

# **PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE EN AMBIANCES PROPRES**

**SALLES PROPRES,  
ENVIRONNEMENTS MAÎTRISÉS  
& ZONES DE CONFINEMENT**

*" Toute reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite ; il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque" (loi du 11 mars 1957 - article 40 - alinéas 1 et 2)*

*" Est également un délit de contrefaçon toute reproduction ou diffusion, par quelque moyen que ce soit, d'une œuvre de l'esprit en violation des droits de l'auteur, tels qu'ils sont définis et réglementés par la loi" (loi du 11 mars 1957- article 71 / article 426 du Code Pénal).*

*" Seules les copies ou reproductions réservées à l'usage privé et non destinées à une utilisation collective sont autorisées ainsi que les courtes citations à caractères d'informations; sous réserve que soient indiqués clairement le nom de l'auteur et la source" (extraits de loi du 11 mars 1957 - article 41 - alinéas 2 et3).*

## REMERCIEMENTS

Ce guide est issu des travaux d'une équipe d'experts multidisciplinaires.

### COORDINATION

Hélène Rivière, *ADEME*  
Jean-Paul Rignac, *EDF R&D*  
Sylvie Vandriessche, *ASPEC*

### COMITÉ DE RÉDACTION

Le comité de rédaction a été piloté par :  
Sylvie Vandriessche, *ASPEC*

Badrig Baghdikian, *AIR CONSULT ENGINEERING*  
Vincent Barbier, *NNE PHARMAPLAN*  
Olivier Carnaby, *SANOFI, Site de Compiègne*  
Patrice Castel, *AP-HP Hôpitaux  
Universitaires Est Parisien, Hôpital Tenon*  
Jean-Jacques Cathelineaud, *DENCO HAPPEL*  
Pierre Di Credico, *ENGIE*  
Romain Fournier, *PIERRE FABRE  
Dermo-cosmétique – Avène*  
Alix Goossens, *AIR CONSULT ENGINEERING*  
Jean-Marc Hanna, *LUCISBIO*  
Philippe Hoest, *CIPHE Marseille*  
Denis Lopez, *CHU Bordeaux –  
Hôpital du Haut Lévéque*  
Denis Osbert, *BECTON DICKINSON*  
Jean-Noël Philippe, *HYDRONIC-CARRIER*  
Laurent Poirier, *PHOENIX CONTROL*  
Frédéric Salanson, *EDF*  
Guy Tajouri, *ERTEC*  
Richard Vallin, *ENGIE*  
Jean-Michel Vanhée, *CAMFIL*  
Jean-Luc Vegas, *AP-HP Hôpitaux  
Universitaires Est Parisien, Hôpital TENON*

### COMITÉ DE RELECTURE :

Nathalie Armand, Philippe Carencio,  
Hélène Boulestreau, Laurence Badrikian,  
*SF2H, Société Française d'Hygiène  
Hospitalière (domaine sur les  
établissements de santé)*  
Marc Bachmann, *EDF R&D (relecture  
sur les éclairages)*

Bénédicte Ballot-Miguet,  
*EDF R&D (relecture sur les groupes froids)*  
Nicolas Bau, *TRANE (relecture sur  
les groupes froids)*  
Simon Bedouelle, *SIA*  
Emmanuel Dupas, Serge Letallieur, Eric  
Stievenart, Az-Eddine Khalfi, *DALKIA*  
Delphine Faye, *CNES (secteur spatial)*  
Abraham Guez, *BABCOCK WANSON  
(relecture sur les chaudières)*  
Michel Havet, *ONIRIS (relecture secteur IAA)*  
José Hernandez Blancarte, *EDF R&D  
(relecture sur le suivi des performances)*  
Jean-Christophe Honart, *AP-HP Hôpitaux  
Universitaires Est Parisien*  
David Huffs Schmidt, *CLAUGER (secteur IAA)*  
Marianne Le-Boulch, *EDF R&D  
(relecture sur les chaudières)*  
Sandrine Lacombe, *ADEME*  
Edith Patissier, *CLAUGER (secteur IAA)*  
André Reines, *THALES PALAISEAU*  
Younna Romitti, *CETIAT*  
Marie-France Tayeb, *PHARMADEC (secteurs  
pharmaceutique et cosmétique)*  
Alain Valorge, *NEOBIOWAY  
(secteur des dispositifs médicaux)*

### CRÉDIT PHOTO

L'ASPEC remercie vivement les organismes et sociétés suivants pour le prêt des photos et des illustrations de ce guide :  
CAMFIL, CHU Bordeaux, CLAUGER,  
DENCO HAPPEL, EDF, Groupement des  
Hôpitaux de l'Est Parisien (Hôpital TENON),  
MUNTERS, PHOENIX CONTROL,  
SANOFI Compiègne, STMicroelectronics.



