

Le traitement d'air en milieu hospitalier

Principe de maîtrise de la qualité de l'air en ZAC - Contraintes d'exploitation et maîtrise de la contamination

Définition des principes d'hygiène et de contamination

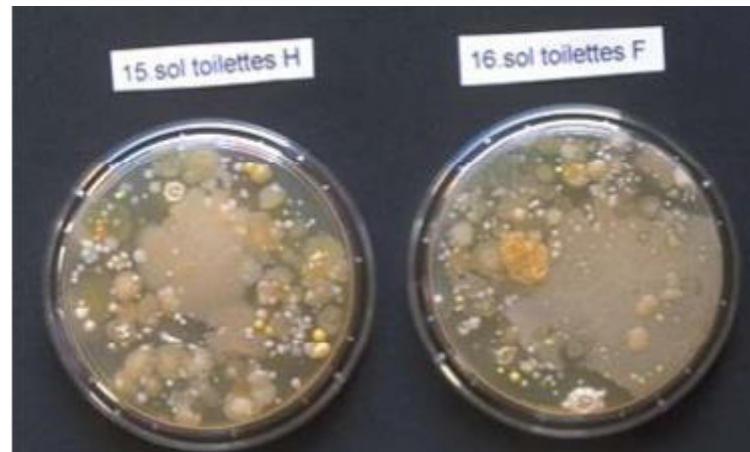
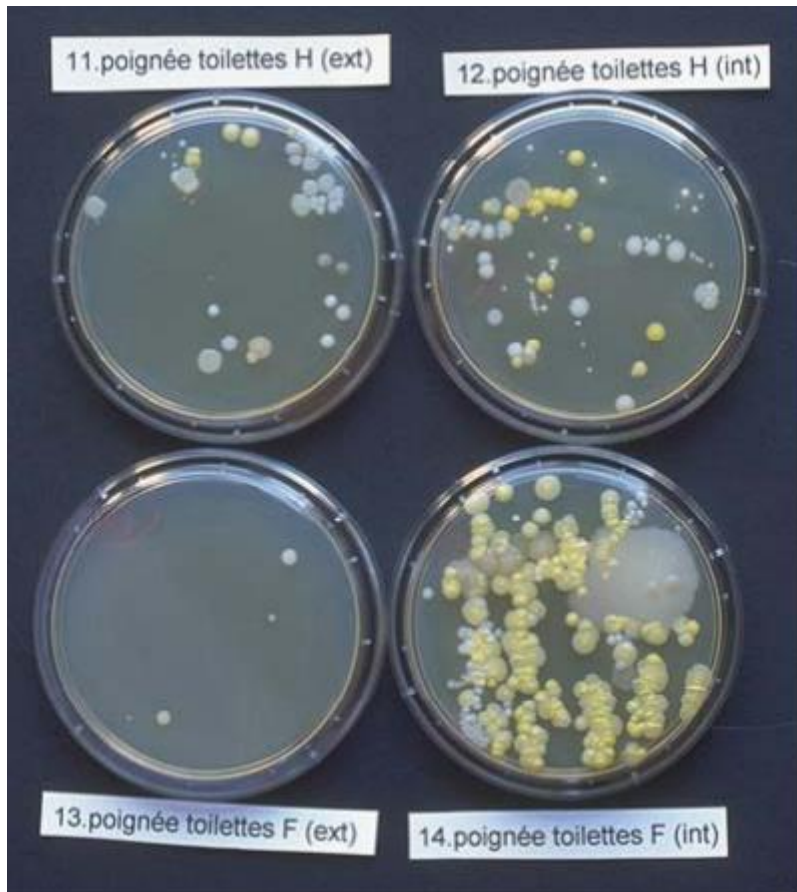
- D'où viennent les micro-organismes?



Illustration: Don Smith

- De partout!

Les produits en surface

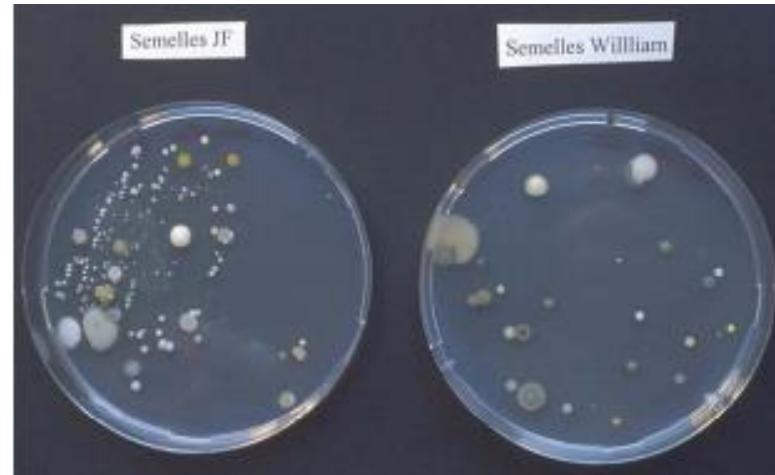


Les vêtements,

La blouse



Les Chaussures

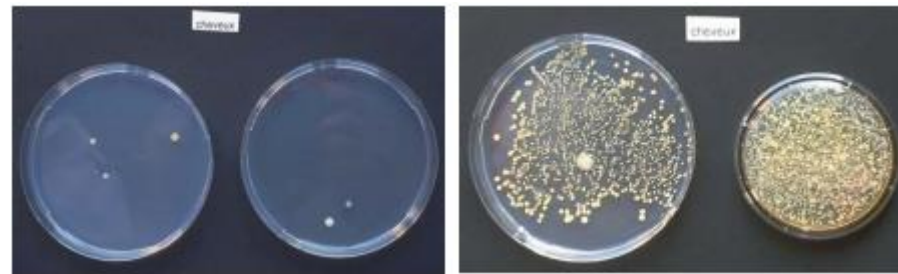


La bouche



Le corps

Les cheveux, la contamination varie d'un individu à l'autre



La barbe

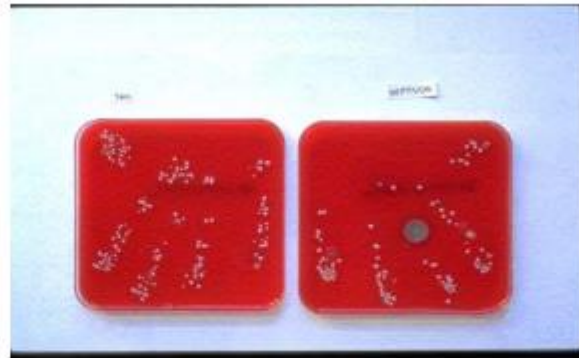


La peau,

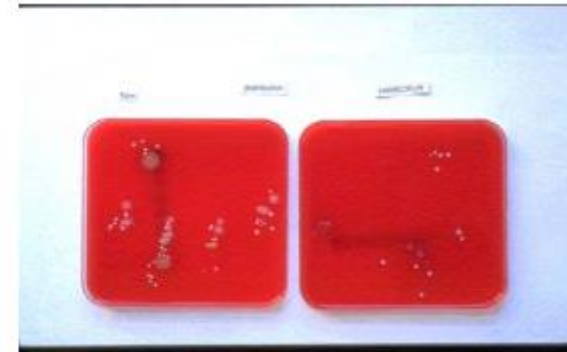
Les mains, *avant et après désinfections*



Hopirub®

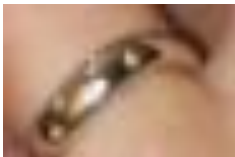


Septivon®



Hibiscrub®

Les bijoux,

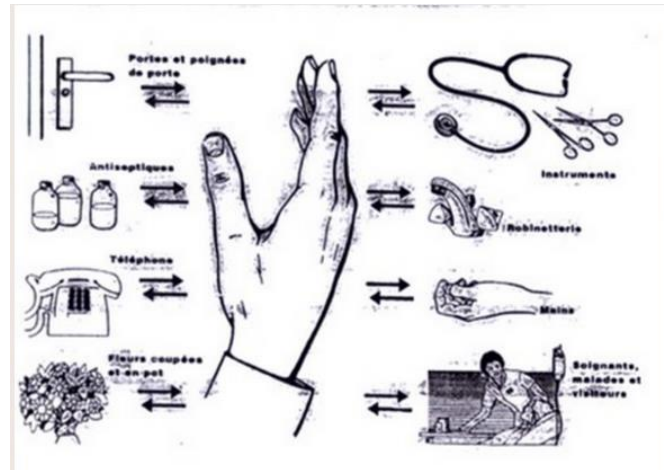


Les ongles,



L'hygiène des mains, comment les mains peuvent être souillées ?

La main est notre outil de travail



► LE PROPRE DE LA MAIN C'EST D'ÊTRE SOUVENT SALE

- Parce qu'elle est le moyen de transport privilégié des micro-organismes qui passent ainsi d'une personne à l'autre, de site en site, **la main est le principal maillon de la chaîne de contamination.**
- Les mains du personnel sont à l'origine des transmissions de flore. Elles seront secondairement responsables **des infections nosocomiales.**

Lavage et désinfection des mains

2 étapes complémentaires

	Lavage simple des mains	Désinfection hygiénique des mains	
		Lavage antiseptique (ou hygiénique) des	Antisepsie simple des mains
Objectifs	Éliminer les souillures et les squames cutanées <u>Réduire les micro-organismes de la flore transitoire des mains (flore de contamination)</u>	Réduire (par élimination et destruction) les micro-organismes de la flore transitoire afin de prévenir leur transmission, sans tenir compte de la flore résidente des mains	
Zones cibles	Les mains Les ongles doivent être courts, propres et sans vernis Pas de bijoux (bagues, alliance, bracelets...) Manche au-dessus des coudes	Les mains Les ongles doivent être courts, propres et sans vernis Pas de bijoux (bagues, alliance, bracelets...) Manche au-dessus des coudes	
Produits utilisés	Savon sans aucune action anti-microbienne	<u>Solution antiseptique moussante</u>	<u>Solution hydro-alcoolique</u>
			Solution antiseptique alcoolique

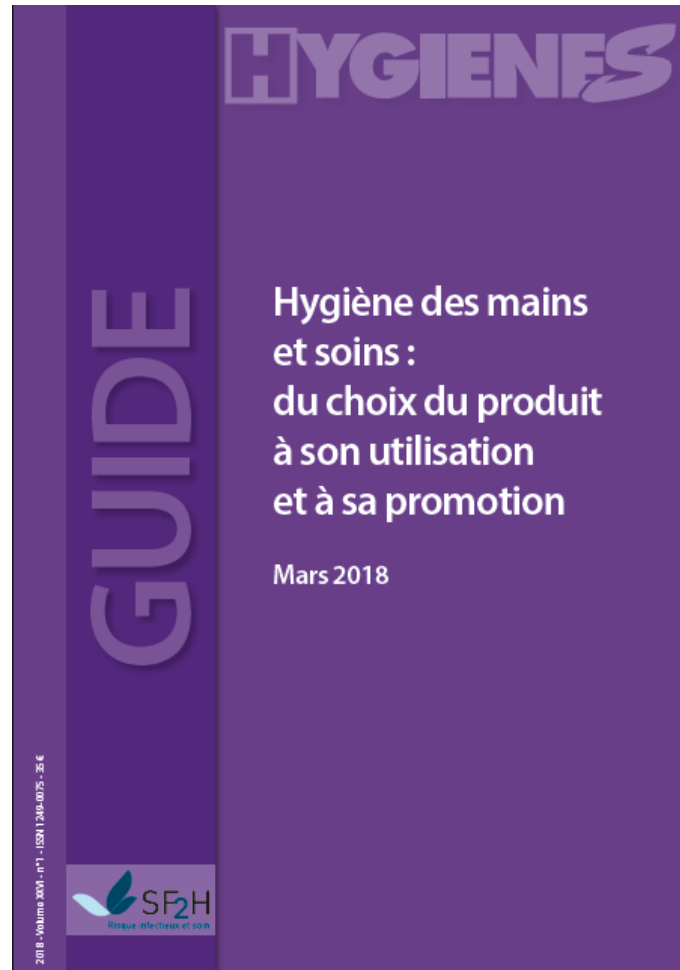
Techniques

	Lavage simple des mains	Désinfection hygiénique des mains	
		Lavage antiseptique (ou hygiénique) des mains	Antisepsie simple des mains
Durée du lavage et de l'antisepsie	<p>Au bout de 30 secondes on obtient une diminution du nombre de bactérie.</p> <p>Donc durée minimale de 30 secondes.</p> <p>Ajouter le temps de rinçage.</p> <p>La durée standardisée des normes européennes est de 60 secondes</p>	<p>60 secondes minimum</p> <p>Ajouter le temps de rinçage</p>	<p>Par friction : 60 secondes</p>
Séchage	<p>Par tamponnement</p> <p>En utilisant des essuie-mains (papier ou textile) à usage unique</p>	<p>Par tamponnement</p> <p>En utilisant des essuie-mains (papier ou textile) à usage unique</p>	<p>Friction des mains jusqu'au séchage complet</p>

Objectifs

Comparaison des différentes techniques d'hygiène des mains			
Type d'hygiène des mains	Lavage simple des mains	Désinfection hygiénique des mains	
	Savon simple	Savon antiseptique	Solution hydro-alcoolique
Elimination de la flore transitoire	90 %	99,9 %	99,999 %
Elimination de la flore résidente	Aucune action	50 %	99 %
Elimination des souillures	+	+	-

Pour en savoir plus



Principe de base du Traitement d'air norme NF S 90-351 (Avril 2013)

La norme NF S 90-351 s'intitule « Etablissement de santé – salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Exigences relatives pour la maîtrise de la contamination aéroportée ».

