

bag

bureau
architecture
greisch

AERTEC



#CRL

Nouvelle zone de sûreté Aéroport de Charleroi Bruxelles-Sud

Permis Unique
Rev. A

11/07/2024

Let's talk **aeronautics**

Sommaire

1. Introduction.....	6
1.1. Antécédents.....	6
1.2. Objet du projet et justification de la solution adoptée	6
1.2.1. Objectifs de l'avant-projet	6
1.2.2. Solution adoptée	7
2. Description architecturale	8
2.1. Conception générale.....	8
2.1.1. Description fonctionnelle	8
2.1.2. Description constructif	8
2.1.3. Tableau des surfaces nettes d'exploitation	9
3. Stabilité	10
3.1. Campagne Géotechnique.....	10
3.1.1. Données de base. Considérations initiales	10
3.1.2. Etude géotechnique. Réponses et conclusions	10
3.1.3. Interprétation de la Campagne Géotechnique. Conclusions	10
3.2. Objet du projet et justification de la solution adoptée	10
3.2.1. Objet du projet	10
3.2.2. Justification de la solution adoptée	11
3.3. Description des travaux.....	13
3.3.1. Travaux de terrassement	13
3.3.2. Fondations et structure	14
3.4. Méthodologie de calcul utilisé.....	26
4. Techniques spéciales	59
4.1. Description des installations	60
4.1.1. Installations sanitaires	61
4.1.2. Egouttage	65
4.1.3. Electricité	70
4.1.4. Eclairage	77
4.1.5. HVAC	84
4.1.6. Protection et lutte contre incendies	87
4.1.7. Systèmes de communication, sonorisation et contrôle d'accès	105
4.1.8. Gestion technique centralisée	111
4.2. Services affectés	113
5. Phasage.....	120

Sommaire tableaux

Tableau 1. Valeurs de calcul des actions à utiliser dans la combinaison d'actions.....	33
Tableau 2. Valeurs recommandées de w_{\max} (mm)	33
Tableau 3. Demande estimée en eau froide.....	62
Tableau 4. Estimation charge BT. Niveau +174.....	73
Tableau 5. Estimation charge BT. Niveau +177	73
Tableau 6. Estimation charge BT. Niveau +180.....	73
Tableau 7. Estimation charge BT. Niveau +185.....	74
Tableau 8. Estimation charge BT du bâtiment	74
Tableau 9. Tableau des valeurs U max admissibles	85
Tableau 10. Des ratios de charge interne en fonction de l'utilisation de l'espace	85
Tableau 11. Tableau des valeurs de taux de ventilation	85
Tableau 12. Tableau des valeurs de taux d'extraction.....	85
Tableau 13. Estimation de charges thermiques	86
Tableau 14. Prévision des équipements de climatisation.....	86