### **L'ADEME en bref**

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

**[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)**

## PRÉFACE

L'industrie est le troisième secteur consommateur d'énergie en France avec environ 20 % de l'énergie finale consommée sur le territoire. Dans le cadre de ses missions, l'ADEME apporte un soutien au développement et à la diffusion de technologies ou de bonnes pratiques permettant de réduire les consommations énergétiques dans l'industrie.

Les secteurs économiques qui utilisent des salles propres, des environnements maîtrisés ou des zones de confinement sont multiples et hétérogènes : microélectronique, spatial, automobile, pharmaceutique, dispositifs médicaux, cosmétiques, industrie agro-alimentaire, établissements de santé.

Tous ces secteurs ont en commun **une problématique transverse de maîtrise de leur conditionnement d'ambiance** avec des spécifications à respecter liées à des réglementations et à des normes permettant de garantir la sécurité, l'hygiène, la qualité des produits, des activités et des services. Par ailleurs, le profil énergétique des organisations ayant recours à des ambiances propres a la particularité de présenter un talon énergétique important, c'est-à-dire une consommation énergétique ne dépendant pas d'un indicateur d'activité.

Cependant même si les ambiances propres sont exploitées dans ce contexte contraint, il existe de nombreuses pistes d'économie d'énergie accessibles en agissant sur la conception, l'exploitation et la maintenance des systèmes.

Pour l'ADEME il était donc tout à fait pertinent de soutenir la réalisation de ce guide par les experts de l'ASPEC, en partenariat avec EDF R&D.

Le référent énergie y trouvera un rappel des contraintes sur les paramètres de fonctionnement liés à son secteur, une méthode pour évaluer la performance de son système, un catalogue de pistes d'actions d'économie d'énergie et des études de cas qui constituent des exemples à suivre. **Dans ce catalogue, de nombreuses pistes sont à coût d'investissement réduit.**

Cette première édition sera également un outil de dialogue entre différents secteurs sur une problématique transverse.

Sylvie Padilla

*Responsable du Service Entreprises et Éco-Technologies*

*ADEME- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*



Pour la prévention et l'étude  
de la contamination

ASPEC © novembre 2016

64 rue nationale

75013 PARIS

ISBN 978-2-910218-20-1

## INDEX ANNONCEURS

|                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| ALTERGIS INGÉNIERIE.....        | 180                          |
| BM-ENGINEERING.....             | 180                          |
| DENCO HAPPEL.....               | 3 <sup>e</sup> de couverture |
| ERMAFLUX.....                   | 3 <sup>e</sup> de couverture |
| ERTEC.....                      | 2 <sup>e</sup> de couverture |
| PYC ÉDITION/PROCESS PROPRE..... | 11                           |

---

### *Mise en garde*

*L'insertion d'encarts publicitaires dans le présent guide et le contenu des messages qui y figurent demeurent sous la responsabilité de son annonceur et ne sauraient être interprétés comme un soutien et une caution accordés par l'ADEME.*