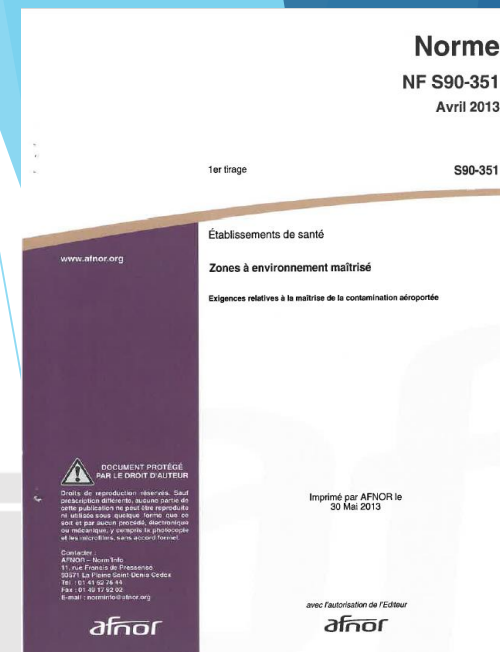


Cette norme guide la conception, la réalisation, l'exploitation et la maintenance des installations de traitement d'air des salles propres et des environnements apparentés en milieu hospitalier.



Salle propre

Anciennement appelée « salle blanche », la salle propre est une salle dans laquelle on maîtrise la concentration des particules en suspension dans l'air, mais aussi la température, l'humidité et la pression. Cette maîtrise permet de minimiser l'introduction, la production et la rétention de particules à l'intérieur de la pièce.



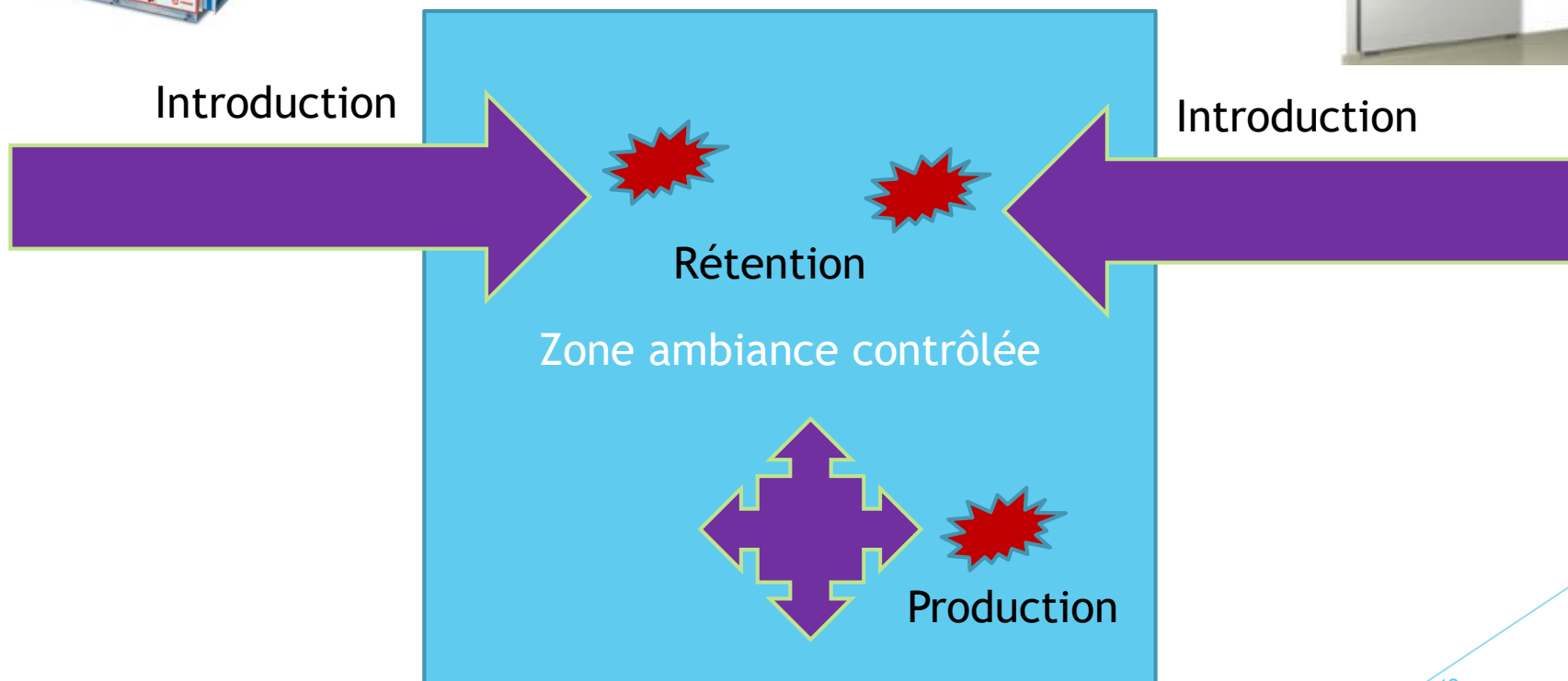
Origine de la contamination



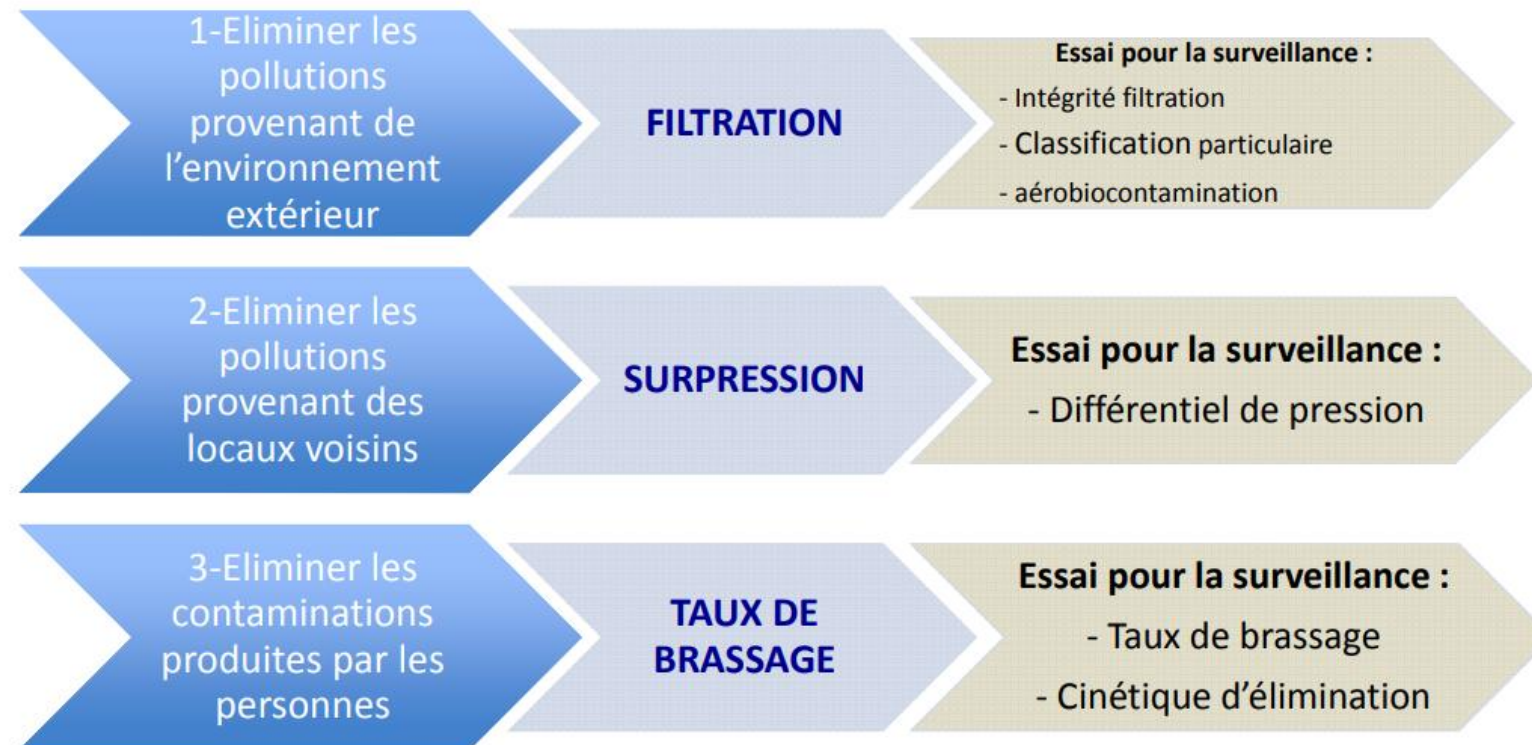
CTA



Accès



3 impératifs pour maîtriser le risque infectieux dû à l'environnement



Classe de risque en fonction du type d'activité

ZONE 4

TRÈS HAUT RISQUE INFECTIEUX

salle d'opération orthopédie, salle greffes,
salle grands brûlés

ZONE 3

HAUT RISQUE INFECTIEUX

salle de radiologie, salle de réanimation,
salle cardio vasculaire, salle d'obstétrique,
salle de neurochirurgie

