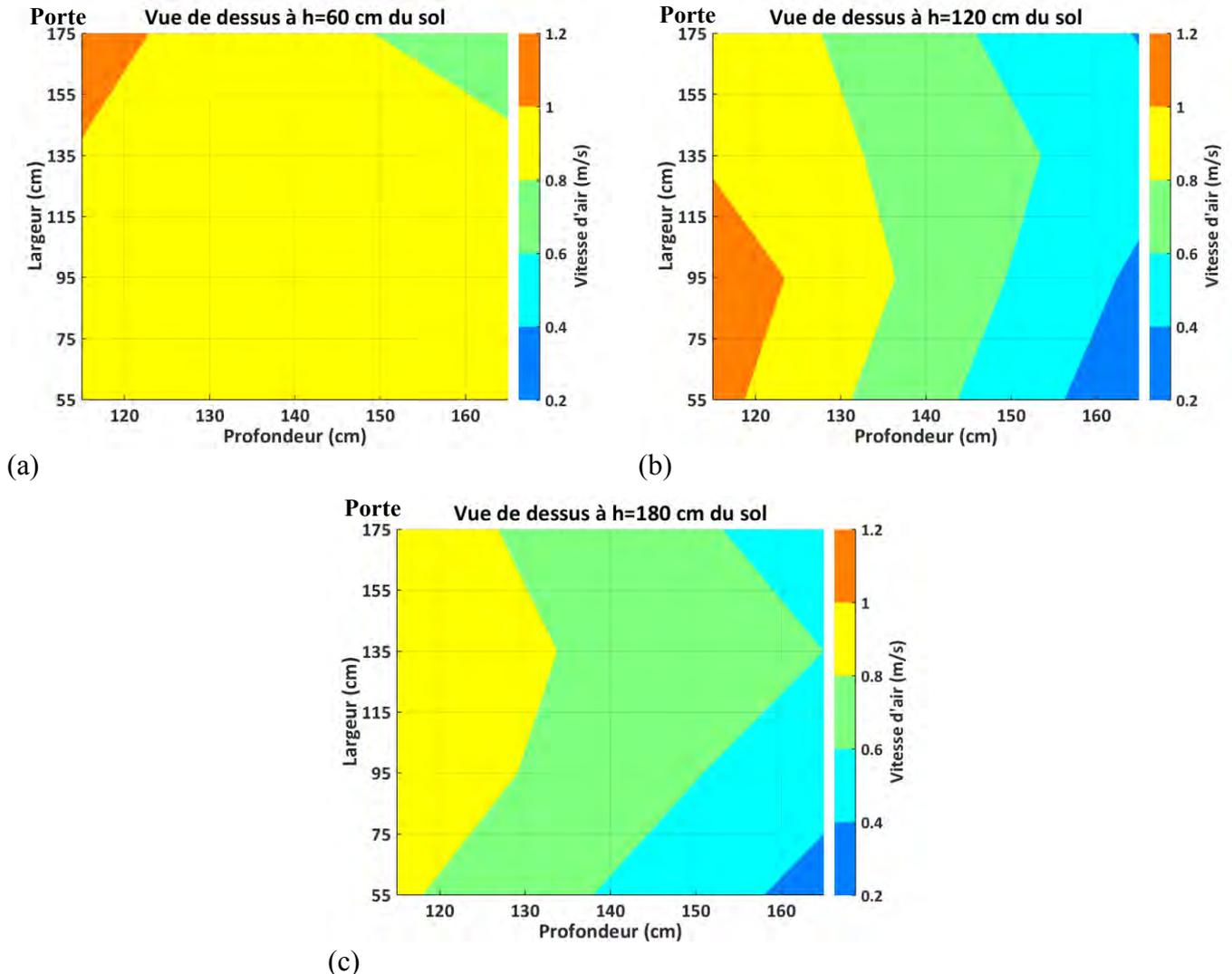


Figure 29 : Cartographies des vitesses d'air (m/s) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 60 cm, (b) 120 cm et (c) 180 cm

La cartographie de la Figure 29.b, à une hauteur de 120 cm, fait apparaître un gradient de vitesse horizontale dans la direction de la profondeur, avec des valeurs de vitesse d'air qui varient de 1,2 m/s, du côté du soufflage, à 0,2 m/s, du côté du mur opposé à la ventilation. La vitesse de l'air est donc plus élevée à proximité de la ventilation, puis elle diminue progressivement au fur et à mesure que l'on se déplace en direction du mur opposé.

