

Direction Générale de l'Aviation Civile

Direction des services de la navigation aérienne

Direction de la technique et de l'innovation

Secrétariat général

Service national d'ingénierie aéroportuaire



DSNA



SNIA

Référence :

Rédacteur SNIA: Fabrice RICHIERI

fabrice.richieri@aviation-civile.gouv.fr

Tél. 05 56 13 88 11 – **Fax** : 05 56 34 97 30

Rédacteur DTI: Jean-Michel BOURGUIGNON

Tél. 05 62 14 55 89 – **Fax** : 05 62 14 50 06

Document standard

Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC Génie Climatique

Projet / Opération : Guide spécification bâtiments opérationnels DGAC

Version : V1R15 du 28/07/2022

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

DIFFUSION INITIALE

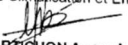
DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION	Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des
Voir Géode SNIA DO/EC DSNA : Chefs ST, Chef PIE		

Objet de la diffusion (facultatif) :

RELECTEURS TECHNIQUES

- Adeline Mollard – SNIA / BAT
- François Araque – SNIA / BAT
- Sandrine Charrier – SNIA / BAT
- Alain-Marie Richard – Climaticien DGAC
- Lionel Germain – Climaticien DGAC

VERIFICATION (V) / APPROBATION (A)

Nom	Fonction / Entité	V / A	Visa
Arnaud MARTICHON	Chef-adjoint de pôle IGC de la DTI	V	L'Adjoint au Chef de pôle Ingénierie Climatisation et Energie  MARTICHON Arnaud
Olivier CROT	Chef de pôle ICE de la DTI	A	Le Chef de pôle Ingénierie Climatisation et Energie  CROT Olivier
Emmanuel NICOLLE	Chef du département Bâtiments du SNIA	V / A	Signature :  Emmanuel NICOLLE
Sarah CAMINONDO	Adjointe au Chef de département du SNIA	V	L'adjointe du chef de département Ingénierie Bâtiment  Sarah CAMINONDO

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

MAITRISE DOCUMENTAIRE

Référence :		Contenu personnalisable
Affaire / Projet / Opération : Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC		
Classement et archivage du document		
Stockage : Fichier : Guide bâtiment chapitre Genie_Clim_V1R15.docx		
Support / Format :		

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Historique des versions du document

<i>Version du document</i>	<i>Date de rédaction</i>	<i>Raison de l'évolution</i>	<i>Rédacteurs</i>	<i>Rôles</i>
V1R15	28/07/22	Version validée SNIA et DTI	Richieri F. Bourguignon J-M.	Rédacteurs

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	11
1.1	Structuration du guide	11
1.2	Liste des champs du domaine	11
1.3	Objet du domaine	11
1.4	Enjeux et principes généraux du domaine Genie climatique	12
1.5	Définitions	13
2	TEXTES DE REFERENCE	14
2.1	Réglementation et normes applicables	14
2.2	Documents de référence	17
3	CONDITIONS DE TEMPERATURE ET D'HYGROMETRIE.....	19
3.1	Introduction	19
3.1.1	Définitions	19
3.1.2	Champ d'application	21
3.2	Besoins	21
3.3	Contraintes	21
3.3.1	Contraintes météorologiques	21
3.3.2	Contraintes réglementaires	21
3.3.3	Contraintes d'utilisation et de conservation des équipements NA	22
3.3.4	Contrainte liée à l'apparition de condensation	22
3.4	Exigences et recommandations	22
3.4.1	Origines des valeurs guides formulées	22
3.4.2	Valeurs guides par type de local DSNA	23
3.4.3	Dimensionnement et sélection recommandées pour les systèmes CVC	28
3.5	Justification de la performance	30
3.5.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	30
3.5.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	30
4	CONDITIONS DE DIFFUSION ET REPRISE D'AIR	32
4.1	Introduction	32
4.1.1	Définition	32
4.1.2	Champ d'application	32
4.2	Besoins	32
4.3	Contraintes	32
4.3.1	Configuration des locaux	32

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4.3.2	Contraintes de refroidissement des matériels	33
4.4	Exigences	34
4.4.1	Origines des exigences formulées	34
4.4.2	Plancher technique en salle technique	34
4.4.3	Confort thermique des locaux à occupation fréquente	35
4.5	Recommandations	35
4.5.1	Origines des recommandations formulées	35
4.5.2	Diffusion d'air traité	36
4.5.3	Reprises d'air	37
4.5.4	Hauteur finie des plénums de soufflage/reprise	38
4.5.5	Synthèse par type de local	40
4.6	Justification de la performance	41
4.6.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	41
4.6.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	41
5	QUALITE DE L'AIR INTERIEURE ET FILTRATION	43
5.1	Introduction	43
5.1.1	Définition	43
5.1.2	Champ d'application	43
5.2	Besoins	43
5.3	Contraintes	43
5.3.1	Conditions climatiques extérieures et pollution atmosphérique	43
5.3.2	Configuration des locaux existants en rénovation	44
5.3.3	Impact sur la performance énergétique	44
5.4	Exigences	44
5.4.1	Origines des exigences formulées	44
5.4.2	Performance minimale sur la filtration de l'air neuf	44
5.4.3	Débits de ventilation	44
5.4.4	Suppression des locaux contrôlés en hygrométrie	45
5.4.5	Etanchéité des réseaux aérauliques	45
5.5	Recommandations	46
5.5.1	Origines des recommandations formulées	46
5.5.2	Débit d'air neuf en grand volume	46
5.5.3	Filtration	47
5.6	Synthèse des exigences et recommandations	47
5.7	Justification de la performance	49
5.7.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	49
5.7.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	49

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

6	SUPERVISION DES EQUIPEMENTS CVC	51
6.1	Introduction	51
6.1.1	Définition	51
6.1.2	Champ d'application	51
6.2	Besoins	51
6.3	Contraintes	51
6.4	Recommandations	51
6.4.1	Origines des recommandations formulées	51
6.4.2	Réseau FO GTC	52
6.4.3	Réserves sur automates programmables	52
6.4.4	Protocole de communication	52
6.4.5	Liste de point / Commande à distance	52
6.5	Justification de prise en compte du besoin	55
6.5.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	55
6.5.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	55
7	SECURITE DES INSTALLATIONS ET GESTION DE LA REDONDANCE	57
7.1	Introduction	57
7.1.1	Définition : Redondance en traitement d'air	57
7.1.2	Champ d'application	58
7.2	Besoins	58
7.3	Contraintes	59
7.3.1	Contraintes de configuration des locaux	59
7.3.2	Contraintes RH et financière	59
7.3.3	Contraintes d'exploitation	59
7.4	Exigences	59
7.4.1	Origines des exigences formulées	59
7.4.2	Cohabitation équipements NA et fluides	59
7.4.3	Architecture en projet neuf	60
7.4.4	Climatisation amovible secours ultime	60
7.4.5	Alimentation hydraulique secours locale	60
7.4.6	Surveillance de la pression des réseaux hydrauliques	61
7.4.7	Sécurisation des équipements	61
7.4.8	Commande locale manuelle et automatisme	62
7.4.9	Réseau hydraulique change Over et vigie	62
7.4.10	Thermostat de sécurité pour CTA avec batterie électrique	62
7.5	Recommandations	63
7.5.1	Origines des recommandations formulées	63

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7.5.2	Production centralisée d'eau glacée en cascade	63
7.5.3	Traitement des locaux opérationnels par EG	65
7.5.4	Séparation des circuits eau glacée	65
7.5.5	Stockage latent (cas CRNA)	65
7.5.6	Exemples de gestion de redondance par type de locaux	66
7.6	Justification de prise en compte du besoin	66
7.6.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	66
7.6.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	66
8	ALIMENTATION ELECTRIQUE DES INSTALLATIONS CVC	68
8.1	Introduction	68
8.1.1	Définition des réseaux électriques secourus et HQ	68
8.1.2	Champ d'application	68
8.2	Besoins	68
8.3	contraintes	69
8.4	Exigences	69
8.4.1	Origines des exigences formulées	69
8.4.2	Alimentation secourue	69
8.5	Recommandations	70
8.5.1	Origines des exigences formulées	70
8.5.2	Répartition des réseaux	70
8.6	Justification de prise en compte du besoin	70
8.6.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	70
8.6.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	70
9	MAINTENANCE DES INSTALLATIONS CVC	72
9.1	Introduction	72
9.1.1	Définition	72
9.1.2	Champ d'application	72
9.2	Besoins	72
9.3	Contraintes	72
9.3.1	Contraintes de maintenances dans l'existant	72
9.3.2	Contraintes de cohabitation avec les locaux opérationnels	73
9.3.3	Contraintes climatiques et atmosphère corrosive	73
9.4	Exigences	73
9.4.1	Origines des exigences formulées	73
9.4.2	Archivage de la documentation technique	73
9.4.3	Accès pour entretien des équipements CVC	74
9.4.4	Réseaux hydrauliques EC/EG	74

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.4.5	Réseaux aérauliques	76
9.4.6	Evolution des besoins et exploitation/maintenance	77
9.4.7	Protection / maintenance en climat humide et/ou atmosphère corrosive	77
9.4.8	Contrôles périodiques des installations CVC de grande puissance	79
9.5	Recommandations	79
9.5.1	Origines des recommandations formulées	79
9.5.2	Fonctionnement des installations existantes et réceptions des installations	79
9.5.3	Périodicité de remplacement des filtres	79
9.5.4	Analyse d'eau	80
9.5.5	Gestion à distance des anomalies	80
9.5.6	Contrats de maintenance	80
9.6	Justification de prise en compte du besoin	81
9.6.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	81
9.6.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	81
10	PERFORMANCE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTALE	82
10.1	Introduction	82
10.2	Champ d'application	82
10.3	Besoins	82
10.4	Contraintes	82
10.4.1	Contrainte de fiabilité des installations CVC	82
10.4.2	Contrainte de maintien des conditions d'ambiance intérieure	82
10.5	Exigences	82
10.5.1	Origines des exigences formulées	82
10.5.2	Sous-comptage des systèmes CVC	83
10.5.3	Traitement d'air	83
10.5.4	Solutions d'efficacité énergétique à étudier	83
10.6	Recommandations	84
10.6.1	Origines des recommandations formulées	84
10.6.2	Limitation du volume global de fluides frigorigènes	84
10.6.3	Régimes de température modérée en production EG	84
10.6.4	Récupération de chaleur totale ou partielle sur GF	85
10.6.5	Distribution à débit variable sur les réseaux secondaires	85
10.6.6	Systèmes en détente direct (DRV ou VRV 3 tubes)	85
10.6.7	Freecooling	86
10.6.8	Freechiling	86
10.7	Justification de la prise en compte	86
10.7.1	Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes	86

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

10.7.2	Moyen de mesure, de vérification et de recette	86
ANNEXES DU GUIDE		88
1	GLOSSAIRE	89
2	DEFINITIONS	91
3	CHARGES THERMIQUES INTERNES.....	92
4	TAILLE MINIMALE DES ZONES ET GAINES TECHNIQUES CVC	94
5	EXEMPLES DE SPECIFICATION DE MATERIELS UTILISES A LA DGAC.....	98
6	ORIFICES DE VENTILATION EN PLANCHER TECHNIQUE	99
6.1	Principe	99
6.2	Dimensionnement	99
6.3	Application numérique	99
7	SCHEMA ELECTRIQUE DE PRINCIPE D'UNE GA.....	101
8	ILLUSTRATIONS DE GESTION DE REDONDANCES POSSIBLES	103
8.1	Cas des vigies	103
8.1.1	Option 1 : 2 CTA décentralisées en EG et DD	103
8.1.2	Option 2 : 2 CTA décentralisées identiques en EG	104
8.2	Cas des salles IFR et salles techniques GA	105
8.2.1	Option 1 : ATA ou CTA adjacentes ou décentralisées en EG et DD	105
8.2.2	Option 2: ATA et CTA adjacentes ou décentralisées double batteries EG/DD	107
8.3	Cas des salles de contrôle et salles techniques CRNA	108
8.3.1	Option 1 : ATA et CTA adjacentes ou décentralisées EG	108
8.3.2	Option 2 : 2 CTA décentralisées en EG et DD	109
8.4	Salle technique de sites isolés	110
8.4.1	Option 1 : ATA DD avec freecooling intégré – secours UTA DD	110
8.4.2	Option 2 : 2 UTA DD + extracteur sec ultime (selon site)	110
8.5	Locaux stockage batteries	111
8.6	Locaux HTA avec transformateur	112

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

1 INTRODUCTION

1.1 STRUCTURATION DU GUIDE

Pour faciliter la lecture du document, et pour mieux apprécier les conditions d'application de ses nombreuses directives, la structure des chapitres du *guide de spécifications bâtiments opérationnels de la DGAC – Génie climatique* suit une même trame pour les différents champs abordés du domaine et intègre systématiquement les éléments suivants :

- Introduction (définitions, champs d'application) ;
- Besoins liés au domaine abordé ;
- Contraintes entourant le domaine ;
- Exigences (origines, valeurs ou tâches à obligatoirement respecter) ;
- Recommandations (origines, valeurs ou tâches à suivre dans la mesure du possible)
- Justification de la performance (par le concepteur ou l'entreprise à chaque stade d'une opération)

1.2 LISTE DES CHAMPS DU DOMAINE

Ce guide reprend une liste exhaustive d'items concernés par la thématique CVC tels que :

- condition de température et d'hygrométrie ;
- mode de diffusion et reprise d'air ;
- qualité de l'air intérieur et filtration ;
- supervision des équipements CVC ;
- sécurité des installations et gestion et de la redondance ;
- alimentation électrique des installations CVC ;
- maintenance des installations ;
- performance énergétique et environnementale ;

Ces items couvrent ainsi un large domaine d'activité autour du dimensionnement des installations de CVC, de la prescription et vérification de la performance des matériels, et apportent quelques précisions utiles concernant la conduite des installations dans le temps. Ces thématiques peuvent être abordées indépendamment l'une de l'autre.

1.3 OBJET DU DOMAINE

Dans le cadre d'un projet de réalisation ou de rénovation d'un bâtiment pour le compte des services de la navigation aérienne, un certain nombre de règles spécifiques s'appliquent et doivent être prises en considération dès les premières phases de conception du projet de génie civil. Ce document donne en outre les spécifications et recommandations en matière de génie climatique pour les bâtiments comprenant des locaux opérationnels de la DGAC que sont :

Les locaux à occupation fréquente tels que

- Salle de contrôle et salle d'approche (IFR) ;
- Salle de simulation, paramétrage/Test ;
- Salle de supervision et de paramétrage à distance ;
- Vigie – tour de contrôle ;

Les locaux à occupation faible ou intermittente tels que :

- Salles techniques et locaux spécifiques baies en cours de paramétrage ;
- Locaux serveurs et opérateurs ;
- Locaux batteries indépendants ;
- Postes Haute Tension ;

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

- Locaux groupes électrogènes ;
- Locaux de stockage matériel SPARE ;
- Locaux chargeur/onduleur ;
- Locaux techniques CVC dédiés au traitement d'air, aux productions et distribution d'eau chaude et eau glacée.

Les sites distants inoccupés, appelés encore sites isolés tels que :

- Centres d'Emission Déporté
- Centres de Réception Déporté
- Antennes Avancées
- Radars
- VOR / DME
- Shelters divers (balisage, ILS)

Les phases d'application de ce guide concernent en particulier :

- PROG : PROGramme architectural (définition des besoins) ;
- ESQ / DIAG : ESQuisse et les DIAGnostics associés en rénovation ;
- APS : les études d'Avant Projet Sommaire ;
- APD : Les études d'Avant-Projet Définitif ;
- PRO / DCE : Les études de PROjet et de constitution du Dossier de Consultation des Entreprises ;
- AOR : Assistance aux Opérations de Réception ;
- GPA et Post-GPA : L'année de Garantie de Parfait Achèvement et les années suivantes.

Ce document s'adresse aux maîtres d'ouvrages, aux programmistes, aux maîtres d'œuvre, aux mainteneurs et aux entrepreneurs qui pourront ainsi anticiper l'application de ces exigences et prendre en compte certaines recommandations.

1.4 ENJEUX ET PRINCIPES GENERAUX DU DOMAINE GENIE CLIMATIQUE

La Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA) possède différents types de locaux opérationnels utilisés pour ses activités de contrôle aérien. Le maintien en condition opérationnelle (ou MCO) des servitudes de navigation aérienne (NA). Il concerne :

- les alimentations électriques des systèmes opérationnels (en général, les sources ondulées « sans coupure » et en courant continu pour les équipements de navigation aérienne et les automates de gestion critique) ;
- un service continu pour le refroidissement des systèmes opérationnels. Des coupures courtes et exceptionnelles sont autorisées avec une durée fonction de la densité de chaleur dissipée dans la salle (cas des salles techniques) ou de la météo (cas des vigies). C'est la raison pour laquelle selon le type d'équipement, il est exigé une redondance des systèmes de refroidissement pour assurer un secours ;
- un système de traitement d'air évitant toute perturbation dans l'activité de contrôle. Par exemple, la température de l'air insufflé vers l'ambiance ou l'hygrométrie intérieure ne devront pas engendrer de condensation sur l'équipement actif ou sur les vitrages de vigie ;
- un confort thermique et acoustique adapté à un haut niveau de concentration dans l'activité de contrôle en salle et vigie, en cohérence avec les standards de confort.

Le second enjeu est énergétique et environnemental. La consommation énergétique des équipements de CVC et des locaux opérationnels associés représente une part importante des postes de consommation énergétique du patrimoine de la DGAC qu'il convient de maîtriser. Si en tant que locaux de process ces bâtiments et leurs systèmes ne sont pas soumis aux exigences des réglementations thermiques (RT2012/RE2020 ou RT existant), le meilleur compromis entre performance énergétique, fiabilité des systèmes et simplicité d'entretien/maintenance doit être systématiquement recherché lors de la conception.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Les exigences et recommandations formulées dans ce guide répondent à ces enjeux et sont applicables à la fois pour les installations neuves et dans la mesure du possible rénovées.

1.5 DEFINITIONS

Pour l'ensemble du présent guide, il est proposé des valeurs dites « recommandées » et des valeurs dites « limites admissibles » concernant différentes disciplines (par exemple en température intérieure, hygrométrie, pression, classe de filtration, etc.).

Nous définissons ainsi :

Valeurs ou plages de fonctionnement « recommandées » : Elles ont pour objectif de garantir à la fois une haute fiabilité des systèmes, des conditions de conservation optimales dans le temps, ainsi qu'une maîtrise des performances énergétiques satisfaisante des systèmes. Ces valeurs doivent être utilisées pour le dimensionnement des installations de traitement d'air. Elles ne constituent pas des limites absolues pour l'équipement actif et peuvent être dépassées dans les limites de valeur « admissibles » ;

Valeurs ou plages de fonctionnement « admissibles » : Elles constituent des limites (par exemple en température) à ne pas dépasser sur un temps prolongé (en général plusieurs jours). Ces valeurs sont déterminées en fonction des matériels actifs les plus contraignants et selon les retours d'expériences remontés par chaque site. Parfois, ces limites correspondent tout au plus à un rappel des seuils réglementaires (exemple : débit de ventilation – code du travail). Ainsi, ces valeurs **pourront évoluer le cas échéant** au fur et à mesure des évolutions réglementaires, des règles de l'art ou avec l'apparition de matériels de NA de plus en plus robustes.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

2 TEXTES DE REFERENCE

2.1 REGLEMENTATION ET NORMES APPLICABLES

Liste des réglementations et normes applicables au domaine génie climatique pour les parties chauffage, climatisation et ventilation.

Ces documents, dont voici une liste non exhaustive, doivent être connus de l'entreprise.

Chauffage – Refroidissement

Objet	Type	Code	Date de révision
Norme NF EN 12831 relative au calcul des déperditions des bâtiments et des puissances de chauffage	Norme	NF EN 12831	2004
DTU 65.5 - DTU P50-801 marchés d'exploitation de chauffage et de distribution des fluides thermiques	DTU	DTU 65.5	Octobre 1965
DTU 65.9 installations de transport de chaleur ou de froid et d'eau chaude sanitaire entre production de chaleur ou de froid et bâtiments	DTU	DTU 65.9	Octobre 2000
DTU 65.11 dispositif de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment	DTU	DTU 65.11	Septembre 2007
NF DTU 45.2 P1-1 Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de – 80 °C à + 650 °C	DTU	DTU 45.2	Mai 2006
DTU 43.1 - Équipements d'un poids supérieur à 90 kg mis en œuvre selon les dispositions de la norme NF P 84-204 (REF DTU 43.1) § 5.4.2	DTU	DTU 43.1	Novembre 2004
Arrêté du 23 juin 1978 – modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public	Réglementation	-	Arrêté modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005
Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties	Réglementation	-	26 octobre 2010, modifié les 11/12/2014, 25/07/2016 et 21/12/2017

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

nouvelles de bâtiments – dit « RT2012 ¹ », à l'exclusion des bâtiments ou parties de bâtiment qui, en raison de contraintes spécifiques liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air, et nécessitant de ce fait des règles particulières ;			
Arrêté du 3 mai 2007 modifié à compter du 1er janvier 2018 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants listant l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées, à l'exclusion des bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air ;	Réglementation	-	Version en cours du 22 mars 2017
Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 m², lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants définit les exigences réglementaires applicables et le niveau de performance à atteindre pour la RT « globale », à l'exclusion des bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air ;	Réglementation	-	Modifié l'arrêté du 21 septembre 2012
Arrêté du 2 août 1977 et textes subséquents, installations de gaz, modifié par l'arrêté du 23 novembre 1992	Réglementation	-	23 novembre 1992
Code du travail - chauffage	Réglementation	Article R4223-13	Mars 2008
Code de la Construction et de l'habitat – Limite de température des locaux	Réglementation	Article R. 131-20	19 mars 2007

¹ Arrêté d'application de la RE2020 non publié au jour de la publication du présent guide

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

munis d'un système de chauffage (19°C)		Modifié par décret n°2007-363	
Code du travail – Limite de température des locaux de travail munis d'un système de refroidissement (26°C)	Réglementation	Article R131-29 - décret n°2007-363	19 mars 2007
Arrêté du 15/12/16 relatif à l'inspection périodique des systèmes de climatisation et des pompes à chaleur réversibles dont la puissance frigorifique est supérieure à 12 kilowatts	Réglementation	Arrêté du 15/12/16	-
Arrêté du 15 septembre 2009 relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kilowatts	Réglementation	Arrêté du 15/09/09	-
Arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts	Réglementation	Arrêté du 2/10/09	-

Ventilation

Objet	Type	Code	Date de révision
NF DTU 68.3 Installations de ventilation mécanique	DTU	P 50-413	Nov. 2017
Code du travail - Aération, assainissement	Réglementation	Article R4222-4	Mars 2008
ISO 16890-1 - Filtrés à air de ventilation générale -- Partie 1: Spécifications techniques, exigences et système de classification fondé sur l'efficacité des particules en suspension (ISO ePM)	Norme	ISO 16890-1	Décembre 2016
Règlement sanitaire départemental type pour les extractions des locaux à pollution spécifiques	Réglementation	-	-

Sécurité et électricité

Objet	Type	Code	Date de révision
-------	------	------	------------------

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Circulaire 420 TG3 du 28 mai 1974 relative aux accidents survenus dans des établissements d'hospitalisation publics. Réglementation concernant la protection des travailleurs (personnel de chantier)	Réglementation	420 TG3	28 mai 1974
Arrêté du 30 décembre 2011 relatif à la réglementation IGH-TC	Réglementation	-	30 décembre 2011
NF C15-100	Norme	-	mars 2007
Arrêté du 29 février 2016 relatif à certains fluides frigorigènes et aux gaz à effet de serre fluorés	Réglementation	-	29 février 2016
<u>Arrêté du 14/12/13</u> - ICPE rubrique 2921 - Refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle	Réglementation	ICPE 2921	14/12/2013

Confort

Objet	Type	Code	Date de révision
EN NF ISO 7730 - Ergonomie des ambiances thermiques - Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local	Norme		Mars 2006
NF EN 15251 (2007) - Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique	Norme	-	Aout 2007

2.2 DOCUMENTS DE REFERENCE

Document non réglementaires mais permettant d'apporter un regard technique sur le domaine en question :

Objet	Type	Code	Date de révision
-------	------	------	------------------

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

ASHRAE TC 9.9 - 2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environments – Expanded Data Center Classes and Usage Guidance	Guide	-	2011
Commission Européenne – CESIT – Code de conduite Européen sur les Datacenters	Guide	-	2015
C.E.S.I.T – Comités des Exploitants des salles informatiques et télécom – Risques électromagnétiques – Comprendre des « Décharges Electrostatiques »	Guide	-	V1.2 du 23 août 2008
Documentation technique de quelques matériels DGAC : • Radio Emergency System RES-Q (FREQUENTIS) • VCS 3020 Series (FREQUENTIS) • VCS 3020X (FREQUENTIS) • VCS 3020X • LEDI® NETWORK ITS v2m 2U • Armoire Localizer à mono-fréquence NM 7011 • PC REECOUTE IMMEDIATE • TELERAD EMETTEUR VHF 50 W EM 900 S8 • TELERAD PILOTE SYNTHETISE VHF PY 908 A • TELERAD TC892 • HP L1000 and HP L2000 Class Servers • STIP Bull ESCALA EPC 450	Documentation technique fournisseur	-	-

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

3 CONDITIONS DE TEMPERATURE ET D'HYGROMETRIE

3.1 INTRODUCTION

Le choix des consignes de température et d'hygrométrie pour le dimensionnement ou pour le fonctionnement d'une installation CVC de la DGAC dépend dans l'ordre de priorité :

- 1/ des plages de fonctionnement des équipements actifs à respecter ;
- 2/ du confort thermique et acoustique selon les fonctions du poste de travail dédiés à la navigation aérienne (exigences mentionnées au guide DSNA Acoustique);
- 3/ des consommations énergétiques à maîtriser.

Le présent chapitre constitue une aide à la décision en rappelant les différents besoins et contraintes liées au maintien en condition de fonctionnement vis-à-vis des conditions hygrothermiques de différents locaux opérationnels. Il propose en outre des valeurs « recommandées » et limites « admissibles » en température et hygrométrie d'air pour le fonctionnement et la conservation des matériels destinés à la navigation aérienne.

3.1.1 Définitions

3.1.1.1 Température d'air sec

La température d'air sec (appelée aussi "de bulbe sec" par analogie au bulbe du thermomètre) définit le "degré d'agitation moléculaire de l'air". C'est l'indicateur le plus communément connu du public pour caractériser une ambiance intérieure, toutefois il ne suffit pas à caractériser à lui seul le caractère confortable d'une ambiance intérieure.

3.1.1.2 Température opérative

Parfois appelée température résultante sèche, elle est un indicateur simple du confort thermique, qui prend en compte l'effet de la convection naturelle sur l'occupant et du rayonnement. Cette température correspondant à la moyenne entre la température d'air sec d'une pièce et la température radiante moyenne des parois rayonnant vers l'usager. Les principales normes sur le confort thermique (ISO 7730, NF EN 15251), tout comme la norme NF EN 12831 (dimensionnement des installations de chauffage) font appel à cette indicateur plus précis que la température d'air sec pour le dimensionnement des installations CVC. Le concepteur doit ainsi en théorie déterminer la température d'air intérieur adaptée en fonction de la présence de rayonnements et courants d'air (le cas échéant) sur les postes de travail, selon la configuration des locaux, pour obtenir la température opérative souhaitée.

3.1.1.3 Humidité spécifique ou absolue

L'humidité spécifique ou absolue (parfois noté poids d'eau), parfois notée w [$\text{gr}_{\text{vap}}/\text{kg}_{\text{as}}$] est définie pour l'air humide (ou d'autres gaz) comme sa teneur en vapeur d'eau contenue dans un kilogramme d'air sec. Cet indicateur indépendant de la température de l'air sec, est directement utilisable à la fois pour caractériser l'hygrométrie de l'air tout comme pour le dimensionnement des installations de traitement d'air en hygrométrie (humidification, déshumidification).

3.1.1.4 Hygrométrie relative

L'humidité relative de l'air, ou degré hygrométrique, couramment notée ϕ , correspond au rapport en % de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante à la même température. Elle est donc une mesure du rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions et représente ainsi un état physique vis-à-vis de la saturation plus qu'une quantité de vapeur d'eau. Ce **rapport changera** si on change la température ou la pression bien que l'humidité absolue de l'air n'ait pas changé (voir application ci-dessous).

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

3.1.1.5 Diagramme de l'air humide ou diagramme psychrométrique

Les différents paramètres physiques de l'air ont été regroupés dans un diagramme appelé « diagramme enthalpique de l'air humide » ou « diagramme de l'air humide », regroupant les variables indépendantes choisies et sur lesquelles figurent quatre types de courbes (Température d'air sec, Humidité spécifique, Humidité relative, ...).