ZONE 2

RISQUE INFECTIEUX MOYEN

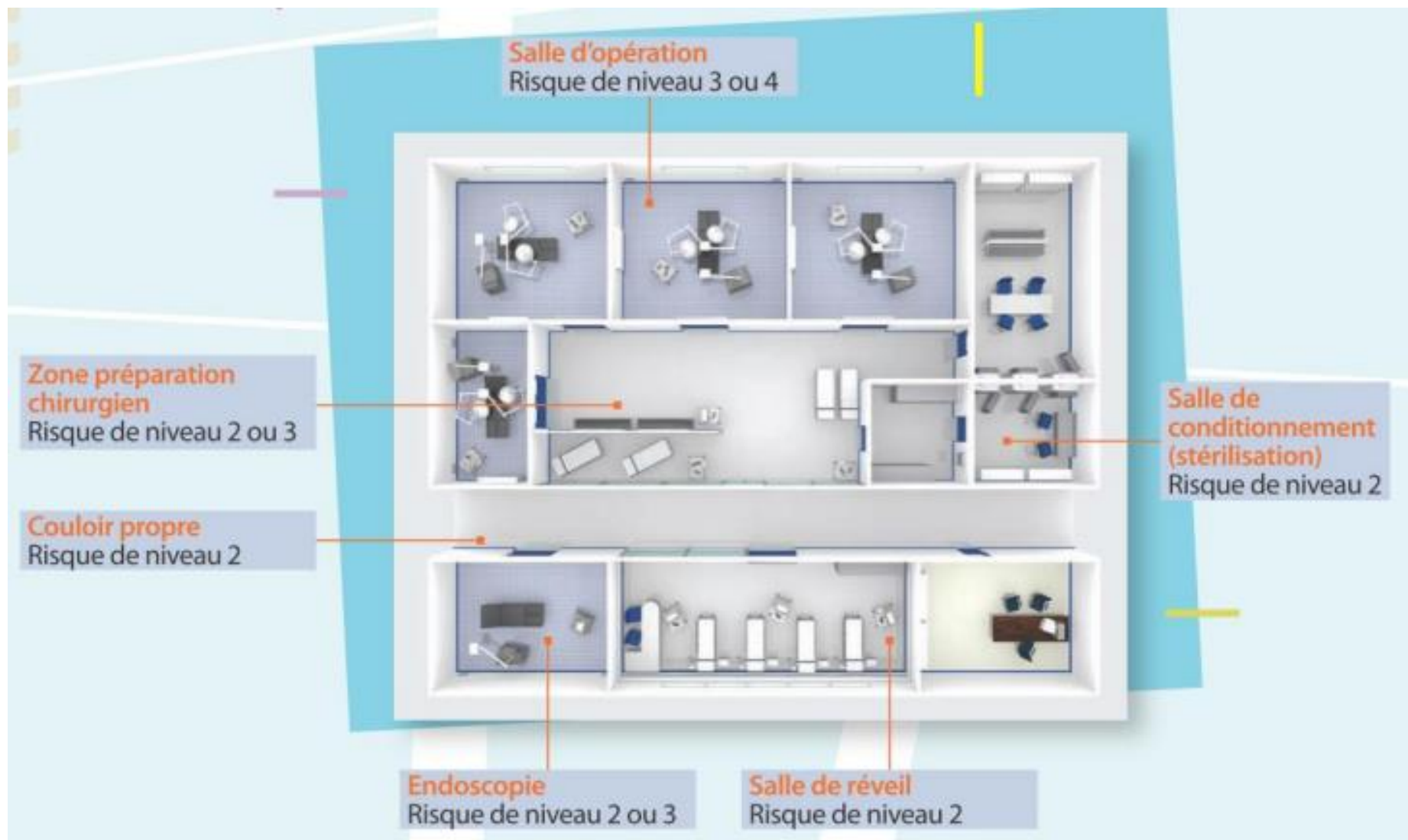
salle de rééducation fonctionnelle, maternité,
service moyen et long séjour, salle de réveil

ZONE 1

RISQUE INFECTIEUX NUL

chambre de soins standard

- Les champs d'application de chaque zone à risque sont donnés à titre !
indicatif. C'est à l'établissement de santé de déterminer le niveau de risque



Situation au repos (hors activité), hors présence et en présence de l'équipement et mobilier

Classe de risques	Classe de propreté particulaire	Cinétique d'élimination des particules	Classe de propreté micro-biologique	Pression différentielle (positive ou négative)	Plage de températures	Régime d'écoulement de l'air de la zone à protéger	Autres spécifications, valeur minimale
4	ISO 5	CP 5	M1	15 Pa (\pm 5 Pa)	19 °C à 26 °C	Flux unidirectionnel	Zone sous le flux de vitesse d'air de 0,25 m/s à 0,35 m/s Taux d'air neuf du local \geq 6 volumes/heure
3	ISO 7	CP 10	M10	15 Pa (\pm 5 Pa)	19 °C à 26 °C	Flux unidirectionnel ou non unidirectionnel	Taux de brassage \geq 15 volumes/heure
2	ISO 8	CP 20	M100	15 Pa (\pm 5 Pa)	19 °C à 26 °C	Flux non unidirectionnel	Taux de brassage \geq 10 volumes/heure

CLASSES DE PROPRETE DE L'AIR DES SALLES PROPRES

Contrôler le nombre de particules par m³

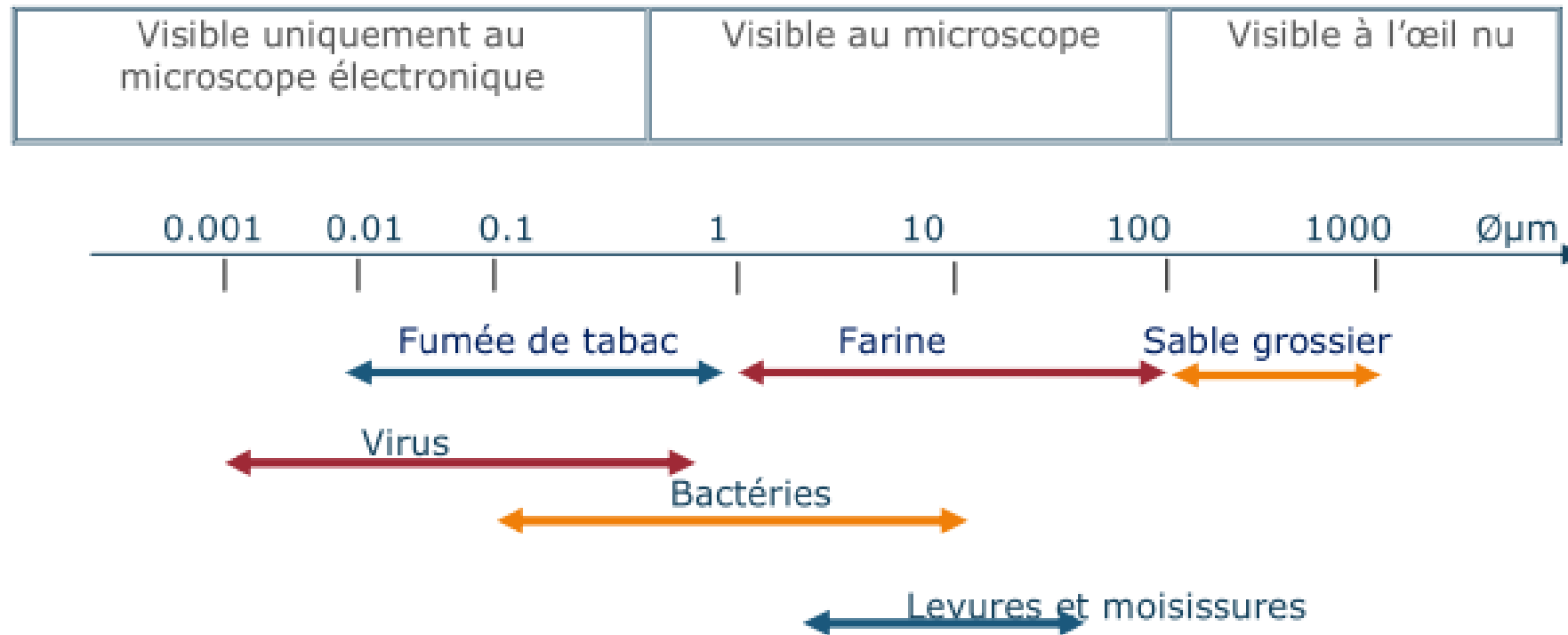
N° de la classification ISO	Concentrations maximales admissibles (particules/m ³ d'air) pour les particules de tailles égales ou supérieures à celles données ci-dessous					
	0,1μ	0,2μ	0,3μ	0,5μ	1μ	5μ
ISO 1	10	-	-	-	-	-
ISO 2	100	24	10	-	-	-
ISO 3	1 000	237	102	35	-	-
ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	-
ISO 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	-
ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO 7	-	-	-	352 000	83 200	2 930
ISO 8	-	-	-	3 520 000	832 000	29 300
ISO 9	-	-	-	35 200 000	8 320 000	293 000

Le saviez-vous ?

Nombre de particules par m³ d'air ($\varnothing > 0,5\mu$) :

- Ville : 200 millions
- Bureaux : 25 millions
- Salle propre : 40 à 4000

La granulométrie des microparticules



CLASSES DES CINETIQUES DE DECONTAMINATION PARTICULAIRE

Contrôler la vitesse de décontamination particulaire

? Classes des cinétiques de décontamination particulaire

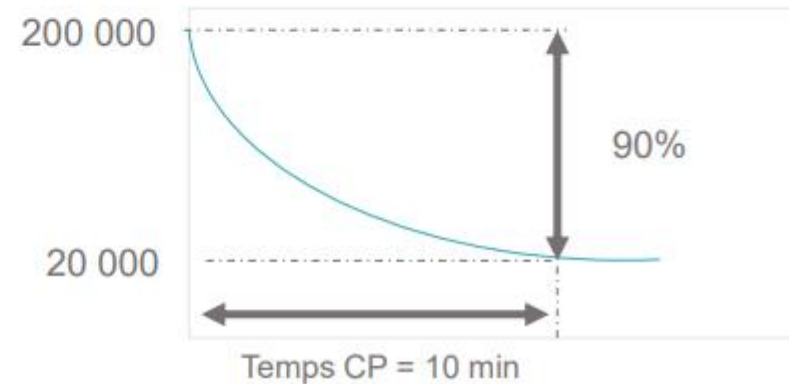
C'est le temps nécessaire pour obtenir 90% de décontamination par rapport au pic de pollution initial.

? CP

CP 20 par exemple signifie que moins de 20 minutes sont nécessaires pour décroître la décontamination de 90%.

Comment fait-on ?

1. On émet une quantité de polluants dans la salle au moment du contrôle
2. On mesure cette quantité émise (ex : 200 000 particules 0,5 μ m)
3. On chronomètre le temps qu'il faut pour revenir à 10% de la quantité de polluants initiale (ex : 20 000 particules 0,5 μ m)



LES CLASSES DE PROPRETE MICROBIOLOGIQUE

Contrôler le nombre de micro-organismes (bactériologie)

Classe de propreté microbiologique	Concentration maximale en nombre de particules viables par mètre cube d'air (UFC/m ³)
M 100	100
M 10	10
M 1	< 1



UFC

UFC signifie Unité Formant Colonie. Il s'agit du développement de colonies en culture sur un milieu adéquat.



M 100, M 10, M 1

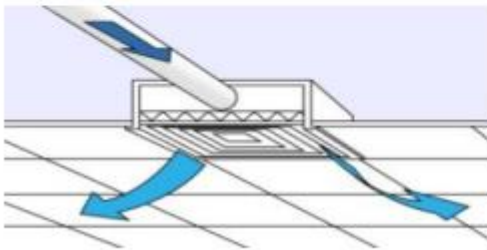
M 10 par exemple signifie qu'il y a une présence de moins de 10 UFC/m³ d'air.

FLUX NON UNIDIRECTIONNELS, UNIDIRECTIONNELS

Il existe deux manières de diffuser l'air. Selon les besoins en matière d'hygiène et de propreté, ce n'est pas les mêmes niveaux de soufflage qui sont nécessaires.

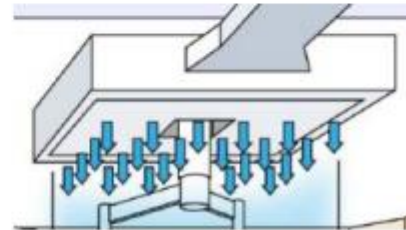
LES FLUX NON UNIDIRECTIONNELS ou FLUX TURBULENTS

L'air soufflé dans la salle propre se mélange, par effet d'induction, à l'air ambiant. Cela permet alors de diluer les impuretés de l'air ambiant de la salle propre.

