

CONCEPTION DES LIEUX DE TRAVAIL

Conditionnement d'ambiance dans les industries agroalimentaires

par Ph. BORDEAU (TMI-ALIMENTEC Développement), J.-F. COLLOBERT (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Calvados), J. DE SMEDT (CRAM Ile-de-France), C. GARDIA (CRAM de Normandie), M. GOUDAL (CRAM Ile-de-France), G. LE BERRE (CRAM de Bretagne), M. METAY (CRAM de Bretagne) et J.-M. PETIT (INRS)

Cette fiche a pour objet d'informer les maîtres d'ouvrage des différents paramètres à prendre en compte lors de l'établissement du cahier des charges des installations de ventilation et de climatisation dans les industries agroalimentaires (IAA).

Les principes de ventilation qui doivent être adaptés à chaque configuration sont traités dans le guide de ventilation n° 0 (ED 695 INRS).

Cette fiche s'inscrit également dans le cadre de la mise en place du règlement ECO AUDIT et/ou de la norme ISO 14001.

**Qualité
des produits**

**Comment concilier
les exigences ?**

**Sécurité et
conditions
de travail**

Lait-fromage



Entrepôts frigorifiques



Viande-Poisson

Boulangerie
Pâtisserie industrielle



Divers Conserves



Boisson



Biscuiterie

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

POUR LE SALARIÉ

L'employeur est responsable de la santé et de la sécurité des salariés au travail dans son entreprise

Le décret 92-767 du 29 juillet 1992 concernant les prescriptions techniques applicables aux équipements de travail neufs stipule que les matériels utilisés dans les locaux où sont traitées des denrées alimentaires doivent être conçus et construits de manière à éviter les risques d'infection, de maladie et de contagion.

Les décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 et

la circulaire du 9 mai 1985 fixent les règles relatives à l'aération et l'assainissement de l'air dans les locaux de travail auxquelles doivent se conformer respectivement les maîtres d'ouvrage et utilisateurs.

Ces décrets ont été repris dans les décrets 92-332 et 92-333 du 31 mars 1992 applicables respectivement aux maîtres d'ouvrage et utilisateurs.

La directive cadre 93/43/CEE sur l'hygiène des aliments, adoptée le 14.06.93, parachève l'harmonisation dans le domaine de l'hygiène des aliments. Ce texte vise à assurer la salubrité de tous les aliments pour les secteurs de l'alimentation après la production primaire.

Cette directive, applicable dès janvier 1996 impose la mise en place d'autocontrôle et cite explicitement les principes de la méthode HACCP* comme moyen à utiliser pour maîtriser les conditions d'hygiène.

Cette méthode d'analyse, essentiellement préventive, doit être mise en œuvre dans un contexte spécifique (entreprise, atelier de production...) et toujours être adaptée à chaque situation particulière. En effet, elle s'applique spécifiquement à un produit et/ou à un processus de fabrication pour un risque ou un groupe de risques donné.

4 ÉTAPES

- 1 - Analyse des dangers
- 2 - Maîtrise des points critiques
- 3 - Surveillance des conditions d'exécution
- 4 - Vérification de l'efficacité du système

7 PRINCIPES

- 1a - Identifier les dangers associés à tous les stades
- 1b - Evaluer la probabilité d'apparition de ces dangers
- 1c - Identifier les mesures préventives
- 2 - Déterminer les points critiques pour la maîtrise de ces dangers
- 3 - Etablir les critères opérationnels (valeurs limites, niveaux cibles, tolérance) dont le respect atteste de la maîtrise effective des points critiques
- 4 - Etablir un système de surveillance permettant de s'assurer de cette maîtrise
- 5 - Etablir les actions correctives à mettre en œuvre lorsque la surveillance révèle qu'un point critique donné n'est pas ou n'est plus maîtrisé
- 6 - Etablir les procédures spécifiques pour la vérification, destinées à confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement
- 7 - Etablir un système documentaire (procédures et enregistrements) approprié couvrant l'application des 6 principes précédents

Il existe, pour les différentes filières des IAA, notamment pour la viande, le poisson, les produits laitiers, les œufs et les ovo-produits, des directives relatives aux conditions auxquelles doivent satisfaire les établissements se livrant à la production, la préparation et à la mise sur le marché des produits.

Les professionnels de l'agroalimentaire doivent pleinement assumer une responsabilité civile et pénale concernant la sécurité alimentaire des produits qu'ils fabriquent ou manipulent à tous les stades qui suivent la production primaire (c'est-à-dire la récolte, l'abattage ou la traite).