Sommaire illustrations

Illustration 1. Zones d'interventions prévues.....	11
Illustration 2. Détail type chape +174.....	12
Illustration 3. Propriété mécanique plaque alvéolaire	13
Illustration 4. Zone extension pour terrassement	13
Illustration 5. Schéma intervention monte-charge accès compacteurs.....	14
Illustration 6. Schéma intervention monte-charge accès compacteurs.....	14
Illustration 7. Typologie de semelle possible + pieux à utiliser	15
Illustration 8. Schéma de fondation sur pieux et semelles	16
Illustration 9. Schéma structurel proposé	17
Illustration 10. Schéma structurel de colonnes niveau +174	18
Illustration 11. Schéma des poutres préfabriquées +177	19
Illustration 12. Schéma des poutres préfabriquées +180	19
Illustration 13. Colonnes et poutres préfabriqués	20
Illustration 14. Détail appuis hourdis alvéolés sur poutre préfabriqué	21
Illustration 15. Schéma des poutres mixtes +185.....	21
Illustration 16. Schéma des poutres mixtes +188.....	22
Illustration 17. Tôle associé pour plancher	22
Illustration 18. Détail union parallèle et perpendiculaire poutre / tôle	23
Illustration 19. Système structurel de la toiture	24
Illustration 20. Emplacement mezzanine et monte-charge proposé.....	25
Illustration 21. Fondation mezzanine et monte-charge	26
Illustration 22. Valeurs de calcul d'actions (EQU) (Ensemble A).....	29
Illustration 23. Valeurs de calcul d'actions (STR/GEO) (Ensemble B).....	30
Illustration 24. Valeurs de calcul d'actions (STR/GEO) (Ensemble C).....	31
Illustration 25. Valeurs recommandées des coefficients pour les bâtiments	31
Illustration 26. Vitesse de référence du vent dans le territoire belge	37
Illustration 27. Coefficient de pression du vent en fonction du type de terrain	38
Illustration 28. Coefficient de pression pour une construction avec une toiture plane	38
Illustration 29. Zonage du territoire belge suivant l'annexe nationale belge à l'Eurocode	39
Illustration 30. Formulation pour le calcul de la charge de neige	39
Illustration 31. Zonage du territoire belge suivant l'annexe nationale belge.....	40
Illustration 32. Typologie de spectres sismiques horizontaux en fonction du sol.....	41
Illustration 33. Alternance de la surcharge d'usage sur des hourdis	43
Illustration 34. Géométrie de la typologie de plaques préfabriquées.....	44
Illustration 35. Caractéristiques mécaniques de la typologie de plaques préfabriquées	45
Illustration 36. Gamme maximale de portées (MIN et MAX).....	45
Illustration 37. Résumé de données pour des hourdis SP 150	46

Illustration 38. Résumé de données pour des hourdis SP 200	47
Illustration 39. Résumé de données pour des hourdis SPZ 200	48
Illustration 40. Résumé de données pour des hourdis SP 265	49
Illustration 41. Résumé de données pour des hourdis SP 320	50
Illustration 42. Résumé de données pour des hourdis SP 400	51
Illustration 43. Résumé de paramètres de design et de portées permises	52
Illustration 44. Contreflèche à réaliser en fonction de la portée et de la typologie du hourdis.....	52
Illustration 45. Moment ultime de poutres préfabriquées en fonction de la géométrie à disposer	53
Illustration 46. Abaques pour l'obtention de la géométrie de la poutre préfabriquée	54
Illustration 47. Abaques pour l'obtention de la géométrie de la poutre préfabriquée à utiliser	55
Illustration 48. Géométrie de colonnes carrées ou rectangulaires et de colonnes circulaires	56
Illustration 49. Diagrammes d'interaction (N-M) pour les colonnes carrées ou rectangulaires.....	57
Illustration 50. Réactions maximales de supports en fonction de leur géométrie et de la colonne	58
Illustration 51. Groupe surpresseur et des prises d'eau disponibles au niveau +174	61
Illustration 52. Schéma de principe du système d'alimentation en eau froide	62
Illustration 53. Schéma de principe du système proposé pour la récupération d'eau de pluie.....	64
Illustration 54. Schéma de principe pour la production de l'eau froide adoucie	65
Illustration 55. Schéma de principe du système proposé pour l'évacuation des eaux usées.....	66
Illustration 56. Schéma de drainage de la toiture.	67
Illustration 57. Croquis de la disposition des chéneaux sur la zone centrale de la toiture	67
Illustration 58. Schéma de principe du système proposé pour l'évacuation des eaux pluviales	68
Illustration 59. Réseaux de drainage existant dans l'actuelle esplanade au niveau +174	69
Illustration 60. Synoptique général proposé de la boucle haute tension	70
Illustration 61. Groupe froid à l'extérieur du bâtiment énergie avec transformateur 400 kVA.....	71
Illustration 62. Schéma et configuration de la cabine haute tension proposée.....	72
Illustration 63. Synoptique général de l'installation BT proposée	75
Illustration 64. Typologies des équipements d'éclairage proposés	77
Illustration 65. Synoptique général De la gestion d'éclairage sous standard DALI	78
Illustration 66. Recommandations éclairage de secours	80
Illustration 67. Type de luminaires de secours	80
Illustration 68. Architecture du réseau de communication éclairage de secours	81
Illustration 69. Accessoires de secours	82
Illustration 70. Architecture logique du réseau de données actuel	105
Illustration 71. Localisation des nouveaux locaux techniques TDA1 et TDA2	106
Illustration 72. Représentation schématique de la solution adoptée pour le système vertical	107
Illustration 73. Architecture générale du système de communication.....	107
Illustration 74. Architecture du système de vidéosurveillance	108
Illustration 75. Schéma d'équipement des différents types d'accès prévus	109
Illustration 76. Schéma de fonctionnement du système de contrôle centralisé	111
Illustration 77. Schéma de la solution pour le système de contrôle centralisé.....	112

