

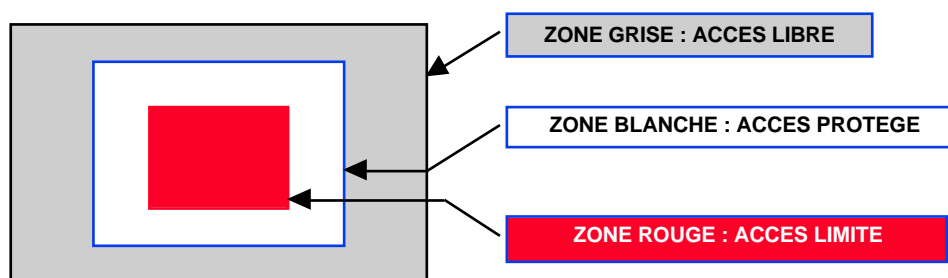
LE CONCEPT DE L'ATELIER ULTRAPROPRE DANS SES ASPECTS AERAU LIQUES

Olivier Rondouin (o.rondouin@asept.fr)

Résumé de l'intervention présentée dans le cadre du Colloque organisé par l'ACIA et la SFPG « Aéraulique et Industries alimentaires », Paris 17 et 18 janvier 2001.

La conception des ateliers d'une usine de produits alimentaires se doit d'intégrer un des principes hygiéniques fondamentaux en matière de maîtrise des contaminants : la marche en avant sans croisement.

Le principe de la marche en avant, c'est tout d'abord une notion de **linéarité** : aller de la matière première vers le produit fini sans jamais revenir en arrière ou avoir des rencontres entre produits à différents stades de la fabrication. La marche en avant, c'est aussi une notion de **gradation dans les risques** : aller de la zone la plus sensible à la contamination, là où le produit est le plus fragile, vers la zone la moins sensible, là où le produit est le moins fragile, mais jamais l'inverse. Enfin c'est le principe de la **protection rapprochée et renforcée** : là où le produit est le plus sensible, où les conditions de développement des micro-organismes sont maximales, les mesures de maîtrise doivent être renforcées; là où le produit est moins sensible, où les conditions sont moins favorables aux micro-organismes, des mesures moins poussées suffiront. L'application de ce principe conduit à la séparation de l'usine en différentes zones à risques (ou Z.A.R.). Ces zones sont définies en fonction du risque de biocontamination du produit. Leur détermination est facilitée par l'utilisation de la méthode HACCP (Analyse des dangers – Maîtrise des points critiques).



EXEMPLES DE DIFFERENCES POSSIBLES ENTRE LES ZONES A RISQUES :

CONDITIONS D'ACCES
NETTOYAGE & DESINFECTION
TENUE ET COMPORTEMENT DU PERSONEL
QUALITE DE L'AIR

L'intégration de ce principe dans les ateliers conduit à prendre entre autres considérations la gestion de l'environnement et notamment de l'air.

Si l'air des ateliers est un mélange de gaz, il faut avant tout le considérer comme un vecteur de contamination du produit fabriqué. En effet, l'air véhicule en son sein une pollution particulaire composée notamment de particules vivantes : les micro-organismes. Environ une particule sur 1000 à 10 000 est un micro-organisme. On peut trouver jusqu'à 1000 à 2000 moisissures revivifiables, 1000 levures et de 200 à 1500 bactéries par m³ d'air extérieur.

En industrie alimentaire, on souhaite éviter ces apports et la multiplication possible pouvant en résulter. Cela a conduit à définir le concept d'atelier propre ou ultrapropre. D'un point de vue aéraulique de tels ateliers passent par la mise en place des points suivants :

- La conception hygiénique des ateliers : les locaux ne doivent pas être surdimensionnés. Ils doivent répondre aux grands principes de conception hygiénique afin de limiter l'accumulation de la contamination microbienne.

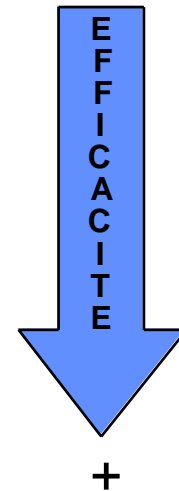
- La filtration de l'air entrant dans l'atelier se justifie dans le cadre de la protection du produit face à l'introduction de micro-organismes non désirés. Il s'agit par des procédés d'interception physique de retenir les particules vivantes sur des médias de filtration. Les différents types de filtres à air n'ont pas tous la même efficacité sur les particules présentes dans l'air. Pour obtenir un air suffisamment "épuré" de façon à ce qu'il soit diffusé dans l'atelier, il est souvent nécessaire de les associer dans une chaîne de filtration. La constitution de cette chaîne dépend de la qualité de l'air recherchée dans l'atelier.