* HACCP : Hazard Analysis - Critical Control Point (Analyse des dangers - Points critiques pour leur maîtrise).

POUR LE PRODUIT

L'AIR DANS LES LOCAUX DE TRAVAIL

POUR LE SALARIÉ

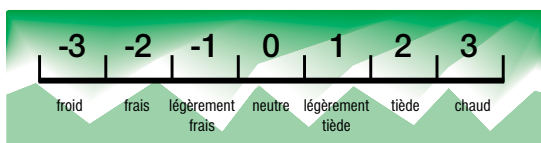
L'AIR, SOURCE D'INCONFORT THERMIQUE

L'air introduit dans les locaux de travail doit de plus respecter certaines exigences de façon à garantir le confort thermique des salariés.

Il y a sensation de confort thermique pour un individu lorsque les échanges d'énergies entre le corps et l'environnement sont réalisés sans astreinte.

La norme ISO 7730 (voir bibliographie) présente, pour les ambiances thermiques modérées, une méthode de prévision de la sensation thermique et spécifie des conditions acceptables de confort.

Elle définit un indice "PMV" qui donne l'avis moyen d'un groupe de personnes exprimant un vote de sensation thermique en se référant à l'échelle à sept niveaux suivante :

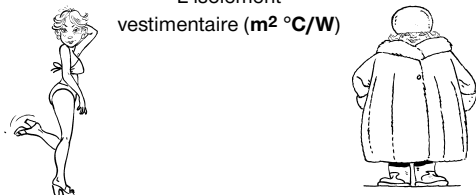


Ce vote est traduit par une équation faisant intervenir six paramètres :

Métabolisme énergétique (W/m^2)



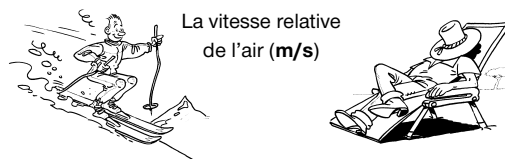
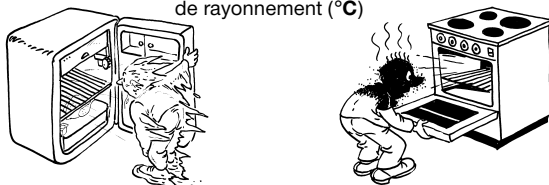
L'isolement vestimentaire ($m^2 \text{ } ^\circ C/W$)



La température de l'air ($^\circ C$)



La température moyenne de rayonnement ($^\circ C$)



La vitesse relative de l'air (m/s)

L'hygrométrie exprimée par la pression partielle de vapeur d'eau (Pa)



Les deux premiers paramètres sont estimés tandis que les quatre autres sont déterminés à partir des mesurages.

Lorsque l'énergie métabolique produite et la tenue vestimentaire (par exemple bottes et tablier imperméable) sont imposées par l'activité de chaque opérateur, l'équilibre thermique ne peut être obtenu qu'en agissant sur les paramètres physiques. Aussi, lors de la conception d'une installation de traitement de l'air, on définira les spécifications permettant d'obtenir dans les espaces occupés par les opérateurs un confort thermique satisfaisant au moins 80 % d'entre eux pour une tâche donnée.

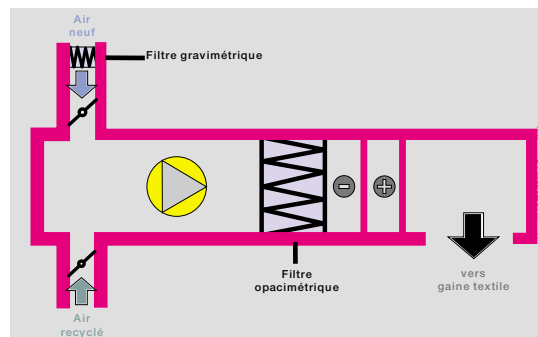
Ceci correspond au critère suivant pour le PMV :

$$-0,5 < PMV < +0,5$$

Le PMV n'est pas un critère qui garantit d'une manière absolue la satisfaction des opérateurs.

En effet, un échauffement ou un refroidissement non désiré d'une partie spécifique du corps peut être à l'origine d'une insatisfaction thermique. La cause peut être :

- une différence verticale de température de l'air trop élevée
- une vitesse d'air localement trop élevée
- une asymétrie de température de rayonnement trop élevée.



Exemple de caisson de traitement de l'air dans l'agroalimentaire.

*PMV : Predicted Mean Vote (Vote moyen prévisible).