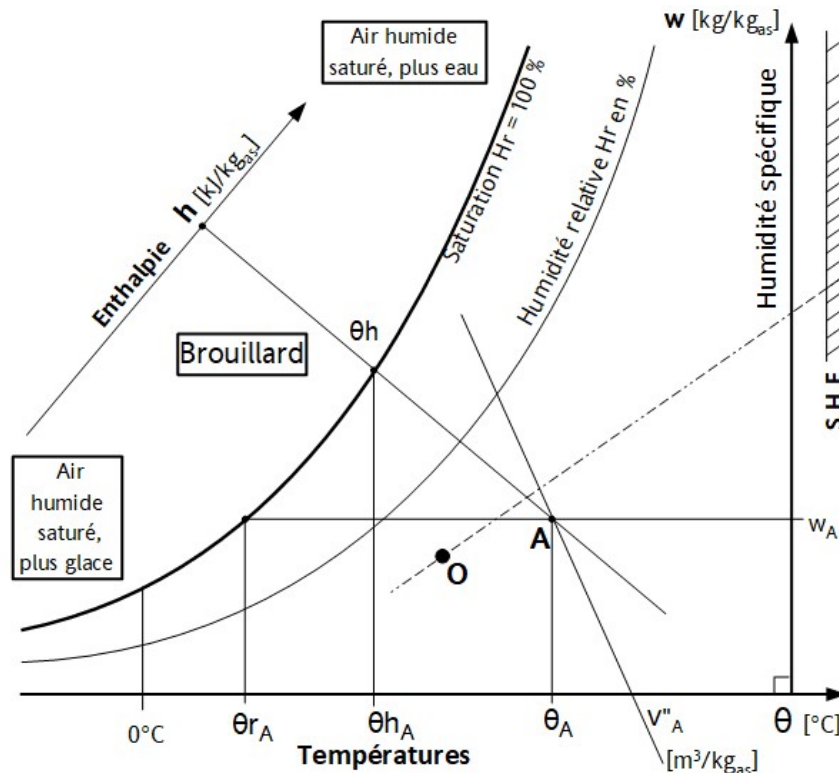


Figure 1: Diagramme de l'air humide [Source DimClim]

3.1.1.6 Illustration

En période hivernale lorsque l'air extérieur est froid et sec, lorsqu'il est question de maintenir une humidité spécifique minimale à l'aide d'un humidificateur d'air de $6,5 \text{ gr}_{\text{vap}}/\text{kg}_{\text{as}}$, il convient dans ce cas de maintenir une humidité relative (HR) fonction de la température d'air ambiante ou à l'admission d'air neuf de :

- 35% pour un air ambiant à 24°C
- 38% pour un air ambiant à 23°C
- 40% pour un air ambiant à 22°C
- Ou encore 44% pour un air neuf insufflé à 20°C vers les locaux.

L'humidité relative de l'air varie donc fortement avec la température pour un même poids d'eau.

De la même manière, maintenir une hygrométrie spécifique maximale de $12 \text{ gr}_{\text{vap}}/\text{kg}_{\text{as}}$ en été consistera à déshumidifier l'air ambiant ou à l'admission d'air neuf aux niveaux suivants :

- 60% pour un air neuf insufflé à 25°C vers les locaux
- 63% pour un air ambiant à 24°C
- 68% pour un air ambiant à 23°C
- 72% pour un air ambiant à 22°C

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

3.1.2 Champ d'application

Liste des locaux et bâtiments concernés par le champ.

- Salle de contrôle ;
- Salle de simulation ;
- Salle de supervision ;
- Local de paramétrage (partie baies et partie occupant) ;
- Salle technique informatique ;
- Local serveurs et opérateurs ;
- Vigie – tour de contrôle ;
- Site isolé pour la navigation aérienne (AA – Radar – VOR – DME - ILS...).
- Local chargeur/onduleur ;
- Local batteries ;
- Poste HTA ;
- Local de stockage matériel.

3.2 BESOINS

Le traitement de l'air insufflé pour le conditionnement des matériels actifs et a posteriori des occupants devra prendre en compte les points suivants **par ordre de priorité** :

- 1/ les matériels actifs doivent pouvoir fonctionner correctement le plus souvent sur les plages hygrothermiques recommandées, dans les limites des plages admissibles ;
- 2/ les conditions de confort thermique des occupants doivent permettre un haut niveau de concentration dans l'activité de contrôle et de support à la navigation aérienne (NA) ;

3.3 CONTRAINTES

Les contraintes détaillées ci-dessous s'imposent au projet en question en impactant le traitement d'air des locaux et matériels actifs.

3.3.1 Contraintes météorologiques

Les conditions climatiques, tant métropolitaines qu'en outre-mer impactent fortement le dimensionnement, le fonctionnement, ou encore le vieillissement des équipements de climatisation. Une vigilance accrue est nécessaire pour les sites en outre-mer et les sites situés en bord de mer.

3.3.2 Contraintes réglementaires

Liste des contraintes réglementaires impactant les conditions de traitement d'air et des ambiances intérieures des locaux occupés et non occupés ;

- Arrêté du 26 octobre 2010 (modifié les 11/12/2014, 25/07/2016 et 21/12/2017) relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments – dit « RT2012 », à l'exclusion des bâtiments ou parties de bâtiment qui, en raison de contraintes spécifiques liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air, et nécessitant de ce fait des règles particulières ;
- Arrêté du 3 mai 2007 (modifié le 22 mars 2017) relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants listant l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées, à l'exclusion des bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air ;

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

- Code de la Construction et de l'habitation - Article R. 131-20 Modifié par décret n°2007-363 – Limite de température des locaux munis d'un système de chauffage ;
- Code du travail -Article R4223-13 sur les dispositions relatives aux locaux fermés affectés au travail chauffés pendant la saison froide ;
- Code du travail - Article R131-29 - décret n°2007-363 - Limite de température des locaux de travail munis d'un système de refroidissement.

3.3.3 Contraintes d'utilisation et de conservation des équipements NA

Le respect de certains seuils recommandés et admissibles pour le maintien en fonctionnement des équipements de NA (notamment l'ASHRAE TC 9.9) nécessite de rester autant que possible dans une plage de fonctionnement pour éviter :

- les phénomènes de Décharges Electro Statiques (DES) pour les hygrométries très basses ;
- la corrosion des cartes et composants électroniques par excès d'humidité.

Concernant la prévention des risques liés aux DES, celle-ci ne réside pas uniquement dans le maintien d'une hygrométrie de l'air minimale mais également dans le raccordement des masses de chacun des équipements par des liaisons courtes et de section suffisante à un maillage sur lequel sont déviées les décharges électrostatiques conformément au guide DTI GPF20. Pour les locaux occupés, les revêtements des mobiliers doivent par exemple être dissipatifs et antistatiques (y-compris les sièges des postes de travail).

3.3.4 Contrainte liée à l'apparition de condensation

Le traitement hygrothermique de l'air insufflé avant admission dans le local opérationnel ne devra en aucun cas occasionner l'apparition de condensation sur les équipements (baies techniques, meubles de contrôle, cartes électronique, tableaux électriques et câbles) ou sur d'éventuels points froids ou refroidis des locaux traités (vitrages en vigie, gaines de soufflage, plénum de soufflage en plancher technique, sous-face de bac de condensat, ponts thermiques non traités, etc...).

3.4 EXIGENCES ET RECOMMANDATIONS

3.4.1 Origines des valeurs guides formulées

Les valeurs guides définies dans ce chapitre auront été retenues en intégrant à la fois l'ensemble les besoins et contraintes vis-à-vis des matériels NA, tout en considérant pour les locaux occupés les références normatives les plus sévères concernant le confort thermique des occupants. Ces données sources sont détaillées en suivant.

3.4.1.1 Vis-à-vis des matériels opérationnels

Les limites recommandées et admissibles en température et hygrométrie s'appuient à la fois sur :

- les recommandations des fournisseurs de matériels radio, électroniques et informatiques utilisés pour la NA dont certains exemples sont donnés en annexe ;
- pour les ASI, les notices de maintenance des batteries pour des performances et une durée de vie optimale ;
- les seuils mentionnés dans le guide ASHRAE 2011 Thermal Guidelines pour les catégories de data center les plus sensibles (Catégorie A1 et A2) ;
- les plages d'hygrométrie sont exprimées à la fois humidité relative et spécifique de l'air conformément à la plupart des normes internationales (ex : ASHRAE TC 9.9) et fiches matériels ;
- les matériels non standards peuvent dans certains cas sortir des plages admissibles définies ci-dessous. Dans tous les cas, les exigences en température des matériels **seront vérifiées** par exemple à partir des notices techniques de maintenance (voir exemples fournis en Annexe 5).

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Du fait de leurs spécificités, les locaux opérationnels dérogent aux réglementations :

- sur le chauffage (Code de la Construction et de l'habitation - Article R. 131-20 Modifié par décret n°2007-363) limitant la température des locaux de travail munis d'un système de chauffage à 19°C de température opérative ;
- et sur la climatisation (Code du travail - R131-29 - décret n°2007-363) limitant la température des locaux de travail munis d'un système de refroidissement à 26°C de température opérative.

3.4.1.2 Vis-à-vis du confort pour les locaux occupés

- Les limites haute et basse exprimées en température opérative sont recommandées (voir glossaire) d'après la norme EN 15251 pour la conception de locaux chauffés et rafraîchis confortables. Les valeurs équivalentes proposées en température d'air reposent sur des hypothèses quant au niveau d'isolation des parois de la salle.
- Les valeurs formulées concernant l'hygrométrie sont issues de la même norme. Ces seuils peuvent être amenés à être modifiés en hiver en raison de contraintes prioritaires, notamment afin d'éviter tout risque de condensation par exemple sur les vitrages en vîgie (face intérieure ou extérieure).
- La norme NF EN 15251 désigne en catégorie I les locaux dont l'activité pratiquée nécessite un niveau de vigilance élevé, ce qui est le cas des salles de contrôles, simulation, vigies et supervision, soumises également à des contraintes de refroidissement pour les matériels spécifiques. Cette classe a été retenue pour ces locaux avec 21°C de température opérative en hiver, et 25,5°C en été.
- Concernant l'hygrométrie des locaux, la norme NF EN 15251 considère *que l'humidité n'a que peu d'effet sur la sensation thermique [...] dans les locaux à occupation sédentaire, mais qu'une humidité très basse (HR de 15-20%) peut entraîner un dessèchement et l'irritation des yeux et des voies respiratoires. Dans ce cas, la norme recommande un seuil de conception pour l'humidification de 30% en catégorie d'activité 1* pour éviter cette gêne.
- La norme recommande également un seuil de conception des systèmes de déshumidification afin de limiter l'humidité absolue à 12 gr_{vap}/kg_{as}. ou HR de 70%.

3.4.2 Valeurs guides par type de local DSNA

3.4.2.1 T / HR-HS recommandées en ambiance

Pour les sites et installations respectant l'ensemble les besoins mentionnés au chapitre 3.2, à partir des exigences concernant le refroidissement du matériel opérationnel, ainsi que les références normatives concernant le confort thermique des occupants, le Tableau 1 propose des valeurs recommandées pour :

- le dimensionnement d'installation de traitement d'air en température et hygrométrie d'air ;
- la conduite d'installations existantes, en particulier pour le refroidissement de locaux techniques.

Ces valeurs sont déterminées à partir de configurations types (constructions neuves ou existantes considérées comme bien isolées), avec une distinction pour les vigies construites en simple et double vitrage ;

Les valeurs guides concernant l'hygrométrie résident dans le respect de plages hautes et basses recommandées le cas échéant, en « environnement stable » pour des locaux en légère surpression (portes fermées²).

² Un humidificateur d'air standard en fonctionnement devra maintenir une consigne d'humidité relative d'un local avec une précision de régulation de +/- 5% autour de la consigne, voire inférieure si les portes du local traité sont maintenues fermées.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Tableau 1 : Températures et hygrométries recommandées pour le dimensionnement par type de local à la DGAC

Désignation des locaux	Température d'air mode chauffage	Température d'air mode refroidissement	Hygrométrie mode humidification	Hygrométrie mode déshumidification
Salle technique et informatique de grande approche et CRNA ³ Local de paramétrage de baies techniques (partie Baies) Salle de supervision de grande approche et CRNA Salle de contrôle de grande approche et CRNA Vigie (double vitrages performants $U_g < 2.5 \text{ W/m}^2.k$)	21°C	24°C	6,5 gr _{vap} /kg _{as} ou 35 % HR	12 gr _{vap} /kg _{as} et 70% HR
Vigie avec vitrages peu performants ($U_g \geq 2.5 \text{ W/m}^2.k$)	22°C ⁴	24°C	HR 30% ou 5 gr _{vap} /kg _{as} + arrêt local et GTC	
Salle de simulation de grande approche et CRNA Salle de paramétrage/TEST (partie occupant)	21°C	24°C	NC	12 gr _{vap} /kg _{as} et 70% HR
ST des sites isolés avec batteries Local serveur – opérateur Local Energie Onduleurs + batteries	16°C	24°C		
Local HTA avec transformateur sec ou bain d'huile	SO	T _{ext} +5°C si ventilation mécanique freecooling (bain d'huile) 35°C si transfo SEC (climatisation)	NC	NC
Local Groupe Electrogènes	12°C			
Stockage matériels sensibles SPARE	16°C	NC		90% HR

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Remarques importantes :

- Pour les locaux concernés, l'hygrométrie de l'air doit être régulée dans la mesure du possible au niveau de la centrale de traitement d'air neuf, sur consigne d'humidité spécifique de l'air soufflé selon les valeurs haute et basse mentionnées au Tableau 1.
- Pour les cas où l'hygrométrie est traitée localement par une unité de traitement d'air fonctionnant en eau glacée, celle-ci devra être alimentée avec une température en entrée batterie idéalement comprise entre 6 et 8°C max en période estivale. Ce mode n'étant en général plus utilisé en mi- saison et en période hivernale, la température de production d'eau glacée pourra dans ce cas être augmentée (10°C voir plus) selon les sites pour améliorer la performance énergétique des productions centralisées, pour réduire le risque de condensation sur le circuit, tout en surveillant la capacité de chaque système, type Armoires de Traitement d'air (ATA) et Centrale de Traitement d'Air (CTA), à assurer une capacité de refroidissement adaptée.
- Pour les sites existants dont la production centralisée ne parvient pas à assurer une température d'eau glacée adaptée au mode de déshumidification, dans ce cas le mode déshumidification devra être adapté (augmentation des seuils de déshumidification de l'air), voire désactivé si la déshumidification ne fonctionne pas (absence de condensation sur batterie et consommation inutile de chauffage), le temps de remédier à la correction de l'installation par sècheur d'air si la situation dure plusieurs mois.

3.4.2.2 Limites T / HR-HS recommandées et admissibles avant admission dans les équipements NA

Les plages de fonctionnement et les consignes de régulation se traduisent par :

- des limites haute et basse de température de soufflage de l'unité de traitement d'air,
- des limites haute et basse de température avant admission dans l'équipement refroidi,
- une plage haute et basse d'hygrométrie de l'air recommandée et admissible pour les matériels **avant admission** dans l'équipement.

Ces valeurs **ne préjugent pas** du risque d'inconfort pour les occupants et ne concernent que les matériels NA à refroidir.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Tableau 2 : Exigences vis-à-vis du matériel opérationnel DSNA

Equipements opérationnels	Températures d'air recommandées avant admission dans l'équipement	Températures d'air admissibles avant admission dans l'équipement	Hygrométrie de l'air recommandée avant admission dans l'équipement	Hygrométrie de l'air admissible avant admission dans l'équipement
Equipements de salle technique et informatique de grande approche et CRNA Meuble de contrôle ⁵ Refroidissement direct forcé ou en ambiance	Limites basse et haute soufflage : 12°C - 27°C	Limites basse et haute admissible: 10°C - 32°C	Humidification: 6.5 gr _{vap} /kgas Déshumidification: <= 12 gr _{vap} /kgas et HR 70% maxi	Limite min : 4 gr _{vap} /kgas et HR 25% mini Limite max : 14 gr _{vap} /kgas et HR 80% maxi
Chargeurs et batteries	Limites basse et haute de l'ambiance :	Limites basse et haute admissible:	non contrôlées	non contrôlées
Onduleurs	16 - 24°C	15°C - 25°C ⁶		
Groupe électrogène	Limite basse 12°C	-5°C (limite gel du fioul)	non contrôlée	non contrôlée
Stockage de matériels sensibles (spare)	Limite base 16°C	-	-	HR < 90%
Poste HT	5°C à 40°C selon matériel		non contrôlée	non contrôlée

Le diagramme suivant représente les plages recommandées et admissibles pour le refroidissement des matériels actifs type informatique et radio (hors chargeurs et batteries) selon le mode de refroidissement (direct et en ambiance).

⁵ Ne préjuge pas d'un risque d'inconfort froid – voir recommandation concernant le soufflage en plancher technique pour les locaux occupés au chapitre diffusion d'air.

⁶ Plages admissibles par les fabricants de batteries fermées

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Plages recommandées et admissibles avant admission dans un équipement actif (hors batterie)

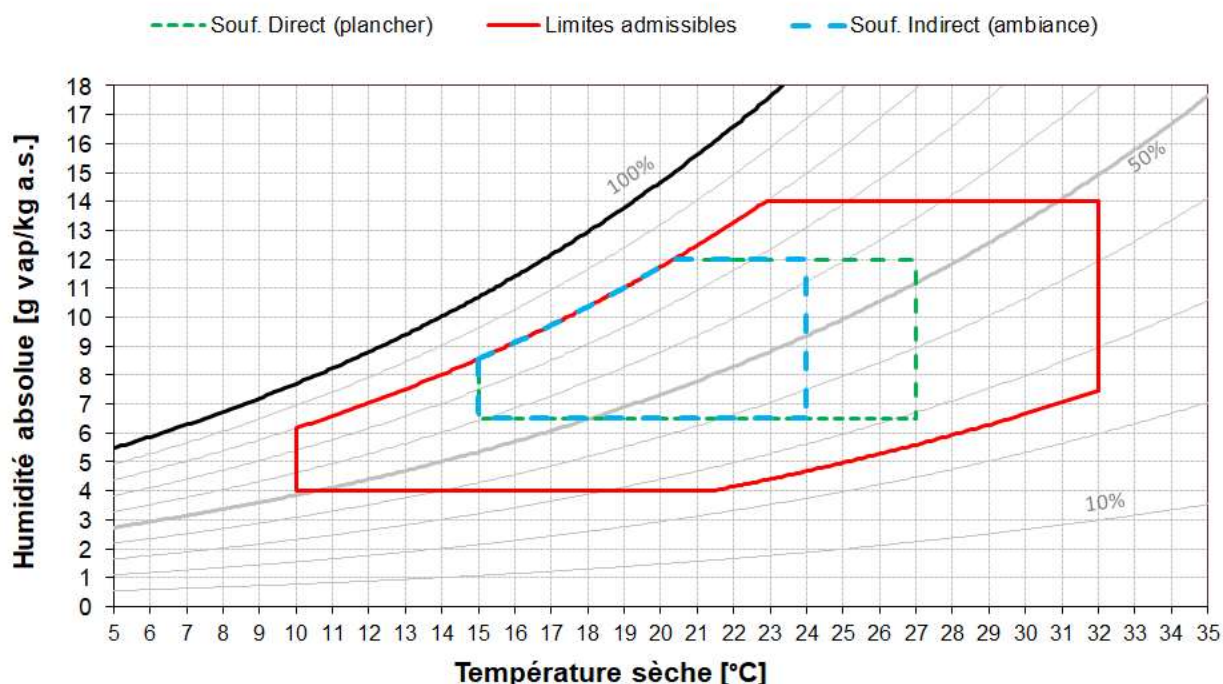


Figure 2: Plages de refroidissement recommandées et admissibles avant admission dans les matériels actifs

3.4.2.3 Température de soufflage recommandée pour le confort des locaux à occupation fréquente

Voir chapitre 4.4.3.2

3.4.2.4 Essais de fonctionnement

La vérification du bon fonctionnement de la régulation de la température devra être réalisée avant réception :

- au niveau de la zone traitée ou occupée,
- à une hauteur de 1.5 m,
- mesurée à distance (3 m) des équipements opérationnels (si présents) et des diffuseurs (sol, murs), avec une tolérance de régulation spatiale en température d'air de $\pm 1^\circ\text{C}$ en mode chauffage et/ou refroidissement,
- une stabilité de régulation sur la sonde de reprise (ou d'ambiance le cas échéant) de $\pm 0,5^\circ\text{C}$
- la puissance frigorifique sensible, latente, et calorifique de la CTA sera vérifiée en fonctionnement à pleine puissance en cohérence avec la fiche technique des matériels livrés,
- le fonctionnement des humidificateurs sera opérant (le cas échéant).

Ces épreuves seront consignées dans un PV de l'entreprise versé au DOE.

En ce qui concerne les vigies, des essais complémentaires seront réalisés par l'entreprise durant l'année de GPA sur une semaine de températures extérieures estivales. Ces tests pourront s'appuyer sur l'analyse d'historiques consultables sur GTC. Un rapport d'analyse sera remis au MOA à l'issue de cette période sous une semaine.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Pour les salles techniques, les essais concernant la vérification de la performance des systèmes de traitement d'air seront réalisés **obligatoirement** avec une charge sensible dissipée équivalente stipulée au DCE et dont les ratios proposés en annexe de ce guide peuvent être utilisés en l'absence d'autres éléments plus précis pris en compte.

3.4.3 Dimensionnement et sélection recommandées pour les systèmes CVC

3.4.3.1 Systèmes de traitement d'air

Il est rappelé que le dimensionnement des besoins CVC ainsi que la sélection des équipements de production, distribution et émetteurs sont de la responsabilité de l'installateur dont les calculs et sélections sont validés par VISA du concepteur de l'installation. Il appartient au concepteur de l'installation d'évaluer la fiabilité des informations dont il dispose dès le programme, valeurs qui pourront être issues de l'Annexe 3 de ce guide ou données par la DTI. Ces informations seront consolidées à sa demande durant les phases suivantes du projet afin de cadrer au mieux le marché de l'entreprise.

3.4.3.1.1 Dimensionnement

Ci-dessous sont détaillées les recommandations concernant le calcul de la puissance nominale des systèmes de traitement d'air en chauffage et refroidissement. Elles suivront en outre :

- la norme EN12831 pour le chauffage ;
- la méthode RTS de l'ASHRAE pour les systèmes de climatisation. Les profils horaires de température et hygrométrie en période estivale seront issues de la base statistique de l'ASHRAE pour un coefficient de sécurité de **99,6%** (dernière année de référence en cours) augmentés de **+4°C** pour prise en compte de l'augmentation des fréquences de canicules. Les charges de climatisation retiendront les valeurs proposées dans le Tableau 10 en annexe de ce guide en l'absence d'autres éléments fournis par les utilisateurs ;
- en ce qui concerne les équipements d'humidification d'air en hiver, il conviendra de considérer les conditions de base de l'ASHRAE pour un coefficient de sécurité de 99,6%⁷ en hiver en poids d'eau, en renouvellement d'air (air neuf + fuites) et de les comparer à l'objectif à atteindre en poids d'eau minimal mentionné au Tableau 1 de ce guide ;

NB : Une attention sera portée quant au dimensionnement des batteries de chauffage et refroidissement si un mode déshumidification de l'air est prévu sur la CTA.

Pour la sélection des équipements de production, la puissance maximale considérée correspondra à la somme des puissances nominales de chaque émetteur sans surpuissance supplémentaire pour ces températures extrêmes.

Illustrations issues de la base ASHRAE CLIMATIC DESIGN CONDITIONS année de référence 2017

Dimensionnement humidificateur d'air en hiver :

Annual Heating and Humidification Design Conditions - Bordeaux-Merignac

Poids d'eau minimal (*Humidity Ratio HR*) = 2.1 gr vap/kgas

Dimensionnement refroidissement estival :

Monthly Design Dry Bulb and Mean Coincident Wet Bulb Temperatures: Coeff de sécurité de 99,6%

Température Bulbe Sec (aout): 36,2°C +4°C

⁷ Annual Heating and Humidification Design Conditions – Humidity ratio

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Température Bulbe Humide (aout): 24,9°C max soit 14.5 gr vap/kgas

Soit une pointe maximale à considérer d'environ 40°C BS / 14.5 gr vap/kgas prise en compte dans le logiciel.

3.4.3.1.2 Sélection des équipements de traitement d'air

La sélection en puissance prendra en compte une surpuissance minimale de 10% par défaut pour prise en compte d'un encrassement des échangeurs sur air dans le temps. Le dimensionnement prendra également en compte les évolutions futures du site à moyen terme impactant la distribution (ex : agrandissement salle technique sur emprise locaux de paramétrage).

Pour la sélection des batteries de chauffage et refroidissement des équipements de traitement d'air, sous réserve que l'installation fonctionne parfaitement, il est autorisé que le concepteur prenne en compte les phénomènes observés de légère stratification des températures dans le volume traité ayant une incidence importante sur l'efficacité du système.

Sa démarche reposera sur les vérifications suivantes :

- si le système est existant ET donne satisfaction, la sélection se fera sur la température de l'air **réelle mesurée** au niveau des principales bouches de reprise en fonctionnement ;
- si la donnée n'a pas été mesurée, le concepteur pourra considérer une correction de la température de sélection des émetteurs (**Coef_{reprise Ch}**) ou de refroidissement (noté **Coef_{reprise Fr}**) fonction de la position du point bas de la reprise d'air.

Température de sélection chauffage = $T_{\text{cons chauffage}} + \text{Coef}_{\text{reprise Ch}}$

Température de sélection refroidissement = $T_{\text{cons refroidissement}} + \text{Coef}_{\text{reprise Fr}}$

$T_{\text{cons chauffage}}$ et $T_{\text{cons refroidissement}}$ sont définies au Tableau 1.

Les valeurs guides des coefficients **Coef_{reprise Ch}** et **Coef_{reprise Fr}** seront les suivantes :

Tableau 3: Corrections possibles des températures d'air pour la sélection des équipements de chauffage/climatisation

Type d'émetteur	Coef_{reprise Ch}	Coef_{reprise Fr}
Reprise majoritaire en plafond ou Hauteur > 2.2 m	+1°C	+1°C
Reprise majoritaire au niveau du plancher de la zone occupée ou à hauteur d'homme ≤ 2.2 m	0°C	0°C
Reprise majoritaire < 1m sous la zone occupée (ex : escalier)	-1°C	-1°C
Autre	0°C	0°C

Illustration 1 : Bord haut d'une unité intérieure murale positionnée à 10 cm d'un plafond (HSP 2.5 m). La température d'air au niveau de la reprise sera environ de +1°C supérieure aux températures de la pièce à hauteur d'homme.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Illustration 2 : Reprise d'air en escalier vigie ouvert sur l'ambiance et sans porte. Pour une ambiance à 24°C en été, une sélection à 23°C au niveau de la reprise est à prévoir.

3.4.3.2 Sélection des équipements de productions frigorifiques

Les équipements de production frigorifique seront sélectionnés à une température et hygrométrie maximale en période estivale issues de la base statistique internationale de l'ASHRAE⁸ calculée sur les températures extrêmes recensées sur une période de récurrence **de 20 ans**.

Illustration : ASHRAE CLIMATIC DESIGN CONDITIONS année de référence 2017

Extreme Annual Design Conditions

n-Year Return Period Values of Extreme Temperature

n=20 years

Paris – Roissy CdG : 38.1°C

Bordeaux: 39.3°C

Nice: 36.3°C

Lyon: 38.5°C

Lille : 36.3°C

3.5 JUSTIFICATION DE LA PERFORMANCE

3.5.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non sauf si présence d'un matériel actif sensible à des seuils plus sévères que les seuils recommandés dans le Tableau 2.
Existant	La configuration pour le refroidissement de locaux existants peut limiter dans certain cas la taille, la capacité de soufflage ou la puissance des équipements remplacés pouvant être installés, ce qui peut nécessiter une adaptation <u>au cas par cas</u> des exigences formulées selon le retour d'expérience partagée avec le service technique du site concerné. La présence d'un matériel actif sensible à des seuils plus sévères que les seuils recommandés dans le Tableau 2. Il est à noter que toutes ou parties de ces valeurs en régulation de température et hygrométrie sont déjà en place sur plusieurs sites DSNA.

3.5.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci –dessous sont définis les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

⁸ <http://ashrae-meteo.info>

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Phase	Conditions de température et d'hygrométrie
Programme	Fiches espaces reprenant les valeurs guide adaptées au besoin (T/Hr-Hs; apports internes, surpuissance)
Esquisse / DIAG	Cohérence entre les emplacements prévus des équipements techniques CVC et l'objectif.
APS	Seuils T/Hr-Hs envisagés pour le dimensionnement des équipements de traitement d'air mentionnés en cohérence avec le programme.
	MAJ seuils T/HR-Hs le cas échéant si évolution du besoin depuis l'APS
	T / HR-Hs max été et hiver pour le dimensionnement mentionné
APD	Coefficients de surpuissance /évolution du besoin mentionnés pour les productions et émissions
	Synthèse récapitulative du bilan de puissance estimé pièce par pièce
PRO / DCE	MAJ éléments de l'APD
	Liste des essais mentionnée et méthode détaillée
AOR	Conformité des essais et systèmes en condition hivernale et estivale selon la période des essais chantiers (stabilité des commandes et de la température)
GPA	Analyse GTC ou tout autre système (sonde enregistreuse) sur une semaine en climat chaud et climat froid durant l'année de GPA par l'entreprise.
Post-GPA	Surveillance régulière de l'installation via GTC avec l'installation des équipements NA

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4 CONDITIONS DE DIFFUSION ET REPRISE D'AIR

4.1 INTRODUCTION

4.1.1 Définition

Ce champ concerne la définition des exigences et recommandations en matière de conditions de diffusion d'air traité et de reprise pour :

- le refroidissement par ventilation des matériels actifs destinés à la navigation aérienne,
- le traitement d'air traité des locaux opérationnels occupés.

4.1.2 Champ d'application

Liste des locaux concernés spécifiquement par le champ :

- salle de contrôle ;
- salle de simulation ;
- salle de supervision ;
- salle de paramétrage – partie Baies ;
- salle technique informatique ;
- locaux serveurs et opérateurs ;
- vigie – tour de contrôle ;
- site isolé pour la navigation aérienne (AA – Radar –VOR, DME, Shelter ILS...) ;
- local chargeur/onduleur.

4.2 BESOINS

La conception et le choix d'un équipement de traitement d'air devra prendre en compte les points suivants par ordre de priorité :

- 1/ les systèmes de traitement d'air doivent assurer un refroidissement permanent, avec des coupures exceptionnelles et de courtes durées pour un maintien des conditions d'ambiance stable et homogène en tout point de la zone traitée ;
- 2/ les vitesses d'air insufflé dans le local opérationnel ne devront occasionner aucune gêne pour les occupants, ni de mouvements gênants des équipements (ex : plastic view).