À une hauteur de 180 cm (Figure 29.c), la cartographie de distribution des vitesses d'air obtenue est similaire à celle de la Figure 29.b. L'interprétation est donc la même, à savoir, un air qui circule plus vite à proximité de la ventilation avec des vitesses de 1 m/s, puis qui est ralenti au fur et à mesure qu'il se rapproche du mur opposé où les vitesses d'air ne sont plus que de 0,4 m/s.

D'une manière générale, ces 3 cartographies confirment que les vitesses d'air sont relativement élevées dans ce séchoir, du fait de ses petites dimensions et d'un chargement important (beaucoup de claies de fromages présentes lors des mesures).

ii) Température (°C)

Le Tableau 25 Tableau 10 détaille les valeurs des températures de l'air (°C) mesurées en différents points, selon le plan vertical investigué, situé à une profondeur de 115 cm.

Largeur (cm)	55	95	135	175
Hauteur (cm)				
60	16,9	16,4	16,6	17,1
120	17,1	16,2	16,5	17,4
180	16,8	16,4	16,3	18

Tableau 25 : Valeurs des températures d'air (°C) mesurées selon le plan vertical situé à une profondeur de 115 cm

La cartographie de la Figure 30 présente les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 25, selon une vue verticale transversale, située à la profondeur de 115 cm (cf. Figure 28).

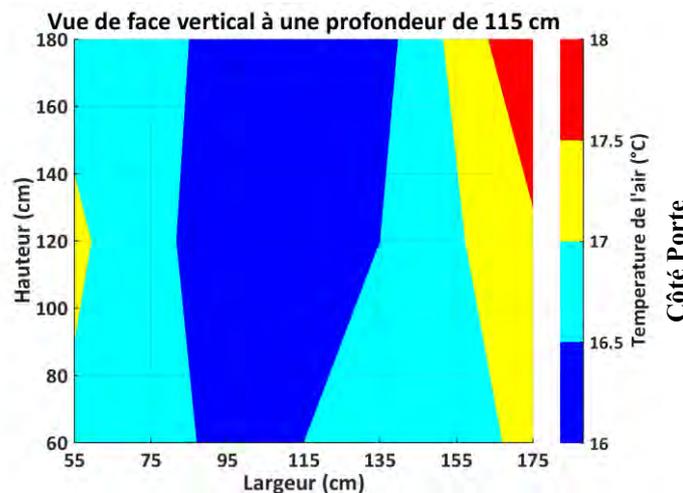


Figure 30 : Cartographie des températures de l'air (°C) mesurées selon une vue verticale transversale située à une profondeur de 115 cm

Sur cette figure, les températures de l'air s'échelonnent de 16,2°C à 18°C et sont supérieures à la température de la sonde de régulation qui affiche 15,3°C. L'air est donc plus chaud dans cette zone que celui à proximité de la sonde.

La température moyenne calculée est de 16,8°C et est supérieure de 1,5°C à la température mesurée par cette sonde. Cette valeur moyenne mesurée n'est pas forcément représentative de la température moyenne du séchoir, du fait du faible nombre de points de mesure. Il est donc difficile de dire si la température de l'air donnée par la sonde de régulation caractérise bien ou non la température moyenne dans le séchoir. Cependant, dans les conditions actuelles de fonctionnement, si l'on souhaite avoir des températures d'air de l'ordre de 15°C dans la zone de mesure, il faudra diminuer la consigne bien en dessous de 15°C.

Sur la partie de la cartographie qui s'étend d'une largeur de 55 cm à une largeur de 155 cm et sur toute la hauteur, la température est assez homogène et comprise entre 16,2°C et

17°C. Du côté de la porte d'accès au séchoir (largeur de 175 cm), la température augmente, jusqu'à atteindre 18°C. Ce côté du séchoir donnant sur le couloir intérieur du bâtiment où l'air est plus chaud, il convient de veiller à limiter au maximum l'ouverture prolongée de cette porte, si l'on ne veut pas faire entrer de l'air chaud dans le séchoir.

iii) Humidité (%)

Le Tableau 26 détaille les valeurs de l'humidité de l'air (%) mesurées en différents points, selon le plan vertical situé à une profondeur de 115 cm.