L'AIR DANS LES LOCAUX DE TRAVAIL

L'AIR, SOURCE DE CONTAMINATION

Dans les IAA, l'air peut être considéré sous deux aspects, soit comme facteur technologique de première importance (séchage, ressuage du produit), soit comme facteur d'environnement qu'il convient de maîtriser, tant sur le plan physique (température, humidité relative et vitesse de l'air) que bactériologique (air source de contamination).

Maîtriser la qualité de l'air dans les ateliers, c'est prendre en compte deux types d'air :

L'AIR EXTÉRIEUR dont la contamination dépend des sources extérieures, est la première source microbienne. La majorité des champignons (levures, moisissures) et plusieurs bactéries vivent dans l'environnement naturel :

- neige, pluie
- air évacué par les événements sanitaires
- cheminées
- air vicié provenant des aires d'entreposage, stations d'épuration...
- eau entraînée des tours de refroidissement et des condenseurs évaporatifs, particulièrement susceptible d'être contaminée par les bactéries *Legionella pneumophilla*
- matières végétales (feuilles, nids d'oiseaux)
- matières fécales (excréments d'oiseaux)
- flaques d'eau stagnante...

L'AIR INTÉRIEUR dont la contamination augmente avec l'activité, du fait de la présence du personnel, des équipements et des matières :

- l'homme au travail émet des particules contaminantes dont le nombre est fonction de son hygiène, de sa tenue vestimentaire et de son activité
- les équipements : les matériaux, les états de surface, les formes, les fluides, participent au développement microbien
- le produit lui-même est susceptible de produire des agents contaminants.

Un traitement approprié de l'air est mis en œuvre en fonction de la zone considérée.

Les classes d'empoussièrement sont normalisées (voir bibliographie) et sont définies par rapport à un nombre de particules (de Ø médian 0,5 µm) par unité de volume.

C'est la classe d'empoussièrement qui déterminera le type de filtration à utiliser.

Un certain nombre d'organismes a établi pour les filtres à air des méthodes d'essais et des classements standardisés selon leurs performances d'épuration (voir bibliographie).

La maîtrise de la température, vitesse de l'air et humidité de l'air participent à l'hygiène et à la sécurité alimentaire du produit.

HUMIDIFICATION-DÉSHUMIDIFICATION

Certains produits tels que les légumes s'ils sont placés en ambiance peu humide risquent d'importantes pertes d'eau qui leur sont préjudiciables.



Photo 1 - Evaporateurs double-flux

Autant que possible, on s'efforcera de produire un air à humidité relative assez basse 70 % à 80 % afin d'éviter la prolifération microbienne, la condensation sur le produit et sur les parois.

De plus, il est primordial de sécher puissamment les locaux après lavage.

POUR LE PRODUIT

CONCEPTION

D'une façon générale, un local agroalimentaire doit être correctement isolé thermiquement et ventilé.

Chaque élément d'installation doit être conçu et implanté de manière à faciliter et sécuriser les opérations de maintenance et de nettoyage.

Le traitement de l'air :

Définir les performances attendues en fonction des contraintes du personnel et du produit :

- sensibilité de chaque zone (inerte, sensible, ultra-sensible) ;
- respect de la réglementation et suivi des normes.

Prendre en compte les exigences spécifiques par zone :

- air filtré, recyclé, de climatisation, comprimé... ;
- différence de pression entre les locaux (surpression, dépression ou orientation des flux d'air dans les ouvertures) ;
- systèmes de diffusion de l'air ;
- choix des filtres ;
- système de nettoyage.



Photo 2 - Conditionneur d'air à soufflage direct par réseau de gaines textiles :
- implantation du conditionneur au sol,
- soufflage d'air basse vitesse.
"Compagnie des Fromages, Ducey (50)"



Photo 3 - Caisson de traitement de l'air en galerie technique

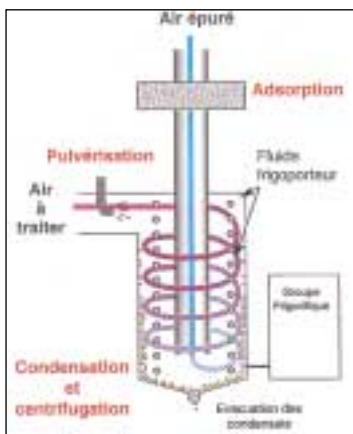


Figure 4 - Dispositif de déshumidification-désodorisation : Salaisons d'Orly, Orly (94).