4.3 CONTRAINTES

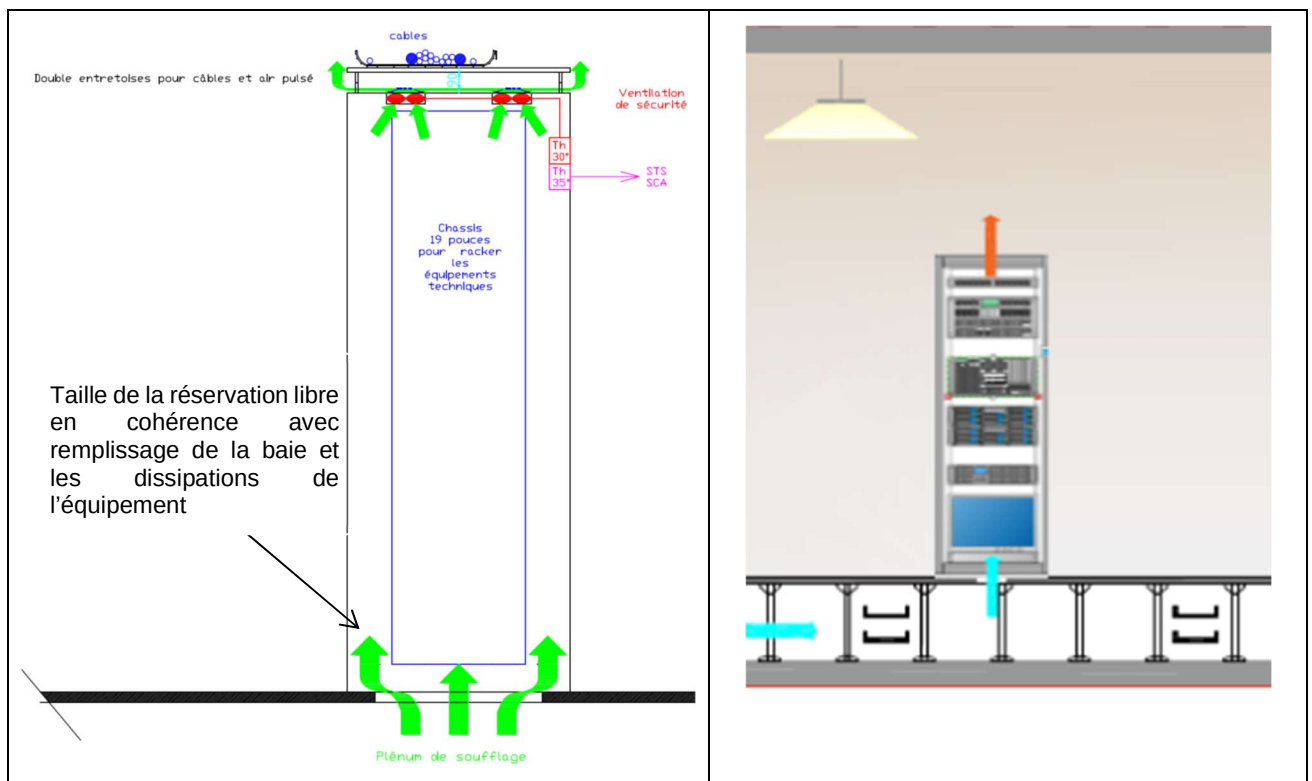
4.3.1 Configuration des locaux

La configuration des locaux opérationnels (hauteur disponible en plancher technique, hauteur sous plafond, configuration de la salle, densité d'occupation) ne facilite pas toujours l'implantation d'unités de soufflage d'air dans le local ou en périphérie, ni leur entretien/maintenance. Dans ce cas, le concepteur cherchera le meilleur compromis dans ses choix en collaboration étroite avec le service technique des installations (programme, APS et APD).

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4.3.2 Contraintes de refroidissement des matériels

Les configurations de soufflage autorisées ou imposées doivent être mentionnées au programme pour certains matériels actifs spécifiques. Ainsi, les baies dites « ouvertes » (ou type « serveurs ») se refroidissent seules par l'ambiance (aspiration d'air en façade, rejet à l'arrière de la baie) tandis que les baie fermées pour des raisons acoustiques doivent être ventilées via une diffusion d'air frais directe située sous la baie, avec en partie haute une ventilation de sécurité assurant un tirage forcé en cas de dysfonctionnement de la climatisation générale (voir Figures 3). La mise en marche des ventilateurs de sécurité se fera à partir de 30°C en partie haute de la baie. Un thermostat de sécurité sans alimentation secondaire avec seuil de déclenchement à 35°C renvoie une alarme au superviseur en cas de refroidissement insuffisant de l'équipement.



Figures 3: Principe de refroidissement des baies en salle technique

Le principe de diffusion en plancher technique repose sur un « auto-équilibrage » des débits s'écoulant dans le volume du plénum, via :

- les quelques dalles informatiques perforées à proximité des équipements ouverts (ex : Baie type « serveurs », allée chaude / allée froide),
- et/ou des percements réalisés systématiquement et intentionnellement dans la dalle de plancher sous une baie fermée ou un meuble de contrôle. Cette réservation peut être unique (passage des câbles + diffusion d'air – Cf. Figures 4), ou parfois séparée (réservation spécifique de section maîtrisée avec/sans registre de réglage – Cf Figure 5).

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022



Figures 4: Deux exemples de réservation unique sous une baie technique pour diffusion d'air et passage de câbles – ici surpression de +3 Pa



Figure 5: Réservation dédiée pour le soufflage d'air traité au cœur d'une baie – Passage de câbles avec peigne

Les exigences et recommandations concernant la diffusion en plancher technique sont précisées dans la suite du guide ainsi qu'en annexe (dimensionnement des orifices).

4.4 EXIGENCES

4.4.1 Origines des exigences formulées

Les exigences formulées dans ce chapitre découlent :

- de contraintes de fonctionnement de matériels opérationnels ;
- les limites hautes de vitesse d'air au niveau des zones occupées sont proposées par les principales normes internationales sur le confort thermique, notamment la NF EN ISO 7730 ;
- Les limites basses exigées pour les diffuseurs à déplacement d'air sont recommandées par les fabricants et sont en général peu connues des concepteurs et installateurs.

4.4.2 Plancher technique en salle technique

Les exigences concernant le refroidissement des matériels actifs (locaux techniques et l'ensemble des salles techniques et salles de contrôle) visent la diffusion homogène des flux d'air traités au cœur des équipements (ou à proximité) et répartie dans la salle via le plancher technique servant de plénum de distribution.

Afin de réussir un bon équilibrage des flux dans le plancher d'une salle opérationnelle, le concepteur et exploitant veilleront ensemble à :

- vérifier ou faire vérifier le débit total d'air insufflé (ATA ou CTA) ;
- dénombrer du mieux possible le nombre de dalles perforées et leurs caractéristiques aérauliques ;
- délimiter les réservations pour passage de câbles et passage d'air au plus juste, de section éventuellement modifiable ;
- **reboucher les réservations** dans les dalles débouchant dans des **meubles qui n'ont pas besoin d'être refroidis** (par exemple : Armoires de brassage, certains TD,...) ;
- assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air en périphérie de la salle traitée (problématiques climatique, acoustique, confort, et contraintes liées à la propagation incendie).

L'absence de coordination entre concepteur et équipementier (INS), ainsi que l'absence de vigilance sur les percements des dalles durant la vie du site peut avoir pour conséquence **la forte réduction de la surpression du plancher** et une réduction des débits d'air insufflé au cœur des baies.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4.4.3 Confort thermique des locaux à occupation fréquente

4.4.3.1 Vitesses d'air

La diffusion d'air en ambiance (et dans une moindre mesure les reprises d'air) ne doit pas occasionner de courant d'air excessif pour les occupants des salles avec postes de travail statique permanent. La norme NF EN ISO 7730 recommande une vitesse mesurée au niveau de la zone occupée et sous un débit de brassage nominal inférieure à :

- 0,1 m/s en période hivernale ;
- 0,2 m/s en période estivale, exceptionnellement à 0,3 m/s en période de canicule où les climatisations sont fortement sollicitées.

Certains types de diffuseurs peuvent correspondre à ce besoin spécifique, notamment les diffuseurs à déplacement d'air.

4.4.3.2 Diffuseurs à déplacement d'air

Pour les locaux à occupation fréquente (en dehors des vigies), **dotés de diffuseurs à déplacement d'air au niveau du sol ou des murs**, la limite basse de température de soufflage en période de refroidissement ne sera pas inférieure à **5°C en dessous de la température d'air de la salle**. Par conséquent, pour 24°C en température intérieure, la limite basse est donc fixée à 19°C.

Pour les autres diffuseurs (en effet de plafond, buses murales, grilles linéaires à induction...), la limite basse reste fixée à 12°C mais reste calculable en fonction de la qualité des diffuseurs et de leur portée.



Figure 6: Diffusion mixte Sol/murs à déplacement d'air (source: CRNA Sud-Ouest – Salle de contrôle)

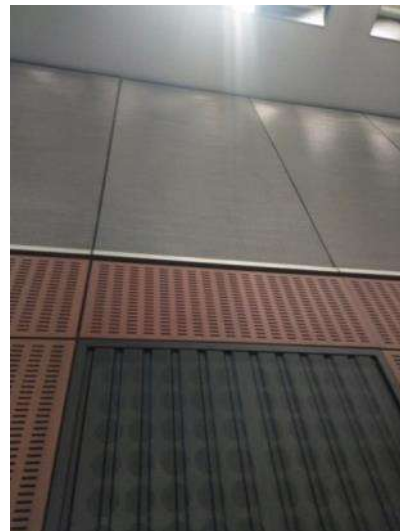


Figure 7: Diffuseurs muraux à déplacement d'air (Source CRNA Sud-Ouest - Salle de contrôle)

4.5 RECOMMANDATIONS

4.5.1 Origines des recommandations formulées

Les recommandations formulées s'appuient à la fois sur les éléments suivants :

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

- des recommandations matérielles par les fournisseurs ;
- les observations du terrain et retours terrains sur des sites de la DGAC donnant satisfaction ;
- les pressions de soufflage sont issues de valeurs couramment rencontrées sur des sites DGAC. Des pressions excessives peuvent dans certains cas engendrer des nuisances sonores évitables ;
- les hauteurs de plénums et podiums recommandées et admissibles sont également issues de retours d'expériences partagés sur de nombreux sites DSNA.

4.5.2 Diffusion d'air traité

4.5.2.1 Plancher technique

Les exigences concernant le refroidissement des matériels actifs (locaux techniques et l'ensemble des salles techniques et salles de contrôle) visent la diffusion homogène des flux d'air traités au cœur des équipements (ou à proximité) et répartie dans la salle via le plancher technique servant de plénum de distribution. Pour assurer cette fonction de répartition des flux dans la salle, une surpression idéalement comprise **entre 3 et 10 Pa** sera prévue et mesurée à réception par l'entreprise et sur consigne du maître d'œuvre. Le débit sera donc **constant** toute l'année et les réservations nécessaires pré-dimensionnées par le concepteur. Ce dimensionnement sera réalisé à partir du nombre prévisionnel de baies fermées et ouvertes dans la salle sur renseignement du maître d'ouvrage.

Le concepteur pourra pour cela s'inspirer des éléments de méthodes indiqués en annexe de ce guide.

4.5.2.2 Allège des vigies

La principale exigence en vigie concerne l'absence de condensation sur les zones froides (simples vitrages en climat froid hivernal) ou refroidies (condensation en face extérieure en climat humide), ce qui privilégie :

- un soufflage le long et vers la paroi vitrée principale (en allège ou imposte) ainsi qu'un positionnement des grilles au droit ;
- une sélection judicieuse des grilles de soufflage avec le meilleur compromis entre le débit linéaire, la portée du diffuseur, un bon taux d'induction, la pression de soufflage, la puissance sonore, et l'absence de vibrations des plasticviews. Une attention sera alors portée quant au taux d'induction minimal à considérer pour éviter un recyclage entre soufflage et reprise en périphérie ;
- des limites inférieures et supérieures en température de soufflage et hygrométrie ambiante adaptées au risque d'apparition de condensation en face intérieure (et extérieure pour l'outre-mer) ;

Pour le dimensionnement de la climatisation de la vigie, il conviendra de prendre en compte une dégradation de la performance certifiée du vitrage évaluée avec un air calme face intérieure sur l'ensemble de la surface. Dans le cas particulier des simples vitrages avec soufflage en allège ou en imposte, une augmentation simultanée de la **conductivité thermique de la façade U_{cw} et du facteur solaire S_{cw}** sera considérée. Celle-ci sera évaluée numériquement par un calcul, ou à défaut par une dégradation de **+20% des deux coefficients**.

En cas de traitement à distance du volume, des pertes forfaitaires devront être considérées et compensées entre la CTA et les grilles de soufflage selon la qualité de l'isolation (minimum 1°C).

Durant les essais, des mesures par sondages du maître d'œuvre ou de son assistant (vitesses d'air, pressions de soufflage et reprise) seront réalisées et conformes. Pour le contrôle des débits soufflés par les grilles linéaires, il sera envisagé à la fois un contrôle des pressions de soufflage, ainsi qu'une mesure des vitesses au fil chaud. Une **vitesse minimale de 3 m/s** est généralement recommandée pour limiter la stratification des températures en été.

Il est enfin recommandé de tester les réseaux de soufflage (ex : pieuvre en vigie) du point de vue étanchéité à l'air avec une **classe A minimale**, tests réalisés par une entreprise qualifiée Qualibat 8721 intervenant en temps qu'AMO.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4.5.2.3 Taux de brassage des vigies et salles de contrôle

En vigie, un soufflage en périphérie le long des vitrages est réalisé pour minimiser les inconforts et réduire le risque de condensation sur les vitres. Les salles de contrôle quant à elles nécessitent une ventilation des équipements toute l'année, ainsi qu'une ambiance homogène.

Il est par conséquent recommandé pour ces salles une régulation en débit nominal **constant** et température variable pour assurer un brassage homogène des températures.

Les besoins étant les plus forts en été pour le rafraîchissement, une réduction automatique et modeste du taux de brassage pour raison énergétique et de confort acoustique reste toutefois autorisée **UNIQUEMENT** si les conditions suivantes sont satisfaites :

- la vitesse ou débit minimal du ventilateur est facilement paramétrable sur GTC ou sur régulateur ;
- la vitesse ou débit minimal **réglable** du ventilateur ne peut être inférieure à 70% du débit nominal ;
- si le risque de condensation sur vitrage de la vigie est totalement exclu ;
- aucun phénomène de stratification des températures ambiantes gênante n'apparaît ;

4.5.3 Reprises d'air

4.5.3.1 Salles techniques et salles de contrôle

Le positionnement des reprises d'air en ambiance dans les grandes salles techniques et de contrôle n'a que peu d'influence sur l'efficacité du refroidissement des équipements. Le positionnement spécifique des reprises d'air sur un plan horizontal n'est en général pas non plus très contraignant. Il est à noter que les températures en salle technique sont généralement régulées sur la reprise d'air des ATA ou CTA en partie haute, là où l'air est le plus chaud. Ces reprises devront toutefois se situer **à plus de 2 m** de hauteur juste au-dessus du plan haut des baies en salle technique et/ou luminaires, avec un accès possible pour la maintenance. Cette température supérieure à l'ambiance permet alors d'améliorer l'échange thermique au niveau des batteries froides.



Figure 8 : Grilles de reprise d'air entre 3 et 3.5 m de hauteur, positionnées en périphérie de salle technique (source CRNA Sud-Est)



Figure 9 : Réseau + grilles de reprise au-dessus des baies (source ST Orly)

Dans le cas des configurations spécifiques à haute efficacité énergétique, il pourra être envisagé une conception de salle de type « allée chaude / allée froide ». Ces configurations courantes en Datacenter permettent de récupérer et confiner l'air chaud (30 à 40°C) en sortie arrière des baies afin améliorer l'efficacité énergétique du système CVC.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022



Figure 10 : Exemple de confinement d'allée chaude à l'arrière des baies

4.5.3.2 Vigie

En vigie, une reprise d'air totale ou partielle sous podium est recommandée pour une récupération à la source des calories des équipements de NA positionnés en périphérie et/ou sous le podium, améliorant ainsi le bilan de l'efficacité de la CTA. Ces grilles seront largement dimensionnées avec une perte de charge minimale. Il est recommandé dans ce cas de prévoir des filtres et porte filtres dans les portes des meubles pour protéger les équipements de la poussière.

Une reprise en plafond est également possible avec comme avantage le fait de pouvoir extraire un air généralement plus chaud qu'au niveau du podium (entre 1 et 2°C selon le taux et l'efficacité du brassage). Toutefois, ceci correspond à un positionnement des CTA au-dessus de la vigie, configuration nécessitant d'autres précautions (accès maintenance / dépose équipement, étanchéité à l'eau et protections en particulier, absence de tuyaux calorifugés obturant la vue...).

4.5.4 Hauteur finie des plénums de soufflage/reprise

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des exigences pour la conception de plénum de soufflage et reprise utilisés à la fois pour le câblage et le refroidissement des équipements. Ces valeurs permettent à la fois des perspectives d'augmentation des volumes de câblage dans les faux-plancher, et la diffusion efficace de l'air directement dans le plancher (gaine ou kit ventilateur intégré dans la hauteur).

Tableau 4: Exigences exprimées en hauteur finie par type de local en cas de plénum ventilé en travaux neuf

Exigences exprimées en hauteur finie par type de local en cas de plénum de diffusion ou reprise d'air		
Désignation des locaux – travaux neuf	Hauteur finie recommandée du plénum de soufflage	Hauteur finie admissible du plénum de soufflage
Sites isolés - Shelter (ILS – VOR – AA - DME)	50 cm	> 30 cm

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Salle technique informatique (<1000 m²) Salle de paramétrage Salle de supervision Salle de contrôle grande approche et CRNA Local Energie Onduleur/chargeur + batteries	65 cm	50 cm
Grande salle technique informatique CRNA (≥1000 m²)	> 2,2 m	> 75 cm

Dans le cas des sites existants fortement contraints, le concepteur cherchera à se rapprocher de ces valeurs.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4.5.5 Synthèse par type de local

Tableau 5: Synthèse des exigences et recommandations en diffusion et reprise d'air par type de local

Désignation des locaux	Type de soufflage exigé		Mode de reprise d'air recommandé	Pression de soufflage diffuseurs recommandée	Vitesse d'air au niveau des occupants
Salle technique informatique	Plénium de distribution via plancher technique		En hauteur >2.2 m	Entre 3 et 10 Pa pour le plancher technique	Sans objet
Local serveur – opérateur	Selon exigences programme	Plancher technique si contrainte de refroidissement par le sol		< 15 Pa	
Salle de paramétrage		Plafond ou mur sinon			
Salle de supervision					
Salle de simulation					
Salle de contrôle	Plénium de distribution en plancher technique + ambiance (déplacement d'air recommandé avec écart de température inférieure à -5°C avec la température salle)		En hauteur >3m au-dessus plénium de plafond perforé	Entre 3 et 10 Pa pour le plancher technique	< 0,1 m/s en hiver ; < 0,2 m/s en été ;
Vigie	Allège vitrages fortement recommandée, imposte sinon		Plénium central sous podium, en périphérie extérieure (meubles + porte filtre) et une à deux grilles au centre du podium	Entre 10 et 35 ⁹ Pa selon modèle diffuseur en débit nominal sans stratification des températures	
Sites isolés (VOR – AA - DME) Local Energie Onduleurs + batteries	Plénium de distribution via plancher technique		En hauteur >2.2m	< 15 Pa Entre 3 et 10 Pa si plancher technique	
Local HTA	Extracteur en ambiance – compensation grille en façade avec porte filtre			-	

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4.6 JUSTIFICATION DE LA PERFORMANCE

4.6.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non sauf si démonstration de performances équivalentes
Existant	La configuration des locaux existants peut limiter dans certain cas la taille, la capacité de soufflage ou la puissance des équipements pouvant être installés, ce qui peut nécessiter une adaptation au cas par cas des recommandations selon le retour d'expérience partagé du service technique (ST) concerné.

Le maître d'œuvre devra toujours justifier pourquoi il n'atteint pas la performance attendue et comment il s'en rapproche le plus possible.

4.6.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci –dessous sont définis les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

Phase	Conditions de diffusion et reprise d'air
Programme	Fiches espaces reprenant les modes de soufflage obligatoires ou conseillés
Esquisse / DIAG	Cohérence entre les emplacements prévus des équipements techniques CVC et l'objectif. Hauteurs utiles des plénums de soufflage et reprise mentionnées Marge au sol pour réseaux (gainés verticale, diffuseurs muraux,...)
APS	Mode de diffusion envisagé ou équivalence proposés Pré-positionnement des ATA et CTA
APD	Implantation des équipements, diffuseurs et grands réseaux Températures et débits de soufflage de chaque ATA et CTA Taux de brassage des grandes salles opérationnelles mentionnés
PRO / DCE	MAJ éléments de l'APD Liste des essais mentionnée et méthode détaillée
AOR	Conformité des essais et systèmes en condition hivernale et estivale selon la période des essais chantiers (Pression de soufflage, reprise et étanchéité à l'air réseau le cas échéant)

⁹ Grilles linéaires en périphérie d'une vigie, soit une vitesse effective entre 3 et 6 m/s – valeur calculée selon les contraintes du projet

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

GPA Absence de défaut important durant l'année

Post-GPA Surveillance régulière de l'installation via GTC avec l'installation des équipements NA

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

5 QUALITE DE L'AIR INTERIEURE ET FILTRATION

5.1 INTRODUCTION

5.1.1 Définition

Ce champ concerne la définition des exigences en matière de qualité d'air intérieur et de filtration de l'air traité insufflé en ambiance pour :

- le refroidissement des équipements opérationnels destinés à la navigation aérienne,
- le traitement d'air des locaux opérationnels occupés.

Concernant les classes de filtration, les exigences et recommandations seront données à titre de compréhension selon l'ancienne EN779 (2012) et la nouvelle norme ISO 16890 (juin 2018).

5.1.2 Champ d'application

Liste des locaux et bâtiments concernés par le champ :

- Salle de contrôle ;
- Salle de simulation ;
- Salle de supervision
- Salle de paramétrage partie baie ;
- Salle technique informatique ;
- Locaux serveurs et opérateurs ;
- Vigie – tour de contrôle ;
- Site isolé pour la navigation aérienne (AA – Radar – Shelter ILS, VOR, DME...) ;
- Local chargeur/onduleur ;
- Local avec batteries.

5.2 BESOINS

La filtration de l'air insufflé pour le refroidissement des matériels actifs devra prendre en compte les besoins suivants par ordre de priorité :

- 1/ les matériels utilisés pour la navigation aérienne ne doivent pas subir d'encrassement ou de dépose de poussières sur les cartes électroniques;
- 2/ la conservation des matériels doit être maximale ce qui nécessite une réduction de l'oxydation des cartes électroniques (action couplée de polluants atmosphériques en zone aéroportuaire et d'humidité de l'air);
- 3/ la filtration des polluants atmosphériques (particules, molécules imbrulées de kérosène, pollens ...) est recommandée pour l'ensemble des travailleurs;
- 4/ une légère surpression du volume (< 10 Pa) et une bonne étanchéité à l'air est nécessaire pour limiter les infiltrations extérieures à travers l'enveloppe.

5.3 CONTRAINTES

5.3.1 Conditions climatiques extérieures et pollution atmosphérique

Le niveau de pollution de l'air extérieure est parfois important en milieu aéroportuaire. Cette pollution (en général NO₂ et dérivés azotés NO_x, SO₂ et sulfures d'hydrogène H₂S) combinée à une humidité de l'air importante peut

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

avoir pour conséquence une augmentation de la corrosivité de l'air préjudiciable pour les composants électroniques des équipements opérationnels.

5.3.2 Configuration des locaux existants en rénovation

La configuration des locaux opérationnels ne facilite pas toujours l'implantation d'unité de filtration d'air performante sur l'air neuf à l'instar des caissons avec cartouches filtres à charbon actif (FAC). De plus, l'ajout a posteriori d'une unité de filtration sur une CTA existante est difficile compte tenu de la nette augmentation des pertes de charge générées par les filtres. La possibilité et l'opportunité d'implantation de filtres dans une CTA existante, ou dans une CTA de préparation d'air neuf centralisée sera alors à étudier par le concepteur lors du remplacement de l'équipement de traitement d'air.

5.3.3 Impact sur la performance énergétique

Le niveau de filtration ne doit pas engendrer de pertes de charge excessives au point d'engendrer des pressions de service élevées sur les ventilateurs des CTA et ATA, entraînant une augmentation de leur puissance sonore et de leur consommation électrique.

Ainsi, il est couramment admis qu'une augmentation de la puissance électrique absorbée d'un ventilateur est évaluée à 2W par m³/s de débit d'air traité et par Pascal de perte de charge sur des équipements récents.

Par exemple, pour un ensemble de pièges à son positionnés à la reprise d'une ATA et dont la perte de charge totale est de 50 Pa pour un débit d'air traité de 7200 m³/h, une puissance absorbée supplémentaire des ventilateurs de +200 W est nécessaire toute l'année.

5.4 EXIGENCES

5.4.1 Origines des exigences formulées

Les exigences évoquées en suivant s'appuient à la fois sur des obligations réglementaires volontairement renforcées, ainsi que la norme NF EN 15251 adaptée aux locaux opérationnels DSNA. Le code du travail mais également la norme NF C-15-100 pour les locaux avec dégagements d'hydrogène.

5.4.2 Performance minimale sur la filtration de l'air neuf

Décret n°84-1093 du 7/12/1984 + circulaire d'application du 9/05/1985¹⁰

La filtration de l'air neuf, lorsqu'elle est nécessaire, sera considérée en règle générale comme satisfaisante si les installations de filtration ont un rendement d'au moins 90% au test gravimétrique, défini par la norme française X 44-012 précitée, soit une filtration **minimale ISO grossier 90%** (ex : classe G4). Pour autant, il sera visé systématiquement pour les installations DGAC d'aller au-delà de ces minimaux réglementaires, par exemple en suivant les recommandations définies en suivant.

5.4.3 Débits de ventilation

5.4.3.1 Débit de ventilation pour les salariés

Les débits de ventilation seront conformes aux exigences minimales du code du travail (Article R321-5-2 abrogé par le décret 2008-244 du 7/3/2008 article 9), soit 25 m³/h par personne pour une occupation moyenne des

¹⁰ Attention : Ces références "Code du travail" datant de 1984/1985 sont des minimas. Les exigences vis-à-vis des matériels opérationnels étant supérieures, le concepteur considèrera les exigences les plus fortes.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

locaux. Il est exigé ici de ne pas descendre au-dessous de **30 m³/h.prs pour les locaux opérationnels occupés**.

5.4.3.2 Débit de ventilation des locaux avec batteries

Les locaux avec batteries répondront aux obligations de la NF C15-100 mars 2007 vis-à-vis du risque explosif lié à l'émission d'hydrogène. L'ensemble des équipements mis en œuvre dans le local doit être conforme à la directive ATEX.

5.4.3.2.1 Locaux avec batteries ouvertes

Débit extraction $Q [m^3/h] = 0,05.N.I$ avec :

N= nombre d'éléments de batteries, I = intensité maxi de charge

Ces éléments d'informations seront fournis par l'équipementier des locaux avec stockage batteries.

5.4.3.2.2 Locaux avec batteries étanches

Débit extraction $Q [m^3/h] = 0,0025.N.I$ avec :

N= nombre d'éléments de batteries, I = intensité maxi de charge

Ces éléments d'informations seront fournis par l'équipementier des locaux avec stockage batteries. Les valeurs calculées sont en général faibles, le renouvellement global de la salle ne sera en **aucun cas inférieur à 0.5 vol/h pour limiter les odeurs de la pièce**.

5.4.4 Suppression des locaux contrôlés en hygrométrie

Une légère surpression **< 10 Pa** est nécessaire pour le contrôle des polluants extérieurs et de l'hygrométrie, y-compris en outre-mer. Les locaux opérationnels en particulier vigie, salle de contrôle et salle technique de blocs techniques doivent par conséquent être soignés du point de vue de l'étanchéité à l'air de leur enveloppe et des nombreux réseaux traversant les parois en périphérie, plancher bas et plafond.

Un objectif d'étanchéité à l'air des locaux, une sensibilisation de la maîtrise d'œuvre ainsi que des entreprises réalisant les travaux, puis un contrôle ciblé à réception de l'enveloppe des locaux et ensuite après pose des équipements NA, réalisé par un opérateur qualifié QUALIBAT 8711, sont exigés.

Dans ce cas, l'objectif de perméabilité à l'air de l'enveloppe et des plénums de chaque local (exprimé sous l'indique n_{50}) doit être fixé par le maître d'œuvre selon les spécificités du projet. Des valeurs sont proposées pour les locaux neufs ou soumis à une rénovation lourde dans le tableau A6.

5.4.5 Etanchéité des réseaux aérauliques

Une bonne étanchéité à l'air des réseaux aérauliques doit être réalisée pour un fonctionnement efficient des installations CVC et des flux distribués. Un objectif de classe d'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation, une sensibilisation de la maîtrise d'œuvre ainsi que des entreprises réalisant les travaux, puis un contrôle à réception de mise en œuvre réalisé par un opérateur qualifié QUALIBAT 8721 et selon le fascicule documentaire FD E51-767 sont exigés pour les réseaux de ventilation et de traitement d'air type DAV ou DAC, soumis à une pression statique de fonctionnement supérieure à +/- 100 Pa. Une **classe A** d'étanchéité à l'air des réseaux selon les normes NF EN 12237 ou NF EN 1507 sera, dans ce cas, considérée comme un minimum.

Une réception et un diagnostic des installations de ventilation seront réalisés à la fois par l'entreprise titulaire du lot en autocontrôle, et par un assistant au MOA indépendant, permettant de vérifier le bon fonctionnement du système ventilation dans son ensemble (protocoles Diagvent ou Effinergie+ lorsqu'il sera adapté aux bâtiments tertiaires) dans le cadre d'une part de grosses réparations ou de gros travaux de rénovation et d'autre part dans les programmes neufs.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

5.5 RECOMMANDATIONS

5.5.1 Origines des recommandations formulées

Les recommandations évoquées en suivant s'appuient à la fois sur la norme NF EN 15251 adaptée aux locaux opérationnels DSNA ainsi qu'à des REX sur différentes installations.