Largeur (cm) \ Hauteur (cm)	55	95	135	175
60	80,4	81,1	77,6	76,1
120	79,0	81,5	78,7	76,7
180	79,6	80,9	79,4	76,6

Tableau 26 : Valeurs de l'humidité de l'air mesurées selon le plan vertical situé à une profondeur de 115 cm

La cartographie de la Figure 31 présente l'humidité de l'air (%) issues des mesures du Tableau 26, selon une vue verticale transversale située à une profondeur de 115 cm.

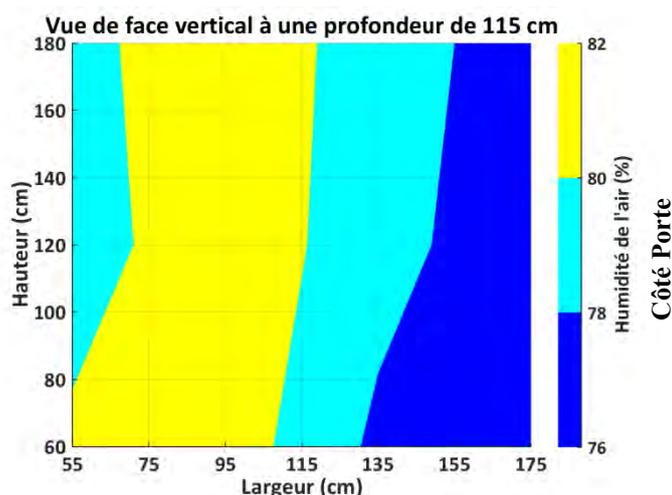


Figure 31 : Cartographie de l'humidité de l'air (%) mesurée selon une vue verticale transversale située à une profondeur de 115 cm

Sur cette figure, les valeurs de l'humidité de l'air s'échelonnent de 76,1% à 81,5% et sont supérieures à l'humidité de la sonde de régulation qui affiche 75%. L'air est donc plus humide dans cette zone que celui à proximité de la sonde.

L'humidité moyenne calculée est de 79% et est supérieure de 4% à l'humidité mesurée par cette sonde. Comme pour la température, la valeur moyenne mesurée n'est pas forcément représentative de l'humidité moyenne dans tout le séchoir, du fait du nombre réduit de points de mesure. Il est donc difficile de dire si l'humidité donnée par la sonde de régulation caractérise bien ou non l'humidité relative moyenne de l'air dans le séchoir.

La cartographie de la Figure 31 est assez semblable à celle de la Figure 30, notamment, en ce qui concerne les zones de changement de valeurs. En effet, la Figure 31 présente une bande centrale où l'humidité relative de l'air est la plus élevée, avec des valeurs supérieures à

80%. Cette même zone est présente sur la Figure 30 et correspond aux températures d'air les plus basses.

Du côté de la porte d'accès, les valeurs d'humidité relative de l'air sont plus faibles, puisqu'elles sont comprises entre 76% et 78%, sûrement du fait d'une température d'air plus élevée dans cette même zone (Figure 30).

II.4.b. Hâloir :

Les dimensions du hâloir étaient de 250 cm pour la profondeur, 125 cm pour la largeur et 250 cm pour la hauteur.

Le nombre de points de mesures des températures et de l'humidité de l'air était de 36, répartis selon :

- 4 plans horizontaux (à 40, 80, 120 et 160 cm par rapport au sol) x 3 points selon la profondeur (à 35, 125 et 225 cm) x 3 largeurs (22,5, 62,5 et 102,5 cm).

La Figure 32 ci-après représente les plans de mesures horizontaux situés à des hauteurs de 40, 80, 120 et 160 cm par rapport au sol, dans la géométrie de hâloir investiguée.