Quelques conseils pratiques :

- Bien localiser les prises d'air extérieur
- Réaliser le caisson de mélange de manière à éviter la condensation ; il doit être isolé sur le plan acoustique et être facilement nettoyable sans retenir l'eau
- Installer des humidificateurs d'air conçus pour éviter la contamination bactérienne et chimique
- Déterminer le nombre de caissons de traitement de l'air et leur implantation
- Exiger que le fonctionnement des installations de ventilation ne majeure pas le niveau sonore ambiant de plus de 2 dB(A) sauf si elles n'engendrent pas un niveau sonore supérieur à 50 dB(A), mesuré aux postes de travail les plus exposés
- Utiliser des matériaux inaltérables et mécaniquement résistants au lavage et au feu
- Implanter des dispositifs de traitement d'air en tenant compte du traitement acoustique éventuel du local, de l'implantation des luminaires, des dispositifs de la ventilation localisée...).

INCENDIE

Les prescriptions du Code du Travail relatives à la réaction et à la résistance au feu des gaines⁽¹⁾ et conduits⁽²⁾ ne sont applicables qu'à certains types de matériels ou de bâtiment.

Cependant, tout dispositif de ventilation mécanique devrait être conçu pour éviter une propagation du feu. Pour ce faire, il conviendrait que les conduits et gaines satisfassent aux dispositions ci-dessous :

- Les conduits de distribution d'air doivent être construits en matériaux classés M0. Toutefois les calorifuges de ces conduits, s'ils sont placés à l'extérieur des conduits, peuvent être en matériaux de catégorie M1.
- Les gaines doivent être construites en matériaux classés M0 et avoir un degré coupe-feu de traversée⁽³⁾ égal au degré coupe-feu de la paroi franchie.

MAINTENANCE ET NETTOYAGE

● Implantation des matériels dans le bâtiment, prévoir :

- des accès aux matériels et des plates-formes de travail sûrs, de dimensions suffisantes et correctement éclairés ;
- les moyens de manutention appropriés ;
- la possibilité d'isoler certains dispositifs sans perturber les autres équipements.

● Dossier de maintenance :

Le dossier de maintenance rédigé par le maître d'ouvrage doit comporter la notice d'instructions de l'installation de ventilation qui précise :

- le descriptif de l'installation ;
- les valeurs de référence.

Informations sur la conduite et l'entretien à prévoir :

- nature des opérations à effectuer ;
- localisation des opérations ;
- fréquence et périodicité ;
- méthodes préconisées.

Mesures à prendre en cas de panne du système de contrôle :

- débit minimal d'air neuf/local ;
- débit global minimal d'air neuf ;
- pression statique ou vitesse d'air ;
- valeur de la perte de charge des systèmes de filtration.

Ne jamais oublier dans le dossier de maintenance :

- le changement des filtres (quand ? type ?...);
- le temps nécessaire après une perturbation pour revenir à la classe d'empoussièrement initiale.



Caisson de soufflage basse vitesse



Conditionneur d'air sur pieds à soufflage direct par plénum incorporé "Compagnie des Fromages, Ducey (50)"

- (1) Gaine : volume fermé généralement accessible et renfermant un ou plusieurs conduits.
- (2) Conduit : volume fermé servant au passage d'un fluide déterminé.
- (3) Coupe-feu de traversée de gaine ou d'un conduit : temps réel défini par les essais réglementaires pendant lequel une gaine ou un conduit traversant la paroi coupe-feu séparant deux locaux, satisfait au critère coupe-feu exigé entre ces deux locaux, compte tenu de la présence éventuelle d'un clapet au sein du conduit.