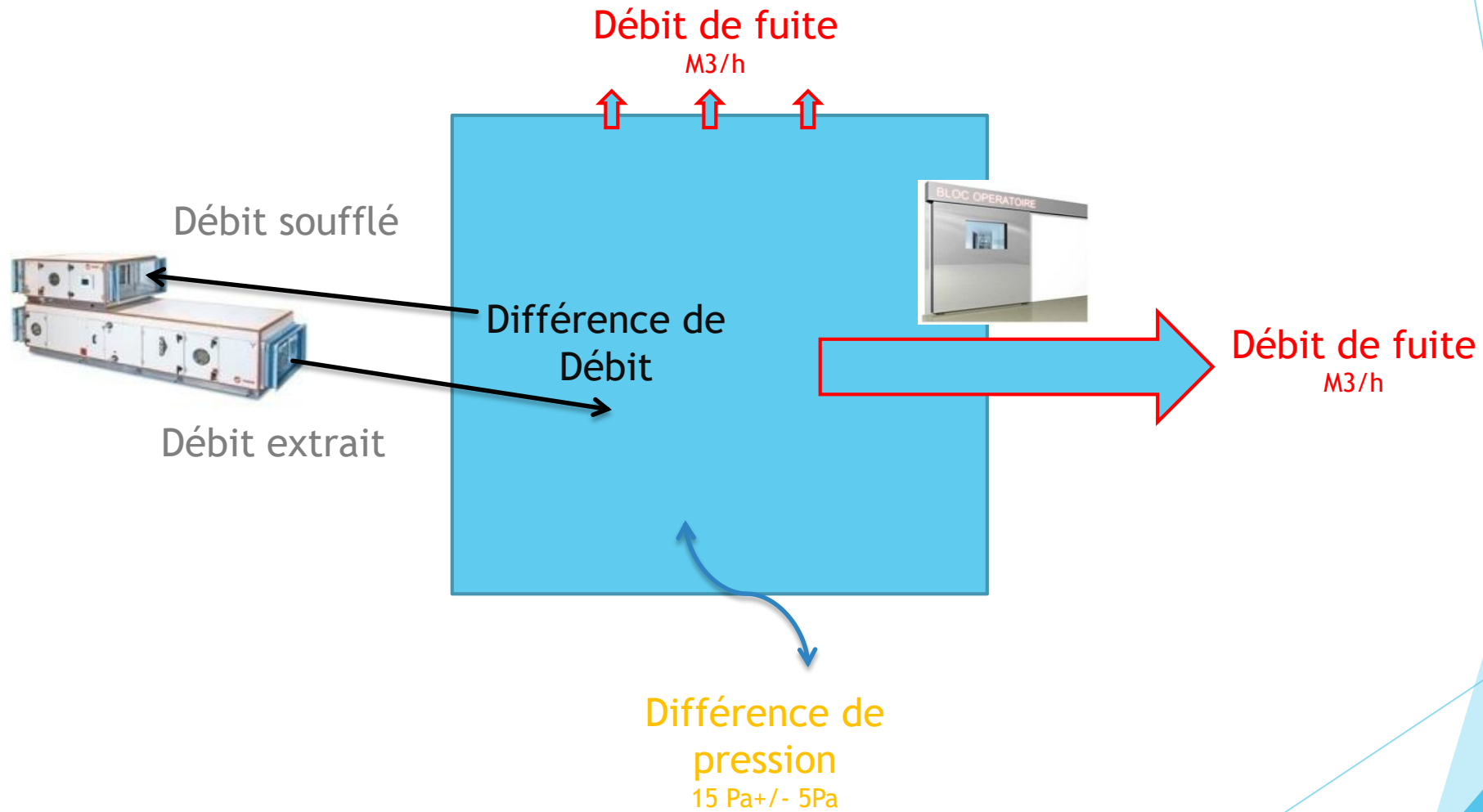


LES FLUX UNIDIRECTIONNELS ou FLUX LAMINAIRES

L'air est soufflé à une vitesse régulière (autour de 0,45 m/s) et les filets d'air sont à peu près parallèles. Cela permet alors de balayer l'ensemble de la salle propre et de pousser les particules vers l'extérieur.



La Surpression



Composants d'une installation de traitement d'air

- ▶ 5 niveaux successifs :
- ▶ Traitement d'air
- ▶ 1-Air neuf
- ▶ 2-Centrale de Traitement d'Air
- ▶ Distribution d'air
- ▶ 3-Réseaux aérauliques
- ▶ 4-Local (salles d ' opérations, couloir classé, zone de conditionnement ISO 8,....)
- ▶ 5-Dispositif terminal de traitement d'air (« plafond soufflant », « plafond basse vitesse », isolateur, poste de sécurité microbiologique)

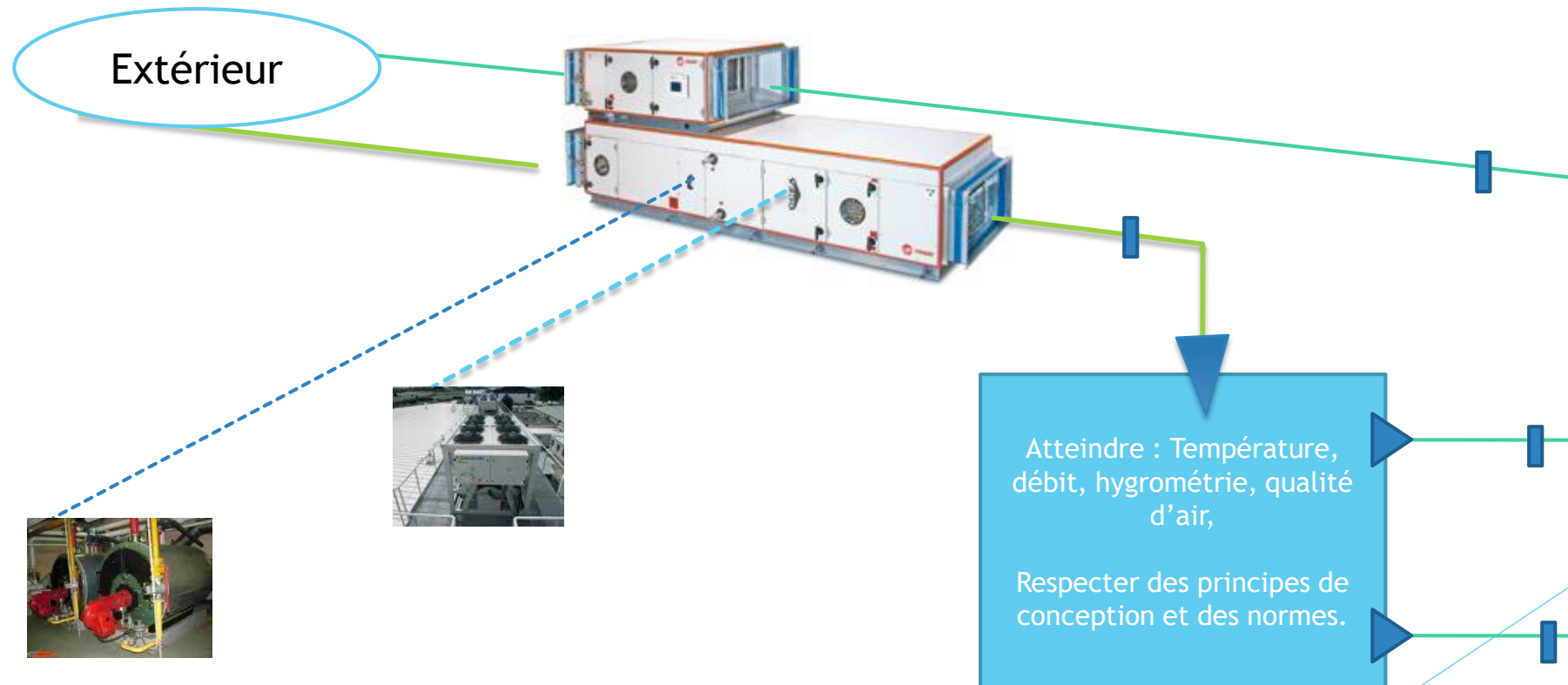
Principes d'exploitation (Equilibrage réseaux, régulation...)

- ▶ Principes de fonctionnement
- ▶ Les centrales
- ▶ La régulation
- ▶ Les réseaux
- ▶ La maintenance et le contrôle

Principe de fonctionnement

Une installation de traitement d'air c'est :

Air extérieur, Une centrale, un réseau et ses équipements, équipements extérieurs(chaud, froid)...



Les centrales

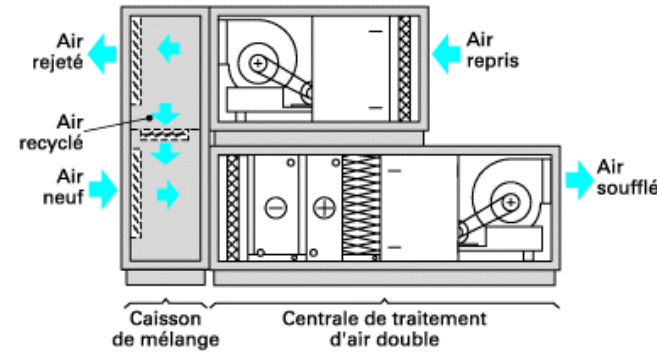
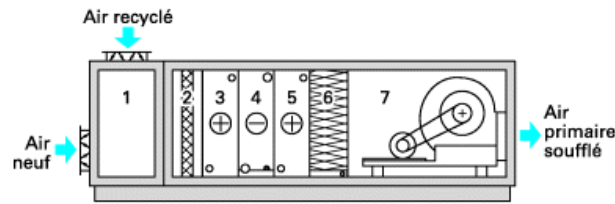
Equipements des centrales de traitement d'air

1.1 Caisson de mélange

Le caisson de mélange standard est généralement utilisé pour réaliser le mélange de deux airs :

l'air neuf

l'air recyclé



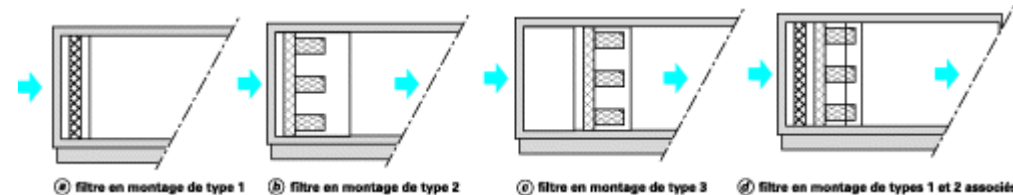
1.2 Caisson de filtration

L'opération de filtration n'a aucune action sur les caractéristiques thermiques de l'air.

Elle crée une chute de pression sur l'air.

Les cellules de filtre utilisées sont aux dimensions internationales

Plusieurs montages possibles



La Filtration

G1 G2 G3 G4
M5 M6
F7 F8 F9
E10 E11 E12 H13 H14 U15
Gaz

Moyenne Efficacité (ou préfiltre, « gravimétrique », grossier)



Haute Efficacité (ou fins, ex « opacimétrique »)



Très Haute Efficacité (ou absolu)



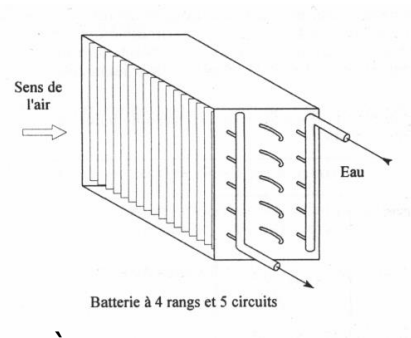
Le filtre HEPA capture les particules ≥ 0.3 micron avec une efficacité de 99,95% à 99.995% : H13 > 99,95 % H14 > 99,995%

* **Filtration spécifique:** moléculaire ...