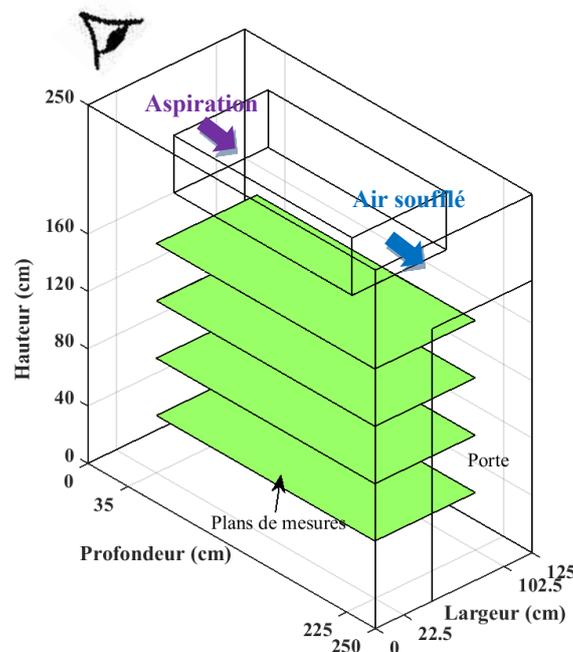


Figure 32 : Représentation 3D du hâloir et des dimensions des plans de mesures horizontaux des paramètres d'ambiance

Sur chacun de ces plans, des mesures de température et d'humidité relative de l'air ont été effectuées en différents points.

Le Tableau 27 ci-après récapitule les valeurs moyennes des paramètres de l'air (température, humidité) mesurés selon les plans horizontaux à différentes hauteurs, ainsi que la valeur moyenne globale dans tout le hâloir.

Ce tableau indique que les températures moyennes de l'air sont assez homogènes sur la hauteur du hâloir et que la température moyenne de ce dernier est de 11,3°C. La température de consigne est de 11°C, donc très proche de la valeur moyenne mesurée. La régulation de la température de l'air se fait donc très bien. Cette température de consigne est représentative de la température réelle dans le hâloir.

<i>Hauteur au sol (cm)</i>	40	80	120	160	Moyenne
<i>Température (°C)</i>	11,6	11,2	11,0	11,3	11,3
<i>Humidité (%)</i>	93,1	91,9	90,3	89,4	91,2

Tableau 27 : Valeurs moyennes des paramètres d’ambiance (température, humidité) mesurées à différentes hauteurs et de manière globale dans le hâloir

L’humidité de l’air moyenne diminue avec la hauteur dans le hâloir, passant ainsi d’une valeur de 93,1%, à 40 cm du sol, à une valeur de 89,4%, à 160 cm du sol. La présence des fromages à une hauteur inférieure à 120 cm doit favoriser l’augmentation de l’humidité de l’air dans cette zone. L’humidité moyenne de l’air est de 91,2% et est inférieure à la valeur de consigne, égale elle à 95%. Le système de ventilation ne pouvant pas humidifier l’air, cette humidité est apportée par les fromages présents dans le local. La présence de fromages trop secs ou un chargement trop faible en fromages conduit donc à une humidité relative de l’air dans le hâloir inférieure à la valeur de consigne.

i) Température (°C)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 28 reportent les valeurs des températures de l’air (°C) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 40, 80, 120 et 160 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm)	35	125	225
22,5	12,1	11,8	11,7
62,5	11,5	11,6	11,7
102,5	11,0	11,3	11,7

(a)

Profondeur (cm)	35	125	225
22,5	11,4	10,9	10,8
62,5	10,9	11,3	11,2
102,5	10,5	11,6	11,8

(b)

Profondeur (cm)	35	125	225
22,5	10,7	10,0	11,1
62,5	10,8	11,7	11,0
102,5	10,0	12,6	11,2

(c)

Profondeur (cm)	35	125	225
22,5	11,1	11,9	10,1
62,5	10,5	11,6	11,4
102,5	11,1	12,6	11,8

(d)

Tableau 28 : Valeurs des températures de l’air (°C) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 80 cm, (c) 120 cm et (d) 160 cm

Les cartographies de la Figure 33 représentent les températures de l'air (°C) issues des mesures du Tableau 28, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.

A des hauteurs de 40 cm (Figure 33.a) et 80 cm (Figure 33.b), les températures de l'air sont relativement homogènes, car comprises entre 10,5°C et 12°C. A des hauteurs de 120 cm (Figure 33.c) et 160 cm du sol (Figure 33.d), les températures sont plus hétérogènes et s'échelonnent entre 10°C et 12,6°C. Il apparaît une zone plus chaude où les températures d'air sont supérieures à 12°C, à mi-profondeur dans le hâloir, en face de la porte située du côté du mur mitoyen avec le séchoir.