EXEMPLE : MÉTHODE HACCP APPLIQUÉE À LA FABRICATION DE STEAKS HACHÉS FRAIS

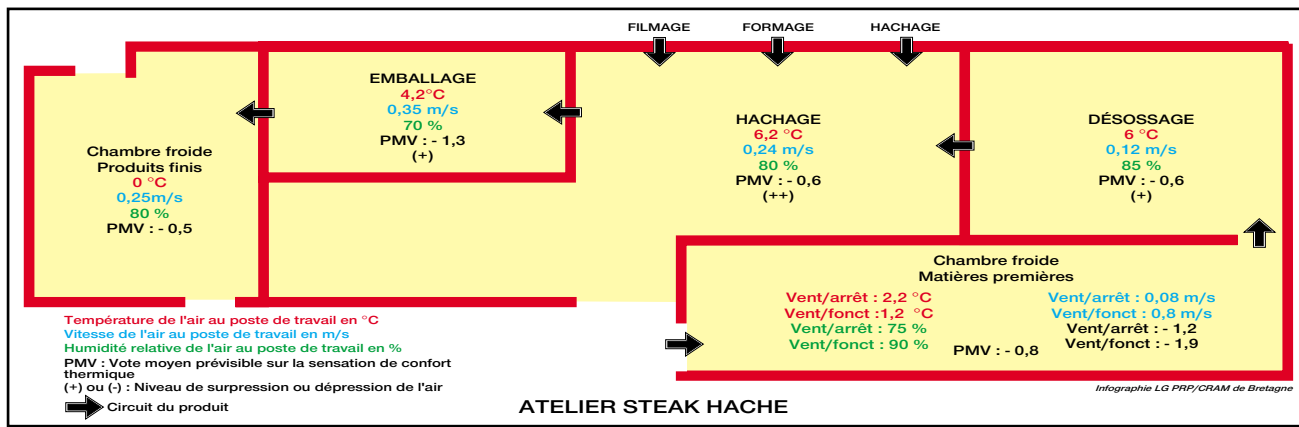
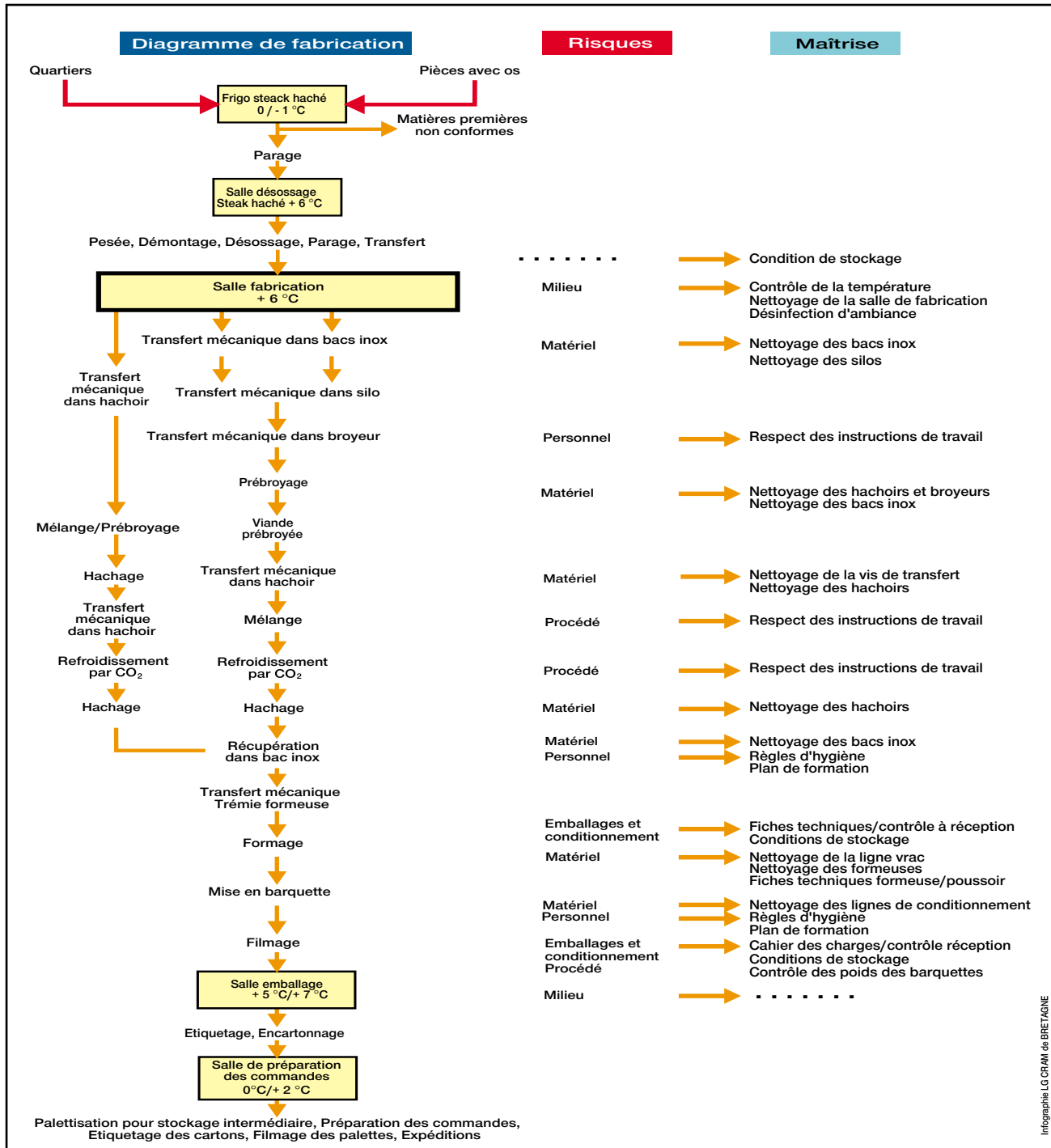