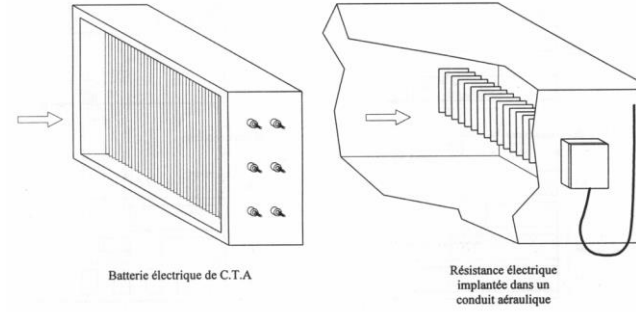
Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

1.3 Batterie chaude

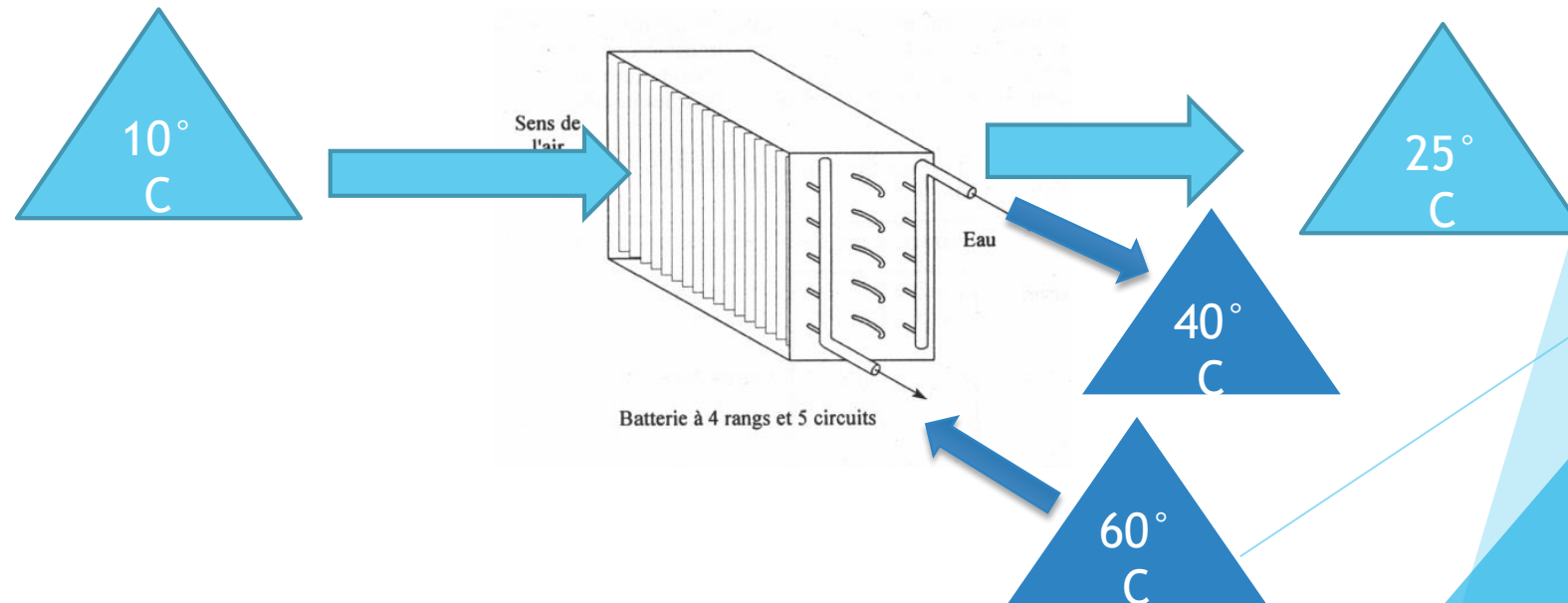


À eau



Electriques

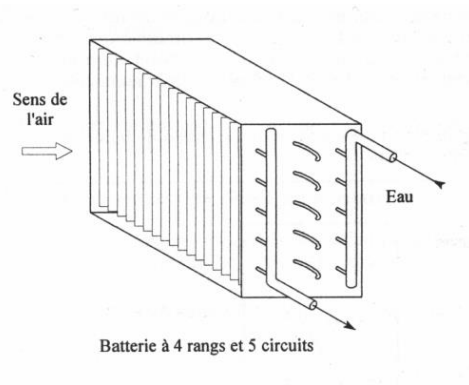
Régulation des Batteries chaudes à eau



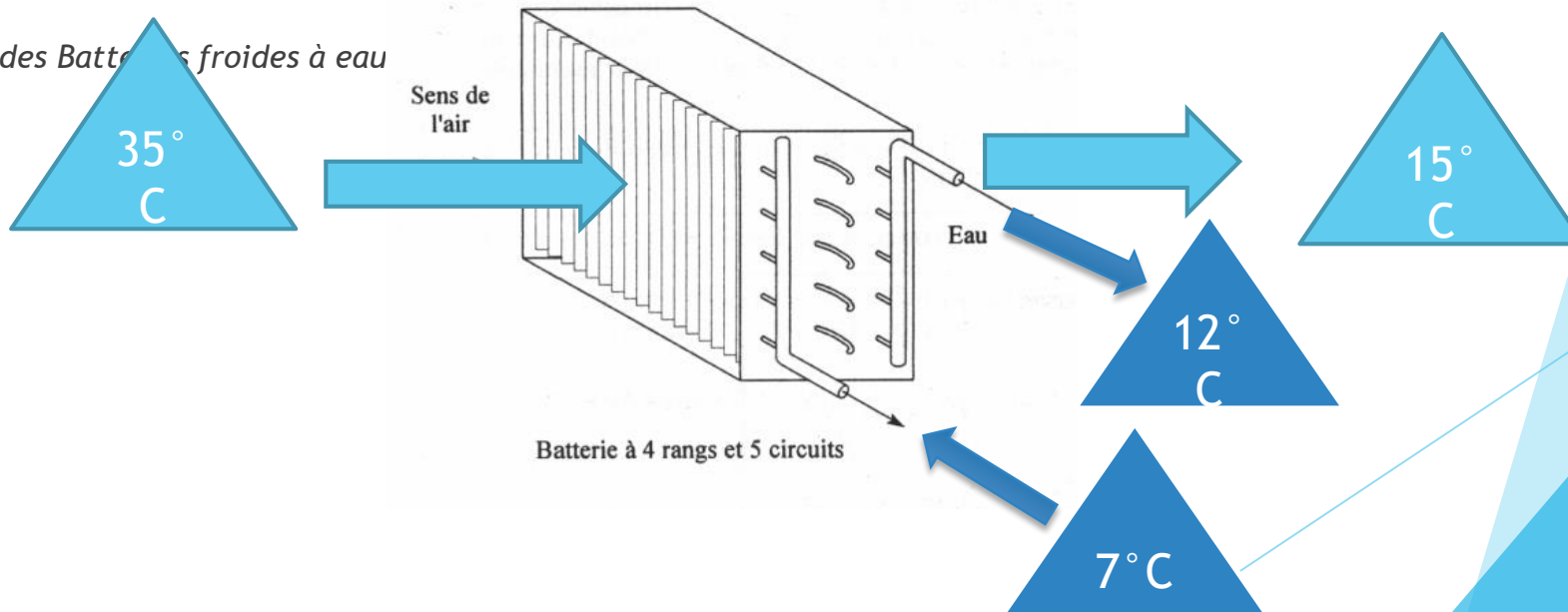
Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

1.4 Batterie froide



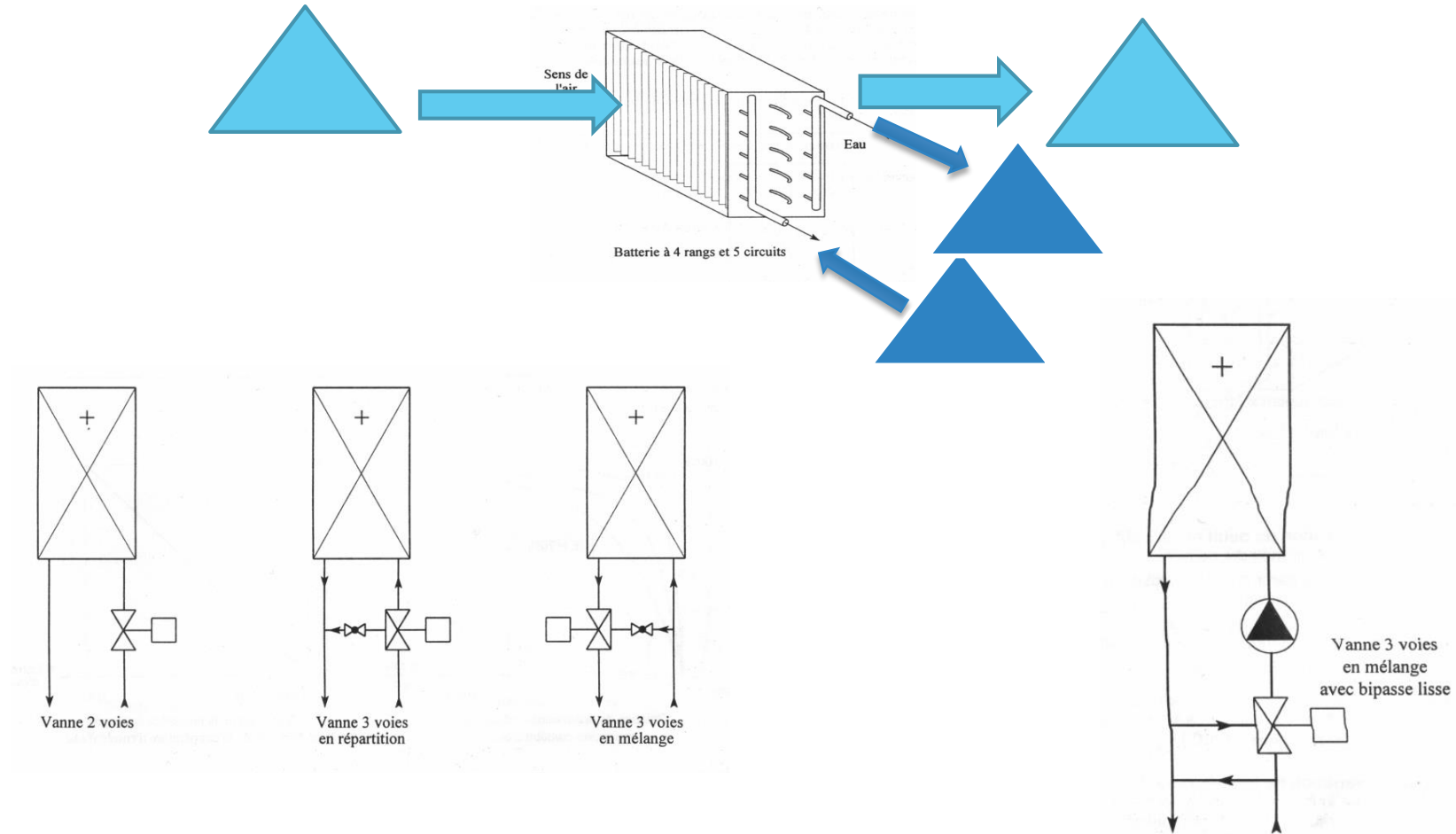
Régulation des Batteries froides à eau



Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

Les batteries à eau.