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>INTRODUCTION</b> .....                                                                                                            | 13 |
| <b>CHAPITRE 1 PRÉSENTATION DES TROIS<br/>DOMAINES : SALLES PROPRES,<br/>ENVIRONNEMENTS MAÎTRISÉS,<br/>ZONES DE CONFINEMENT</b> ..... | 16 |
| <b>1 Introduction aux trois<br/>domaines</b> .....                                                                                   | 17 |
| <b>2 Salles propres en industrie</b> .....                                                                                           | 22 |
| 2.1 Secteur microélectronique.....                                                                                                   | 22 |
| 2.1.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 22 |
| 2.1.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 22 |
| 2.1.3 Classes de propreté<br>de l'air typiques en<br>microélectronique.....                                                          | 25 |
| 2.1.4 Solutions techniques<br>et spécificités du secteur.....                                                                        | 25 |
| 2.2 Secteur de l'industrie spatiale.....                                                                                             | 27 |
| 2.2.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 27 |
| 2.2.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 28 |
| 2.2.3 Classes de propreté particulaire<br>typiques en spatial.....                                                                   | 28 |
| 2.2.4 Solutions techniques et<br>spécificités du domaine spatial.....                                                                | 28 |
| 2.3 Secteur automobile<br>(cabines de peinture).....                                                                                 | 29 |
| 2.3.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 29 |
| 2.3.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 30 |
| 2.3.3 Classes de propreté<br>particulaire de l'air typiques<br>en automobile.....                                                    | 30 |
| 2.3.4 Solutions techniques<br>et spécificités de la filière<br>automobile.....                                                       | 30 |
| 2.4 Secteur de l'industrie<br>pharmaceutique.....                                                                                    | 31 |
| 2.4.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 31 |
| 2.4.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 31 |
| 2.4.3 Classes de propreté typiques<br>en industrie pharmaceutique.....                                                               | 32 |
| 2.4.4 Solutions techniques<br>et spécificités en industrie<br>pharmaceutique.....                                                    | 32 |
| 2.5 Secteur industriel des Dispositifs<br>Médicaux (DM).....                                                                         | 33 |
| 2.5.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 33 |
| 2.5.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 35 |
| 2.5.3 Classes de propreté particulaire<br>typiques en dispositifs<br>médicaux.....                                                   | 35 |
| 2.5.4 Solutions techniques<br>et spécificités de la filière<br>Dispositifs Médicaux.....                                             | 36 |
| 2.6 Secteur de l'industrie<br>cosmétique.....                                                                                        | 37 |
| 2.6.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 37 |
| 2.6.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 37 |
| 2.6.3 Applications en environnement<br>maîtrisé.....                                                                                 | 37 |
| 2.6.4 Solutions techniques<br>et spécificités de la filière<br>cosmétique.....                                                       | 37 |
| 2.7 Secteur de l'industrie<br>agroalimentaire (IAA).....                                                                             | 38 |
| 2.7.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 38 |
| 2.7.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                               | 39 |
| 2.7.3 Applications en industrie<br>agroalimentaire.....                                                                              | 41 |
| 2.7.4 Solutions techniques<br>et spécificités de la filière IAA.....                                                                 | 42 |
| <b>3 Environnements maîtrisés<br/>en établissements de santé</b> .....                                                               | 45 |
| 3.1 Enjeux.....                                                                                                                      | 45 |
| 3.2 Contaminants pris en compte.....                                                                                                 | 46 |
| 3.3 Classes de risques et classes<br>de propreté particulaire en<br>établissements de santé.....                                     | 47 |
| 3.4 Solutions techniques<br>et spécificités des<br>établissements de santé.....                                                      | 47 |
| <b>4 Zones de confinement<br/>(soumises à dépression)</b> .....                                                                      | 50 |
| 4.1 Zones de confinement<br>à risques biologiques versus<br>zones de bioexclusion.....                                               | 51 |
| 4.1.1 Zones de bioexclusion.....                                                                                                     | 51 |
| 4.1.2 Zones de bioconfinement.....                                                                                                   | 54 |
| <b>4.2 Zones de confinement<br/>à risques chimiques</b> .....                                                                        | 56 |
| 4.2.1 Enjeux.....                                                                                                                    | 56 |
| 4.2.2 Contaminant pris en compte.....                                                                                                | 57 |
| 4.2.3 Classe de propreté particulaire.....                                                                                           | 57 |
| 4.2.4 Solutions techniques<br>et spécificités.....                                                                                   | 58 |

**CHAPITRE 2 REGLEMENTATION  
ET TEXTES DE RÉFÉRENCE**..... 60

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1 Performances particulières, microbiologiques et aérauliques attendues</b> .....                              | 61 |
| 1.1 Classe de propreté particulaire de l'air selon la norme NF EN ISO 14644.....                                  | 61 |
| 1.2 BPF applicables aux salles propres en industrie pharmaceutique.....                                           | 62 |
| 1.3 Norme NF EN ISO 14644-4 applicable aux salles propres.....                                                    | 62 |
| 1.4 Norme NF S 90351 applicable aux environnements maîtrisés en établissements de santé.....                      | 64 |
| <b>2 Éléments généraux sur la consommation d'énergie</b> .....                                                    | 65 |
| 2.1 Un audit énergétique obligatoire en industrie.....                                                            | 65 |
| 2.2 BREF.....                                                                                                     | 65 |
| 2.3 Mesures incitatives.....                                                                                      | 65 |
| 2.3.1 <i>Les aides de l'ADEME</i> .....                                                                           | 65 |
| 2.3.2 <i>Les certificats d'économie d'énergie (CEE)</i> .....                                                     | 65 |
| 2.3.3 <i>Autres mesures incitatives</i> .....                                                                     | 66 |
| 2.4 Référent Energie.....                                                                                         | 66 |
| 2.5 Management et gestion de l'énergie selon ISO 50001.....                                                       | 66 |
| 2.6 Audits énergétiques selon la norme EN 16247.....                                                              | 67 |
| <b>3 L'état actuel réglementaire et normatif concernant les économies d'énergie dans les trois domaines</b> ..... | 68 |
| 3.1 Règlement européen n°1253/2014 (Unités de Ventilation Double Flux ou UVDF).....                               | 68 |
| 3.2 Économies d'énergie, selon NF EN ISO 14644-4, applicable à toute salle propre.....                            | 69 |
| 3.3 Économies d'énergie, selon NF S 90351, pour les établissements de santé.....                                  | 69 |
| 3.4 Autres références internationales.....                                                                        | 71 |