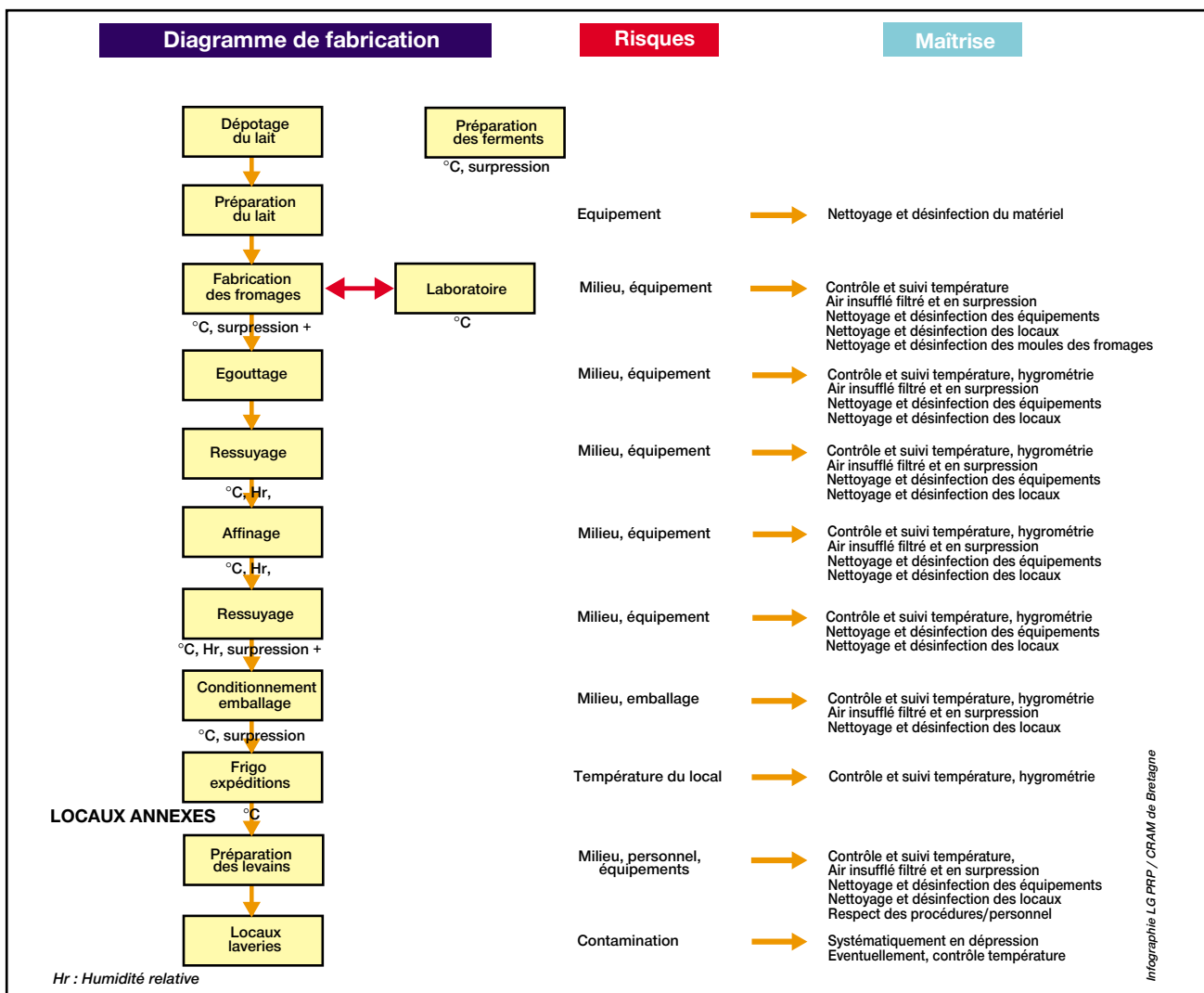
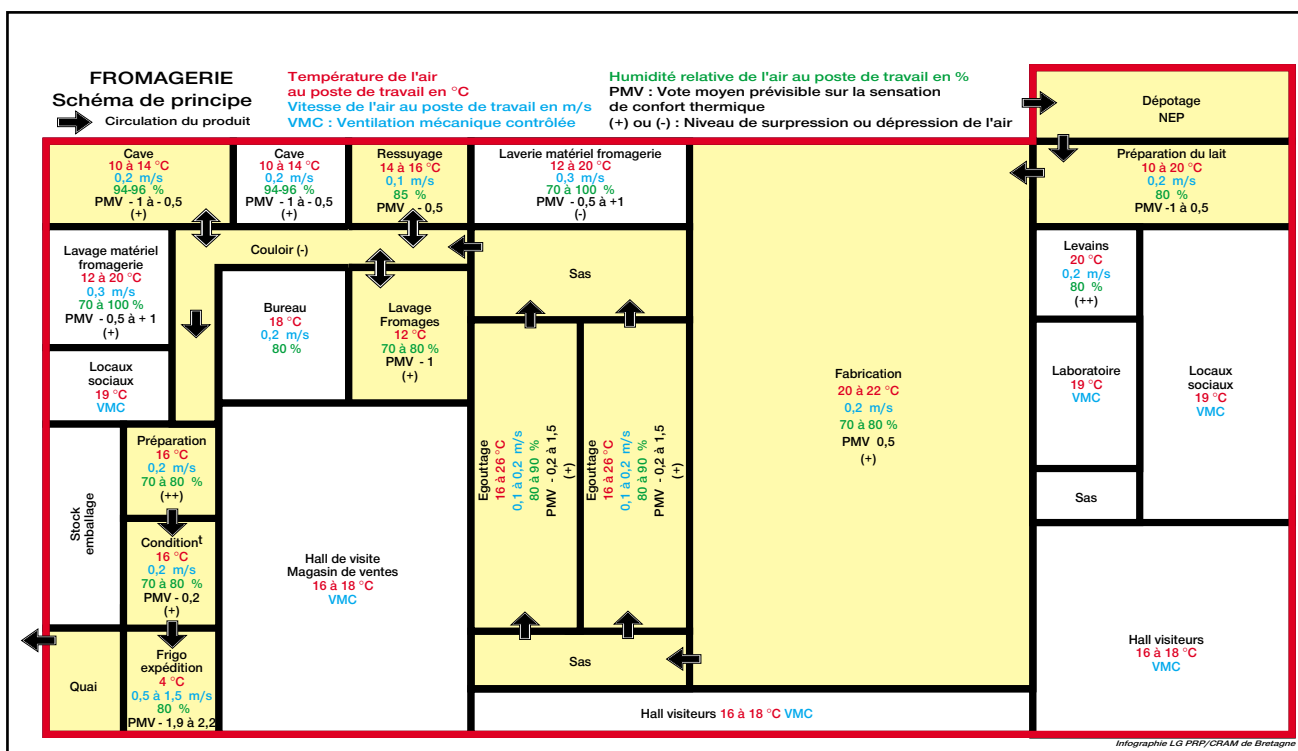