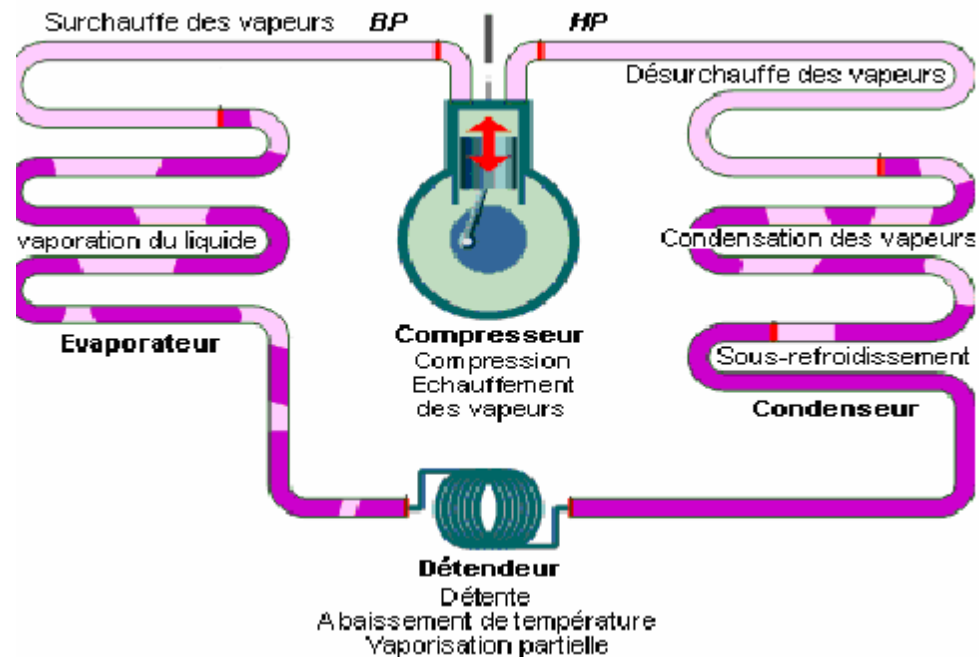
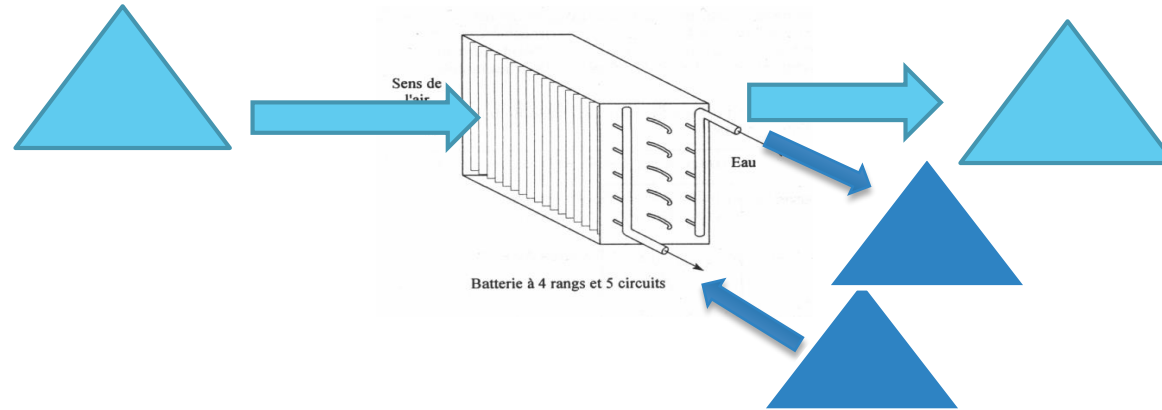
Variation de débit

Variation de température

Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

Les batteries à détente directe.



Les centrales

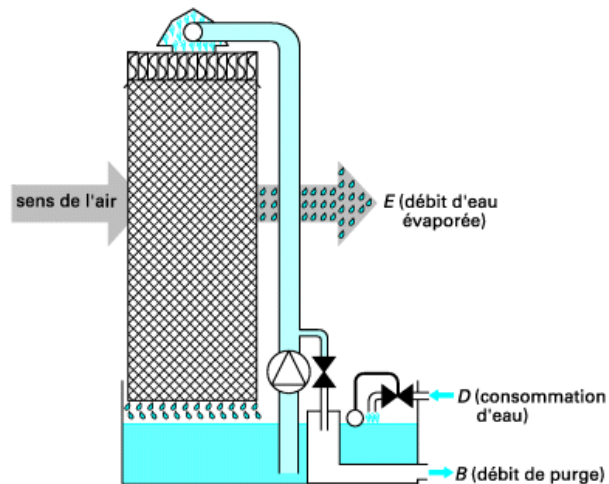
Equipements des centrales de traitement d'air

Humidificateur

L'humidificateur sert à augmenter la teneur en eau de l'air traité, c'est-à-dire à augmenter l'humidité absolue. Pour qu'il y ait humidification, il faut un contact étroit et intensif entre l'air et la source d'humidité.

Cette source d'humidité peut être :

- ▶ de l'eau finement pulvérisée et projetée dans le flux d'air où elle se transforme en vapeur. Le changement d'état nécessite un apport de chaleur qui sera fourni par l'air traité (chaleur latente de vaporisation) ;
- ▶ de la vapeur produite soit indépendamment dans un circuit de distribution alimenté par une chaudière de production de vapeur, soit par un dispositif incorporé.



Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

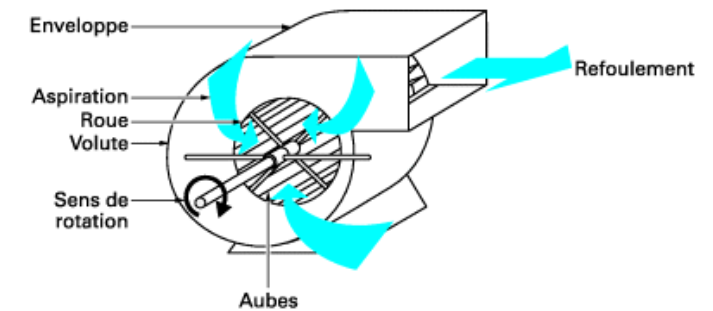
Ventilateur

Le ventilateur, ou moto-ventilateur, permet d'assurer l'écoulement continu de l'air :

- ▶ dans la centrale de traitement d'air elle-même ;
- ▶ dans le réseau de distribution d'air, par les gaines de soufflage ;
- ▶ dans le réseau de reprise d'air, par les gaines d'aspiration.

Il se compose de deux éléments principaux :

- ▶ une roue, qui porte les aubes ;
- ▶ une enveloppe, ou volute, qui canalise l'air déplacé par cette roue.



Le ventilateur est centrifuge et véhicule l'air comme suit :

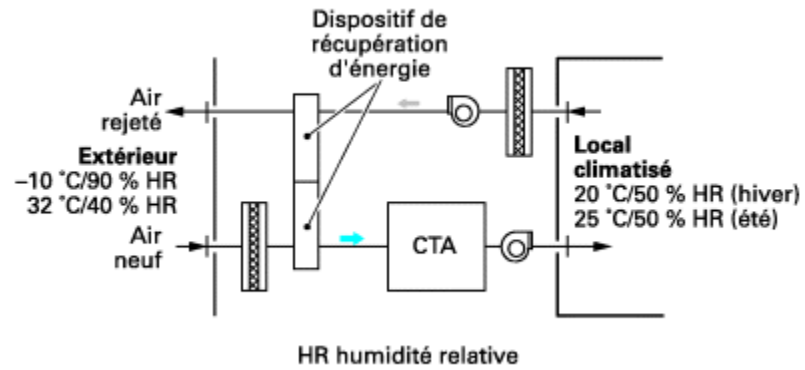
- ▶ l'air est aspiré suivant une direction axiale, à travers une ouïe d'aspiration ;
- ▶ si la roue est simple, avec un seul orifice d'aspiration, nous l'appelons ventilateur « simple ouïe » ;
- ▶ si la roue est double, avec deux orifices d'aspiration, nous l'appelons ventilateur « double ouïe » ;
- ▶ l'air est évacué suivant une direction perpendiculaire à l'axe de rotation, à travers l'orifice de refoulement.

Les centrales

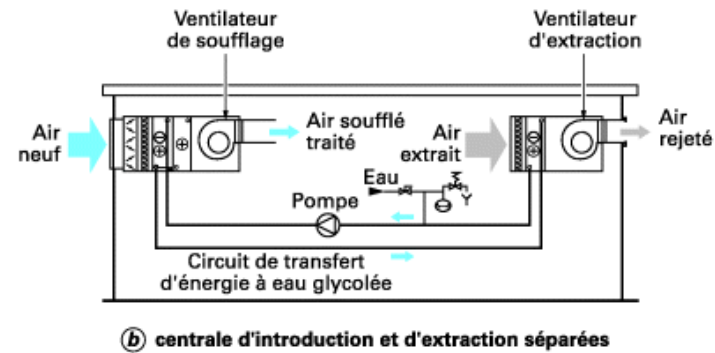
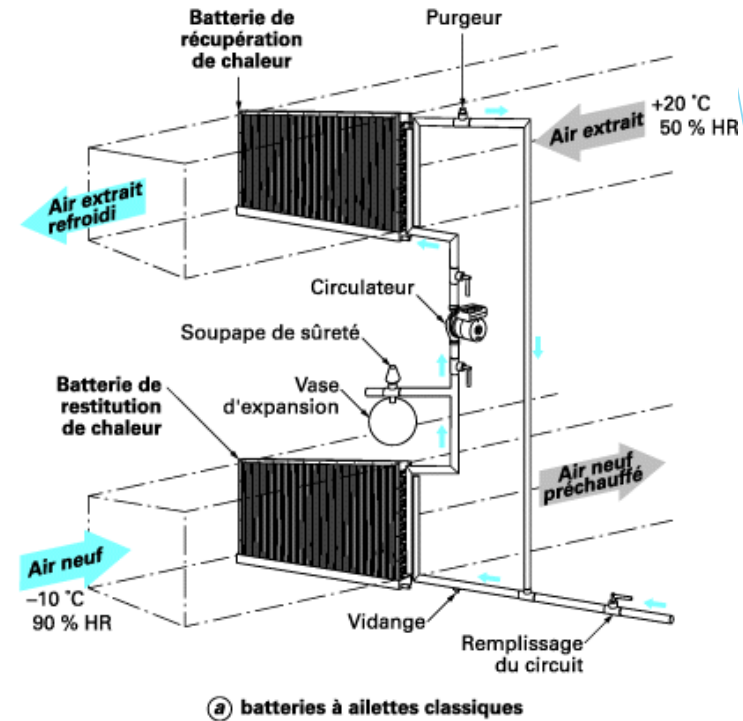
Equipements des centrales de traitement d'air