5.5.2 Débit d'air neuf en grand volume

5.5.2.1 Cas des salles techniques et salles de contrôle

Pour les grands volumes à faible densité d'occupation (cas des salles techniques informatiques ou de grandes salles de contrôle), le concepteur pourra s'appuyer sur l'annexe B 1.2 de la norme NF EN 15251 pour le dimensionnement des besoins de ventilation des locaux en air neuf.

Dans le cas particulier des grands volumes, les émissions de polluants liés aux bâtiments (murs, sol, plafond et ameublements) et/ou aux systèmes peuvent être majoritaires face à la pollution liée à l'occupation (bio-effluents). Dans ce cas, le débit de ventilation (noté $Q_{\text{air neuf}}$) des locaux de grand volume pourra être dimensionné par l'ajout :

- du débit de ventilation par personne q_p , fonction de l'effectif normal maximal¹¹ des locaux (ici $q_p = 30 \text{ m}^3/\text{h.prs}$ selon les exigences du guide),
- du débit de ventilation q_B dû aux polluants du bâtiment et des équipements ;

Le débit q_B dû aux polluants du bâtiment sera choisi :

- en **catégorie 1** ($q_B = 0,5 \text{ l/s.m}^2$ soit $1.8 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$) pour les salles de contrôle ;
- en **catégorie 3** ($q_B = 0,3 \text{ l/s.m}^2$ soit $1.08 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$) pour les salles techniques informatique ;

Ex 1 : Salle technique informatique de 450 m^2 de 3,5 m de Hauteur – occupation courante de 5 personnes.

$Q_{\text{air neuf}} = 0,3 \times 3600/1000 \times 450 + 5 \times 30 = 636 \text{ m}^3/\text{h}$ soit un renouvellement d'air neuf recommandé d'environ 0,4 vol/h.

Ex 2 : Salle de contrôle de 250 m^2 de 3,5 m de Hauteur sous plafond claustrât – occupation courante de 10 personnes.

$Q_{\text{air neuf}} = 0,5 \times 3600/1000 \times 250 + 10 \times 30 = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ soit un renouvellement d'air neuf recommandé d'environ 0,86 vol/h.

5.5.2.2 Cas des vigies

En vigie, afin d'éloigner le risque de condensation sur les vitrages de vigie (en particulier en simple vitrage), une insufflation d'air neuf filtré d'environ 0,8 vol/h est recommandée, associée à une prise en compte en conception / rénovation de l'étanchéité à l'air vis-à-vis des locaux adjacents.

¹¹ En général, nombre de poste occupé simultanément.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

5.5.3 Filtration

5.5.3.1 Filtration de l'air neuf en zone aéroportuaire

Pour des raisons de sûreté les CTA d'air neuf centralisant les réseaux d'air neuf seront privilégiées. Les prises d'air neuf seront placées en hauteur, accessible pour nettoyage grille et en zone protégée de type sifflet pour éviter toute intrusion de produits nocifs ou odorants.

L'utilisation de produits conformes à la norme EN13779 est recommandée lorsque la configuration des locaux et des installations existantes le permet. Les solutions en centrale de traitement d'air neuf sont préférables car les principales sources de polluants sont extérieures dans ce cas. La filtration chimique (moléculaire) à charbon actif (FAC) de l'air neuf peut être appliquée en zone aéroportuaire située à proximité directe des aéronefs. Cette norme ne donne pas d'équivalence vis-à-vis de la norme ISO 16890.

Pour les zones polluées, la norme EN13779 recommande au minimum :

- une préfiltration F5 (premier étage **uniquement** si fort empoussièrement) ;
- une filtration F7 à F9 dièdre (à haute efficacité énergétique) ;
- un ensemble de cartouches filtres polluant gazeux charbon actif.

En règle générale si l'encombrement le permet, il est recommandé pour la durée de vie des FAC que l'hygrométrie relative (HR) de l'air filtré soit inférieure à 70%, ce qui nécessite une pose du caisson porte filtres en aval d'une batterie de préchauffage (et déshumidification) le cas échéant.

5.5.3.2 Filtration de l'air recyclé pour les ATA et CTA

Il est recommandé pour les CTA et ATA de fortes capacités (débit de soufflage > 3000 m³/h) de les équiper d'une filtration F5 en base pour le traitement des locaux techniques opérationnels avec matériels informatique et G4 pour les autres locaux (salles énergie).

5.5.3.3 Filtration de l'air insufflé en freecooling direct – cas des sites isolés

Les sites isolés dotés de systèmes intégrant une fonction « Freecooling direct » (type armoire de précision avec option freecooling direct ou insufflateur d'air en façade) permettant des gains de consommation énergétique sur le poste climatisation posséderont un filtre ISO grossier 90% (ou G4) + sonde de filtre colmaté avec renvoi d'alarme sur l'air extérieur insufflé en ambiance ou vers le plancher technique.

5.6 SYNTHÈSE DES EXIGENCES ET RECOMMANDATIONS

Les tableaux suivants regroupent les exigences et recommandations en matière de filtration, surpression et renouvellement d'air.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Tableau 6 : Synthèse des exigences et recommandations en filtration et étanchéité à l'air par type de locaux

Désignation des locaux	Filtration air neuf - air repris recommandée Filtration minimale obligatoire	Filtration air recyclé recommandée	Surpression / Dépression	Etanchéité à l'air enveloppe Objectif recommandé Mesure obligatoire	Etanchéité à l'air réseau Objectif recommandé Mesure obligatoire
Salle technique informatique Local serveur – opérateur (local indépendant) Salle de paramétrage Salle de supervision Salle de contrôle Vigie Salle de simulation	ePM1 55% (ou F7) + FAC au soufflage air neuf ISO grossier 90% (ou G4) sur air neuf ePM10-80% (ou M6) sur air repris si récupération de chaleur	Si ATA ou CTA : ePM1 55% (ou F7) Si unité gainable : ePM10-50% ou M5 sur reprise (filtre plissé)	Surpression de < 10 Pa	$n_{50} < 5 \text{ h}^{-1}$	Classe A
Sites isolés (VOR – AA - DME)	ISO grossier 90% (ou G4) sur air neuf en freecooling direct		Surpression de < 10 Pa pour la salle technique	NC	NC
Local Energie avec batteries Locaux transfo HT	ISO grossier 50% (ou G3) + grilles de compensation avec pare-pluie	ISO grossier 90% (ou G4)	Dépression < 10 Pa		

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Tableau 7 : Synthèse des exigences et recommandations en renouvellement d'air neuf

Désignation des locaux	Débit d'air neuf minimal Valeur recommandée	Débit d'air neuf minimal Valeur exigée	Débit d'extraction minimal Valeur exigée
Salle technique informatique Salle de paramétrage (partie baies si indépendant)	1,08 m³/h.m² + 30 m³/h.prs	30 m³/h.prs	-
Local serveur – opérateur (si local indépendant)	-	-	Min (3 vol/h, 90 m³/h)
Salle de paramétrage (partie occupant) Salle de supervision Salle de contrôle Salle de simulation	1,8 m³/h.m² + 30 m³/h.prs	30 m³/h.prs	-
Vigie	0,8 vol/h	30 m³/h.prs	-
Sites isolés (VOR – AA - DME) Local Energie avec batteries	-	-	Max (0,5 vol/h, débit NF C15-100 si batteries)

5.7 JUSTIFICATION DE LA PERFORMANCE

5.7.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non sauf si démonstration de performances équivalentes
Existant	Sans objet

Le maître d'œuvre devra toujours justifier pourquoi il n'atteint pas la performance attendue et comment il s'en rapproche le plus possible.

5.7.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci-dessous sont définies les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Phase	Qualité de l'air intérieure et filtration
Programme	Fiches espaces reprenant les modes de filtration obligatoires ou conseillés
Esquisse / DIAG	Cohérence entre les emplacements prévus des équipements techniques CVC et l'objectif (prise d'air neuf / filtration). Marge au sol pour réseaux (gainés verticales, diffuseurs muraux,...)
APS	Pré-positionnement des CTA Système de CTA envisagé et filtration prévue en air neuf et recyclage
APD	Températures et débit de soufflage air neuf des CTA Filtration détaillée Étanchéité à l'air enveloppe et réseau mentionnées Implantation des équipements, diffuseurs et grands réseaux
PRO / DCE	MAJ éléments de l'APD Liste des essais mentionnée et méthode détaillée
AOR	Conformité des essais (étanchéité à l'air enveloppe et réseau le cas échéant, pressions et débits pièce par pièce)
GPA	Absence de défaut important ou odeurs durant l'année
Post-GPA	Absence de défaut important ou odeurs durant l'année

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

6 SUPERVISION DES EQUIPEMENTS CVC

6.1 INTRODUCTION

6.1.1 Définition

Ce champ concerne la définition des exigences en matière de Supervision Technique Spécialisée CVC. Cette STS porte de plus en plus le trigramme GTC. Ce chapitre regroupe en particulier les recommandations du point de vue fonctionnel pour la supervision, le contrôle et la gestion à distance des équipements CVC opérationnels. Une supervision est un outil indispensable en particulier sur les installations CVC complexes en matière de redondance et de performance énergétique et afin d'assurer l'objectif essentiel du MCO. Le périmètre de la GTC embarquera les installations CVC domestiques donc connexes aux volumes opérationnels.

6.1.2 Champ d'application

Ce champ concerne la supervision des équipements CVC des CRNA et des GA, notamment :

- les productions (froid, chaud) ;
- les distributions hydraulique et électrique CVC ;
- le traitement d'air des locaux opérationnels occupés ;
- le suivi / exploitation pour la maintenance des équipements CVC opérationnels ;
- le suivi et évaluation de l'efficacité énergétique et performancielle des systèmes de production, distribution et émission pour le traitement d'air.

6.2 BESOINS

L'ensemble des équipements de servitudes opérationnelles CVC doit être supervisé par une GTC comme les autres GTC d'un site opérationnel, la GTC s'interfacera facilement avec la STC (Supervision Technique Centralisée) réalisée à l'aide du progiciel PANORAMA.

6.3 CONTRAINTES

Le fonctionnement général de la GTC doit permettre la commande forcée et à distance des différents équipements CVC. L'arrêt de la GTC ne doit en aucun cas provoquer une défaillance de fonctionnement des éléments supervisés. Ces derniers doivent être en mode de fonctionnement « normal » et chaque fonction de régulation et de commande (internes et externes) doivent être opérationnelle.

6.4 RECOMMANDATIONS

6.4.1 Origines des recommandations formulées

Les recommandations concernant la GTC découlent du document DTI « GTC/STC – Dossier des exigences générales des supervisions » version V2R4 du 6/06/2016, ainsi que de REX et bonnes pratiques de différents sites DSNA.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

6.4.2 Réseau FO GTC

Pour les sites de taille moyenne et grande, l'emploi de la fibre optique sera indispensable et la configuration du réseau dédié GTC sera de type bouclé auto-cicatrisante.

6.4.3 Réserves sur automates programmables

L'entrepreneur et le MOe auront en charge de vérifier et de compléter la liste de points mentionnée au tableau 8 pour rendre le fonctionnement des installations opérationnel. Il est demandé de prévoir des réserves disponibles sur chaque automate de 30% avec un minimum de 6 points en sortie ou entrée analogique et 6 points en entrée ou/et en sortie numérique.

6.4.4 Protocole de communication

Pour l'ensemble des régulateurs et automates programmables, le protocole de communication privilégié sera ouvert de type BacNet / MSTP (IP).

6.4.5 Liste de point / Commande à distance

Il est fourni, à **titre indicatif** un exemple de liste de points à câbler et programmer synthétisée par le tableau 8 sur des matériels présents le cas échéant. Ce tableau ne comprend pas les éventuelles alarmes sur seuils ou données de paramétrage (ex : consigne, limitation d'action utilisateurs, ...).

Tableau 8 : Liste de points GTC et propriétés de lecture/écriture

	Entrée automate		Sortie automate	
	Signalisation (0/1)	Mesure	Commande (0/1)	Téléréglage (0-100%)
ATA ou CTA opérationnelles ou CTA Air neuf ou caisson extracteur				
Interrupteur CTA (arrêt/marche/auto)	X			
Commande humidificateur (arrêt/auto)	X			
Synthèse de défaut CTA	X			
Défaut batterie électrique				
Sonde reprise T/HR (et HS en gr_{vap}/kg_{as})	X			
Sonde ambiance T/HR (et HS en gr_{vap}/kg_{as})	X			
Sonde présence d'eau	X			
Pressostat encrassement des filtres	X			
Sonde présence débit	X			
Sonde de pression de soufflage		X		

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Sonde mesure débit d'air (via pression différentielle sur facteur K)		X		
Sonde T fluide EC/EG amont/aval batteries		X		
Télécommande consigne de Température régulée en ambiance		X		
Horloge pour gestion réduit et dégonflage terminaux			X	
Sondes T/HR (et HS en gr_{vap}/kg_{as}) soufflage		X		
Sondes T/HR (et HS en gr_{vap}/kg_{as}) entre batterie et après échangeur (le cas échéant)		X		
Commande et réglage vitesse ventilateurs [%] ou pression de soufflage [Pa]			X	X
Commande et réglage humidificateur [%] (le cas échéant)			X	X
Synthèse défauts humidificateur (le cas échéant)	X			
Triac Batteries électriques [%]				X
Commande vannes CTA EC/EG et retour de position		X		X
Commande unité(s) extérieure(s) DD			X	
Commande registres d'isolement O/F et RdM	X		X	
Etat M/A des compresseurs et % charge (si unité DD avec variateur) (source carte de COM)	X	X		
Synthèse défaut unité(s) extérieure(s) DD	X			
Compteurs divers (humidificateur/batteries électrique)	X			
Production d'eau glacée ou d'EC				
Synthèse défauts pompes	X			
Commande et % réglage vitesse pompes		X	X	
Synthèse défauts équipements de productions	X			
Commande libération PAC/GEG			X	
Pressostat manque d'eau (et sonde de pression analogique 4-20 mA)	X	X		
Sonde mesure pression statique réseau EC et EG		X		
Sondes T fluide départ/retour GEG et PAC	X			
Sonde extérieure T/HR (et HS en gr_{vap}/kg_{as})		X		
M/A compresseurs GEG et PAC (et % charge si disponible)	X	X	X	

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Temps de marche compresseurs PAC/GEG		X		
Compteur Eau Froide général		X		
Compteur Eau TAR humide ou adiabatique				
Compteur Elec Général CVC		X		
Compteur Elec des principaux équipements (GEG et PAC avec appoints)				
Compteur Elec secours détente directe		X		
Compteur Gaz/fioul – Chaufferie (+ Temps de fonctionnement chaudières)		X		
Compteurs d'énergie hydraulique des productions (kW instantané et kWh)		X		
Temps de fonctionnement des chaudières électriques (secours/appoints)		X		
Compteurs d'énergie hydraulique consommée + débit/Delta T (CTA, ATA) (kW instantané et kWh)		X		
Synthèse défaut communications équipement	X			

Les informations des différentes sondes de supervisions ou équipements commandés sont alors disponibles pour chaque équipement comme illustré par les Figure 11 et Figure 12.

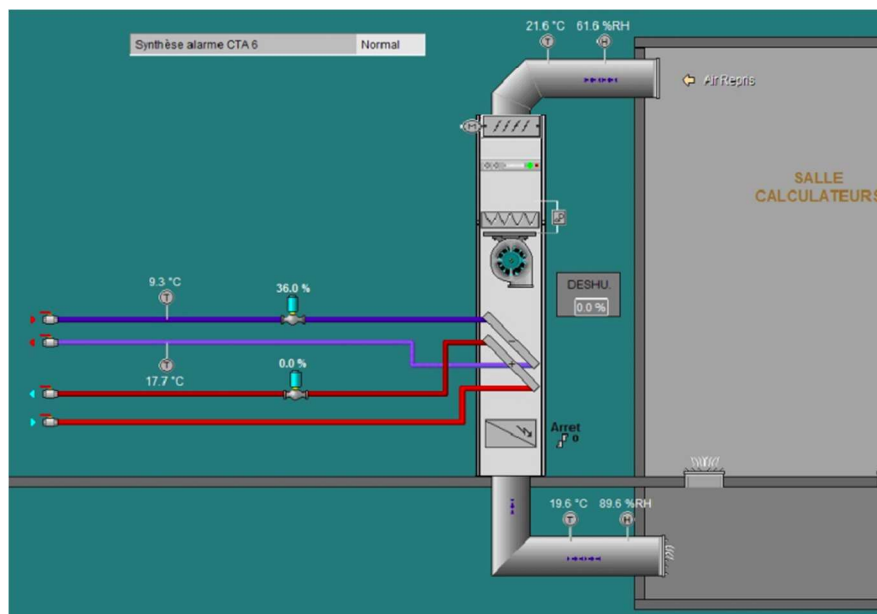


Figure 11: Illustration de la supervision locale d'une ATA sur GTC

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

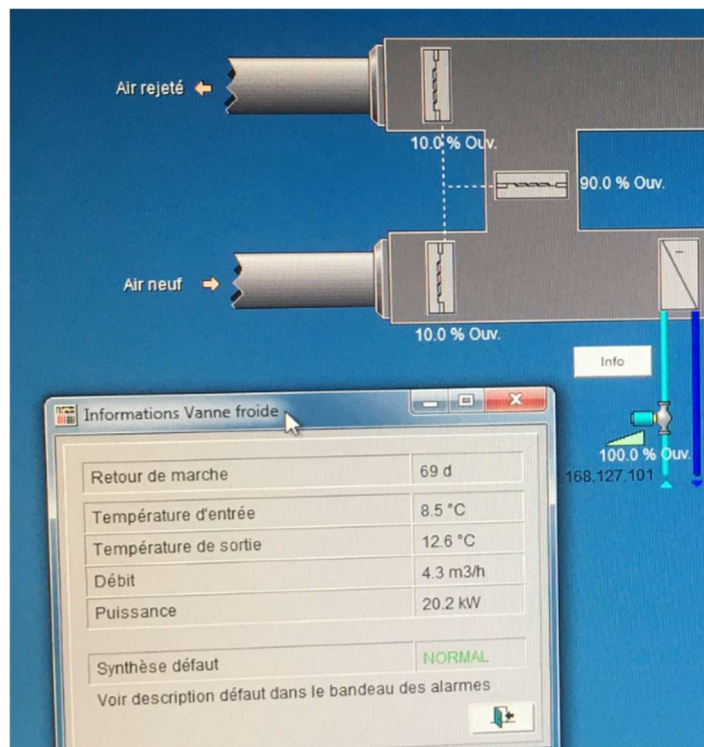


Figure 12: Informations sur état vannes de régulation EG sur CTA

6.5 JUSTIFICATION DE PRISE EN COMPTE DU BESOIN

6.5.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non
Existant	Non pour les grandes approches

6.5.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci-dessous sont définies les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

Phase	Supervision des équipements CVC
Programme	Mentionner la présence d'une GTC CVC (le cas échéant)
Esquisse / DIAG	
APS	Principes et communication réseau GTC envisagés

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

APD Protocole prévu
 Liste des points GTC CVC
 Automates communicants, Sondes et Analyse fonctionnelle de principe

PRO / DCE MAJ éléments de l'APD
 Liste des essais mentionnée et méthode détaillée

AOR Conformité des essais GTC et imagerie

GPA Absence de défaut important durant l'année

Post-GPA Evolution des besoins avec contrat de maintenance GTC

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7 SECURITE DES INSTALLATIONS ET GESTION DE LA REDONDANCE

7.1 INTRODUCTION

7.1.1 Définition : Redondance en traitement d'air

Les équipements CVC concernés par le chapitre « Gestion de la redondance » sont destinés aux locaux opérationnels de la DSNA. La redondance des équipements CVC consiste exceptionnellement à doubler d'une part des équipements de traitement d'air et d'autre part des fonctionnalités comme la production (froid et chaud) afin d'assurer à la fois :

- une disponibilité maximale en cas de panne d'un composant ;
- une maintenance faite à chaud (sans interruption de service).

7.1.1.1 Architecture

La redondance évoquée ci-dessous est totale. En CVC opérationnelle elle doit toutefois rester **exceptionnelle** car les installations sont calculées pour des conditions climatiques peu fréquentes. Les coûts de gestion des équipements CVC (RH et matériels) étant dans ce cas importants, il conviendra de rechercher une redondance partielle le cas échéant.

7.1.1.1.1 Redondance sans point nodal

Une architecture sans point nodal signifie que l'on dispose de deux réseaux physiquement indépendants (production - distribution - émission) de puissance égale pour alimenter une cible de façon autonome. Chaque réseau dispose de N équipement(s) d'une puissance fractionnée de la puissance maximale nécessaire au traitement du local. Il va de soi que l'alimentation électrique est également répartie sur deux réseaux secourus indépendants.

7.1.1.1.2 Redondance avec points nodaux

Distribution hydraulique unique

Un bon niveau de sécurité peut être envisagé dans certains cas avec une distribution hydraulique unique via deux circulateurs indépendants reliant une production redondante et alimentant N+1 équipements d'une puissance fractionnée de la puissance maximale pour alimenter la cible.

Distribution aéraulique unique

Un bon niveau de sécurité peut être également envisagé avec une unique distribution aéraulique de l'air d'un local traité à distance (ex : une gaine de soufflage et une gaine de reprise pour 2 CTA). Le seul risque concerne alors l'éventuelle présence de CCF qu'il conviendra de correctement maintenir.

Emetteurs imbriqués

On entend par émetteur imbriqué un système comprenant deux batteries froides reliée à deux productions EG + DD distinctes (ex : CTA avec 2, 3... batteries, ATA double batteries). Le choix d'émetteur imbriqué permet un gain de place appréciable, mais est générateur de pertes de charges, et donc bruit à traiter, ce qui impacte la performance énergétique de l'ensemble. Les points nodaux concernent dans ce cas le ventilateur et l'automate de gestion des deux systèmes co-existants.

7.1.1.2 Illustration

Exemple n°1 : Salle technique informatique – Besoin frigorifique maximal = 90 kWfr

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Configuration sans point nodal : 2 ATA sur EG de 45 kWfr et 2 ATA DD de 45 kWfr en secours

Configuration avec point nodal hydraulique : 3 ATA sur EG de 45 kWfr alimentées par 2 groupes d'eau glacée >90 kW avec leur kit hydraulique respectif via un seul réseau hydraulique

Configuration avec émetteurs imbriqués : 3 ATA double batteries EG / DD de 45 kWfr alimentée par 1 groupe d'eau glacée de 90 kWfr et 3 aérocondenseurs fonctionnants en détente directe.

Exemple n°2 : Vigie – Besoin frigorifique maximal = 35 kWfr

Configuration avec un point nodal aéraulique : 1 CTA EG de 35 kWfr et 1 CTA DD de 35 kWfr en secours – 1 gaine de soufflage vers réseau en allège vitrages, et une gaine de reprise sous podium ;

Configuration avec deux points nodaux hydrauliques et aérauliques : 2 CTA EG de 35 kWfr alimentées par 2 groupes d'eau glacée de 35 kW avec leur kit hydraulique respectif via un seul réseau hydraulique – 1 gaine de soufflage vers réseau en allège vitrages, et une gaine de reprise sous podium ;

Configuration avec émetteurs imbriqués et un point nodal aéraulique : 1 CTA double batteries EG / DD de 35 kWfr alimentée par 1 groupe d'eau glacée de 35 kWfr et 1 aérocondenseurs fonctionnants en détente directe – 1 gaine de soufflage vers réseau en allège vitrages, et une gaine de reprise sous podium ;

7.1.2 Champ d'application

Liste des locaux et bâtiments concernés par le champ.

- Salle de contrôle de CRNA ;
- Salle des UC de supervision si contraintes thermiques importantes ;
- Salle technique ;
- Locaux serveur/opérateurs ;
- Vigie – tour de contrôle ;
- Sites isolés pour la navigation aérienne (AA – Radar – Shelter ILS, VOR, DME...) si contraintes thermiques importantes ;

7.2 BESOINS

Le but est d'assurer le MCO des servitudes opérationnelles et les conditions d'exercice des locaux de contrôle principalement au niveau du refroidissement. En effet, entre chauffage et refroidissement, la fonctionnalité primordiale est habituellement le refroidissement des équipements qui assurent les process d'aide à la Navigation Aérienne. Les process de climatisation ne sont toutefois pas soumis à la même sensibilité en cas de coupure que dans le cas des équipements NA. Une coupure de quelques minutes peut survenir sans heurt pour les installations, c'est pourquoi ceux-ci sont alimentés en courant secours.

La redondance doit également s'appliquer systématiquement au niveau de la production des énergies frigorifiques centralisées de forte puissance qui ne permet pas de coupure prolongée.

Il s'agit en général de trouver le bon compromis entre :

- installation simple avec un ou plusieurs points nodaux,
- et installation complexe à construire et à exploiter au cours de sa vie.

Les conclusions de l'étude de sureté, la prise en compte des dispositions spatiales nécessaires, et les conséquences financières inhérentes seront alors **prises en compte dans le programme de l'opération**.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7.3 CONTRAINTES

7.3.1 Contraintes de configuration des locaux

Limitations de la configuration des locaux existants (en particulier en tour de contrôle) empêchant le doublement des installations d'émission ou de production. Dans ce cas, l'utilisation d'émetteurs imbriqués peut apparaître nécessaire ou encore l'utilisation d'une émission de secours de type DD en ambiance.

7.3.2 Contraintes RH et financière

Une étude impartiale doit définir l'opportunité de mettre en œuvre de la redondance en matière de CVC. L'impact RH et financier pèse en phases d'installation, de tests et d'exploitation. Contrairement à l'énergie électrique HQ opérationnelle, l'activité en CVC-opérationnel n'a pas un effet immédiat sur le bon écoulement du trafic aérien.

7.3.3 Contraintes d'exploitation

L'installation doit d'une part rester simple dans son fonctionnement, sa maintenance et doit d'autre part laisser un accès facilité à l'ensemble des organes (filtres, vannes de régulation, vannes d'isolement et d'équilibrage, réseaux visitables) notamment en vue d'un changement de matériel. Ceci implique des configurations spatiales des locaux techniques CVC généreuses ainsi que des accès indépendants pour le mainteneur ou le service technique. **Ces locaux techniques CVC dédiés seront alors mentionnés au programme de l'opération définissant leurs besoins spécifiques** (dénomination, volumétrie, sécurité d'accès, localisation). Deux exemples sont fournis dans rubrique « maintenance » de ce guide, ainsi que des recommandations sur leur surface minimale en annexe (Tableau 11).

7.4 EXIGENCES

7.4.1 Origines des exigences formulées

Les exigences formulées s'appuient sur la prévention de tout risque de coupure prolongée tant du côté des systèmes de refroidissement qu'au niveau des systèmes opérationnels NA.

7.4.2 Cohabitation équipements NA et fluides

L'implantation d'émetteurs de climatisation et de chauffage connectés à différents réseaux fluides (principalement eau sous pression, Eau pluviale (EP) et condensats) ne doivent engendrer aucun risque de détérioration des équipements NA ni tomber sur des positions de contrôle, des baies techniques et des tableaux électriques. L'installation de ces émetteurs et leurs réseaux au-dessus d'équipements NA est donc à éviter.

Toutefois, lorsqu'il n'est pas possible de faire autrement, systématiquement une précaution de limitation du risque sera employée pour éviter une chute d'eau sur un équipement actif opérationnel ou de support opérationnel.

Exemples : bac de rétention, cloisonnement, détecteur d'eau, décaissé de la dalle en plancher technique avec évacuation en cas de fuite, etc...

En principe, ces réseaux de fluides seront alors :

- les plus courts possibles ;
- apparents pour les liaisons verticales et horizontales, et facilement accessibles pour constater l'absence de vieillissement du calorifuge et absence de fuites,

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

- leurs organes de régulation et d'isolement seront facilement accessibles et leur calorifuge particulièrement soigné.

7.4.3 Architecture en projet neuf

Pour assurer le MCO des équipements CVC on mettra en œuvre, a minima une architecture systématique comportant N+1 équipements d'une puissance fractionnée de la puissance maximale pour alimenter la cible.

7.4.4 Climatisation amovible secours ultime

Les shelter et autres sites isolés, tout comme certaines salles techniques de moins de 150 m² devront posséder au minimum un orifice permettant l'évacuation d'air chaud sortie de condenseur et condensats issue d'un équipement de climatisation mobile utilisé en ultime secours ou lors de travaux de climatisation.