DIAGRAMME DE FABRICATION ET SCHÉMA DE PRINCIPE DANS UNE FROMAGERIE (méthode HACCP)



Infographie LG PRP / CRAM de Bretagne



Infographie LG PRP/CRAM de Bretagne

GUIDE NON EXHAUSTIF D'IMPLANTATION ET D'UTILISATION DES DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS DE RÉFRIGÉRATION DANS LES LOCAUX AGROALIMENTAIRES OCCUPÉS PAR DU PERSONNEL

TYPES D'APPAREILS	UTILISATION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	OBSERVATIONS
Frigorifère ou évaporateur simple flux, vitesse des ventilateurs à 1450trs/mn.	<ul style="list-style-type: none"> Chambre négative ou positive utilisée uniquement pour le stockage. Chambre négative de grands volumes dont les frigorifères peuvent être arrêtés pendant les heures de travail. Produits emballés. 	<ul style="list-style-type: none"> Coût réduit. 	<ul style="list-style-type: none"> Peut polluer le local lors des dégivrages. Bruyant. Vitesse importante de l'air : inconfort pour le personnel. 	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir les accès pour les travaux de maintenance, passerelles munies de garde-corps et accès fixes. Dans les chambres négatives de grand volume où est appelé à séjourner du personnel, l'isolation thermique doit être conçue pour que ces frigorifères ne fonctionnent pas pendant les heures de travail.
Frigorifère ou évaporateur double flux, vitesse des ventilateurs à 900 trs/mn. <i>Photo 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> Chambre positive, 0 + 12°C, utilisée pour la conservation ou le stockage où les salariés ne font que des courts séjours. Quais. 	<ul style="list-style-type: none"> Niveau sonore réduit Vitesse d'air acceptable pour du personnel qui se déplace. Utilisable dans les chambres de grande hauteur. 	<ul style="list-style-type: none"> Peut polluer le local lors des dégivrages. Ne peut être utilisé lorsque le personnel reste en position statique. 	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir les accès pour les travaux de maintenance et de nettoyage, passerelles munies de garde-corps et accès fixes. Utilisable pour les zones peu sensibles du point de vue de l'hygiène.
Frigorifère ou évaporateur double flux, vitesse des ventilateurs 750 trs/mn.	<ul style="list-style-type: none"> Salle de travail positive + 4 + 12°C, où des salariés travaillent à poste fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> Peu bruyant. Vitesse d'air faible : confort pour le personnel. 	<ul style="list-style-type: none"> Peut polluer le local lors des dégivrages. 	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir les accès pour les travaux de maintenance et de nettoyage, passerelles munies de garde-corps et accès fixes. Utilisable pour les zones peu sensibles du point de vue de l'hygiène.
Caisson avec ventilateur centrifuge, filtration de l'air et gaines textiles. <i>Photo 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> Salle de travail positive + 4 + 12°C, où des salariés travaillent à poste fixe. Travail de produits nus. 	<ul style="list-style-type: none"> Vitesse d'air faible : confort pour le personnel. Peu de pollution lors des dégivrages. Grands volumes. Le montage des caissons peut se faire en ambiance ou en comble. 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite un encoffrement pour limiter le niveau sonore lorsqu'il est monté en ambiance. Interventions fréquentes par nettoyage des gaines. (Attention à la technique d'accrochage). 	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir, y compris pour le remplacement des gaines textiles, les accès pour les travaux de maintenance et de nettoyage, passerelles munies de garde-corps et accès fixes, ainsi que les moyens de manutention pour les montages et démontages de matériels.
Centrale de traitement d'air. <i>Photo 3</i>	<ul style="list-style-type: none"> Chambres positives où est appelé à séjourner du personnel. 	<ul style="list-style-type: none"> Vitesse d'air faible : confort pour le personnel. Niveau sonore faible dans les chambres. Peu de pollution lors des dégivrages. Air filtré. Apport d'air neuf possible. Implantation dans des zones techniques isolées des zones de production. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisable dans les installations de taille importante en raison de son coût. 	<ul style="list-style-type: none"> Ces installations peuvent être associées à divers équipements : système de filtration, déshumidificateur, batteries chaudes; dispositif d'apport d'air neuf pour former des installations de réfrigération complexes dont le fonctionnement sera automatisé.
Déshumidificateur à effet cyclonique. <i>Figure 4</i>	<ul style="list-style-type: none"> Permet de réguler l'hygrométrie dans les chambres positives. 	<ul style="list-style-type: none"> Permet la déshumidification rapide des locaux. Améliore le confort. Élimine les odeurs. 	<ul style="list-style-type: none"> Peu efficace en température proche de 0°C. 	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir les accès pour les travaux de maintenance.

B I B L I O G R A P H I E

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ L'usine agroalimentaire - Guide de conception et de réalisation - CRITT IAA IdF - Editions RIA ■ Alimentec Industries - Réussir votre usine agroalimentaire ■ Technique et documentation - Editions RIA ■ ED 718 - Conception des lieux de travail - INRS ■ ED 720 - Aération et assainissement des ambiances de travail - INRS ■ ED 773 - Conception des lieux de travail - Obligation des maîtres d'ouvrage - Réglementation - INRS | <ul style="list-style-type: none"> ■ Classes d'empoussièrement : <ul style="list-style-type: none"> - NF X 44 101 (1981) - AFNOR - Federal Standard 209 D (1988) - Federal Standard 209 E (1992) - pr EN 1633-1 - Technologie en salle propre - Contamination particulaire - Partie 1 : classification des salles propres et des espaces à empoussièrement contrôlés en fonction des particules en suspension dans l'air (CEN) ■ Méthodes d'essais et classements standardisés des filtres à air selon leur performance d'épuration : | <ul style="list-style-type: none"> - AFNOR (F) - ASHRAE (USA) : American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers - EUROVENT (Syndicat européen des constructeurs de matériels aérauliques) - CEN (Comité européen de normalisation) - US MILITARY - Norme NF ISO 7730 - Ambiances thermiques modérées - Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique - Uniclimate - Guide climatisation et santé |
|--|--|--|