Récupérateurs d'énergie

Récupération échangeur à air



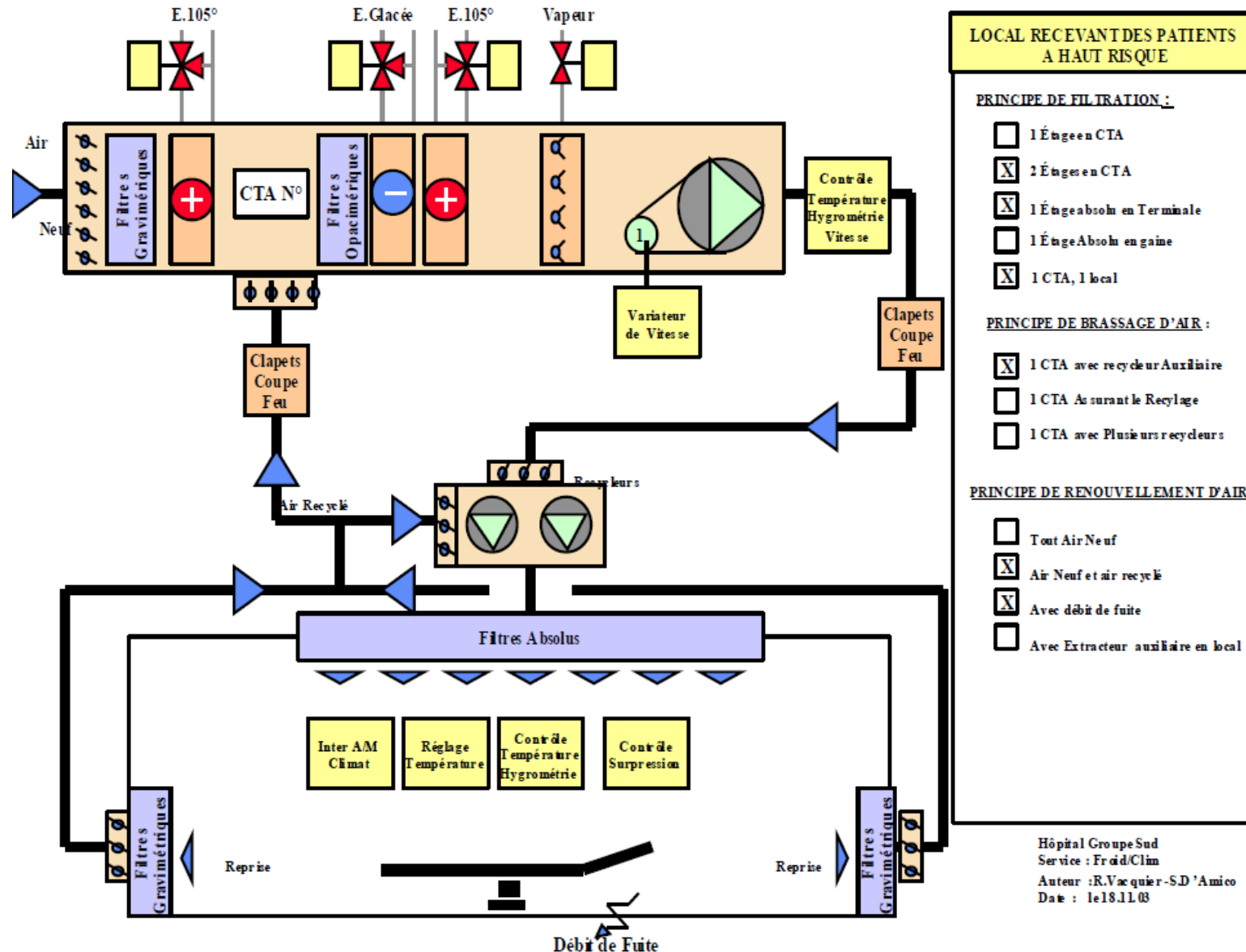
Récupération échangeurs à eau



Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

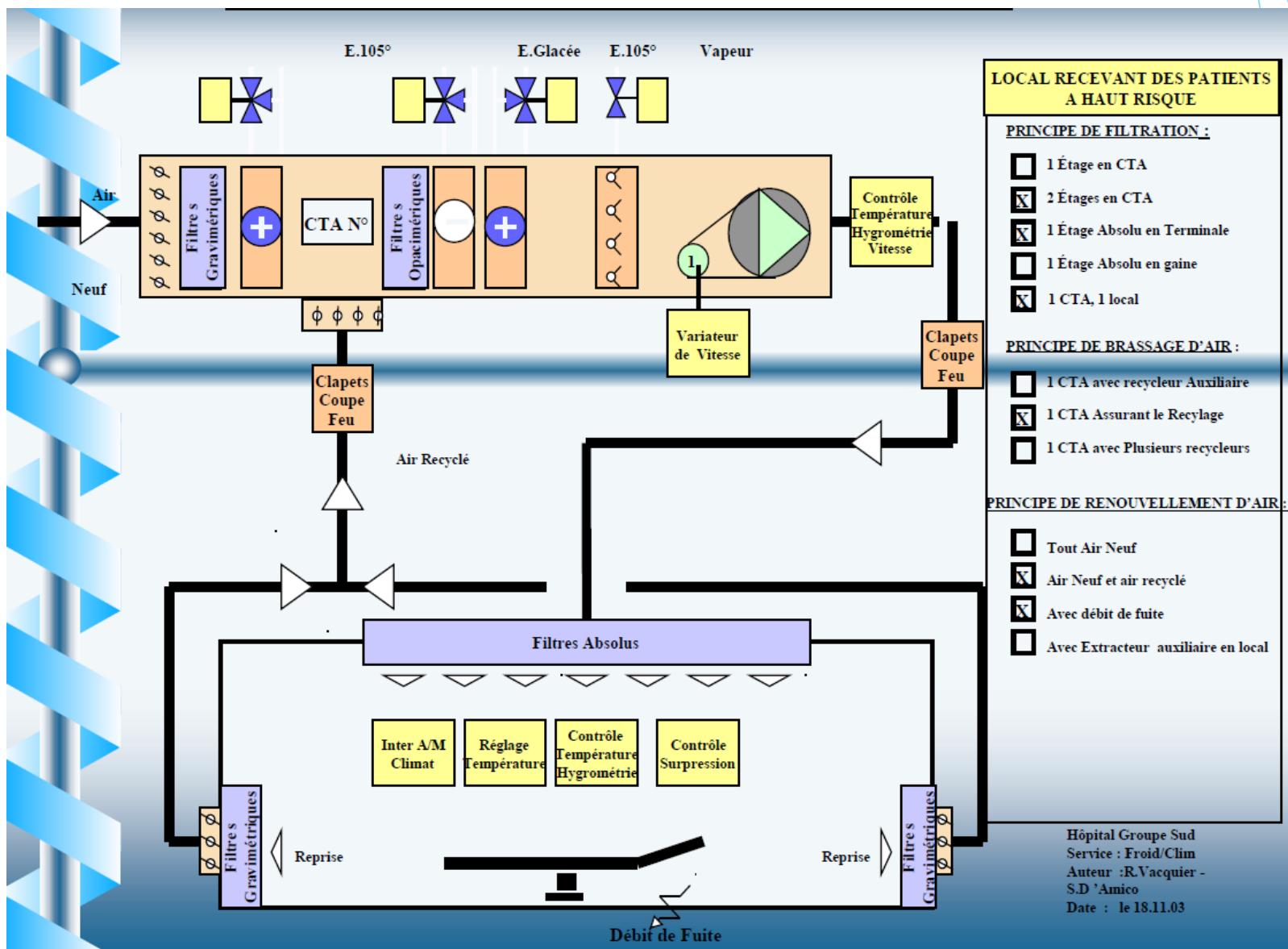
Exemple d'installations de traitement d'air



Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

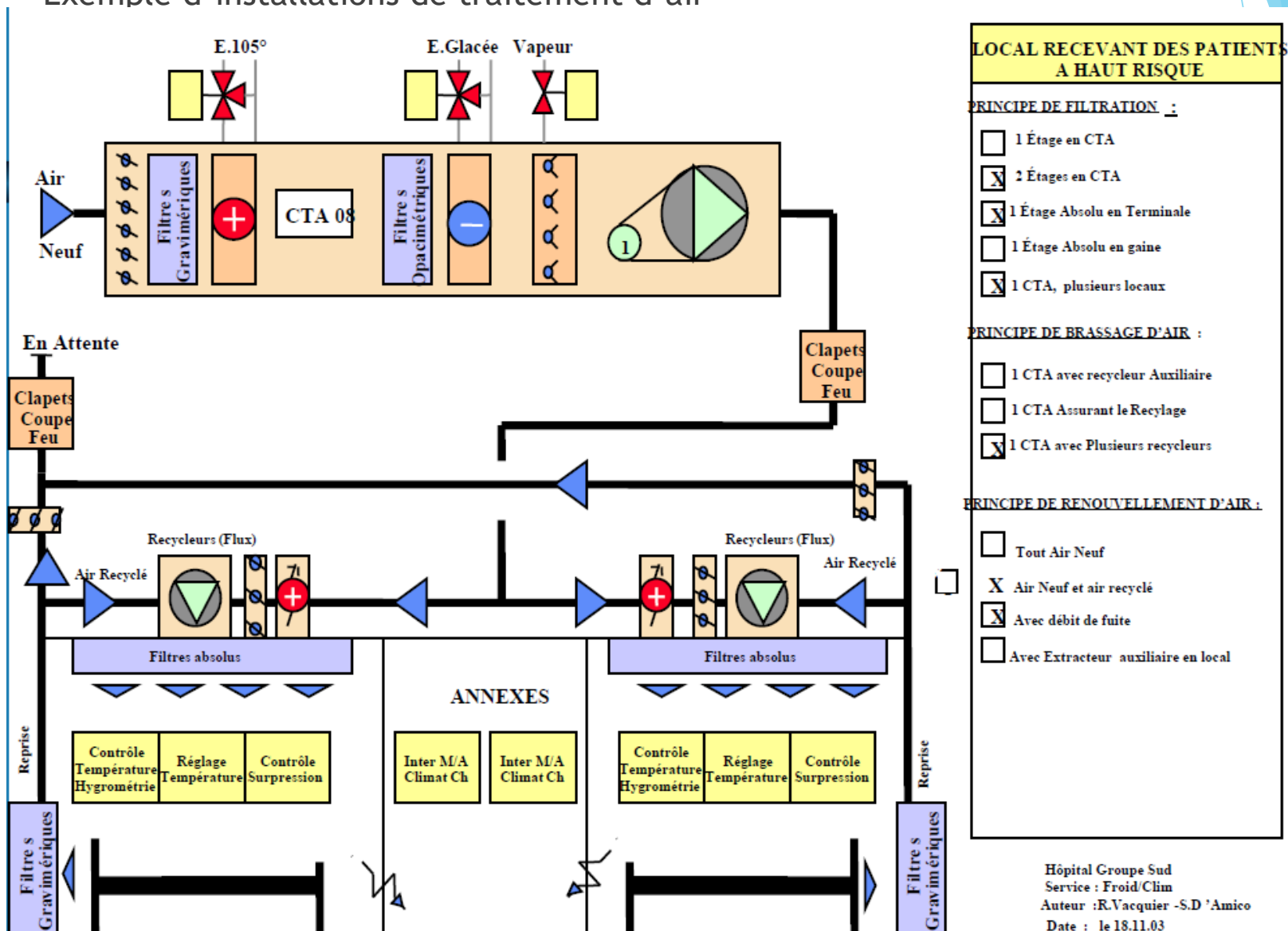
Exemple d'installations de traitement d'air



Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

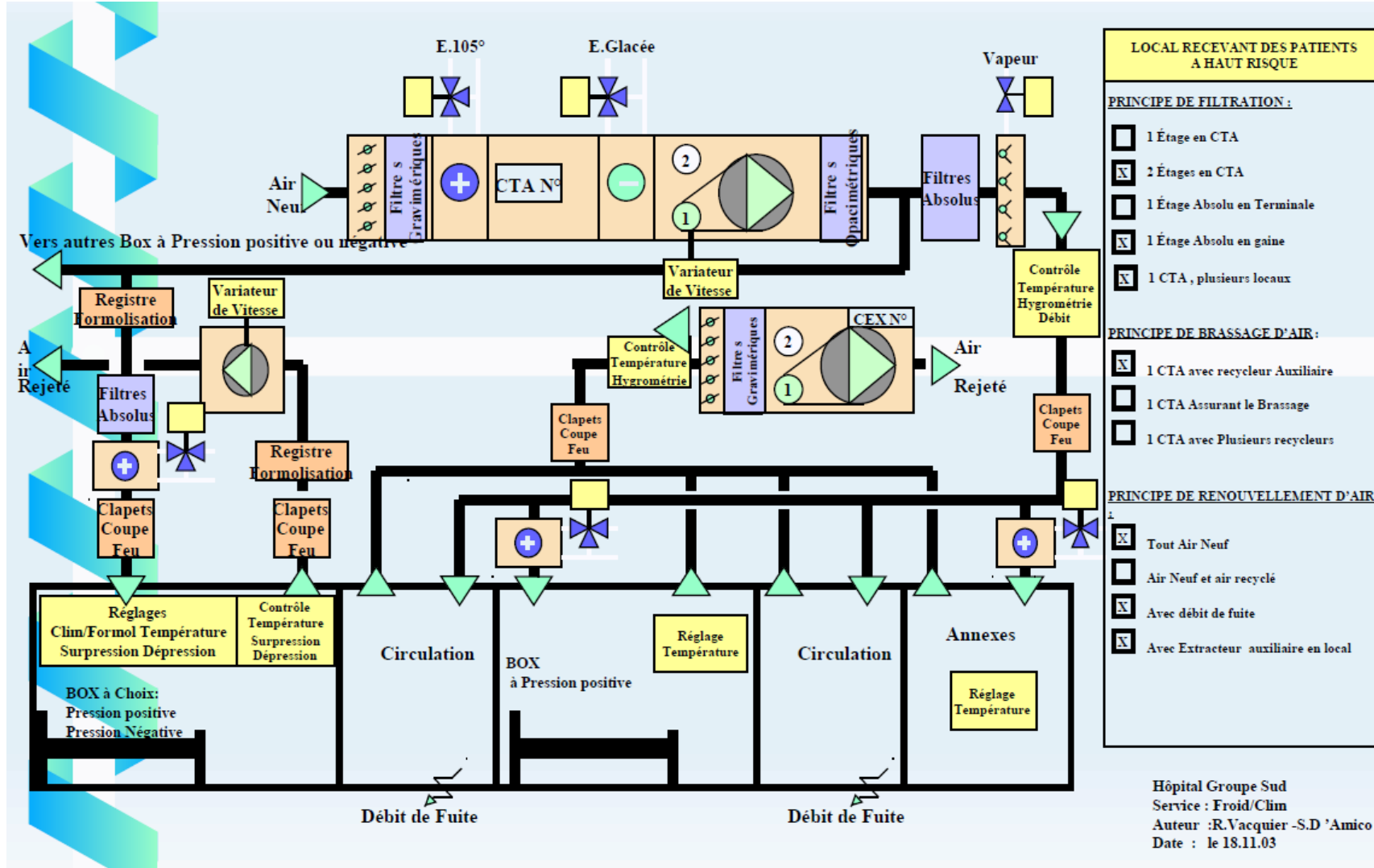
Exemple d'installations de traitement d'air