Figure 13 : Climatiseur mobil et trappe obturable étanche vers l'extérieur type Zag

7.4.5 Alimentation hydraulique secours locale

Concernant les installations hydrauliques sensibles, le concepteur spécifiera dans ses prescriptions l'installation de piquages avec vannes d'isolement eau glacée calorifugées **en attente**. Celles-ci permettront l'alimentation des équipements de traitement d'air par groupe d'eau glacée de location de secours utilisables en chantier en cas de travaux ultérieurs sur la distribution hydraulique ou d'une production en panne. Une alimentation électrique en attente doit dans ce cas être prévue.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Ex : Piquages avec vannes d'isolement pour alimentation location à proximité :

- des productions d'eau glacée côté évaporateur;
- au primaire des échangeurs à plaques EG opérationnelles ;
- en pied de fût de TWR si la production est centralisée ;
- à proximité du réseau hydraulique CTA et ATA pour les salles techniques (alimentation déportée vers l'extérieur à proximité de la zone de livraison du groupe de secours) ;

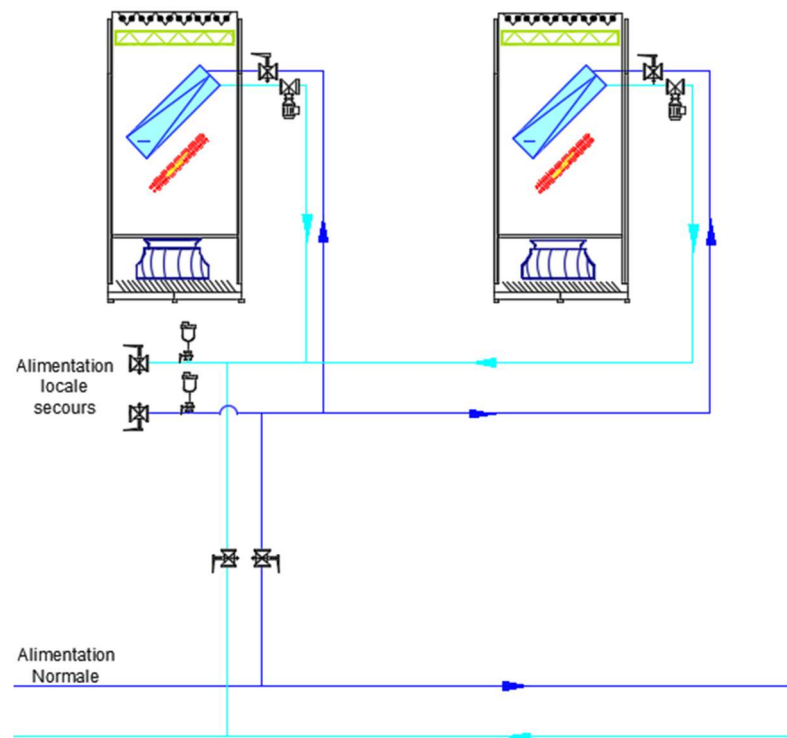


Figure 14: Alimentation locale de secours EG pour 2 armoires de climatisation

7.4.6 Surveillance de la pression des réseaux hydrauliques

Une surveillance de la pression statique (pressostat numérique + pressostat manque d'eau) des réseaux opérationnels sera réalisée, en particulier pour les productions situées en extérieur et au dernier niveau d'un bâtiment, et pour les IGH.

7.4.7 Sécurisation des équipements

Les équipements et réseaux CVC (tubes, échangeurs, batteries) devront être protégés vis-à-vis du risque de prise en glace de l'eau des productions d'eau glacée, au moyen :

- d'un traitement glycol du réseau positionné en extérieur ou d'un traçage électrique du réseau ;
- de cyclage pompes pour des températures extérieures inférieures à 3°C ;
- dégommage hebdomadaire et automatique des vannes 2 voies (dégrippage);

Tous défauts du bon fonctionnement des protections antigel seront remontés sur GTC via une alarme.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7.4.8 Commande locale manuelle et automatisme

Une redondance des appareils doit permettre de s'affranchir de pannes. Ainsi, le basculement d'un système sur l'autre doit être automatique. Une commande locale manuelle doit toutefois être possible.

7.4.9 Réseau hydraulique change Over et vigie

Economiques, les réseaux hydrauliques et réversibles (EC/EG) dits – « Change-over » sont couramment rencontrés en secteurs tertiaires pour traiter des locaux en chauffage et refroidissement.

En raison de ces spécificités (fort taux de vitrage), les vigies sont en général :

- chauffées tard dans la saison (y-compris lors de matinées fraîches l'été),
- refroidies l'hiver par temps froid et ensoleillé.

La bascule entre période de chauffage et période de refroidissement est alors rapide au lever du soleil (en général, entre 10 à 20 min), et nécessite des équipements et un réseau de traitement d'air sans inertie. **Ceci est donc incompatible avec le fonctionnement d'une PAC réversible** qui lui dure plusieurs heures et ne supporte pas des changements de mode quotidien sur du long terme.

Par conséquent, seuls seront envisagés :

- des UTA 4 tubes ;
- des UTA 2 tubes complétés d'une batterie électrique ;
- des UTA fonctionnant en détente directe **réversible automatiquement** (type mono-split/bi-split ou équipements DRV/VRV 3 tubes¹² pour de plus grandes vigies).

7.4.10 Thermostat de sécurité pour CTA avec batterie électrique

Pour des questions de sécurité, les CTA des salles d'approche et salle de contrôle, ainsi que les CTA/UTA de vigies équipées d'une batterie électrique seront dotées d'un thermostat de sécurité (température réglable) en gaine en complément des thermostats montés sur batterie afin de couper l'alimentation des batteries en cas de surchauffe. Tout déclenchement sera visible sur un voyant lumineux du tableau divisionnaire et sur supervision le cas échéant.



Figure 15: Exemple de thermostat de sécurité - surchauffe

¹² En vigie, une installation non réversible automatiquement en VRV 2 tubes n'est pas recommandée

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7.5 RECOMMANDATIONS

7.5.1 Origines des recommandations formulées

Les schémas proposés ci-dessous sont des exemples à adapter selon les REX et les caractéristiques locales selon les évolutions technologiques et réglementaires.

7.5.2 Production centralisée d'eau glacée en cascade

Les productions d'eau glacée ne devront pas être assurées par un seul équipement de forte puissance en raison des contraintes de maintenance des installations, de continuité de service, de variation des besoins de refroidissement entre l'été et l'hiver. Une gestion de 2 ou plusieurs GEG en cascade sera nécessaire dans ce cas, eux-mêmes possédant un minimum de 2 circuits / 2 condenseurs pour les groupes Air-eau ainsi qu'une bache tampon intégrée.

Les groupes sont alors reliés à une bouteille de découplage hydraulique comme illustré par la Figure 16.

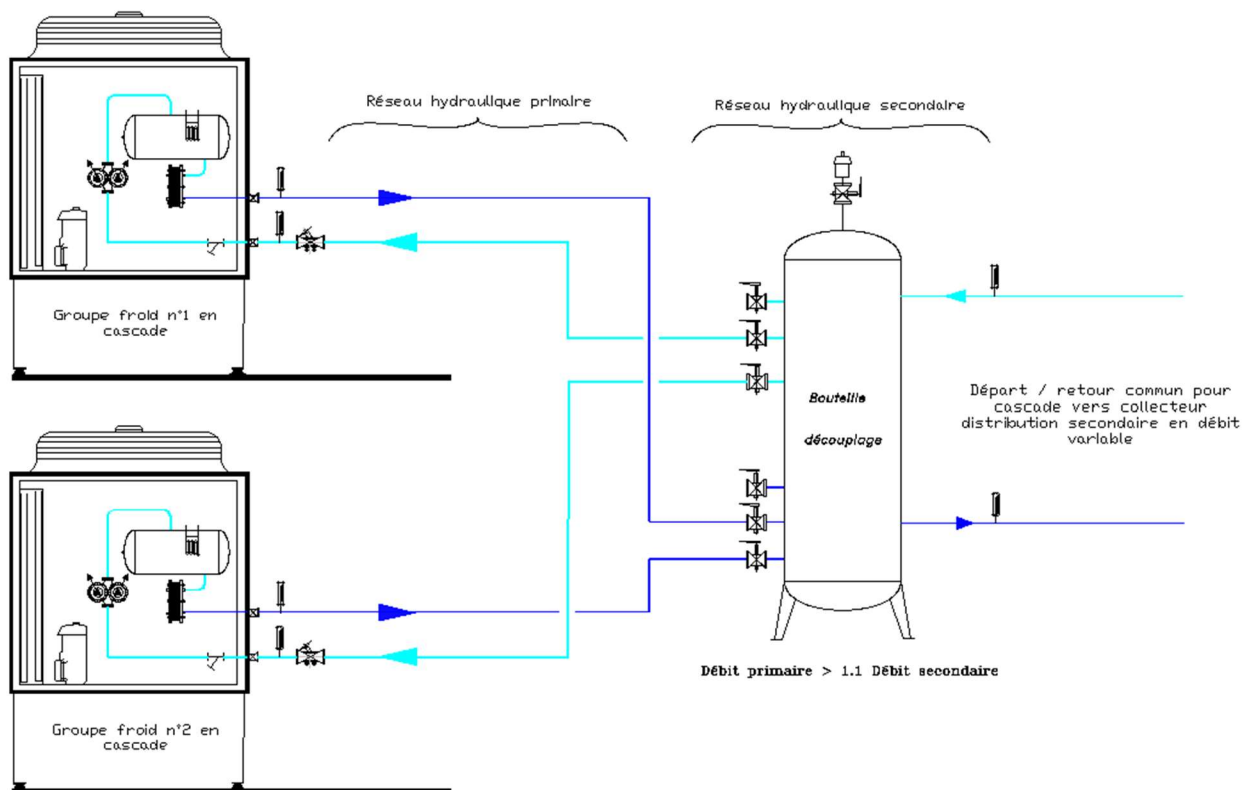


Figure 16: Schéma de principe d'une cascade de deux groupes d'eau glacée – évolution à 3 possible

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022



Figure 17 : Conception d'une bouteille de découplage hydraulique pour la connexion de 2 groupes d'eau glacée avec une attente (SNA Sud-Ouest - Mérignac)

En cas d'installation plus importante, plusieurs groupes Air-eau ou eau-eau sont alors reliés entre eux à un grand collecteur avec découplage hydraulique comme illustré par la Figure 18. Un compteur d'énergie/puissance au secondaire est alors nécessaire pour la gestion de la cascade de puissance.

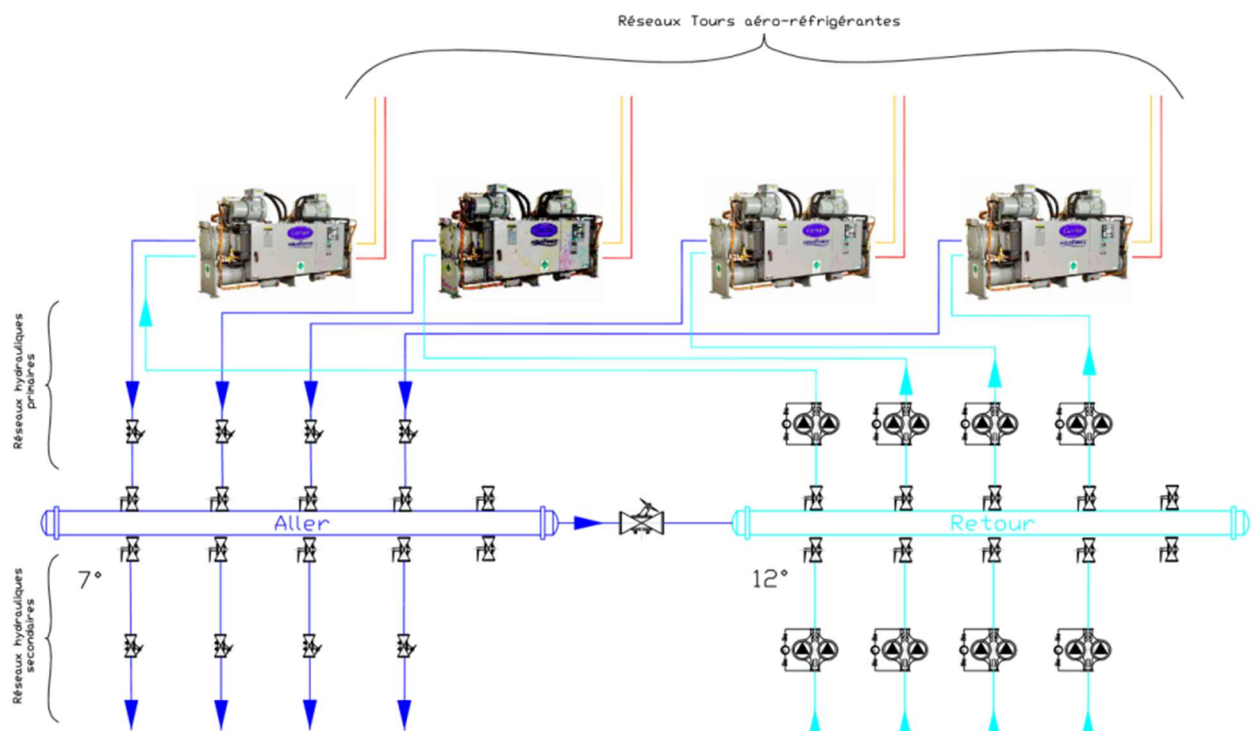


Figure 18: Schéma de principe d'une cascade de $n \geq 4$ groupes d'eau glacée

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7.5.3 Traitement des locaux opérationnels par EG

Pour limiter l'emploi systématique des équipements en détente directe lorsqu'un site dispose d'une production centralisée d'EG, il est recommandé de raccorder tout nouvel équipement de climatisation au réseau d'eau glacée existant si le réseau et la production le permettent.

Les installations de refroidissement de radar, d'Antenne Avancée de taille importante, des blocs techniques de GA et de CRNA utiliseront de préférence une production d'eau glacée performante en mode normal, et si l'étude impartiale le définit des émetteurs indépendants fonctionnant en détente directe en secours.

Si ce type de redondance n'est pas possible à mettre en œuvre par manque de place, on cherchera une solution imbriquée de type double batteries (EG et DD).

7.5.4 Séparation des circuits eau glacée

Pour limiter tout risque de fuite ou variation de pression dans une installation, il est également recommandé de séparer les réseaux d'eau glacée desservant les locaux opérationnels des locaux non opérationnels (autrement appelés réseaux « confort » ou « domestique ») à l'aide d'un échangeur à plaques comme illustré par la Figure 19.

Pour certains IGH, selon la pression statique atteinte par le réseau d'eau glacée au point bas, il peut être également judicieux de séparer le réseau opérationnel de la tour pour éviter tout excès de pression sur l'ensemble de l'installation.

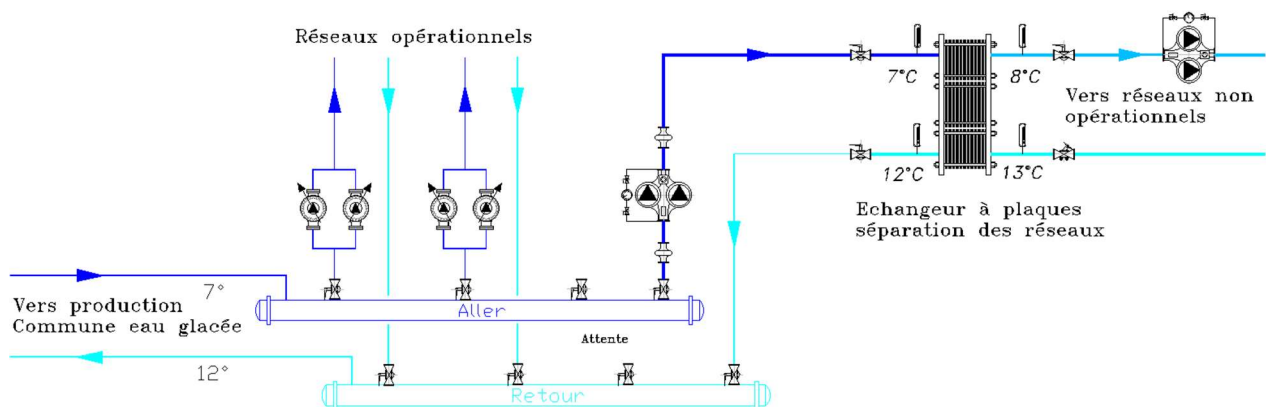


Figure 19: Principe de séparation des réseaux opérationnels / non opérationnels par échangeur

7.5.5 Stockage latent (cas CRNA)

Le Stockage Latent (STL) est une technologie permettant d'emmagasiner le froid produit par les groupes d'eau glacée dans des nœuds. Cette accumulation d'énergie a lieu principalement la nuit lorsque la demande en froid est moindre, cette dernière est restituée en cas de panne du système de production d'eau glacée en tant que secours temporaire, ou encore pour l'écrêtement des pointes de puissance en journée. C'est notamment le cas pour certains sites de taille importante de la DGAC auxquels il est recommandé de faire appel (type CRNA) à un STL.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

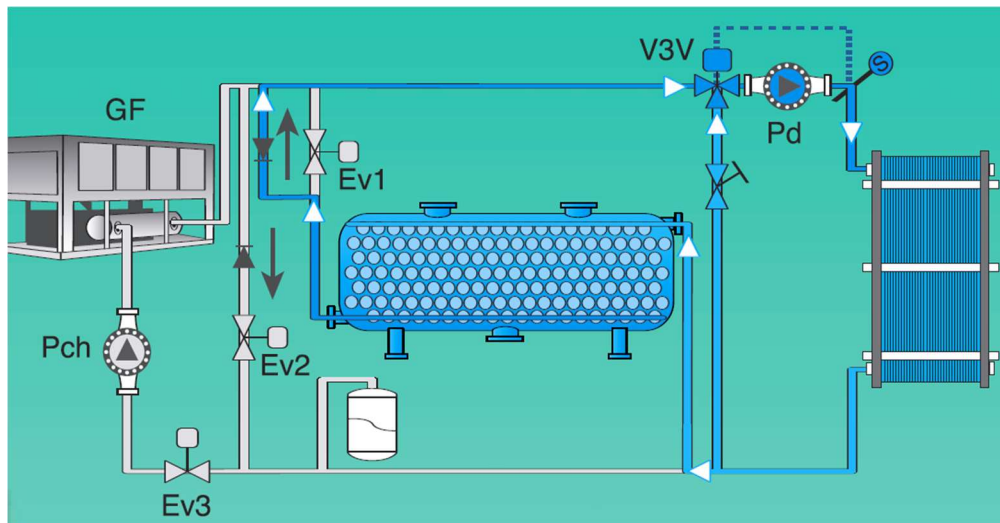


Figure 20: Stockage latent (SLT) utilisé en secours - ou écrêtage de pointe - Source CIAT - Cristopia

7.5.6 Exemples de gestion de redondance par type de locaux

L'annexe 8 présente différents traitements de refroidissement redondants de locaux opérationnels ainsi que leurs avantages et inconvénients, à travers les cas de :

- Vigie en Annexe 8.1
- Salle de contrôle IFR et salle technique en Annexe 8.2
- Salle de contrôle et salle technique de CRNA en Annexe 8.3
- Salle technique de site isolé en Annexe 8.4
- Locaux de stockage batteries ouvertes en Annexe 8.5
- Locaux HTA avec transformateur en Annexe 8.6

7.6 JUSTIFICATION DE PRISE EN COMPTE DU BESOIN

7.6.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non
Existant	Non pour les grandes approches

7.6.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci-dessous sont définies les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

Phase	Sécurité des installations et gestion de la redondance
Programme	Fiches espaces reprenant les obligations de redondance strictement nécessaires

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Esquisse / DIAG Si DIAG (site existant) analyse sécurité des installations du site et redondance

APS Systèmes CVC proposés et principes de redondance

APD Implantation des équipements

PRO / DCE MAJ éléments de l'APD
Liste des essais mentionnée et méthode détaillée

AOR Conformité des essais de bascule en cas de défaut (manuel ou automatique)

GPA Absence de défaut important durant l'année

Post-GPA Tests réguliers des équipements de secours

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8 ALIMENTATION ELECTRIQUE DES INSTALLATIONS CVC

8.1 INTRODUCTION

Il convient de noter que la DSNA est une direction qui assure des missions opérationnelles et l'énergie est vitale pour assurer le service de navigation aérienne dans les conditions de sécurité requises.

Les équipements CVC pour réaliser d'une part la rénovation des installations de la DSNA et d'autre part pour effectuer des constructions neuves seront choisis pour leur performance énergétique en fonction de la réglementation en vigueur dans leur contexte de fonctionnement opérationnel spécifique de sécurité aérienne.

8.1.1 Définition des réseaux électriques secourus et HQ

Les réseaux électriques secourus par GE au contraire des réseaux domestiques et ICA sont couramment appelés :

- ANA = Réseau Aide à la Navigation Aérienne (secouru par G),
- SEC = Secouru,
- SD = Secours Différé,
- RNP = Réseau Non Prioritaire.

En temps normal, les réseaux secourus sont alimentés par le réseau commercial (fourni directement par ENEDIS ou via les installations du gestionnaire de la plate-forme) et en cas de défaillance du réseau ENEDIS ou de fonctionnement en secours inversé (LVP) ou pour des essais de groupe électrogène (GE), les réseaux secourus sont alimentés par un GE, ce qui induit une coupure électrique le temps de transférer la charge.

Les systèmes et les process CVC, qui ne supportent pas les micro-coupures ou sur/sous-tensions électriques trop fréquentes, sont alimentés en énergie Haute Qualité (HQ). Les réseaux HQ sont appelés également :

- SC = Sans Coupure,
- RP = Réseau Prioritaire,
- Ondulé = en aval d'une ASI,
- Continu = en aval d'un chargeur-batterie ou d'un convertisseur alimenté par un réseau SC.

8.1.2 Champ d'application

Concerne l'alimentation des servitudes opérationnelles CVC en cas de difficultés reconnues d'instabilités ou pannes matériels en lien avec la qualité du réseau électrique, et en particulier pour les locaux et bâtiments suivants :

- Salle de contrôle de CRNA ;
- Salle des UC de supervision si contraintes thermiques importantes ;
- Salle technique ;
- Locaux serveur/opérateurs ;
- Vigie – tour de contrôle ;
- Sites isolés pour la navigation aérienne (AA – Radar – Shelter ILS, VOR, DME...) si contraintes thermiques importantes ;

8.2 BESOINS

En process de climatisation, les coupures électriques sont possibles mais sur une durée limitée de quelques minutes à quelques dizaines de minutes selon les dissipations thermiques des machines à refroidir. Ainsi, les systèmes seront alimentés en énergie secourue et non SC.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.3 CONTRAINTES

Il y a lieu de répartir si possible les équipements CVC sur des TGBT de réseaux distincts en cas de panne d'un transformateur HT.

8.4 EXIGENCES

8.4.1 Origines des exigences formulées

Ces exigences découlent de règles de sécurité électrique pour des installations opérationnelles situées sur de GA et reprennent en explicitant les spécifications du SPEC 20 DTI.

8.4.2 Alimentation secourue

Dans ce guide, on considère que les équipements CVC pour les servitudes opérationnelles doivent être alimentés essentiellement par des réseaux électriques secourus et que les automatismes de gestion CVC le soit par des réseaux HQ.

Les équipements CVC doivent pouvoir supporter des coupures d'exploitation et redémarrer automatiquement sans intervention humaine et sans réduire la durée de vie des éléments.

Dans la mesure du possible, les points nodaux dans la distribution électrique seront bannis afin qu'une coupure électrique accidentelle ou programmée n'ait pas d'incidence directe sur le trafic aérien.

Les tableaux électriques qui alimentent les équipements CVC pour des servitudes opérationnelles doivent être conformes aux SPEC 20° et répondre aux critères suivants.

- Les appareillages électriques seront débroschables ou/et alimentés par des répartiteurs Multiclip ou équivalent selon le calibre ;
- la distribution électrique devra être sélective afin que ce soit la protection électrique la plus proche du défaut qui déclenche et elle seule. Pour cela et pour uniformiser le lot de rechange, le catalogue Schneider sera privilégié ;
- les fusibles seront bannis au profit des disjoncteurs ;
- une centrale de mesure équipera chaque tableau et permettra le comptage de l'énergie et sera communicante.

Point de vigilance :

La mise en place d'un onduleur spécifique ou réseau ondulé pour automate ou régulateur doit être réalisée **avec prudence et en concertation avec tous les fournisseurs de matériel CVC du site** (production, CTA, ATA), ceci afin de **vérifier que la chaîne de sécurité de l'équipement n'est pas impactée, notamment en cas de perte de tension sur la partie « puissance »**. En effet dans certains cas, si l'automate reste alimenté mais que ses organes ne le sont plus, ceci peut entraîner un défaut grave nécessitant un **réarmement manuel de l'équipement**.

Pour beaucoup de matériels, il est alors **nécessaire** d'ajouter un **relayage temporisé spécifique** de « présence tension sur réseau puissance » relié au marche/arrêt à distance de l'automate/régulateur. Cette pratique peut être également envisagée même en absence d'alimentation HQ pour limiter les impacts liés aux micro-coupures.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.5 RECOMMANDATIONS

8.5.1 Origines des exigences formulées

Ces exigences découlent de règles de sécurité électrique pour des installations opérationnelles situées sur de GA et reprennent en explicitant les spécifications du SPEC 20 DTI.

8.5.2 Répartition des réseaux

Conformément au schéma à l'annexe 7, les servitudes opérationnelles CVC seront alimentées par des réseaux électriques secourus. Les API de gestion, de cascade et de GTC pourront dans certains cas être alimentées par des réseaux électriques HQ dédié CVC (ASI locale ou à proximité).

Les gros consommateurs électriques comme les groupes froids seront raccordés et ventilés directement depuis les TGBT-ANA-1 et TGBT-ANA-2.

Attention : Les régulateurs de systèmes de production, de CTA, et autres automates programmables alimentés par un réseau HQ prendront **obligatoirement** en compte les possibles coupures de courant sur la partie puissance sans déclencher de défauts bloquants (par exemple, via un relais de contrôle présence tension relié aux régulateurs et temporisation dédiée). Cette compatibilité devra être vérifiée obligatoirement avec chaque constructeur d'équipement.

Par zone technique, ou par sous-station ou par local technique CVC on mettra en œuvre :

- 2 tableaux électriques ANA TD-CVC pour ventiler les organes doublés comme les pompes, les CTA, ...
- 1 tableau électrique auxiliaire ANA équipé d'un Inverseur de source (IS) raccordé aux TGBT-ANA-1 et TGBT-ANA-2 pour alimenter les organes CVC communs peu consommateurs.

8.6 JUSTIFICATION DE PRISE EN COMPTE DU BESOIN

8.6.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non
Existant	Non pour les grandes approches

8.6.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci-dessous sont définis les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

Phase	Alimentation électrique des installations CVC
Programme	Mentionner la présence de deux réseaux ANA et la nécessité de répartir ou non les équipements sur ces réseaux Spécificité en câblerie à mentionner au programme (CR1, Absence d'Halogène, etc.) Mentionner les besoins en termes de supervision Elec des équipements CVC

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Esquisse / DIAG

APS Prendre en compte les SPEC 20

APD Principe d'alimentation retenu
Câblerie prévue (si spécifique)
Supervision Elec (le cas échéant)

PRO / DCE MAJ éléments de l'APD
Liste des essais mentionnée et méthode détaillée

AOR Conformité des essais électriques

GPA Absence de défaut important durant l'année

Post-GPA

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9 MAINTENANCE DES INSTALLATIONS CVC

9.1 INTRODUCTION

Ce chapitre regroupe les principales exigences et recommandations techniques permettant de faciliter et fiabiliser les opérations de maintenance des installations CVC, avec pour objectif de :

- fiabiliser les performances (énergétiques et environnementales) des équipements et réseaux CVC ;
- prolonger leur durée de vie ;
- faciliter les opérations de maintenance ;
- faciliter leur remplacement en fin de vie.

9.1.1 Définition

Maintenance préventive : Concerne les actions dont le but est le maintien des performances initiales du matériel par des vérifications périodiques (ex : changement des filtres, des courroies de transmission, contrôles des performances et du bon fonctionnement et des sécurités).

Maintenance corrective : Concerne les dépannages prioritaires et urgents d'installation suite à un arrêt de production pouvant provoquer des pertes économiques lourdes.

Maintenance curative : Consiste en une intervention qui apporte une amélioration des performances et des conditions de production. Elle permet l'installation de machines neuves et la remise en état, le reconditionnement et le déplacement de machines existantes sur site. Cette maintenance corrective intervient dans la mise en conformité de l'outil de production.

Maintenance prédictive : Consiste en un remplacement anticipé des organes et équipements sensibles afin d'éviter tout risque de panne ou d'arrêt prolongé notamment en l'absence de pièces détachées disponibles ;

9.1.2 Champ d'application

Liste des équipements et réseaux concernés par le champ.

- CTA, UTA, ATA, split DD ;
- Productions, réseaux et équipements hydrauliques EG et EC ;
- Réseaux et équipements aérauliques pour la ventilation.

9.2 BESOINS

Le besoin en maintenance préventive concerne le maintien de la performance des équipements CVC dans la durée, en conformité vis-à-vis des performances initiales testées à réception ainsi que les contrôles réglementaires (étanchéité, disconnecteurs, inspection des Equipements Sous Pression - ESP...).

9.3 CONTRAINTES

9.3.1 Contraintes de maintenances dans l'existant

La configuration des locaux opérationnels existants (hauteur disponible en plancher technique, hauteur sous plafond, configuration de la salle traitée, densité d'occupation) ne facilite pas toujours les opérations d'entretien/maintenance préventive et corrective.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.3.2 Contraintes de cohabitation avec les locaux opérationnels

Les opérations de maintenance préventive des équipements et réseaux CVC doivent éviter autant que possible de perturber l'activité de contrôle aérien. Leurs implantations judicieuses en dehors du local devront dans ce cas anticiper les cohabitations entre services.

9.3.3 Contraintes climatiques et atmosphère corrosive

Dans certaines régions en particulier en outre-mer, à proximité d'un littoral ou en zone aéroportuaire, les équipements techniques sont exposés à des conditions atmosphériques agressives, nécessitant des opérations de maintenance préventive régulières. Dans ce cas, il est nécessaire de recourir à un traitement anticorrosion adapté (peinture époxy sur condenseur, autres peintures spéciales...) et des protections qu'il convient de renforcer.

9.4 EXIGENCES

9.4.1 Origines des exigences formulées

Les exigences de ce guide sont issues à la fois de REX de sites DSNA existants exploités, de recommandations fabricants ainsi que de rappels de réglementations et règles de l'art sur différents domaines cités.

9.4.2 Archivage de la documentation technique

Afin de faciliter les opérations de maintenance, de modification ou de remplacement des équipements CVC tout au long de la vie du bâtiment, l'entrepreneur du lot (ou chapitre) CVC devra fournir en nombres définis, un dossier des ouvrages exécutés (DOE) complet conforme aux travaux réellement exécutés.