Illustration 78. Extension de la zone PIF actuelle objet d'affection.....	113
Illustration 79. Localisation du local du dégraisseur	114
Illustration 80. Vue générale de l'état actuel de l'esplanade Ouest.....	115
Illustration 81. Solution proposée pour les systèmes de drainage affectés au niveau +174.....	116
Illustration 82. Chutes des eaux pluviales sur la façade Nord du quai Ouest.....	116
Illustration 83. Vue des rejets et prise d'air existants sur la façade Ouest.....	117
Illustration 84. Croquis de déviation des prises et rejets d'air existants.....	117
Illustration 85. Vue générale de l'auvent extérieur au niveau +180.....	118
Illustration 86. Vue générale des compacteurs des déchets au niveau de l'esplanade.....	118
Illustration 87. Extrait de la boucle haute tension entre le bâtiment énergie et l'aérogare.....	119



1. Introduction

1.1. Antécédents

L'équipe AERTEC-BAG a été désigné adjudicataire en avril 2019 du marché BSCA-2018-131 intitulé « Marché relatif à l'étude du développement à moyen et long terme de l'aéroport de Charleroi Bruxelles-Sud et aux études techniques d'extension de l'infrastructure aéroportuaire ».

Après finalisation de la première phase, études Masterplan par l'équipe d'AERTEC-BAG en mars 2020, la deuxième phase n'a pas pu être activée du fait de l'interruption des activités aéroportuaires au niveau mondial provoqué par la crise sanitaire.

La récupération rapide du trafic a permis à BSCA de réactiver ce contrat d'assistance technique.

Une présentation des contours de la mission a été réalisé par BSCA le 17 novembre 2022 durant laquelle la mission relative aux études technique a été décrite ainsi qu'une mission complémentaire relative relatif à l'étude du développement à moyen et long terme de l'aéroport de Charleroi Bruxelles-Sud, également appelés « études Masterplan »

L'objectif de cette mission complémentaire étant d'assurer une parfaite intégration des études techniques dans une vision à court terme de l'aéroport ainsi que de réaliser une nouvelle estimation économique de cette solution intégrée.

Ce document concerne uniquement la mission relative aux études techniques, la mission complémentaire faisant l'objet de livrables indépendant desdites études.

1.2. Objet du projet et justification de la solution adoptée

1.2.1. Objectifs de l'avant-projet

Le présent avant-projet doit permettre de définir toutes les actions à réaliser pour atteindre les objectifs suivants fixés par BSCA :

- Extension du T1 à l'Ouest présentant les éléments suivants :
 - 12 lignes de sûreté ultra-moderne à haut débit dans le terminal T1 (actuellement 9 lignes de sûreté dans l'aérogare T1 et de 3 lignes dans le T2)
 - Nouvelle zone de contrôle de carte d'embarquement
 - Nouvelle zone de bureaux
 - Zone de stockage au niveau du quai fournisseur
 - Modification du quai fournisseur
 - Déplacement compacteurs de déchets
- Ajout de nouveaux comptoirs d'enregistrement au niveau de l'accès à la zone de sûreté actuelle
- Transformation de la zone de sûreté actuelle en zone « Free Shop » passante.
- Adapter les installations existantes afin qu'elles puissent fonctionner sans interférences avec celles que nous développons dans le présent avant-projet.
- Identifier et solutionner tous les services affectés par la construction de l'extension tant sur le bâtiment actuel que les installations extérieures. Une fois identifiés, nous proposerons dans l'annexe correspondant, leurs relocalisations le cas échéant, ou leurs intégrations au sein de la solution finale projetée.