Les centrales

Equipements des centrales de traitement d'air

Exemple d'installations de traitement d'air



La régulation

1. Les différents Capteurs

1.1 Thermostats

1.2 Sondes de température

1.3 Sondes d'humidité relative

1.4 Sondes de pression différentielle

1.5 Sondes de qualité d'air

1.6 Sondes de présence

1.7 Sondes de vitesse

1.8 Choix de l'emplacement des sondes

La régulation

2 Différents types de régulation

Plusieurs types de régulation :

La température,
l'humidité, etc

Lorsque plusieurs régulations agissent sur le même organe (exemple, température et humidité sur la batterie froide), c'est la plus forte demande qui agit.

dans l'ordre :

- les actions antigels (dans l'ordre : ouverture des vannes sur l'eau chaude, fermeture de l'air neuf, arrêt des ventilateurs, ouverture des vannes sur l'eau glacée) ;
- les actions de limitation de soufflage (fermeture des vannes ou registres concernés) ;
- les actions dues à la qualité de l'air (ouverture de l'air neuf) ;
- les actions dues à la présence (ouverture de l'air neuf) ;
- les actions de régulation.

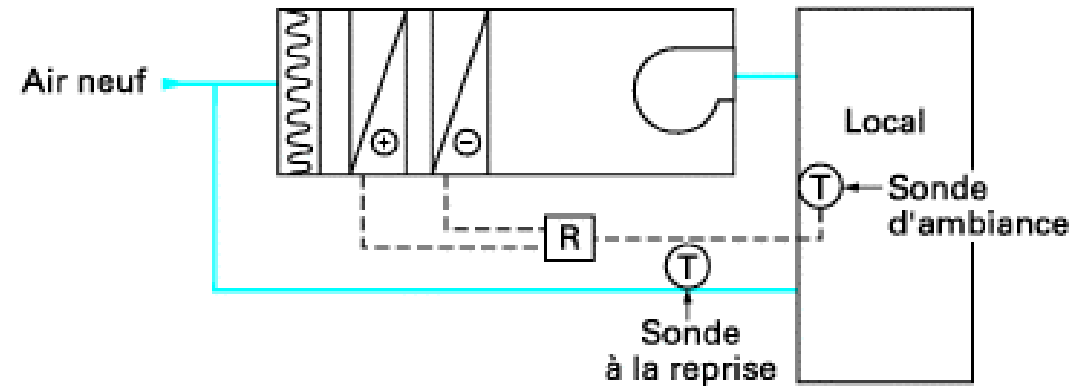
La régulation

2 Différents types de régulation

2.1 Température

Le régulateur commande l'organe de froid ou de chaud en fonction de la température ambiante ou de reprise

En régulation de température seule, la batterie de chauffage est placée en premier, elle assure la protection antigel de la batterie froide.



R régulation
T température

Ⓐ organes contrôlés en régulation de température

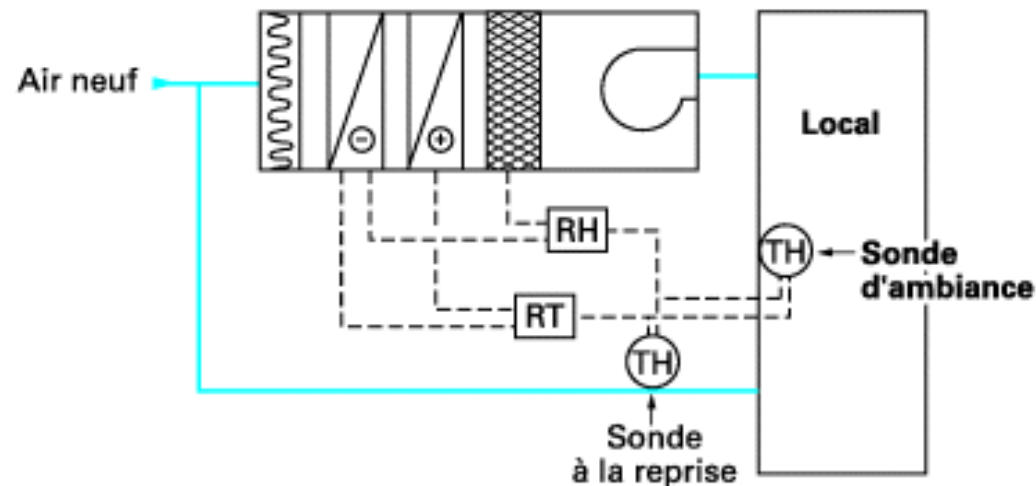
La régulation

2.2 Humidité relative

La régulation d'humidité relative est généralement accompagnée de la régulation de température.

Afin de pouvoir maintenir à la fois les valeurs de température et l'humidité, la batterie froide doit être placée en amont de la batterie chaude.

Une batterie de préchauffage antigel peut être placée en amont de la batterie froide. Une zone neutre entre les deux actions permet d'obtenir deux consignes différentes



RH régulation de l'humidité relative

RT régulation de température

TH sonde de température et d'humidité

Ⓐ organes contrôlés en régulation de température et d'humidité relative

Les réseaux

Les Réseaux de gaines

- ▶ Matériaux

Il existe des conduits rectangulaires et des conduits circulaires

- ▶ Dimensionnement: vitesse, section

- ▶ De 1 à 10m/s en fonction des réseaux

- ▶ Classification

- ▶ Classe d'étanchéité des réseaux aérauliques selon Les normes EN 12237 et EN 1507 et EN 13779



Tableau de classification des conduites

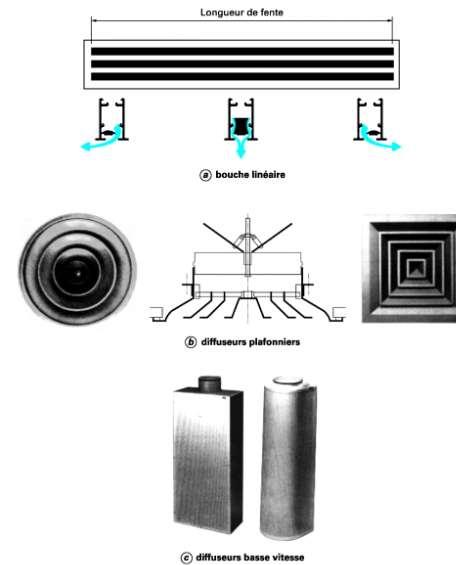
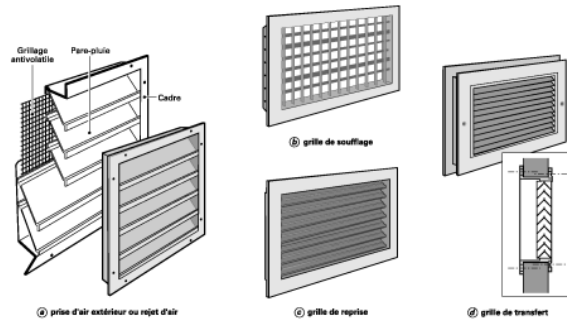
Classe d'étanchéité à l'air	Limite de pression statique (ps) Pa		Limite d'étanchéité à l'air (t_{\max}) $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
	Positive	Négative	
A	500	500	$0.027 \times p_t^{0.65} \times 10^{-3}$
B	1,000	750	$0.009 \times p_t^{0.65} \times 10^{-3}$
C	2,000	750	$0.003 \times p_t^{0.65} \times 10^{-3}$
D ¹	2,000	750	$0.001 \times p_t^{0.65} \times 10^{-3}$
¹ Conduite pour applications spéciales			

Les réseaux

Diffusion terminale, Bouches de soufflage et reprise

Les bouches d'introduction (soufflage) se sélectionnent en fonction :

- du débit d'air ;
- de la portée de l'air soufflé ;
- des caractéristiques du local ;
- du niveau sonore requis ;
- de la perte de charge admissible ;
- des critères architecturaux et économiques (confort, industrie, locaux spécifiques, coût).



Les réseaux

Les équipements de type « registres » Clapets et registres d'équilibrage



Clapets et registres d'isolement



Les réseaux

Les équipements de type « registres »(suite)

Modules de régulation



Les réseaux

Equipements acoustiques, pièges à son

SOURCES DE BRUIT

Les sources de bruit créées par les systèmes de ventilation :

- 1• Transmission des bruits extérieurs, par les entrées d'air :
 - Choisir une entrée d'air avec un isolement suffisant.
- 2• Interphonie, transmission du bruit d'un appartement à l'autre par les gaines de ventilation :
 - Concevoir des réseaux avec des collecteurs indépendants pour des logements juxtaposés sur un même niveau ou utiliser le CRE multi-logement.
- 3• Bruit solidien créé par les vibrations du ventilateur :
 - Désolidariser le ventilateur par des plots antivibratiles et des manchettes souples.
- 4• Bruit rayonné par le caisson du ventilateur à l'extérieur du réseau :
 - Privilégier la localisation du caisson en local technique.
- 5• Bruit du ventilateur propagé dans le réseau :
 - Dimensionner les pièges à son adaptés à l'installation.
- 6• Bruit régénéré par le passage de l'écoulement dans le réseau :
 - Dimensionner le réseau de façon à limiter la vitesse de circulation de l'air.

Piège à son PASSIF



Piège à son ACTIF



Maintenance des filtres

© Moyenne Efficacité (ou préfiltre, filtre gravimétrique ou grossier)



Classification: G1 à G4

Durée de vie attendue: 1 à 6 mois

© Haute Efficacité (ou filtre fin)



Classification: M5 à F9

Durée de vie attendue: 1 à 2 ans

© Très Haute Efficacité (ou absolus)



Classification: EPA10 à H14/U15 à U17

Durée de vie attendue: 2 à 5 ans

Qualifications et contrôles

**Définitions liées aux opérations de qualification,
selon NF S 90351, 2013 :**

-Requalification : Accomplissement de la série d'essais spécifiée pour l'installation, afin de démontrer le maintien de sa conformité avec la NF EN ISO 14644-1 à la classification spécifiée, comprenant la vérification des conditions préalables exigées pour les essais.

Quand ?

-Tous les 12 mois, lors des contrôles périodiques (≠ NF EN ISO 14644-2, pour les classes ISO 5, tous les 6 mois)

-Après travaux, ou changement de filtre terminal

Particularité (zones à occupation quasi permanente) : essais sur 1 local représentatif (CTA commune)