Les DOE devront comprendre au minimum :

- les plans et schémas de principe papiers, numériques et autres documents issus des plans d'exécution d'ouvrage (PEO),
- les notes de calculs hydrauliques, aérauliques, acoustique et électrique ;
- la documentation technique des équipements mentionnant les performances ;
- les analyses fonctionnelles ;
- les procès-verbaux de contrôle interne et externes ;
- les fiches d'essais réalisés justifiant des performances des installations CVC ;

La remise des DOE se fera par ensemble complet homogène de façon à permettre au maître d'œuvre d'exercer son contrôle. En plus des documents papiers, l'entreprise fournira tous ces documents sur support informatique en formats modifiables suivants :

- Les plans et schémas électriques et synoptiques : AUTOCAD en DWG ou format BIM générique ;
- les documents (analyse fonctionnelle) : Word ou OpenOffice ;
- tableaux de mesure : Excel.

De manière à permettre une recherche rapide et adaptée, l'entreprise fera ressortir, par fléchage (non effaçable à la reproduction), les différences des matériaux, produits et matériels concernés et mentionnera les options choisies.

La documentation DOE et DIUO (partie maintenance) sera classée par ordre alphabétique de produits, avec sommaire, liste récapitulative des fabricants et des fournisseurs avec leur adresse et téléphone, le tout séparé par des intercalaires.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.4.3 Accès pour entretien des équipements CVC

Les installations opérationnelles CVC qu'elles soient extérieures (toiture terrasse, zone dédiée) ou intérieures (locaux techniques dédiés) seront accessibles facilement et uniquement aux personnels habilités. En accès toiture, un cheminement dédié sera obligatoirement prévu pour le déplacement d'équipements lourds et encombrants (ex : bouteilles fluides frigo, filtres CTA, ...) jusqu'au rez-de-chaussée.

La présence de locaux « clim » spécifiques, séparés des salles traitées est souhaitable pour des questions de sûreté et de sécurité lors des interventions de maintenance nécessitant une autorisation d'exercice pour rentrer dans une salle opérationnelle, et de protection contre les intempéries. Toutefois, cette disposition n'est pas toujours faisable en particulier dans l'existant car elle engendre une augmentation de la surface nécessaire de locaux et/ou gaines techniques.

Globalement, l'accessibilité de l'ensemble des organes des systèmes et l'espace suffisant pour le remplacement, la manutention et la maintenance d'une partie ou de la totalité des équipements, doivent être recherchés. S'agissant de l'accessibilité et de l'espace suffisant, il convient de se référer aux notices techniques des systèmes et contacter le gestionnaire de site

Les **programmes d'opération** mentionneront si des exigences sont requises pour l'implantation de locaux dédiés aux productions, distributions (fluides, ventilation) ou de traitement d'air en quantité et dimension suffisantes. Ces locaux seront dans ce cas avec accès badge ou clef spécifique pour le personnel de maintenance habilité comme illustrés par les exemples suivants. Le Tableau 11 situé en annexe de ce guide propose des tailles minimales de locaux selon leur destination.

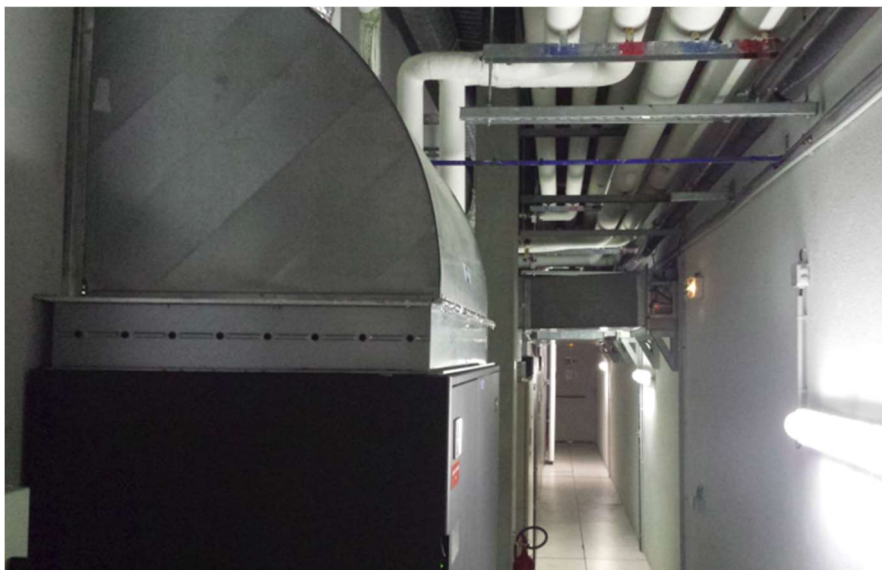


Figure 21: Couloir pour la maintenance de 9 ATA pour une salle technique et deux salles énergie (CESNAC - Mérignac)



Figure 22 : Local clim dédié avec 3 ATA pour salle technique adjacente (SNA Sud-Ouest - Mérignac)

9.4.4 Réseaux hydrauliques EC/EG

9.4.4.1 Lutte contre la corrosion des réseaux de tubes

Les réseaux hydrauliques devront être protégés à la fois contre la corrosion en face interne et face externe. Pour cela, **seuls** les tubes métalliques (acier, cuivre, ...) ou possédants une barrière anti-oxygène (ex : tubes

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

multicouches) **seront acceptés** pour la distribution d'eau de chauffage et eau glacée. Un traitement inhibiteur de pH sera introduit avec un dosage justifié par une analyse d'eau livrée à la mise en service de l'installation.

Il sera également **évité l'installation de flexibles** sur les terminaux qui sont générateurs de fuites, bouchons et pincements.

9.4.4.2 Isolation des tubes d'eau glacée et dilatation des réseaux change-over

Les variations de température entre le mode froid (en général 7°C à 12°C) et le mode chaud (de 40°C à 65°C, parfois plus) engendrent des dilatations des tubes occasionnant un risque supérieur de fuite et corrosion externe si le calorifuge étanche à la valeur d'eau n'est pas correctement réalisé.

Il est par conséquent exigé du maître d'œuvre et de l'entreprise qui exécutera la prise en compte des exigences suivantes :

- Vérification de présence de lyres et autres accessoires de dilatation des réseaux.
- Exécution de l'isolation des tubes d'eau glacée et change-over par une entreprise compétente et possédant des références de chantiers ad-hoc.

Au niveau des types d'isolants pour les réseaux d'eau glacée, les produits à base de mousse flexible caoutchouc noir sont à éviter autant que possible dans les sections droites. Les liaisons et accessoires particulièrement contraintes pourront être localement traitées avec ce type de produits avec une attention particulière portée sur la qualité du calfeutrement à la vapeur d'eau. Les isolants rigides type coquilles isolantes collées et étanches à la vapeur d'eau seront privilégiés. En extérieur, un revêtement inox ou aluminium sera également privilégié. Le calorifuges des organes démontables sera également adapté aux interventions de maintenance.

9.4.4.3 Equipements spécifiques contre l'encrassement des tubes

Pour le maintien dans le temps des performances des réseaux (réduction des pertes de charges), des équipements de production et de traitement d'air (efficacité des échangeurs), et afin de prévenir tout risque de colmatage des différents organes, un pot à boues doit être installé avant le générateur.

Chaque réseau, en particulier les réseaux à débits variables, seront dotés au minimum :

- d'un dispositif séparateur d'air et purgeurs ;
- d'un équipement désemboueur (filtres à tamis + pot à boue à barreau magnétique) ;
- d'un dispositif permettant l'ajout de produit de traitement du circuit (pot d'injection) ;

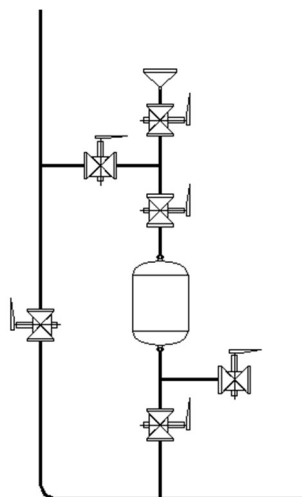
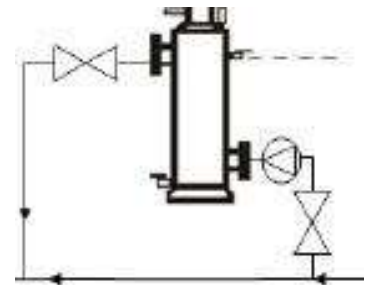


Figure 23: Principe de fonctionnement d'un pot d'injection



Figure 24: Principe de fonctionnement d'un filtre à barreau magnétique



DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Ces installations devront être complétées :

- d'analyse d'eau régulière avec un minimum d'une analyse par an ;
- d'un traitement adapté en prévention de risque de corrosion ;
- de l'implantation de manomètres différentiels sur les principaux échangeurs et filtres pour le suivi des pertes de charge des organes sensibles à l'encrassement ;
- d'un suivi des ajouts d'eau et des quantités de produits pour le traitement des réseaux ;
- de repère de vannes NO/NF ;
- d'une manœuvre des vannes au moins une fois par an ;
- d'un dégommage automatique hebdomadaire de toutes les vannes motorisées.

9.4.5 Réseaux aérauliques

9.4.5.1 Inspection des réseaux

Une inspection annuelle des réseaux aérauliques doit être réalisée par le mainteneur de l'installation, nécessitant le positionnement de trappes de visites étanches à l'air en différents points du réseau.

Ces trappes devront être positionnées conformément au DTU 68.3 et à la norme NF EN 12097 soit par l'installateur lui-même pour les installations neuves, soit par une entreprise spécialisée dans le cas d'une installation existante lors de la désinfection des gaines. Ces trappes seront disposées aux changements de direction afin de permettre le nettoyage des gaines.

Chaque réseau de ventilation disposera de trappes de visite étanches pour d'éventuels ramonages des gaines. L'espacement entre trappes sera de 15 m maximum. Il sera prévu des tampons de visite accessibles aux extrémités des réseaux horizontaux permettant d'assurer le nettoyage intérieur des conduits principaux et des dérivations.

Des prises de pression et de débit aéraulique bouchonnées seront disposées au soufflage et reprise de chaque équipement en section droite, idéalement 3 à 5 diamètres après tout obstacles.

9.4.5.2 Encrassement filtres

L'ensemble des filtres de CTA et ATA posséderont au minimum un pressostat d'encrassement filtre avec témoin lumineux sur TD clim local ou sur alarme GTC. L'affichage de la perte de charge est quant à elle recommandée (voir figure ci-dessous). Des prises de pression pourront également être positionnées de part et d'autre d'un point fixe (ex : piège à baffles) dont les pertes de charge sont connues pour observer le maintien du débit de la CTA.



Figure 25 : Pressostat différentiel encrassement filtres réglé à 200 Pa (à gauche) et manomètre différentiel à aiguille (filtre F7 dièdre sur CTA vigie)

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.4.6 Evolution des besoins et exploitation/maintenance

Concernant les installations hydrauliques opérationnelles, le concepteur spécifiera dans ses prescriptions l'installation de piquages et attentes avec vannes d'isolement eau glacée + eau chaude calorifugées **en attente sur les collecteurs de distribution**. Celles-ci permettront l'extension future tant du côté production (réseaux primaires) que du côté distribution (nouveau réseau secondaire) compatible avec un MCO. Les débits seront calculés avec la prévision d'extensions tant au primaire qu'au secondaire.

De plus, pour faciliter toute intervention sur les pompes de circulation, le concepteur privilégiera une distribution hydraulique d'eau glacée (et eau chaude) pour les locaux critiques uniquement (Vigie, salles techniques, salles de contrôle) avec un jeu de pompes parallèles plutôt que par doubles pompes réservées aux installations non critiques.

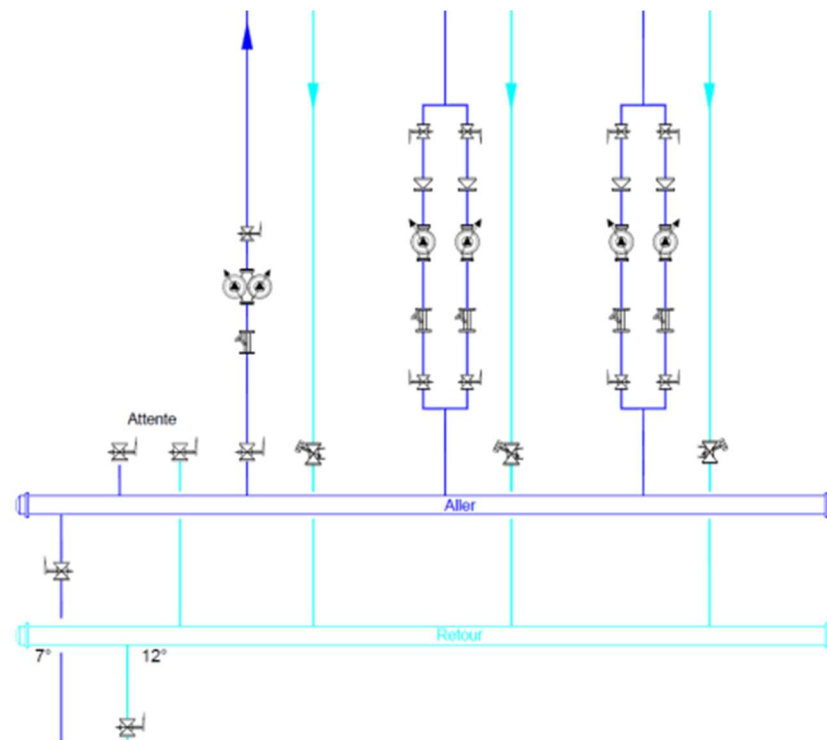


Figure 26: Départs en attente pour futurs réseau et distribution EG par pompes parallèles pour les installations critiques

9.4.7 Protection / maintenance en climat humide et/ou atmosphère corrosive

Concernant les installations CVC exposées à un climat humide avec fort ensoleillement et/ou salin et/ou pollué, il est conseillé de renforcer certaines exigences techniques concernant la protection des équipements contre la corrosion ainsi que les prestations de maintenance des groupes d'eau glacée et sur les CTA qui n'ont pas pu être installées en local protégé.

Ainsi, concernant les matériels extérieurs ou en contact avec l'ambiance corrosive :

- toutes les parties des caissons seront peintes époxy (pas de peinture prélaquée) ou peinture cuite au four, orifices et percements peints au préalable de la cuisson des panneaux;
- les batteries de condenseurs et CTA seront également recouvertes d'une peinture époxy ou tout autre revêtement spécifique anticorrosion sur les ailettes, collecteurs, et crosses ;
- les cadres de filtre de CTA seront en inox 316 ;

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

- les batteries de CTA auront un pas d'ailette de 3 mm minimum avec peinture époxy (notamment pour l'air neuf) ;
- le bac de condensat des CTA seront en inox 316 tout comme le séparateur de gouttelettes ;
- le bac de condensat des ventilo-convecteurs ainsi que les réseaux de condensats seront calorifugés ;
- les ventilateurs de CTA ou de groupe d'eau glacée seront avec revêtement peinture anticorrosion tropicalisées.

Le mainteneur aura alors obligation de réaliser les opérations suivantes :

- les ailettes des batteries, les crosses et les collecteurs des condenseurs à air seront lavés avec un produit adapté et un rinçage à gros débit sans pression importante réalisés ;
- après trois années de fonctionnement, refaire une application de vernis Polyuréthane anticorrosion sur les batteries suite à la décomposition des insectes et végétaux ;
- pour les parties extérieures et intérieures des carrosseries, faire un simple rinçage sans produit agressif risquant d'abimer les peintures et vernis de protection des machines, et faire des retouches peintures si nécessaire ;
- les ventilateurs et corps de pompe dans les groupes de production d'eau glacée seront nettoyés avec retouche peinture si nécessaire ;
- les contrôles des circuits frigorifiques seront contrôlés 4 fois par an ;
- les circuits électriques auront un contrôle serrage des connexions 1 fois/an + caméra thermique, et les boîtiers des compresseurs seront vernis ;
- les appareillages rendus illisibles suite à une forte exposition au soleil seront remplacés et protégés.

Les clichés ci-dessous illustrent les conséquences liées à l'absence de traitement anticorrosion en milieu tropical sur une batterie à eau glacée (photo gauche) et un ventilateur centrifuge (photo droite).



Batterie d'eau glacée - absence traitement



Ventilateur centrifuge de CTA – absence de traitement

Figure 27: Corrosion sur CTA en outre-mer livrée sans traitement après quelques années de fonctionnement

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.4.8 Contrôles périodiques des installations CVC de grande puissance

Les installations et productions de grande puissance frigorifique sous pression¹³ (>12 et 100 kW) tout comme les installations de chauffage¹⁴ (de 4 à 400 kW et supérieures¹⁵) sont soumises à contrôle réglementaire quinquennale et décennal. Ce contrôle doit être réalisé de préférence par le fournisseur de l'équipement. Pour les installations sous pression, il suivra le « *Cahier Technique Professionnel pour le suivi en service des systèmes frigorifiques sous pression* » du 7/07/2014.

9.5 RECOMMANDATIONS

9.5.1 Origines des recommandations formulées

Les recommandations de ce guide en matière de maintenance sont issues à la fois de REX de sites DSNA existants exploités, de recommandations fabricants.

9.5.2 Fonctionnement des installations existantes et réceptions des installations

Avant toute opération de travaux, le service technique d'une installation existante et son maître d'œuvre doivent pouvoir vérifier ensemble le fonctionnement cohérent d'une installation de CVC. Par exemple, ils vérifieront la cohérence entre les recommandations de ce guide et les consignes de température (Température reprise en ambiance, limite haute et basse température de soufflage) et hygrométrie à la reprise d'air des locaux (consigne de déshumidification et humidification) sur chaque installation de traitement d'air. Cette étape permettra une adaptation du besoin en cas de constat mutuel. Ces valeurs pourront toutefois être adaptées au cas par cas selon :

- la configuration des sites traités ;
- la capacité et limitations des systèmes déjà en place ;
- les spécificités météorologiques locales ;
- l'expérience du service technique en charge des installations de CVC.

9.5.3 Périodicité de remplacement des filtres

La périodicité de remplacement des filtres sur centrale de traitement d'air sera uniquement fonction du seuil d'encrassement atteint et mesuré par le pressostat d'encrassement filtre. Ce seuil est fonction du filtre et est généralement mentionné dans les fiches techniques des CTA et ATA pour un débit fixe.

¹³ Arrêté du 15/12/16 relatif à l'inspection périodique des systèmes de climatisation et des pompes à chaleur réversibles dont la puissance frigorifique est supérieure à 12 kilowatts.

¹⁴ Arrêté du 15 septembre 2009 relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kilowatts

¹⁵ Arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.5.4 Analyse d'eau

Les qualités standards regroupées dans le Tableau 9 sont conseillées pour l'eau d'un réseau d'eau glacée. Globalement, il sera évité :

- les ajouts d'eau réguliers en raison de fuites de réseau (oxygénation de l'eau du réseau -> oxydation, boues) ;
- d'installer des réseaux PER ou PVC pression sans barrière anti-oxygène (oxygénation de l'eau du réseau, bactéries -> pH acide) ;
- de laisser un réseau avec une eau avec un pH-acide de manière prolongée (corrosion) ;

Tableau 9 : Qualité standard de l'eau conseillée pour un réseau d'eau glacée

Elément	Système d'eau réfrigérée		Tendance ⁽¹⁾	
	Eau en circulation (moins de 20 °C)	Eau de distribution	Corrosion	Dépôts de tartre
Qualité standard pH (25 °C)	6,8 ~ 8,0	6,8 ~ 8,0	○	○
Conductivité électrique (mS/m) (25 °C) {μS/cm} (25 °C) ⁽²⁾	Moins de 40 Moins de 400	Moins de 30 Moins de 300	○	○
Ions chlore (mg Cl ⁻ /l)	Moins de 50	Moins de 50	○	
Ions sulfacide (mg SO ₄ ²⁻ /l)	Moins de 50	Moins de 50	○	
Consommation totale d'acide (pH 4,8) (mg CaCO ₃ /l)	Moins de 50	Moins de 50		○
Dureté totale (mg CaCO ₃ /l)	Moins de 70	Moins de 70		○
Dureté calcique (mg CaCO ₃ /l)	Moins de 50	Moins de 50		○
Silice L (mg SiO ₂ /l)	Moins de 30	Moins de 30		○
Qualité de référence Total Fer (mg Fe/l)	Moins de 1,0	Moins de 0,3	○	○
Total Cuivre (mg Cu/l)	Moins de 1,0	Moins de 0,1	○	
Ions sulfure (mg S ²⁻ /l)	Pas de traces.		○	
Ions ammonium (mg NH ₄ ⁺ /l)	Moins de 1,0	Moins de 0,1	○	
Résidus de chlore (mg Cl/l)	Moins de 0,3	Moins de 0,3	○	
Acide carbonique en suspension (mg CO ₂ /l)	Moins de 4,0	Moins de 4,0	○	
Indice de stabilité	6,8 ~ 8,0	-	○	○

Remarque :

1. Dans le tableau, le symbole "○" indique le facteur concerné par la tendance à la corrosion ou aux dépôts de tartre.
2. Les valeurs dans "{ }" ne sont données qu'à titre de référence, selon le gabarit de l'unité.

9.5.5 Gestion à distance des anomalies

Les productions opérationnelles d'eau chaude et eau glacée extérieures (PAC, GEG) de certains sites distants dépourvus de GTC pourront être équipés d'un modem GSM permettant une supervision/téléassistance en cas de panne ou défaut de l'équipement.

9.5.6 Contrats de maintenance

Tout ou partie des recommandations issues de ce guide pourront être mentionnées dans le cahier des charges des contrats de maintenance CVC.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

9.6 JUSTIFICATION DE PRISE EN COMPTE DU BESOIN

9.6.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non
Existant	Non pour les grandes approches

9.6.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci –dessous sont définies les méthodes permettant au maître d’ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l’issue des travaux le respect des besoins :

Phase	Maintenance des installations CVC
Programme	Mentionner les contraintes d'entretien des systèmes Quantifier les surfaces minimales dédiées à chaque local CVC (chaufferie, locaux CTA et ATA)
Esquisse / DIAG	Implanter locaux CTA, ATA et chaufferie
APS	Implantation des équipements dans les locaux (option)
APD	Implantation des équipements dans les locaux et vérification de l'encombrement et accès transport Lister équipements d'entretien et traitement spécifique contre la corrosion
PRO / DCE	MAJ implantation et choix des équipements, diffuseurs et grands réseaux avec zones d'entretien
AOR	Tests des équipements d'entretien/maintenance
GPA	Absence de défaut important durant l'année
Post-GPA	Contrôles réglementaires réalisés

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

10 PERFORMANCE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

10.1 INTRODUCTION

Ce chapitre regroupe les principales exigences et recommandations en matière de performance énergétique et environnementale. Ce paragraphe vaut recommandations en matière de solutions permettant :

- une amélioration de l'efficacité énergétique ;
- une fiabilisation de la sécurité de refroidissement des systèmes ;
- une meilleure connaissance des consommations énergétiques de systèmes CVC dédiés au refroidissement des servitudes NA par comptage et sous-comptage ;

10.2 CHAMP D'APPLICATION

Concerne l'ensemble des locaux DSNA.

10.3 BESOINS

La circulaire du premier ministre n°5769/SG du 17 février 2015 identifie comme prioritaires les économies d'énergie ainsi que la lutte contre le gaspillage et la limitation des déchets. En réponse à ces objectifs, la note Achats et consommation durable (ACD) – DSNA version 2020 se donne pour objectif de connaître et analyser les consommations d'énergie des grands postes énergétiques de consommation opérationnelle et non opérationnelle.

La note ACD dans son annexe précise également que toutes les opérations de travaux sur les systèmes énergétiques constituent une opportunité pour mettre en place des comptages en limitant leur coût et la gêne pour l'activité.

10.4 CONTRAINTES

10.4.1 Contrainte de fiabilité des installations CVC

Les systèmes envisagés ne doivent pas engendrer de baisse de la fiabilité de fonctionnement des installations CVC dédiées au refroidissement des locaux opérationnels.

10.4.2 Contrainte de maintien des conditions d'ambiance intérieure

Les systèmes envisagés ne doivent pas engendrer de dégradation de la fiabilité du contrôle d'ambiance intérieure des locaux refroidis.

10.5 EXIGENCES

10.5.1 Origines des exigences formulées

Les exigences matérielles formulées s'appuient sur la note ACD (Achat et consommation durable) de la DSNA ainsi que d'exigence réglementaires en vigueur pour les locaux tertiaires.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

10.5.2 Sous-comptage des systèmes CVC

Chaque équipement de production ou de consommation énergétique devra être équipé d'un moyen de comptage (puissance instantanée en kW et cumul kWh) dont les mesures sont reportées sur GTC CVC et/ou STS-Energie notamment :

- les productions de froid (comptage électrique et compteur d'énergie) ;
- les productions de chaleur (compteur d'énergie, gaz ou électricité) ;
- les batteries électriques et réchauffeurs de boucle régulés par triac de plus de 12 kW de puissance électrique ;
- les puissances des batteries chaude et froide instantanées + consommations des équipements de traitement d'air de forte puissance ($P > 30 \text{ kWch}$ et 30 kWfr total) ;

10.5.3 Traitement d'air

Il est rappelé qu'il est **interdit** en dehors des périodes de déshumidification d'air ou de tests spécifiques l'usage simultané des batteries froides et batteries chaudes ou radiateur dans un même local. La régulation des systèmes CVC prendra en compte cette exigence par un contrôle de cohérence entre différents équipements.

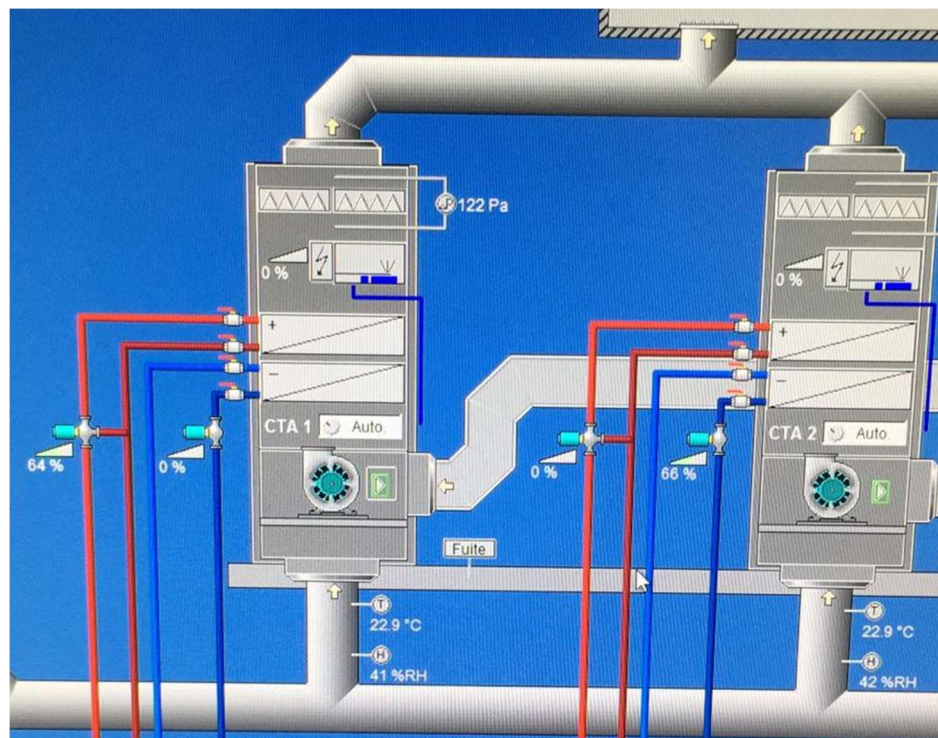


Figure 28: Incohérence de fonctionnement chaud et froid simultané de deux CTA traitant un même local (deux automates indépendants sans contrôle de cohérence)

10.5.4 Solutions d'efficacité énergétique à étudier

Pour l'ensemble des sites faisant l'objet de travaux, le maître d'œuvre devra étudier l'application de toutes les solutions permettant une réduction de la consommation des sites. Ces solutions pourront par exemple être choisies parmi les recommandations suivantes.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

10.6 RECOMMANDATIONS

10.6.1 Origines des recommandations formulées

Les recommandations formulées s'appuient sur des REX, guides et conseils fournisseurs largement partagés par la profession pour les sites industriels et donc adaptables aux sites DSNA.

10.6.2 Limitation du volume global de fluides frigorigènes

Dans l'intérêt général de limiter le développement ou l'implantation d'équipements de climatisation fonctionnant avec fluide frigorigène à fort impact sur l'effet de serre, il est recommandé de privilégier les productions d'eau glacée. Pour les sites existants déjà équipés d'une production d'eau glacée centralisée, le concepteur s'efforcera à installer des équipements de traitement d'air compatibles avec le réseau déjà en place. La distribution d'EG pour le confort (bureaux, salle de réunion, etc...) sera isolée de la distribution d'EG opérationnelle à l'aide d'échangeur à plaques (voir 7.5.4).

10.6.3 Régimes de température modérée en production EG

Afin d'améliorer la performance énergétique des productions d'eau glacée, une modération des températures côté condenseur et/ou côté évaporateur aboutira à une amélioration des performances énergétiques et environnementales des productions d'eau glacée.

10.6.3.1 Température d'évaporation

En dehors des périodes où la déshumidification de l'air est indispensable (période estivale) nécessitant une production d'eau glacée comprise entre 6 et 8°C, une variation saisonnière de la température de départ peut être mise en place de quelques degrés sous condition que l'ensemble des équipements de traitement d'air soient en capacité performancielle d'assurer leur fonction de refroidissement durant ces périodes.