Les différentes familles de filtres :

Les filtres Grossiers (G) ou gravimétriques
G1 à G4

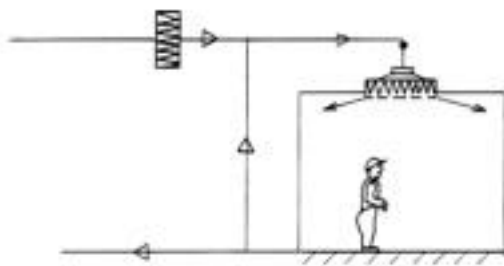
Les filtres Fins (F) ou opacimétriques
F5 à F9

Les filtres « absolus » ou à Très Haute Efficacité
HEPA (High Efficiency Particulate Air)
H10 à H14
ULPA (Ultra Low Penetration Air)
U15 à U17

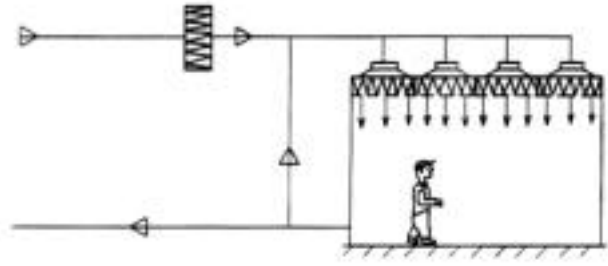


- Le renouvellement de l'air par ventilation : il s'agit alors d'éliminer la pollution de l'air interne à l'atelier, liée à l'activité. La pollution de l'enceinte peut être apportée par les produits, les machines, les emballages... et surtout par le personnel. La ventilation se caractérise par un apport d'air propre (filtré) et une extraction de l'air contaminé de l'atelier. Ces flux d'air sont animés mécaniquement à l'aide de ventilateurs de soufflage et de reprise d'air. La ventilation se caractérise par le taux de brassage. Cette grandeur exprime la faculté qu'a l'atelier pour "s'auto-épurer". Elle est exprimée en volumes d'atelier brassés par heure. Les ennemis de la ventilation sont la stagnation de l'air et les courants d'air. Dans le cas d'une stagnation, l'air du local est considéré plus contaminé et de ce fait les surfaces et les produits le sont aussi. Dans le cas d'un courant d'air, le produit est soumis au tout venant, et la contamination dépend de ce que l'air va véhiculer. Il est plus souvent considéré que, dans un lieu de production de produits alimentaires, l'air est maîtrisé, lorsque le taux de brassage avoisine les 15 à 20 volumes/heure.

- Le type de diffusion de l'air : cette diffusion peut se faire de façon turbulente ou unidirectionnelle (nommée anciennement laminaire). Dans le cas d'un écoulement turbulent. L'air filtré est soufflé dans l'atelier dans toutes les directions et se mélange avec l'air pollué. Il y a un effet de dilution. Dans le cas d'un écoulement laminaire, l'air filtré est soufflé, de façon unidirectionnelle et les filets d'air ont tous la même vitesse. Cet air agit comme un piston sur la pollution de la salle et la chasse vers les bouches de reprise. Ce type d'écoulement est plus performant que le premier. Mais la technologie à mettre en œuvre est plus coûteuse.



Diffusion turbulente (source Camfil)



Diffusion unidirectionnelle (source Camfil)

- La mise en surpression : après avoir maîtrisé l'air entrant et l'air à l'intérieur de l'atelier considéré, il convient d'éviter qu'il se recontamine par l'entrée d'air des ateliers adjacents notamment de la part d'ateliers où la contamination est plus élevée. Pour cela la création de barrières par la mise en place de pressions différentielles entre les ateliers permet de protéger les acquis de la filtration et de la ventilation. On appelle surpression d'une enceinte l'écart de pression existant entre l'intérieur de celle-ci et les locaux adjacents. La surpression est donc une valeur relative dont le gradient est variable suivant le local mitoyen considéré. La surpression permet de diriger les flux de contamination de la partie la plus propre vers la partie la plus sale. Il s'agit de l'application directe du concept de la marche en avant. En pratique la différence de pression entre 2 ateliers est de 10 Pa (1 mm CE). La méthode pour mettre une salle en surpression est simple, il suffit de souffler de l'air en excès par rapport à son volume. Cela étant, l'étanchéité des locaux est une condition préalable.