- Proposition du phasage des travaux pour que l'aéroport reste opératif à tout moment. Cette définition est indispensable pour le bon déroulement des travaux et des opérations.

1.2.2. Solution adoptée

L'extension du PIF est conçue sur une trame générale d'un multiple de 6 x 6 m pour correspondre au mieux à l'écartement nécessaire pour les techniques des lignes d'inspection filtrage. La dimension générale de l'ensemble de toute la zone a donc été dessinée sur la base des équipements des lignes de sûreté. Un espace libre de 12 x 30 m est nécessaire pour chaque double ligne sans aucune colonne qui encombrerait cet espace pour permettre le maximum de flexibilité et de fluidité.

L'ensemble de la volumétrie du bâtiment permet d'accueillir la zone de filtrage au niveau principal (niv. +180) en contact direct avec le hall passagers du bâtiment existant en venant s'y accoler sur sa façade Ouest. Sous ce niveau principal sont insérés les locaux techniques et de logistique. La zone de manœuvre et les deux quais de livraison sont déplacés sous la dalle du niveau principal. Les compacteurs à déchets sont déplacés hors de la zone d'emprise de l'extension et de la circulation des véhicules. Au-dessus du niveau principal, la mezzanine reprend l'ensemble des fonctions administratives pour la sûreté. La toiture supérieure du côté sud regroupera les équipements techniques de traitement d'air et de climatisation.

Ce nouveau bâtiment est conçu structurellement de manière complètement indépendante de l'existant. Un compartimentage incendie permet de séparer celui-ci du terminal passagers T1 et de gérer les flux d'évacuation. De nouvelles circulations verticales sont localisées aux deux coins de la façade Sud. Elles reprennent les flux d'évacuations propres au nouveau bâtiment, mais aussi une partie de l'existant pour remplacer les deux escaliers de secours démolis dans l'emprise de cette nouvelle partie.

2. Description architecturale

2.1. Conception générale

2.1.1. Description fonctionnelle

Le nouveau PIF s'organise sur 4 niveaux se raccordant aux niveaux du terminal passager existant.

Au niv. +180 qui est le niveau principal d'accès des passagers, s'organisent les 12 lignes de contrôle sûreté. Il est en relation directe avec le hall de check-in du terminal existant et aussi avec l'esplanade publique extérieure. La zone d'accès aux lignes d'inspection est contrôlée pour limiter l'entrée via les boarding pass. Les locaux prévus pour les agents de screening sont déportés en arrière des filtres d'inspection au centre de la zone. En sortie des filtres d'inspection, la zone est en connexion avec l'espace de duty free qui s'agrandira sur l'ancienne zone PIF à reconditionner.

Au-dessus du niveau principal s'implante une mezzanine au niv. +185 avec la zone administrative de la sûreté qui ont ainsi une vue plongeante sur l'ensemble de la zone d'inspection en contre bas.

En toiture seront localisés les équipements techniques pour le traitement d'air et la climatisation.

En-dessous du niveau principal, le niveau intermédiaire niv. +177 est quant à lui dédié au personnel avec les vestiaires, salles de repos et salles de formation.

Au niveau le plus bas niv. +174 de plain-pied avec la voirie d'accès logistique, l'aire de manœuvre des camions pour la livraison est retroussée sous le bâtiment avec les deux quais de livraisons pour la zone techniques et logistique. Depuis les quais de livraison, une zone tampon donne accès à une série de locaux de stockage en landside et en airside. La zone de screening d'entrée des marchandises est positionnée au centre des locaux de stockage.