10.6.3.2 Température de condensation

Du côté des condenseurs des groupes d'eau glacée eau-eau, les tours aéroréfrigérantes (TAR) sèches et humides peuvent assurer une température d'eau réduite en période hivernale (entre 30 et 25°C). Ceci n'est en général plus possible en période estivale et caniculaire hormis pour les tours humides (ouvertes ou fermées) ou les tours hydriques et adiabatiques qui **permettent de garantir** une température côté condenseur sous forte canicule. Autant que possible, il sera privilégié l'utilisation de tours adiabatiques non soumise à l'ICPE rubrique 2921 comme illustré par la Figure 29 pour les sites soumis à de forts épisodes de canicule. Un système de récupération de l'eau perdue de la TAR humide peut être envisagé pour l'arrosage automatique du site.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022



Figure 29: Tours aéroréfrigérantes adiabatiques (Source CRNA Sud-Est)

10.6.4 Récupération de chaleur totale ou partielle sur GF

La récupération de chaleur totale (condenseur – thermofrigopompe) ou partielle (désurchauffeur) est à favoriser si le bilan énergétique et environnemental est profitable à l'opération, sans dégradation de la sécurité de production annuelle d'eau glacée, par exemple pour :

- le chauffage d'un bâtiment ;
- le pré-chauffage d'air neuf en hiver ;
- le post-chauffage d'air neuf en été après déshumidification sur batterie froide ;
- ou encore la production d'eau chaude sanitaire.

10.6.5 Distribution à débit variable sur les réseaux secondaires

Une distribution à débit variable associant circulateur à vitesse variable et vannes de régulation 2 voies indépendantes de la pression sera recommandée à la fois pour :

- améliorer le fonctionnement des cascades de production d'eau chaude et eau glacée permettant d'assurer une température constante et stable en départ de production (débit primaire production toujours supérieur au débit secondaire) ;
- réduire les consommations des circulateurs ;
- pour assurer des températures en sorties batteries supérieures, afin d'améliorer l'efficacité des échangeurs et des productions ;

10.6.6 Systèmes en détente direct (DRV ou VRV 3 tubes)

Pour certaines approches de taille modeste, la récupération de chaleur via l'utilisation de systèmes fonctionnant en détente directe de type DRV ou VRV 3 tubes peut être expérimentée sous condition qu'il existe une redondance ou un système en secours indépendant fonctionnant en détente directe de type 2 tubes pour les locaux opérationnels sensibles. Les solutions de détection de fuites de réfrigérant par l'unité extérieure seront dans ce cas privilégiées.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

10.6.7 Freecooling

Les sites isolés ou les sites à pollution atmosphérique faible à modérée pourront en expérimentation faire appel à des technologies intégrant une fonction freecooling direct s'ils sont dotés d'un niveau de filtration adapté (ISO grossier 90% soit G4) et d'un équipement de secours indépendant en détente directe. Un extracteur d'air de secours pour shelter en climat tempéré peut également faire office de système de Freecooling. Dans certains cas, il peut être recommandé une préfiltration via un caisson porte filtre spécifique à poches à faibles pertes de charge et doté d'un pressostat déclenchant sur seuil atteint un voyant lumineux.

Les sites plus importants situés en dehors de zones polluées pourront également expérimenter ces techniques sous condition de compatibilité avec les conditions d'hygrométrie d'air et poussières compatibles¹⁶ avec ce mode.

10.6.8 Freechiling

Les sites de taille importante dont les températures de production d'eau glacée et les températures extérieures hivernales sont compatibles avec la fonction de Freechiling pourront expérimenter ces techniques sous condition que l'efficacité énergétique et la sécurité de production soit démontrée.

10.7 JUSTIFICATION DE LA PRISE EN COMPTE

10.7.1 Adaptabilité de la performance attendue aux contraintes

Cas	Adaptabilité
Neuf	Non
Existant	L'étude d'opportunité portée sur l'ensemble des recommandations sera étudiée.

10.7.2 Moyen de mesure, de vérification et de recette

Ci –dessous sont définis les méthodes permettant au maître d'ouvrage (MOA) de vérifier pendant ou à l'issue des travaux le respect des besoins :

Phase	Performance énergétique et environnementale
Programme	Rappels des résultats d'études réalisées en amont du programme Enjeux rappelés
Esquisse / DIAG	
APS	Systèmes CVC proposés et mise en avant des performances énergétiques

¹⁶ Le freecooling engendre une augmentation importante du renouvellement d'air, avec parfois un air trop sec incompatible avec les seuils admissibles requis.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

APD Détails des performances énergétiques pour chaque système

PRO / DCE MAJ éléments de l'APD
Liste des essais mentionnée et méthode détaillée

AOR Conformité des essais et systèmes

GPA Réunions 3 mois, 6 mois après réception entre service technique, maître d'œuvre et le cas échéant, personne en charge du commissionnement

Post-GPA Réunion un an après réception entre service technique, maître d'œuvre et le cas échéant, personne en charge du commissionnement

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

ANNEXES DU GUIDE

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

1 GLOSSAIRE

- AF : Analyse fonctionnelle
- AMO : Assistant Maître d'ouvrage
- AN : Air neuf
- ATA : Armoire de traitement d'air
- CCF : Clapet Coupe-Feu
- CF : Coupe-Feu
- CTA : Centrale de traitement d'air
- CVC : Techniques de Chauffage, Ventilation, Climatisation
- DAC : Débit d'air constant
- DAV : Débit d'air variable
- DCE : Dossier de consultation des entreprises
- DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile
- DD : Détente Directe
- DIUO : Dossier des Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage
- DME : Distance Measuring Equipment, radio-transpondeur qui permet de connaître la distance qui sépare un avion d'une station au sol
- DOE : Dossier des ouvrages exécutés
- DSNA : Direction des Services de la Navigation Aérienne
- EG : Eau Glacée
- EP : Eau Pluviale
- FAC : Filtre à Charbon Actif
- FO : Fibre Optique
- GA : Grande approche (aéroportuaire)
- GE : Groupe Electrogène
- GEG : Groupe d'Eau Glacée
- GTC CVC : Système de Télésurveillance Spécialisé CVC
- g_{vap} : gramme de vapeur
- HQ : Haute Qualité (réseaux électriques « ondulés », avec batteries en tampon, Sans Coupure)
- ICA : réseau électrique Installations Commerciales Aéroportuaires
- IFR : Instrument flight rules
- ILS : Instrument Landing System - Système d'atterrissage aux instruments
- kg_{as} : kilogramme d'air sec
- MCO : Maintien en condition opérationnelle
- MOA : Maître d'Ouvrage
- MOe : Maître d'Œuvre
- NA : Navigation Aérienne
- PAS : Piège à Son
- PCCV : Regroupe les techniques de Plomberie, Chauffage, Climatisation et Ventilation
- Ppmv : signal concentration de CO₂ (partie par million volumique)
- REX : Retour d'expérience
- RdM : Retour de Marche
- S/R : Soufflage/Reprise
- SLT : Stockage latent
- SPARE : Matériel de rechange mobilisable rapidement en cas de panne
- ST : Salle Technique
- TAR : Tour Aéroréfrigérante
- TWR : Tour de Contrôle
- UTA : Unité de traitement d'air
- UC : Unité centrale (informatique)
- VC : Ventilo Convecteur
- VNAT : Ventilation NATurelle

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

- VOR : VHF Omnidirectional Range, système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne et fonctionnant avec les fréquences VHF

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

2 DEFINITIONS

- **Armoire de Traitement d'Air (ATA) ou armoire de climatisation** – équipement de traitement d'air vertical et compact, posé au sol. Le positionnement peut-être en ambiance, adjacent au local traité, ou distant si la pression disponible du ventilateur le permet.
- **Centrale de Traitement d'Air (CTA)** – équipement de traitement d'air le plus souvent à l'horizontal, posé au sol ou surélevé, assemblé monobloc en usine ou sur site en caisson séparé. La composition des CTA est libre. Le positionnement est en principe distant des locaux traités.
- **Freecooling** : Locution anglophone signifiant littéralement rafraîchissement gratuit, son principe est basé sur l'utilisation des basses températures extérieures pour évacuer la chaleur dissipée par les machines sans avoir recours au refroidissement mécanique d'un compresseur ou groupe de production d'eau glacée, et permet donc des économies d'énergie importants. Ce mode de refroidissement est possible en saison d'hiver ainsi qu'en inter saisons, lorsque les températures extérieures sont inférieures par exemple à 15°C. On distingue deux types de freecooling, direct et indirect.
- **Freecooling direct** : Le principe du "freecooling direct" est basé sur l'insufflation d'air extérieur directement en ambiance. Il nécessite une filtration avant admission dans l'ambiance. De par son utilisation en période hivernale (air extérieur froid et sec), le freecooling direct impacte l'hygrométrie des locaux
- **Freecooling indirect** : Le principe du "freecooling indirect" est basé sur l'utilisation d'une simple ou double batterie parcourue par un fluide caloporteur (eau glycolée le plus souvent) refroidi par un aéro-refroidisseur à l'aide d'un circulateur. Contrairement au freecooling direct, il n'impacte pas le taux de renouvellement d'air extérieur des locaux refroidis et donc leur hygrométrie.
- **Free-chilling** : Rafraîchissement sans apport d'énergie frigorifique obtenu à partir d'un aéroréfrigérant ou d'une tour de refroidissement qui refroidira l'eau à la place du groupe de production d'eau glacée dans les périodes où l'air sec (et humide dans le cas de la tour ou d'un aéroréfrigérant adiabatique) sera suffisamment froid.
- **Unité intérieure de climatisation en détente directe** : Unité de traitement d'air (UTA) locale raccordée à une unité extérieure. Celle –ci peut être de type murale, cassette, plafonnière, console en allège, ou gainable ;
- **Unité extérieure de climatisation en détente directe** : Equipement doté le plus souvent d'un ensemble de compresseur, condenseur, ventilateur(s) et carte de régulation.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

3 CHARGES THERMIQUES INTERNES

Sauf indications contraires évaluées, calculées ou mesurées précisément par le service technique de site ou la DTI, les charges thermiques internes dissipées par les équipements techniques seront les suivantes :

Tableau 10 : Charges thermiques internes hors éclairage selon le stade de l'opération

Principaux locaux	Programme – ESQ - APS	APD – PRO/DCE
Salle technique informatique (hors sites isolés) Paramétrage (cas nombreuses baies)	150 W/m ²	Selon calepinage salle : 700 W / grande baie 400 W / demie baie (Densité mini de 4.5 m ² /baie)
Salle technique informatique de sites isolés	100 W/m ² (en neuf) Relevés salle +20% (Existant)	Existant : Relevés salle +20% 500 W / baie sinon
Locaux énergie (Onduleur + batteries)	CRNA : 27 kW par ASI (ref : 400 kVA) SNA : 7 kW par ASI (ref : 60 kVA)	Selon pertes à pleine charge ASI + pertes transfo isolement (données fournies par DTI)
Salle de paramétrage/TEST SIMU (Scan Twr, Rad, pilote ecoRad, éval...)	30 W/m ²	250 W / position de paramétrage 700 W/baie 500 W / meuble de contrôle
Salle de contrôle CRNA et IFR	30 W/m ²	500 W / meuble IFR 700 W/ meuble CRNA
TWR - Vigie	350 W / poste de contrôle	350 W / poste de contrôle
Salle Supervision	30 W/m ²	30 W/m ²
Salle serveur et opérateur	150 W/m ²	1.2 kW / baie
Transformateur HT sec	200 W/m ² (Ex : Transfo 400 kVA dans 25 m ² pour 5 kW de perte)	Selon pertes fer équipements pleine charge
Shelter ILS	150 W/m ²	Selon pertes calculées par DTI

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

4 TAILLE MINIMALE DES ZONES ET GAINES TECHNIQUES CVC

Sauf indications contraires évaluées précisément par le programmiste, le concepteur de l'opération, le service technique de site ou la DTI, les surfaces utiles des locaux, zones techniques extérieures, et gaines verticales suivront les recommandations des Tableau 11, Tableau 12 et Tableau 13 pour les équipements CVC dédiés :

- au traitement d'air par l'intérieur et adjacent des locaux opérationnels, y-compris leur traitement acoustique par PAS ;
- à la production/distribution.

Les surfaces dédiées aux équipements CVC sont pour la plupart calculée selon un pourcentage de la surface utile brute (SUB) du local traité. Les locaux intérieurs comprennent une surface au sol minimale pour l'implantation des gros équipements, pour le cheminement des personnels d'entretien et l'évacuation des équipements. Pour les locaux intérieurs, elles comprennent également :

- la présence d'un ou plusieurs TD CVC,
- une zone ou armoire de stockage de matériel de rechange (filtres air, eau),
- la consultation des schémas de principe fixés au mur.

Si la réglementation l'autorise et si le positionnement le permet vis-à-vis des locaux traités, tout ou partie de ces locaux techniques CVC intérieurs pourront être éventuellement regroupés. **Il appartient au concepteur d'optimiser et adapter le cas échéant** ces surfaces ayant vocation d'être mentionnées au programme du projet. Enfin, ces données **ne comprennent pas** les emprises nécessaires le cas échéant au désenfumage mécanique.

Tableau 11 : Surface minimale des locaux techniques CVC abrités (Stade Prog et ESQ)

Principaux locaux traités	Taille minimale du local CVC indépendant	Exemples illustratifs
Locaux intérieur dédiés au traitement d'air		
Salle technique informatique (CRNA/SNA)	10% SUB (si ATA) 20% SUB (si CTA)	Pour une SUB ST de 270 m ² Couloir technique de 27 m ² (2 m large) pour 3 ATA extensibles à 4 OU Local de 54 m ² avec 2 CTA
Locaux énergie pour ASI + transfo isolement (CRNA/SNA)	10% SUB ou 12 m ²	Pour une SUB de 100 m ² Couloir technique pour 2 ATA redondante dans 12 m ²
Salle IFR (SNA)	25 m ² si 1 CTA 35 m ² si 2 CTA	Pour une SUB IFR de 250 m ² 2 CTA de 10000 m ³ /h dans 35 m ²
Salle de contrôle (CRNA)	20% SUB (CTA)	Pour SUB salle de 1000 m ² 2 CTA de 40000 m ³ /h réparties sur espace de 200 m ²

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

TWR - Vigie	20 m ² si 1 CTA ou ATA 25 m ² si 2 ATA gainées 35 m ² si 2 CTA + 5m ² si production locale en détente directe	Pour vigie de 350 m ³ en SV – 9 postes de contrôle, 2 ATA 4 tubes gainées de 12000 m ³ /h dans 25 m ²
Ventilation hygiénique d'un bloc technique	1.5 % SUB bâtiment	Pour une SUB totale de 2500 m ² , local de 35 m ² pour 1 CTA DF 7000 m ³ /h avec antennes de 35 m max
Locaux intérieurs de production et/ou distribution		
Chaufferie (CRNA)	150 m ²	4 chaudières gaz + pompes + bouteille + collecteur
Chaufferie (SNA)	60 m ²	2 chaudières gaz extensible à 3 + collecteur + pompes + ballon
Production d'eau glacée (CRNA)	250 m ²	5 groupes EG + 2 ballons tampon + échangeurs + collecteur + pompes
Production d'eau glacée (SNA)	85 m ²	2 groupes EG (évolution à 3) + ballon + éch/séparateur + collecteurs + pompes
Distribution hydraulique seule – Sous-station sans production	35 m ²	3 échangeurs EG/EC + collecteurs + pompes

Tableau 12 : Surface minimale des zones techniques extérieures dédiées au CVC (Stade Prog et ESQ)

Principaux locaux traités	Taille minimale de la zone dédiée	Exemples illustratifs
Equipements de traitement d'air situés en extérieur		
Salle technique informatique (CRNA/SNA)	20% SUB	Pour SUB ST de 500 m ² , 2 CTA horizontales + réseaux S/R réparties sur une emprise de 100 m ²
Salle IFR (SNA)	40% local traité	Pour SUB IFR de 250 m ²

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

		2 CTA horizontales redondantes de 12000 m ³ /h + réseaux S/R réparties sur une emprise de 100 m ²
Salle de contrôle (CRNA)	20% local traité	Pour SUB de 1000 m ² 2 CTA redondantes de 40000 m ³ /h chacune + réseaux de gaines S/R réparties sur une emprise de 200 m ²
Ventilation hygiénique (cas bloc technique)	1.5 % locaux ventilés	Pour SUB totale de 2500 m ² , 1 CTA DF 7000 m ³ /h + gaines sur une emprise totale de 35 m ² avec antennes de 35 m max
Equipements de productions en extérieur		
Production d'eau glacée Bloc Technique	120 m ²	2 groupes EG de 120 kWfr (évolution à 3) + collecteur/bouteille de découplage
Tours aéroréfrigérantes sèches ou humides	60 m ² / TAR	3 TAR de 250 kW + collecteur/bouteille de découplage sur emprise de 180 m ²
Production d'eau chaude par PAC	80 m ²	2 PAC de 120 kWch + collecteur/bouteille de découplage

Tableau 13 : Emprise minimale des gaines techniques CVC verticales

Principaux locaux traités	Emprise du réseau de gaines verticales dédiées	Exemples illustratifs
Gaines verticales de traitement d'air pour CTA et ATA		
Salle traitée par-dessous ou par-dessus	1 % local traité	Trémies de 1 m ² pour le soufflage vers plancher et 1 m ² pour la reprise d'air d'une salle traitée à distance de 200 m ² (compris épaisseur gaine coupe-feu)
Vigie	1 m ² soufflage 1 m ² reprise	CTA de 12000 m ³ /h traitant une vigie de 350 m ³

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Gaines techniques fluides et ventilation double flux d'un bloc technique (Distance max des antennes de 35 m)	1% SUB total bâtiment	Descentes EU, EV Réseaux EG, EC et frigo Air neuf et air vicié en position centrale
--	-----------------------	---

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

5 EXEMPLES DE SPECIFICATION DE MATERIELS UTILISES A LA DGAC

Les notices d'exploitation des systèmes électroniques regroupent à la fois les conditions d'utilisation recommandées en fonctionnement en température et hygrométrie, ainsi que des spécifications de conservation à l'arrêt. Cinq exemples sont fournis dans le Tableau 14 à titre d'information pour constater la forme similaire donnée par ces documents techniques. Il en va également de même pour les équipements actifs installés dans les meubles les plus récents 4F en CRNA.

Tableau 14: Exemple de spécification matériels opérationnels utilisés DGAC

Extrait notice HP L1000 (source HP – Salle technique)

operating temperature	+5°C - +35°C (+41°F– +95°F)
non-operating temperature	-40°– +65°C (-40°– +149°F)
maximum rate of temperature change	20°C/hour
operating relative humidity	15% to 80%, noncondensing, max. wet bulb = 26°C
non-operating relative humidity	5% to 90%, noncondensing

Extrait notice STIP Bull Escala EPC 450 (source Bull – Salle ordinateur)

Environment Specifications

Relative Humidity

	System Running	System On Standby
Relative Humidity	from 20% to 80% without condensation	from 5% to 95% without condensation
Gradient	10%/h	30%/h
Max. Wet Bulb Temperature	24°C (75.2°F)	28°C (82.4°F)
Moisture Content	0.019kg water/kg dry air	0.024kg water/kg dry air

Environment Temperature

	System Running	System On Standby
Dry Bulb Temperature	from 10°C to 32°C (from 50°F to 89.6°F)	from 5°C to 50°C (from 41°F to 122°F)
Gradient	10°C/h (50°F/h)	25°C/h (77°F/h)

Extrait notice Radio Emergency System et VCS (source FREQUENTIS)

Environment

Temperature5 - 45°C

Relative humidity (without dewing)10 – 90 %

Extrait notice SYSTÈME D'ATERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (source NORMARC)

Caractéristiques d'Environnement

Température de fonctionnement:-10 à +55 deg

Température d'entreposage:-30 à +60 deg

Extrait notice maintenance émetteur VHF (source TELERAD)

3.2CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES

▪ Fonctionnement assuré.....: entre -20°C et +55°C

▪ Humidité relative.....: 95% d'humidité à 40°C (sans condensation)

▪ Température de stockage.....: entre -40°C et +70°C

Fonctionnement permanent, sans dommage, avec réduction progressive de la puissance en cas d'élévation importante de la température.

• à 42°C.....: Vitesse réduite de la ventilation

• à 60°C.....: Pleine vitesse de la ventilation

• à 70°C.....: Réduction progressive de la puissance

• à 85°C.....: Disjonction de l'appareil

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

6 ORIFICES DE VENTILATION EN PLANCHER TECHNIQUE

6.1 PRINCIPE

Les percements réalisés systématiquement et intentionnellement dans la dalle de plancher sous une baie fermée ou un meuble de contrôle ainsi que la pression statique du plancher permet d'engendrer un débit au cœur d'un équipement à rafraîchir. Cette réservation peut être unique (passage des câbles + diffusion d'air – Cf. Figures 4), ou préféablement séparée (réservation spécifique de section maîtrisée avec/sans registre de réglage – Cf Figure 5).

6.2 DIMENSIONNEMENT

Le niveau de pression du plénum de soufflage est calculable à partir :

- du débit de soufflage des équipements de traitement d'air, lui-même fonction du besoin de refroidissement de la salle. La sensibilité est forte puisque la pression évolue avec le carré du débit, celui-ci fluctuant peu dans le temps ;
- de la section de l'orifice « équivalent », communément appelé « surface équivalente de fuites » du plénum vers l'ambiance. La sensibilité est également forte puisque la pression évolue avec le carré de la surface de fuite du plancher.

La formule reliant le débit Q traversant un ensemble d'orifices de section totale A sous une différence de pression ΔP est :

$$Q = Cd.A.\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

Ou encore sous une autre forme :

$$A = \frac{Q}{Cd}.\sqrt{\frac{\rho}{2\Delta P}}$$

Avec :

- Q : Débit en m^3/s à travers l'orifice ;
- A : surface totale des orifices en plancher en $[m^2]$;
- ρ : masse volumique de l'air considérée proche de $1.2\text{ kg}/m^3$;
- ΔP : écart de pression entre le plénum sous plancher et l'ambiance en Pascal [Pa] ;
- Cd : coefficient de décharge de l'orifice (0,63 pour de large ouverture sans obstacle) ;

6.3 APPLICATION NUMERIQUE

Pour une surpression de 5 Pa dans un plancher technique, un orifice libre de 16 cm X 16 cm laissera passer un débit de 160 m^3/h (pour une vitesse moyenne de 1,8 m/s), soit un potentiel de refroidissement d'environ 650 W pour une élévation moyenne de 12°C de la température.

Le tableau ci-dessous extrapole ce calcul pour d'autres puissances de refroidissement supérieures.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

Tableau 15: Puissance de refroidissement en fonction de la taille de la réservation sous 5 Pa de pression

Puissance de refroidissement [W]	Débit de refroidissement [m³/h]	Type d'équipement	Section de l'orifice [m²]	Réservation libre [cm x cm]
400	100	Petite baie ou grande baie peu occupée	0,015	12 x 12
650	160	Grande baie occupée à 50%	0,024	16 x 16
1000	245	Grande baie occupée à 75%	0,037	19 x 19
1500	370	Baie grande taille fortement occupée (47 U 800x1000x2283)	0,056	24 x 24

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

7 SCHEMA ELECTRIQUE DE PRINCIPE D'UNE GA

Pour information, le schéma suivant représente les principes d'alimentation secourue retenu pour les grandes approches auxquelles sont alimentées l'ensemble des installations CVC opérationnelles critiques.

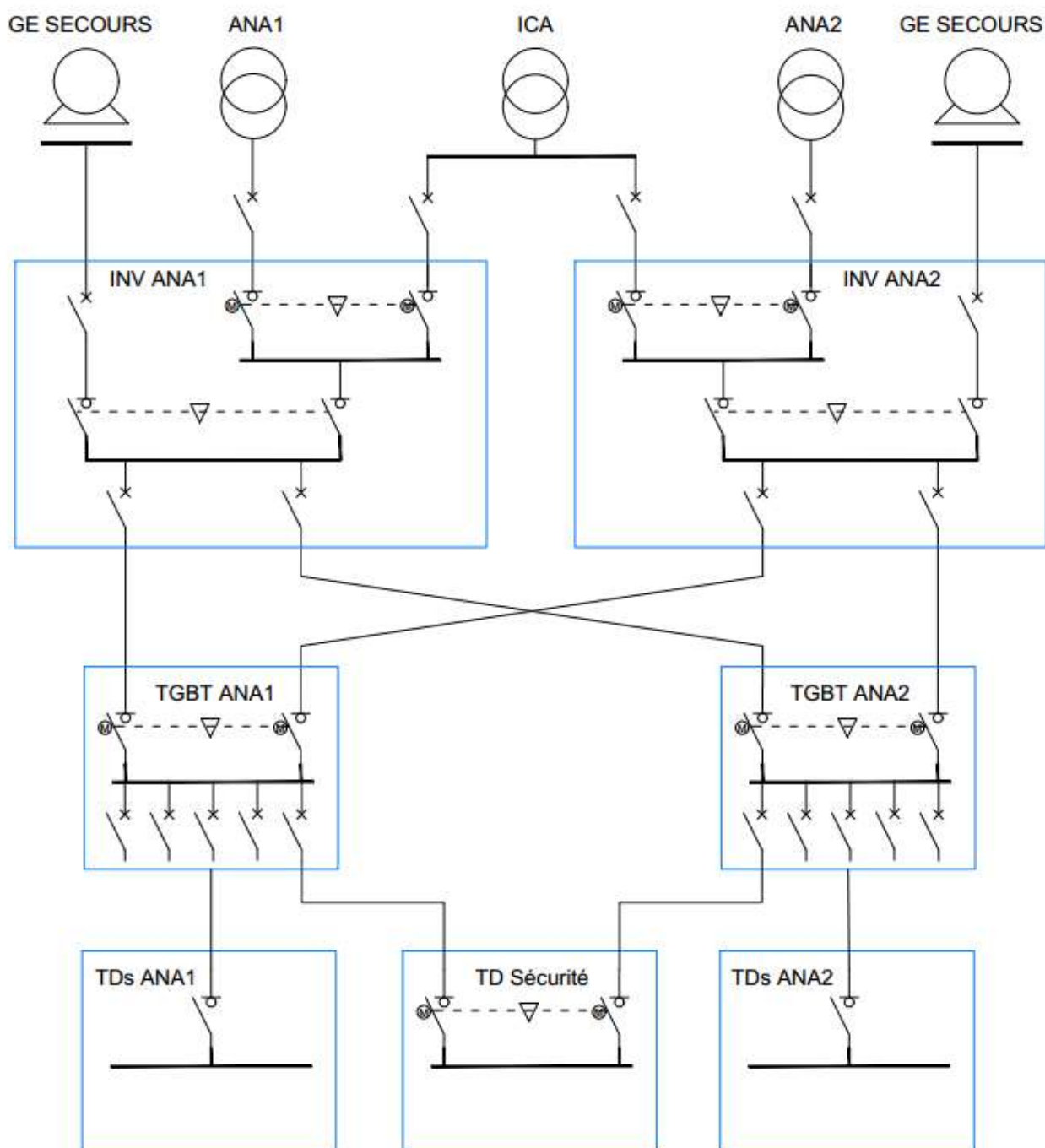


Figure 30: principe d'alimentation électrique d'une grande approche

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8 ILLUSTRATIONS DE GESTION DE REDONDANCES POSSIBLES

Les illustrations suivantes sont fournies à titre d'exemples et sont compatibles avec les exigences et recommandations de ce guide appliquées au traitement des locaux opérationnels.

8.1 CAS DES VIGIES

8.1.1 Option 1 : 2 CTA décentralisées en EG et DD

8.1.1.1 Description

Architecture de redondance sans point nodal comprenant :

- une CTA dite « Normale » 4 tubes (EG, EC) et batterie électrique pour l'été. La production d'EC et EG est centralisée ;
- une CTA dite « Secours » fonctionnant en détente directe (DD en froid seul ou réversible) et batterie électrique pour le chauffage. L'unité extérieure DD est située sur une coursive extérieure en zone aérée accessible, ou gainée avec ventilateur centrifuge. Celle-ci devra être mise en fonctionnement régulièrement (1 fois tous les bimestres) ;
- un réseau de soufflage et reprise commun avec registres d'isolement pour chaque CTA au soufflage et à la reprise ;
- un éventuel ensemble d'équipements type UTA locale réversible en DD pour traitement en appoint des inconforts épisodiques chauds ou froids (plafond accessible ou console en allège), et pouvant servir en période de travaux (mi- saison, hiver).

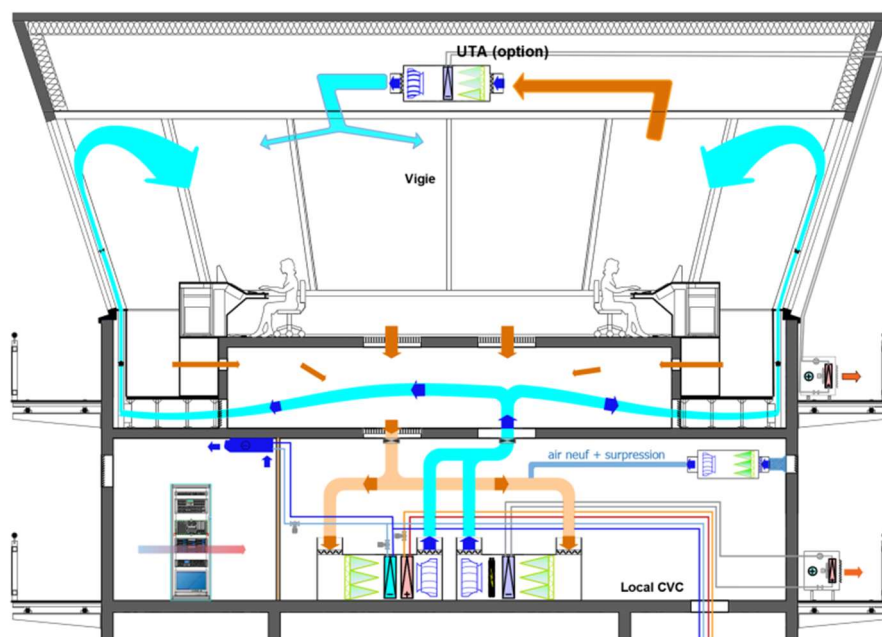


Figure 31: Coupe de principe Vigie – 2 CTA EG/DD et EC – appoint / secours ultime en plafond

8.1.1.2 Avantages

- Architecture sans point nodal fluide ni électrique.
- Possibilité d'intervention lourde (remplacement d'une des 2 CTA) ou légère (filtres à remplacer) sans interruption de service ni gêne pour l'activité de contrôle.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.1.1.3 Inconvénients

- Seules les gaines de distribution sont communes. Leur entretien (inspection rapide tous les ans, dépoussiérage quand nécessaire) nécessite une coupure ou des travaux de nuit.
- Nécessite une volumétrie adaptée, en particulier en cas de présence d'unité extérieur DD gainée sur une façade extérieure, ainsi qu'un accès pour livraison du ou des équipements.
- Secours fonctionnant très peu donc à activer régulièrement pour lubrification des compresseurs (risque de panne si compresseur non lubrifié après arrêt prolongé) ;

8.1.2 Option 2 : 2 CTA décentralisées identiques en EG

8.1.2.1 Description

Architecture de redondance de type 2N/2 comprenant :

- 2 CTA 4 tubes (EG, EC) ou 2 tubes (EG) + batterie électrique pour l'été et registres d'isolement au soufflage et à la reprise pour chaque CTA ;
- la production d'EG est centralisée et redondante, avec présence de piquages et attentes avec vanne d'isolement pour alimentation rapide par GEG de location, et 2 pompes simples en parallèle ;
- Permutation cyclique des équipements à mettre en place ;
- la distribution hydraulique et aéraulique est commune au 2 CTA ;
- 1 UTA réversible en appoint et secours hivernal et mi- saison plafond accessible ou console en allège).