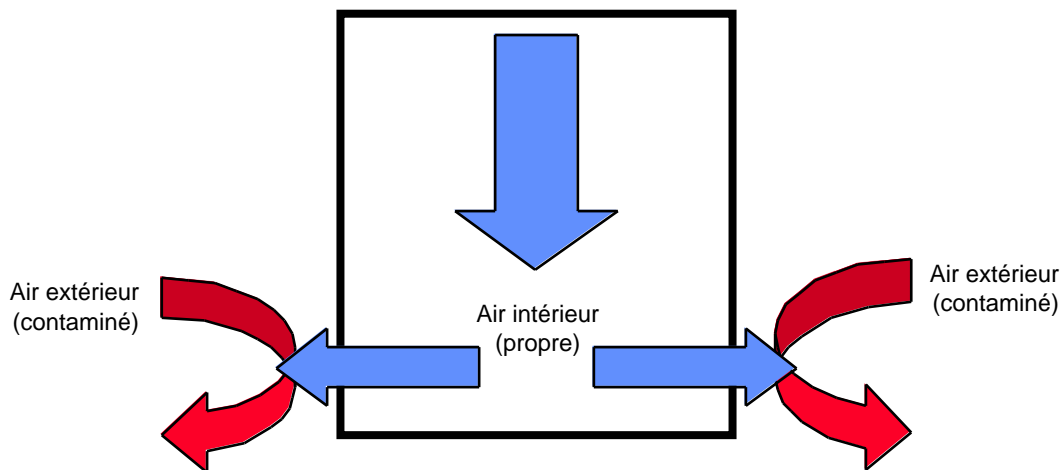
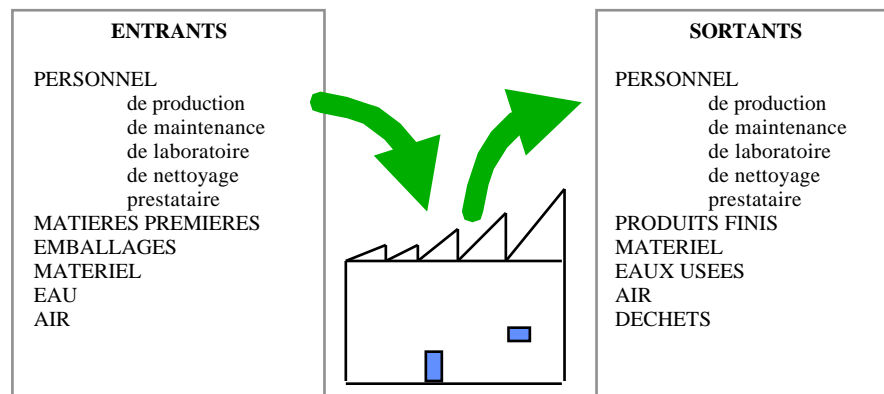


Schéma de principe de la mise en surpression

- L'étanchéité renforcée des ateliers et la mise en place de sas : cette étanchéité est là pour limiter les apports de contaminants non maîtrisés mais aussi pour limiter les quantités d'air nécessaires pour assurer la surpression. En conséquence, pour maintenir une surpression dans un local, sans pour autant être obligé de mettre en œuvre des débits importants, il faut particulièrement soigner l'étanchéité. Ceci passe par la fermeture des portes voir même la création de sas (doubles portes d'accès). Ceux-ci permettent de mieux maîtriser la gestion des flux et notamment d'air et par la même la surpression. Ceux-ci permettent également de créer une barrière psychologique vis-à-vis des utilisateurs leur permettant de mieux identifier les différentes Z.A.R. Les éléments à maîtriser pour maintenir une surpression dans une salle sont donc les flux de personnel, les flux de matières et les flux de machines et matériel. Si aucune précaution n'est prise pour limiter au maximum ces flux, la surpression a de grandes chances d'être cassée.



- Le conditionnement de l'air : la régulation de l'humidité et de la température. La présence d'humidité dans l'air est particulièrement critique car elles peut engendrer des phénomènes indésirables de condensation sur les surfaces (parois de la salle, produits...). L'eau est un facteur de développement pour les micro-organismes comme d'ailleurs la température. Dans la mesure du possible, il est bon de réguler ces paramètres afin de maîtriser la multiplication de micro-organismes dans l'environnement et dans le produit.

Un atelier ultrapropre ne pourra fonctionner convenablement que si l'ensemble des points précédents a été pris en compte. Toutefois, ces conditions sont nécessaires mais pas suffisantes. En effet, il ne faut pas perdre à l'esprit qu'un atelier ultrapropre aussi bien conçu qu'il soit n'est pas à même de décontaminer les produits qui y sont transformés. Les bonnes pratiques d'hygiène en fabrication ont ici une place primordiale afin de maîtriser les autres vecteurs de contamination (personnel, emballages, matériels, locaux, flux, eau, etc.) dont la contamination croisée. Les opérations de nettoyage et

de désinfection des locaux et des équipements doivent également faire l'objet de réflexions pertinentes.

ASEPT Sarl - BP 2047 - 53020 Laval Cedex 9
Tél. 02 43 49 22 22 Fax 02 43 53 36 53 E-mail : asept@asept.fr
www.asept.fr