**CHAPITRE 3 L'ENERGIE EN AMBIANCES PROPRES**..... 72

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1 Tendances et enjeux en ambiances propres</b> .....                                                               | 73 |
| 1.1 Leviers principaux pour réaliser des économies d'énergie dans les trois domaines.....                             | 73 |
| 1.2 Points de vigilance/ freins.....                                                                                  | 73 |
| 1.3 Importance de la spécification des besoins en ambiances propres.....                                              | 74 |
| 1.4 Axes d'amélioration de la performance énergétique.....                                                            | 75 |
| <b>2 Les consommations d'énergie dans les trois domaines</b> .....                                                    | 76 |
| 2.1 Méthodologie pour estimer les consommations énergétiques.....                                                     | 76 |
| 2.2 Exemple de fiche de collecte des données.....                                                                     | 78 |
| 2.3 Résultats des enquêtes site : cas pratiques.....                                                                  | 79 |
| 2.3.1 <i>Industrie micro-électronique</i> .....                                                                       | 79 |
| 2.3.2 <i>Industrie spatiale et aéronautique</i> .....                                                                 | 80 |
| 2.3.3 <i>Industrie automobile et plasturgie</i> .....                                                                 | 81 |
| 2.3.4 <i>Industrie pharmaceutique</i> .....                                                                           | 82 |
| 2.3.5 <i>Dispositifs Médicaux (DM)</i> .....                                                                          | 84 |
| 2.3.6 <i>Industrie cosmétique (dermo-cosmétique)</i> .....                                                            | 85 |
| 2.3.7 <i>Industrie agroalimentaire (IAA)</i> .....                                                                    | 85 |
| 2.3.8 <i>Sous-traitance pour l'ensemble des filières « Salles propres »</i> .....                                     | 86 |
| 2.3.9 <i>Établissements de santé</i> .....                                                                            | 86 |
| 2.3.10 <i>Synthèse des cas pratiques</i> .....                                                                        | 88 |
| <b>3 Estimations portant sur la consommation énergétique des salles propres et des environnements maîtrisés</b> ..... | 89 |