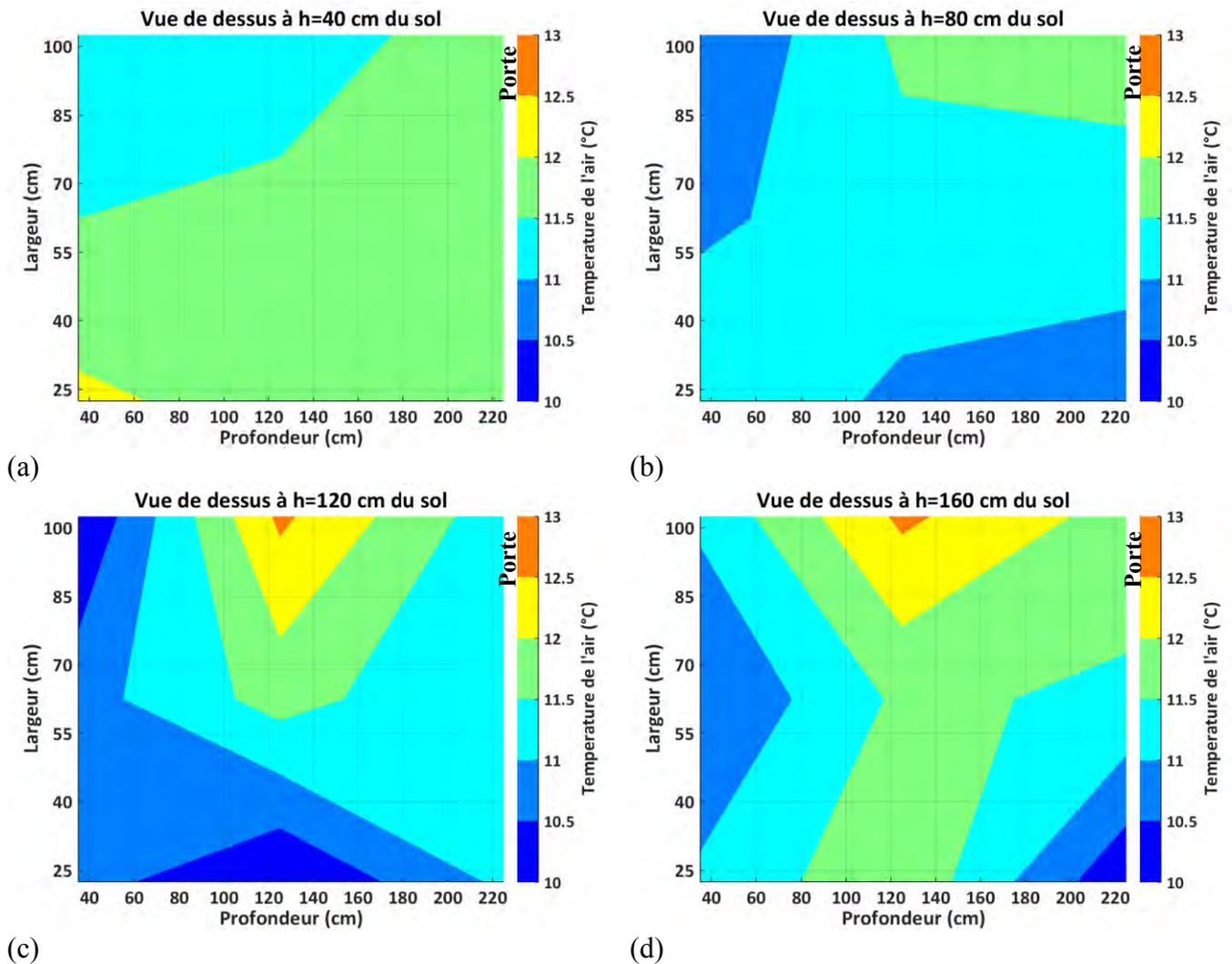


Figure 33 : Cartographies des températures de l'air (°C) mesurées selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 80 cm, (c) 120 cm et (d) 160 cm

ii) Humidité (%)

Les 4 tableaux constituant le Tableau 29 reportent les valeurs de l'humidité relative de l'air (%) mesurées en différents points, selon les coupes horizontales situées aux 4 hauteurs investiguées : 40, 80, 120 et 160 cm par rapport au sol.