2.1.2. Description constructif

L'extension est conçue sur une trame modulaire permettant une grande préfabrication des éléments constructifs.

Les niveaux inférieurs sont réalisés en béton. Les colonnes, poutres et planchers pourront ainsi être réalisés en béton préfabriqués en atelier. Cela facilite leur mise en œuvre, réduit le délai d'exécution sur site et augmente la qualité du produit fini.

Les niveaux supérieurs (à partir du niv. +180) sont quant à eux réalisés en structure métallique. La préfabrication de ces éléments de charpente métallique permet également une grande rapidité de mise en œuvre sur site.

Sur cette structure primaire, les façades extérieures principales sont réalisées en murs rideau vitrés. Les parties secondaires des façades et les zones opaques sont finies avec du bardage métallique laqué.

Les toitures sont réparties sur plusieurs niveaux. Pour la partie la plus basse, elle prolonge l'auvent existant en structure métallique. Pour la seconde partie, derrière l'auvent, elle est en structure béton recouverte d'une toiture verte. Enfin, la partie haute de la toiture au-dessus des zones de contrôle est prévue en structure métallique avec les longues poutres treillis d'une portée de 30 m. Elles enjambent la zone de filtrage pour la dégager de toute colonne portante. Cette toiture est couverte d'une membrane d'étanchéité PVC sur laquelle pourront dès lors être installés des panneaux photovoltaïques.

2.1.3. Tableau des surfaces nettes d'exploitation

Les surfaces reprises dans le tableau ci-dessous sont nettes, sans compter les circulations.

Etage	Nom du local/ de la fonction	Nombre de locaux	Capacité	Occupant	Surface demandée (m2)	Surface en plan (m2)
174	Local poubelle	1		SSP		64,34
174	Chariots à verre	1		SSP		
174	Réserve négative	1		SSP	30,00	42,22
174	Zone de déchargement	1			300,00	331,33
174	Transfo 1	1				6,27
174	Transfo 2	1				6,27
174	Local haute tension	1				18,00
174	Local basse tension	1				73,19
174	Local DATA	1				17,32
174	Réserve local technique	1				32,73
174	Local plomberie	1				53,40
174	Citerne	1				94,34
174	Zone de screening	1				129,34
174	Sas de sortie AS vers LS	1				8,78
174	Zone tampon / screening	1				139,44
174	WC PMR	1	1 pers.	BSCA		3,78
174	WC hommes	1	9 pers.	BSCA		35,60
174	WC femmes	1	11 pers.	BSCA		44,49
174	Stockage	1		Duty Free	200,00	182,26
174	Compliment RF	1		Duty Free		26,75
174	Réserve négative	1		SSP	70,00	68,62
174	Réserve positive	1		SSP	60,00	52,99
174	Réserve positive	1		SSP	58,00	52,99
174	Extension magasin	1		BSCA		49,10
174	Complément entreposage	1				10,94
174	Stockage complémentaire AS	1				26,42
TOTAL NIV. 174 :						1570,91
177	Salle de repos	1	20 pers.	BSCA	75,00	68,28
177	Salle de repos	1	20 pers.	BSCA	75,00	66,08
177	Vestiaires / sanitaires F	1	120 casiers	BSCA		115,17
177	Vestiaires / sanitaires H	1	120 casiers	BSCA		105,63
177	Instructeur 1	1	2 pers.	BSCA	20,00	32,23
177	Instructeur 2	1	2 pers.	BSCA	20,00	34,24
177	Salle de réunion	1	20 pers.	BSCA	40,00	46,56
177	Salle de réunion	1	10 pers.	BSCA	20,00	21,51
177	Vestiaire déplacé du 185	1		BSCA		28,67
177	Mezzanine	1		BSCA		52,90
177	Infirmier / salle d'allaitement	1	1 pers.	BSCA		8,90
177	Local électricité	1		BSCA		3,84
TOTAL NIV. 177 :						584,01
180	Zone de screening LS	1		BSCA		1531,28
180	Zone de screening AS	1		BSCA		880,25
180	Zone de queueing	1		BSCA		808,68
180	Remote screening 1	1	7 pers.	BSCA	50,00	44,05
180	Remote screening 2	1	8 pers.	BSCA	50,00	47,82
180	Supervision	1	1 pers.	BSCA	10,00	18,09
180	Supervision	1	1 pers.	SST 1	10,00	18,09
180	Supervision	1	1 pers.	SST 2	10,00	18,09
180	Entraînement screening	1	3 pers.	BSCA	30,00	24,00
180	Stockage objets confisqués	1		BSCA	12,00	12,81
TOTAL NIV. 180 :						3403,16
185	Stockage matériel	1		BSCA	12,00	11,69
185	Stockage matériel	1		BSCA	12,00	24,25
185	Entraînement screening 2	1	3 pers.	BSCA	30,00	35,18
185	Planification	1	3 pers.	Sous-trainant 1	30,00	40,09
185	Manager sous-trainant sûreté	1	1 pers.	Sous-trainant 1	10,00	19,71
185	Staff admin.	1	3 pers.	Sous-trainant 1	30,00	37,96
185	Planification	1	3 pers.	Sous-trainant 2	30,00	40,09
185	Manager sous-trainant sûreté	1	1 pers.	Sous-trainant 2	10,00	20,05
185	Staff admin.	1	3 pers.	Sous-trainant 2	30,00	40,09
185	Coffee Corner	1		BSCA/SST		16,18
185	Sanitaires D.	1		BSCA/SST		19,62
185	Sanitaires H.	1		BSCA/SST		19,62
TOTAL NIV. 185 :						324,53
SURFACE TOTALE :						5882,61