## CHAPITRE 4 PRÉCONISATIONS

### POUR UNE MEILLEURE PERFORMANCE

#### ENERGETIQUE

|       |                                                                |     |       |                                                                     |     |
|-------|----------------------------------------------------------------|-----|-------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 1     | Schémas de principe d'une installation                         | 91  | 4.3.2 | À roue libre (simple ouïe)                                          | 110 |
| 2     | <b>Production centralisée</b>                                  | 92  | 4.4   | Humidificateur                                                      | 110 |
| 2.1   | Groupes froids (GF)                                            | 93  | 4.5   | Déshumidificateur                                                   | 112 |
| 2.1.1 | Composition des GF                                             | 93  | 4.6   | Filtration                                                          | 113 |
| 2.1.2 | Coefficients d'efficacité énergétique EER et ESEER             | 93  | 4.6.1 | Impact des filtres sur la performance énergétique de l'installation | 114 |
| 2.1.3 | Définition des besoins pour les études de dimensionnement      | 93  | 4.6.2 | Classement énergétique des filtres à air                            | 116 |
| 2.1.4 | Différents types de groupes froids                             | 94  | 4.6.3 | Optimisation énergétique de la filtration préparatoire (CTA)        | 116 |
| 2.1.5 | Synthèse sur les choix de compresseur                          | 97  | 4.6.4 | Optimisation énergétique de la filtration EPA, HEPA, ULPA           | 118 |
| 2.1.6 | Préconisations d'efficacité énergétique sur les GF             | 97  | 4.6.5 | Caissons-filtres                                                    | 119 |
| 2.1.7 | Synthèse des préconisations de l'ADEME sur les groupes froids  | 98  | 4.7   | Récupération d'énergie                                              | 120 |
| 2.2   | Chaudières et chaufferie                                       | 98  | 4.7.1 | Échangeurs à plaques                                                | 120 |
| 2.2.1 | Chaudière à tubes d'eau ou de fumée (à gaz ou au fuel)         | 100 | 4.7.2 | Échangeurs batterie à eau glycolée                                  | 122 |
| 2.2.2 | Chaudière à condensation (à gaz ou au fuel)                    | 100 | 4.7.3 | Échangeur à roue thermique (non utilisé en salles propres)          | 124 |
| 2.2.3 | Chaudière vapeur utilisée pour le process                      | 101 | 4.8   | Régulation                                                          | 124 |
| 2.2.4 | Préconisations sur les chaudières                              | 101 | 4.8.1 | Analyse fonctionnelle                                               | 124 |
| 2.2.5 | Synthèse des préconisations de l'ADEME sur le chauffage        | 102 | 4.8.2 | Capteurs                                                            | 125 |
| 2.3   | Pompe à chaleur pour production de chaud ou de froid           | 102 | 4.8.3 | Actionneurs                                                         | 125 |
| 2.4   | Thermofrigopompes (production simultanée de chaud et de froid) | 102 | 4.8.4 | Régulateur                                                          | 126 |
| 3     | <b>Réseaux hydrauliques</b>                                    | 104 | 4.9   | Simulation de performances énergétiques pour une CTA                | 127 |
| 3.1.1 | Pompes                                                         | 105 | 5     | <b>Réseaux aérauliques</b>                                          | 130 |
| 3.1.2 | Isolation                                                      | 105 | 5.1   | Conduits                                                            | 131 |
| 3.1.3 | Tuyaux (matériaux, forme, etc.)                                | 105 | 5.2   | Étanchéité des réseaux aérauliques                                  | 131 |
| 3.1.4 | Synthèse des préconisations ADEME sur le pompage               | 106 | 5.3   | Isolation                                                           | 131 |
| 4     | <b>Centrales de traitement d'air (CTA)</b>                     | 106 | 5.4   | Filtration                                                          | 131 |
| 4.1   | Descriptif des différents systèmes                             | 106 | 5.5   | Diffuseurs de soufflage                                             | 131 |
| 4.2   | Air neuf entrant dans la CTA                                   | 108 | 5.6   | Locaux techniques                                                   | 131 |
| 4.3   | Ventilateurs                                                   | 109 | 6     | <b>Enceinte de la salle propre (enveloppe)</b>                      | 132 |
| 4.3.1 | Centrifuge double ouïe                                         | 110 | 6.1   | Plafond, cloisons, sol                                              | 132 |
|       |                                                                |     | 6.2   | Portes                                                              | 132 |
|       |                                                                |     | 6.3   | Isolation                                                           | 132 |
|       |                                                                |     | 6.4   | Étanchéité                                                          | 132 |
|       |                                                                |     | 6.5   | Ouvertures spécifiques                                              | 132 |
|       |                                                                |     | 6.6   | Eclairage                                                           | 133 |
|       |                                                                |     | 7     | <b>Zone process de la salle propre</b>                              | 134 |
|       |                                                                |     | 7.1   | Mini-environnements (zone protégée autour du process)               | 134 |
|       |                                                                |     | 7.2   | Extractions thermiques du process                                   | 135 |
|       |                                                                |     | 7.3   | Extractions des polluants (cas des sorbonnes)                       | 135 |