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	35	125	225
22,5	95,9	94,9	92,5
62,5	92,2	89,9	92,6
102,5	95,9	91,6	92,3

(a)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	35	125	225
22,5	91,7	96,5	90,4
62,5	87,9	93,0	89,9
102,5	94,7	89,2	93,9

(b)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	35	125	225
22,5	89,3	90,4	92,2
62,5	88,7	92,3	89,0
102,5	86,9	92,2	91,4

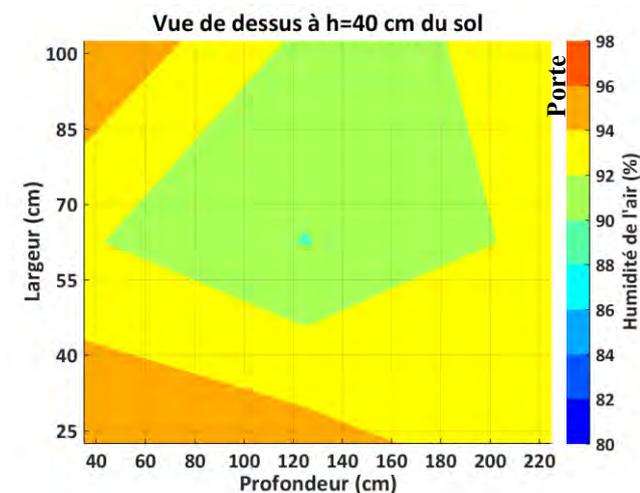
(c)

Profondeur (cm) \ Largeur (cm)	35	125	225
22,5	90,2	92,3	89,2
62,5	86,6	92,7	93,1
102,5	81,2	85,6	94,1

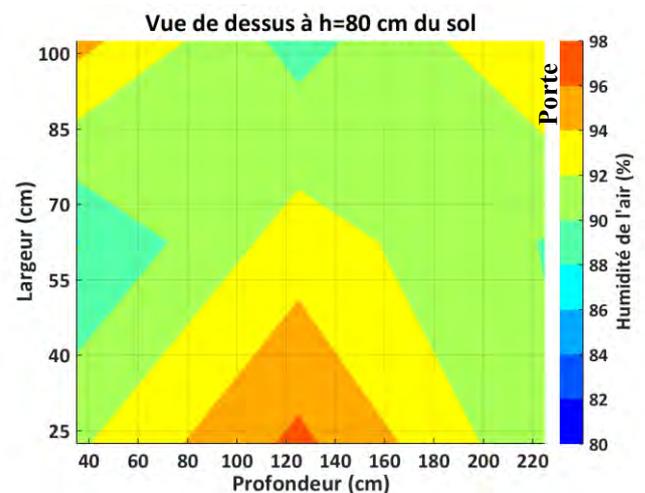
(d)

Tableau 29 : Valeurs de l'humidité relative de l'air (%) mesurées selon les plans horizontaux situés à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 80 cm, (c) 120 cm et (d) 160 cm

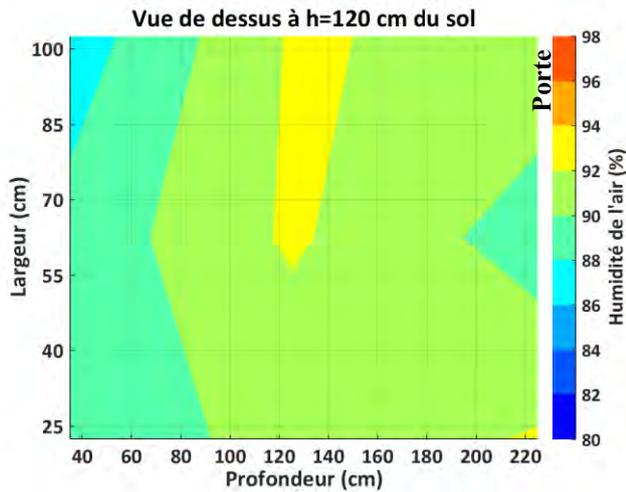
Les cartographies de la Figure 34 représentent l'humidité de l'air (%) issues des mesures du Tableau 29, aux 4 hauteurs par rapport au sol investiguées.