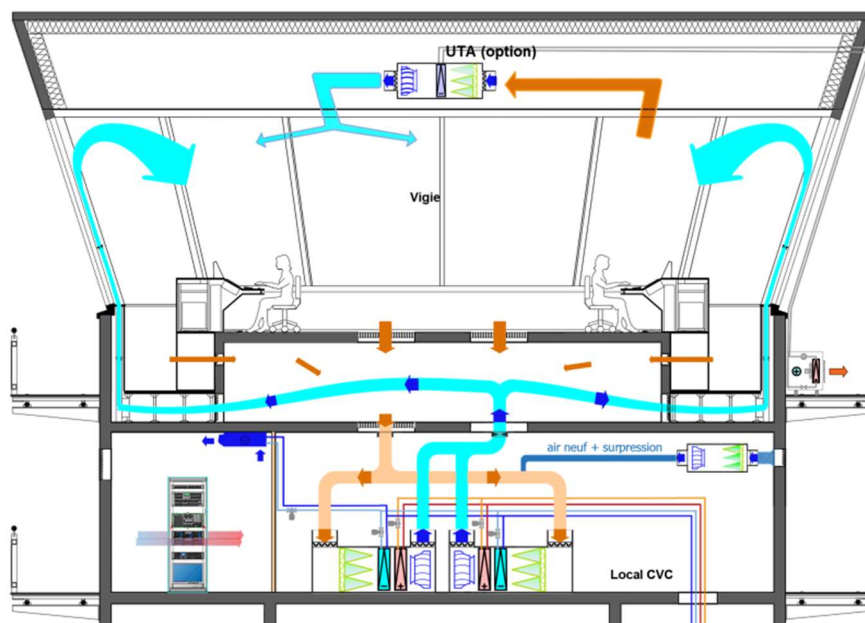


Figure 32: Coupe de principe vigie 2 CTA EG/EG – appoint/secours ultime en plafond

8.1.2.2 Avantages

- Architecture assez fréquente, à la fois simple et fiable ;

8.1.2.3 Inconvénients

- Un point nodal fluide nécessitant une mise en œuvre soignée de la distribution hydraulique (notamment calorifugeage extérieurs des tubes + anti-rouille).
- Les travaux sur la distribution nécessitent un groupe d'EG de location.
- Même remarque que précédemment concernant l'inspection des gaines de soufflage et reprise.
- Nécessite une volumétrie adaptée, ainsi qu'un accès pour livraison du ou des équipements.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.2 CAS DES SALLES IFR ET SALLES TECHNIQUES GA

8.2.1 Option 1 : ATA ou CTA adjacentes ou décentralisées en EG et DD

8.2.1.1 Description

Architecture de redondance sans point nodal hydraulique comprenant :

Pour le fonctionnement « normal » :

- **Pour la salle de contrôle IFR** : un ensemble de CTA ou ATA gainées distantes (local dédié, sous-sol, toiture...) dit « Normale » 4 tubes (EG, EC) prioritaire et batterie électrique mi-saison en relève totale de batterie EC + registre d'isolement. Traitement acoustique des réseaux soufflage et reprise selon contraintes du programme.
- **Pour la salle technique** : un ensemble ATA ou CTA adjacentes « Normale » EG et batterie électrique pour déshumidification positionnées si possible dans un local adjacent dédié (à côté ou en sous-sol) + registre d'isolement. Traitement acoustique des réseaux soufflage et reprise si nécessaire conformément aux exigences mentionnées au guide DSNA Acoustique.
- Une production d'EC et EG centralisée et la distribution réalisée par un jeu de pompes simples parallèle, ainsi que des vannes d'isolement pour alimentation locale de proximité (groupe de location) ;

Pour le fonctionnement « Secours » :

- **Pour la salle de contrôle IFR** : un ensemble de CTA ou ATA gainées distantes fonctionnant en détente directe (DD en froid seul ou réversible) et batterie électrique pour chauffage (local dédié, sous-sol, toiture...) avec registre d'isolement. L'unité extérieure DD est située à l'extérieure en zone aérée, ou gainée avec ventilateur centrifuge ;
- **Pour la salle technique** : un ensemble ATA ou CTA adjacentes fonctionnant en détente directe (DD en froid seul et batterie électrique pour déshumidification) positionnées si possible dans un local adjacent dédié (à côté ou en sous-sol). L'unité extérieure DD ou l'aérocondenseur à l'extérieure en zone aérée.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

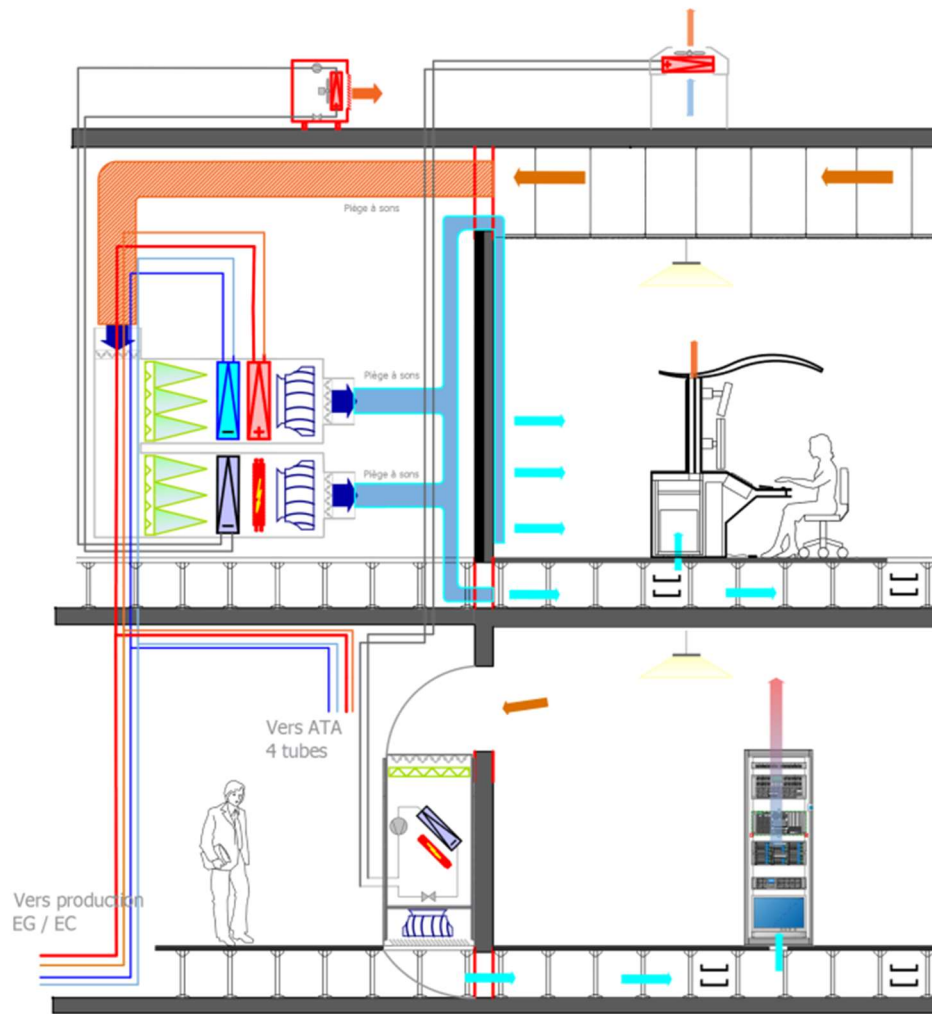


Figure 33: Coupe de principe Salle de contrôle IFR et Salle technique ATA/CTA EG/DD

8.2.1.2 Avantages

- Architecture sans point nodal fluide ni électrique.
- Possibilité d'intervention lourde (remplacement d'une des 2 CTA/ATA) ou légère (filtres à remplacer) sans interruption de service ni gêne pour l'activité de contrôle ou refroidissement de la salle technique.

8.2.1.3 Inconvénients

- Pour la salle de contrôle, seules les gaines de distribution sont communes. Leur entretien (inspection rapide tous les ans, dépoussiérage quand nécessaire en mi- saison) nécessite une coupure ou des travaux de nuit.
- Nécessite une volumétrie adaptée, en particulier en cas de présence d'unité extérieure DD gainée sur une façade extérieure, ainsi qu'un accès pour livraison du ou des équipements.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.2.2 Option 2: ATA et CTA adjacentes ou décentralisées double batteries EG/DD

8.2.2.1 Description

- **Pour la salle de contrôle IFR** : un ensemble de CTA gainées distantes (local dédié, sous-sol, toiture...) dite « Normale » 4 tubes (EG, EC) prioritaires, batterie électrique mi- saison en relèvement totale de batterie EC, ainsi qu'une batterie DD reliée à son unité extérieure + registre d'isolement. Traitement acoustique des réseaux soufflage et reprise selon contraintes du programme. Permutation cyclique des productions EG/DD (4/5 – 1/5).
- **Pour la salle technique** : un ensemble de N+1 ATA adjacentes « Normale » double batteries (EG, DD) et batterie électrique pour déshumidification positionnées si possible dans un local adjacent dédié (à côté ou en sous-sol) + registre d'isolement. Traitement acoustique des réseaux soufflage et reprise si nécessaire. Permutation cyclique des productions EG/DD (4/5 – 1/5).
- Une production d'EC et EG centralisée et la distribution réalisée par un jeu de pompes simples parallèle, ainsi que des vannes d'isolement pour alimentation locale de proximité (groupe de location).

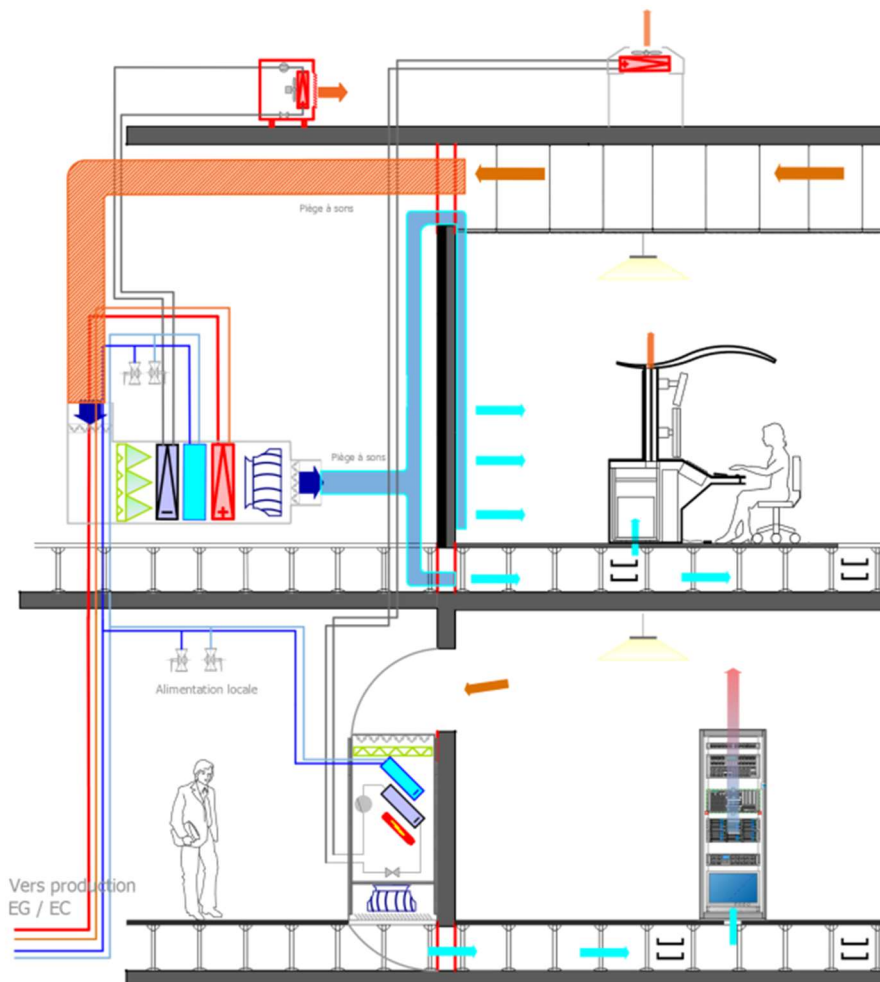


Figure 34: Coupe de principe Salle de contrôle et Salle technique ATA/CTA double batteries

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.2.2.2 Avantages

- Régulation intégrée pour les ATA double batterie.
- Encombrement.

8.2.2.3 Inconvénients

- Deux points nodaux sur des équipements « actifs » à savoir ventilateur + carte de régulation pouvant nécessiter une adaptation (ventilateurs sur rails pour remplacement rapide).
- La présence d'une batterie en détente directe (évaporateur) limite en conséquence les possibilités de réduction du débit de brassage contrairement aux équipements en 4 tubes beaucoup plus souples sous peine de déclencher un défaut BP (basse pression du fréon), ce qui peut avoir des conséquences sur le traitement acoustique des équipements.
- La présence d'une batterie en détente directe engendre une perte de charge permanente au niveau de l'équipement de traitement d'air, et donc à la fois une consommation des ventilateurs, ainsi que des conséquences sur le traitement acoustique des équipements.
- Nécessite une volumétrie adaptée, ainsi qu'un accès pour livraison du ou des équipements.

8.3 CAS DES SALLES DE CONTROLE ET SALLES TECHNIQUES CRNA

8.3.1 Option 1 : ATA et CTA adjacentes ou décentralisées EG

8.3.1.1 Description

Le site doit bénéficier d'une production d'eau glacée redondante, à savoir :

- production locale avec cascade de groupes (cas d'un bloc technique GA);
- un SLT (cas CRNA) ou une production distante par aéroport avec secours local total (cas d'un bloc technique GA).

Dans ce cas, l'architecture de redondance des émetteurs comprendra :

Pour la salle de contrôle : (N+1) CTA ou ATA gainées 4 tubes (EG, EC) + batterie électrique pour l'été, et registres d'isolement au soufflage et à la reprise pour chaque CTA ;

Pour la salle de technique : (N+1) ATA ou CTA 2 Tubes (EG) + batterie électrique pour déshumidification ;

La production d'EG est centralisée et redondante, avec présence de piquages avec attentes pour alimentation rapide par GEG de location ;

La distribution hydraulique est séparée pour la salle de contrôle et la salle technique. La distribution réalisée par un jeu de pompes simples parallèle, ainsi que des vannes d'isolement pour alimentation locale de proximité (groupe de location) ;

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

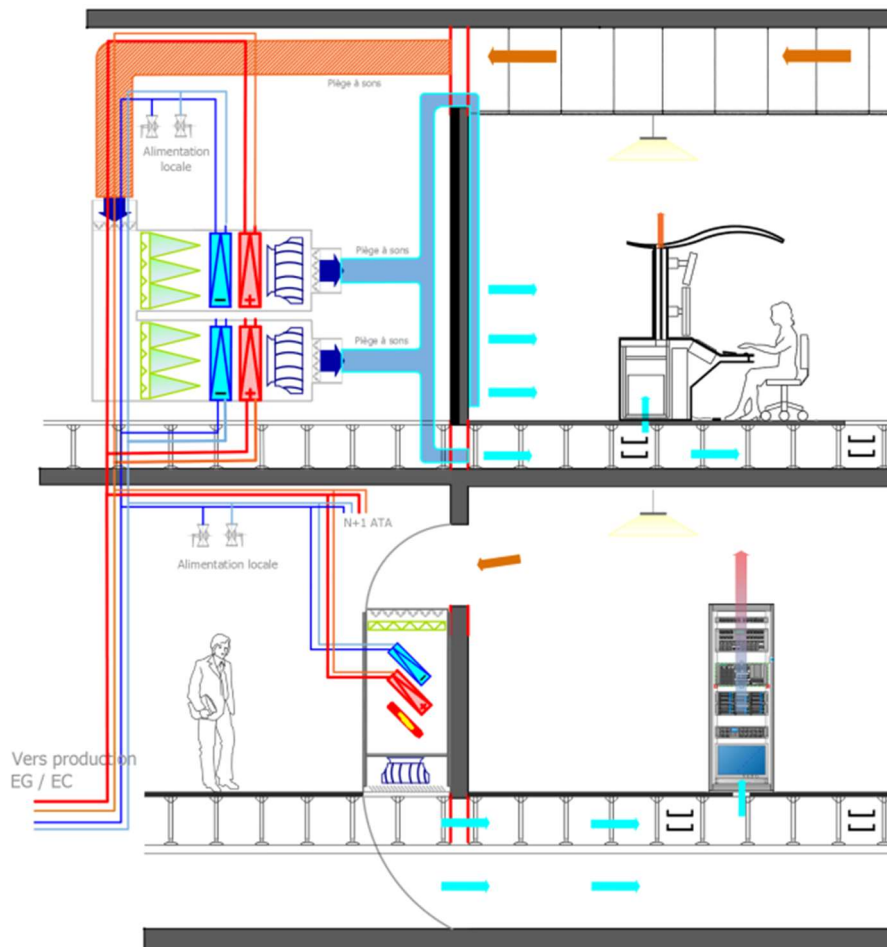


Figure 35 : Coupe de principe Salle de contrôle et Salle technique ATA/CTA EG

8.3.1.2 Avantages

- Architecture assez fréquente, à la fois simple et fiable, et peut être appliquée aux blocs techniques de GA si la production d'eau glacée est sécurisée.

8.3.1.3 Inconvénients

- Un point nodal fluide nécessitant une mise en œuvre soignée de la distribution hydraulique (notamment calorifugeage extérieurs des tubes + antirouille + traitement d'eau). Les travaux sur la distribution nécessitent un groupe d'EG de location ;
- même remarque que précédemment concernant l'inspection des gaines de soufflage et reprise ;
- nécessite une volumétrie adaptée, ainsi qu'un accès pour livraison du ou des équipements.

8.3.2 Option 2 : 2 CTA décentralisées en EG et DD

En cas d'absence de redondance sur la production d'EG avec SLT, voir schéma option 1.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

8.4 SALLE TECHNIQUE DE SITES ISOLES

8.4.1 Option 1 : ATA DD avec freecooling intégré – secours UTA DD

8.4.1.1 Description

- Une armoire de climatisation de type Détente directe (+ bat électrique) avec freecooling intégré positionnée contre un mur extérieur + 2 grilles extérieures avec pare-pluie en normal et secours ultime (freecooling forcé au-dessus de 30°C intérieur) et un régulateur ;
- un secours par armoire de climatisation DD ou UTA DD réversibles en commande filaire ;
- une ventilation naturelle ou mécanique (selon NF C15-100) ;
- (en option) un orifice obturable pour rejet d'air chaud issus de condenseur de climatisation mobile ;

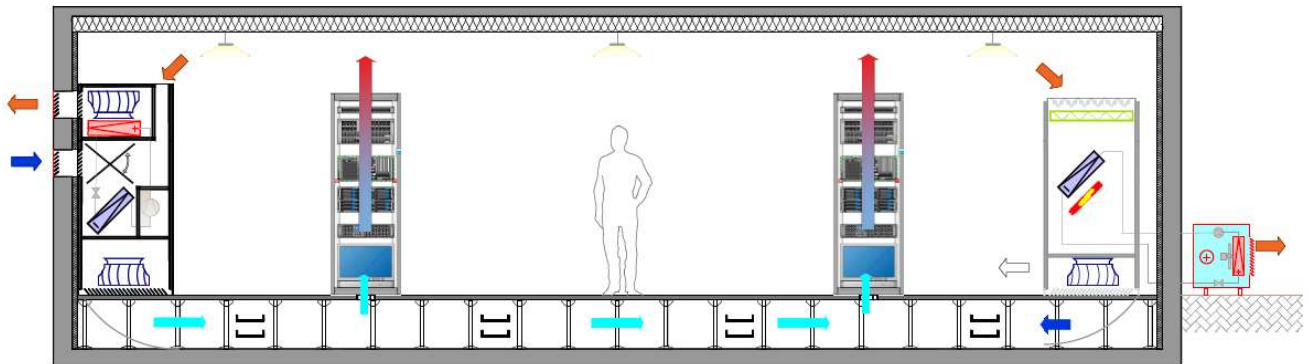


Figure 36: Coupe de principe site isolé avec ATA freecooling

Variante : ventilateur extracteur d'air + compensation avec filtre gravimétrique et volet de surpression monté en dépression.

8.4.1.2 Avantages

- Bonne précision de régulation de la température ;
- Qualité de la diffusion d'air traité (débit de brassage important) et filtration (Filtres gravimétrique quel que soit le mode) ;
- Economie d'énergie importante sur le poste climatisation
- Régulation intégrant un mode secours ultime (freecooling forcé) en cas de défaut du compresseur DD de l'armoire + de l'unité secours adjacente ;

8.4.1.3 Inconvénients

- Investissement important ;
- Fréquence des contrôles / remplacement des filtres supérieure liée au mode freecooling (selon environnement extérieur) ;

8.4.2 Option 2 : 2 UTA DD + extracteur sec ultime (selon site)

8.4.2.1 Description

- Deux ensembles (Armoire de climatisation ou UTA (Splits réversible) indépendants normal/secours, fonctionnant en détente direct et positionnés en ambiance ;
- en secours ultime (selon site), un ventilateur extracteur positionné sur mur + compensation avec filtration gravimétrique avec un volet de surpression monté en dépression ;
- une ventilation naturelle ou mécanique (selon NF C15-100).

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

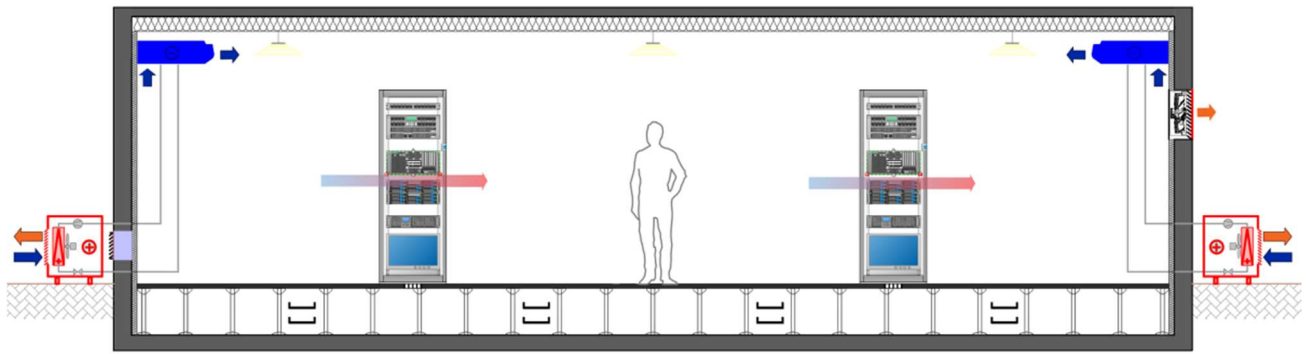


Figure 37: Coupe de principe site isolé avec 2 UTA DD en ambiance

8.4.2.2 Avantages

- Coût réduit de l'installation (si pas de secours ultime) ;
- Cascade de splits possible ;

8.4.2.3 Inconvénients

- Diffusion d'air vers l'ambiance moins performante pour les splits pour refroidissement des équipements ;
- Filtration de l'air par les UTA basic ;
- Régulation / permutation parfois inutilement complexe (gestion filaire à privilégier) ;
- Entretien de 3 équipements si secours ultime ;
- Entretien filtre compensation air neuf si secours ultime ;
- Baie ouverte à portes ajourées nécessaire (bruit en conséquence) ;

8.5 LOCAUX STOCKAGE BATTERIES

Les locaux avec stockage batteries au plomb ouvert sont à la fois ventilés et chauffés. Compte tenu du risque lié à l'émission de dihydrogène, la redondance des ventilateurs est exigée si le(s) défaut(s) d'un (des) chargeur(s) n'est pas asservi à la chaîne de commande de(s) ventilateur(s). Le débit est dimensionné selon la NF C15-100. Un clapet anti-retour doit être positionné au niveau de chaque ventilateur. Une grille de compensation dotée d'un filtre grossier est également positionnée en façade.

Compte tenu du renouvellement d'air du local, le chauffage est assuré à l'aide d'un aérotherme à eau chaude ou par une unité gainable non carrossée.

Selon la recommandation du constructeur de la batterie au plomb ouvert, selon la région et l'ensoleillement du local batterie un rafraîchissement peut s'avérer nécessaire pour optimiser la durée de vie de la batterie.

La Figure 38 illustre cette configuration.

DTI SNIA	Projet	Guide spécifications bâtiments opérationnels DGAC	Version	V1R15
	Titre	Génie Climatique	Du	28/07/2022

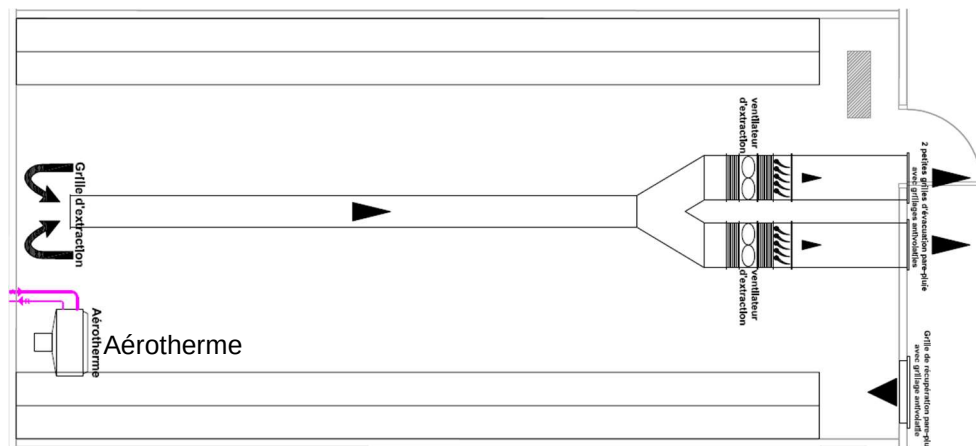


Figure 38 : Ventilation d'un local avec batteries plomb-ouvert

8.6 LOCAUX HTA AVEC TRANSFORMATEUR

Les locaux « moyenne tension » (poste de transformation) **et à bain d'huile** sont rafraîchis naturellement ou mécaniquement selon les contraintes du site et les puissances dissipées. En cas de rafraîchissement mécanique par ventilateur, sa vitesse est régulée. Pour maintenir la température du local entre 25 et 30°C en hiver et mi-saison (et un écart de +5°C avec Text l'été). La Figure 38 illustre cette configuration.

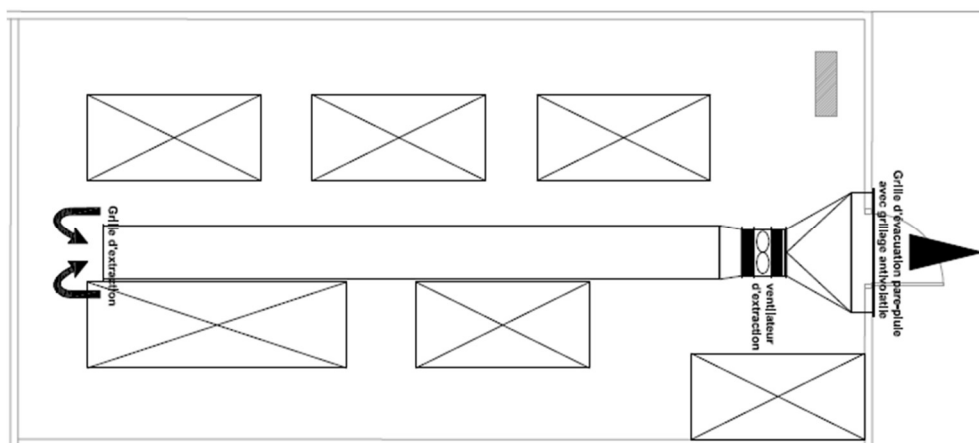


Figure 39 : Refroidissement par surventilation d'un local HTA

Pour les locaux HT équipés **de transformateur sec** plus sensibles que les transformateurs à bain d'huile, il conviendra de refroidir les locaux avec un **système spécifique fonctionnant sur EG** (ou DD si non EG non disponible) afin de ne pas dépasser une **ambiance à 40°C**.

Pour de grosses installations, plusieurs ventilateurs peuvent être sollicités selon la température à maintenir. Suivant le climat et la présence d'équipement sensible (API, SEPAM, ...) et suivant les recommandations fabricant, une climatisation du local pourra dans certains cas se révéler nécessaire.