|                                                                    |                                                                                                                           |     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>8</b>                                                           | <b>Exploitation, maintenance et maintien des performances en salle propre vis-à-vis de l'engagement énergétique</b> ..... | 136 |
| 8.1                                                                | Outils de mesure de la performance énergétique (logiciels de gestion énergétique).....                                    | 136 |
| 8.2                                                                | Mise en service.....                                                                                                      | 137 |
| 8.3                                                                | Gestion/Exploitation.....                                                                                                 | 138 |
| 8.4                                                                | Suivi des performances.....                                                                                               | 138 |
| 8.5                                                                | Maintenance.....                                                                                                          | 139 |
| <b>CHAPITRE 5 RETOURS D'EXPÉRIENCE D'ACTION MDE</b> .....          |                                                                                                                           |     |
| <b>1</b>                                                           | <b>MDE en établissements de santé</b> .....                                                                               | 143 |
| <b>2</b>                                                           | <b>MDE en industrie pharmaceutique</b> .....                                                                              | 148 |
| <b>3</b>                                                           | <b>MDE en industrie dermo-cosmétique</b> .....                                                                            | 149 |
| <b>4</b>                                                           | <b>MDE en spatial</b> .....                                                                                               | 149 |
| <b>5</b>                                                           | <b>Pistes MDE en simulation</b> .....                                                                                     | 149 |
| 5.1                                                                | Simulation numérique CFD.....                                                                                             | 149 |
| 5.2                                                                | Simulation numérique des consommations énergétiques.....                                                                  | 150 |
| <b>CHAPITRE 6 SYNTHÈSE</b> .....                                   |                                                                                                                           |     |
| <b>1</b>                                                           | <b>Préconisations en production chaud/froid et distribution hydraulique</b> .....                                         | 153 |
| <b>2</b>                                                           | <b>Préconisations pour la CTA</b> .....                                                                                   | 154 |
| 2.1                                                                | Préconisations génériques à toute CTA.....                                                                                | 154 |
| 2.2                                                                | Préconisations spécifiques aux CTA des salles propres.....                                                                | 155 |
| <b>3</b>                                                           | <b>Préconisations en distribution aéraulique</b> .....                                                                    | 156 |
| 3.1                                                                | Préconisations génériques à tout réseau aéraulique.....                                                                   | 156 |
| 3.2                                                                | Préconisations spécifiques aux réseaux aérauliques de salles propres.....                                                 | 156 |
| <b>4</b>                                                           | <b>Préconisations en conception/ utilisation/contrôle et maintenance</b> .....                                            | 156 |
| 4.1                                                                | Préconisations génériques à toute installation.....                                                                       | 156 |
| 4.2                                                                | Préconisations spécifiques aux salles propres.....                                                                        | 157 |
| <b>5</b>                                                           | <b>Conclusion</b> .....                                                                                                   | 159 |
| <b>CHAPITRE 7 ANNEXES</b> .....                                    |                                                                                                                           |     |
| <b>1</b>                                                           | <b>Performances mécaniques des caissons de traitement d'air (selon NF EN 1886)</b> .....                                  | 161 |
| <b>2</b>                                                           | <b>Puissance spécifique du ventilateur (selon NF EN 13779)</b> .....                                                      | 161 |
| <b>3</b>                                                           | <b>Classes de récupération de chaleur</b> .....                                                                           | 163 |
| <b>4</b>                                                           | <b>Classification des filtres</b> .....                                                                                   | 163 |
| <b>5</b>                                                           | <b>Étanchéité des conduits aérauliques</b> .....                                                                          | 164 |
| <b>6</b>                                                           | <b>Étanchéité des registres</b> .....                                                                                     | 165 |
| <b>7</b>                                                           | <b>Contrat de performance énergétique</b> .....                                                                           | 165 |
| <b>CHAPITRE 8 ABRÉVIATIONS ET ORGANISMES INSTITUTIONNELS</b> ..... |                                                                                                                           |     |
| <b>1</b>                                                           | <b>Abréviations</b> .....                                                                                                 | 167 |
| <b>2</b>                                                           | <b>Organismes institutionnels</b> .....                                                                                   | 169 |
| <b>CHAPITRE 9 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....                |                                                                                                                           |     |
| <b>1</b>                                                           | <b>Textes réglementaires</b> .....                                                                                        | 171 |
| <b>2</b>                                                           | <b>Normes</b> .....                                                                                                       | 173 |
| <b>3</b>                                                           | <b>Ouvrages, guides et recommandations</b> .....                                                                          | 175 |
| <b>4</b>                                                           | <b>Revue et publications scientifiques</b> .....                                                                          | 177 |

# ProcessPropre.fr

Le site des professionnels de l'ultrapropreté

Des dossiers thématiques  
sur les grands enjeux du métier

Tous les produits  
classés par catégorie



Toute l'actualité  
de la profession

Les archives  
de la revue  
Salles Propres

Les événements  
à ne pas manquer

## www.processpropre.fr

Le site de la revue Salles Propres

L'accès aux archives, à certains articles ou ressources métiers nécessite la souscription d'un abonnement à la revue Salles Propres. Contactez-nous au 01 53 26 48 00 pour en savoir plus ou rendez-vous sur [www.processpropre.fr](http://www.processpropre.fr)

**PAS ENCORE ABONNÉ  
À SALLES PROPRES ?  
ABONNEZ-VOUS EN LIGNE**