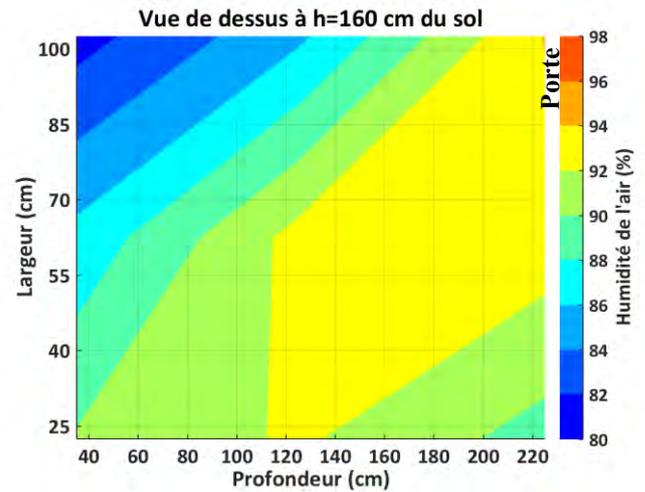
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 34 : Cartographies de l'humidité relative de l'air (%) mesurée selon des vues de dessus situées à des hauteurs par rapport au sol de : (a) 40 cm, (b) 80 cm, (c) 120 cm et (d) 160 cm

A des hauteurs de 40 cm (Figure 34.a) et de 80 cm (Figure 34.b) par rapport au sol, les valeurs de l'humidité relative de l'air mesurées varient entre 88% et 96%, soit une distribution assez hétérogène. A une hauteur de 120 cm du sol (Figure 34.c), l'air est légèrement plus sec et présente une distribution plus homogène avec des valeurs d'humidité comprises entre 88% et 94%. L'air est encore plus sec à une hauteur de 160 cm par rapport au sol, avec des valeurs variant entre 82% et 94%.

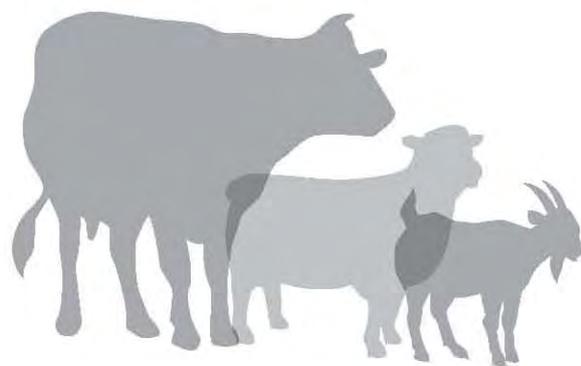
Caractérisation des conduites d'affinage à la ferme et étude des liens avec les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages

Action I du projet « Qualité des fromagers fermiers lactiques : locaux et maîtrise de l'affinage (LACTAFF) » -
Projet Casdar 1270

Cette étude est la première partie du programme CASDAR LACTAFF 2012-2015 (« qualité des fromages fermiers lactiques : locaux et maîtrise de l'affinage ») dont un des objectifs était d'acquérir des connaissances et des références techniques sur l'affinage, adaptées au contexte fermier, pour une technologie qui avait été peu décrite dans la bibliographie, bien que la plus courante à être utilisée à la ferme, la technologie lactique. Ces connaissances sont essentielles pour la maîtrise de la qualité des produits, qui conditionne la pérennité et la santé financière des exploitations fermières.

Des enquêtes ont été menées dans 49 fermes des 6 principales régions produisant du fromage de chèvre fermier lactique et ont permis de caractériser la très grande diversité des fromages fabriqués, des locaux, des équipements et des pratiques. Face à cette grande diversité, dégager des itinéraires technologiques conduisant à un type de fromage donné s'avère complexe. Néanmoins des liens ont pu être établis entre les grandes catégories de fromages et les pratiques, locaux et conditions d'ambiance. Ces résultats montrent bien qu'il n'existe pas un seul itinéraire technique « type » pour arriver à un type de fromage.

Les résultats de ces enquêtes ont permis de choisir les paramètres d'ambiance dont l'effet sur la qualité des produits a été testé au laboratoire et en ferme expérimentale dans le cadre d'une autre action du même programme. Les résultats ont aussi alimenté des fiches techniques rédigées avec des experts fromagers, des locaux et des équipements de climatisation lors de ce programme.



Édité par :
L'Institut de l'Élevage
www.idele.fr

Dépôt légal :
2^{ème} trimestre 2016
© Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage
Juin 2016
Réf. 00 16 403 014
ISSN 1773-4738