3. Stabilité

3.1. Campagne Géotechnique

L'objet de cette proposition de répartition d'essais géotechniques est d'obtenir les données nécessaires pour la définition des besoins en fondations des nouveaux volumes de l'extension du terminal T1 de l'aéroport de Charleroi.

3.1.1. Données de base. Considérations initiales

Les données géotechniques issues d'essais précédents fournis par BSCA, sont pris en considération de par leur proximité à la zone d'intervention. Ces essais sont les suivants et sont annexés à ce document :

- Aéroport de Charleroi – Bruxelles South – Extension du terminal. Sondages géotechniques in situ". Dossier n° : AP-324-394. Rapport n°. 18.062. Année 2013.
- Gosselies BSCA Charleroi – Projet Extension Aérogare. Rapport n° 46.4/12013/2010. Année 2010.

3.1.2. Etude géotechnique. Réponses et conclusions

L'étude géotechnique devra nous indiquer les détails des points suivants :

- Résistance du sol.
- Profondeur des couches.
- Recommandation sur le type de fondation à utiliser.
- Estimation des changements de volumes et leur influence sur le choix des fondations. Détermination du niveau phréatique.
- Définition du grade de compactage et caractéristiques du terrain au niveau des remplissages sous fondations et terre-pleins
- Choix de la composition des bétons en fonction de l'agressivité de l'eau et du sol.

3.1.3. Interprétation de la Campagne Géotechnique. Conclusions

Un système basé sur des pieux forés et bétonnés *in situ* est choisi, contrairement à l'utilisation de pieux préfabriqués. En effet, la présence du terminal actuel, nous considérons qu'un enfoncement mécanique produisant de grandes vibrations doit être évité. En effet, cela pourrait avoir des effets sur le bâtiment existant et donc impliquerait des calculs, analyses sur celui-ci en plus de la gêne occasionnée sur les passagers.

Note : Les fondations du terminal actuel ont été réalisées à l'aide de pieux.

3.2. Objet du projet et justification de la solution adoptée

3.2.1. Objet du projet

Les différentes interventions principales envisagées pour cette extension de l'aérogare sont les suivantes :

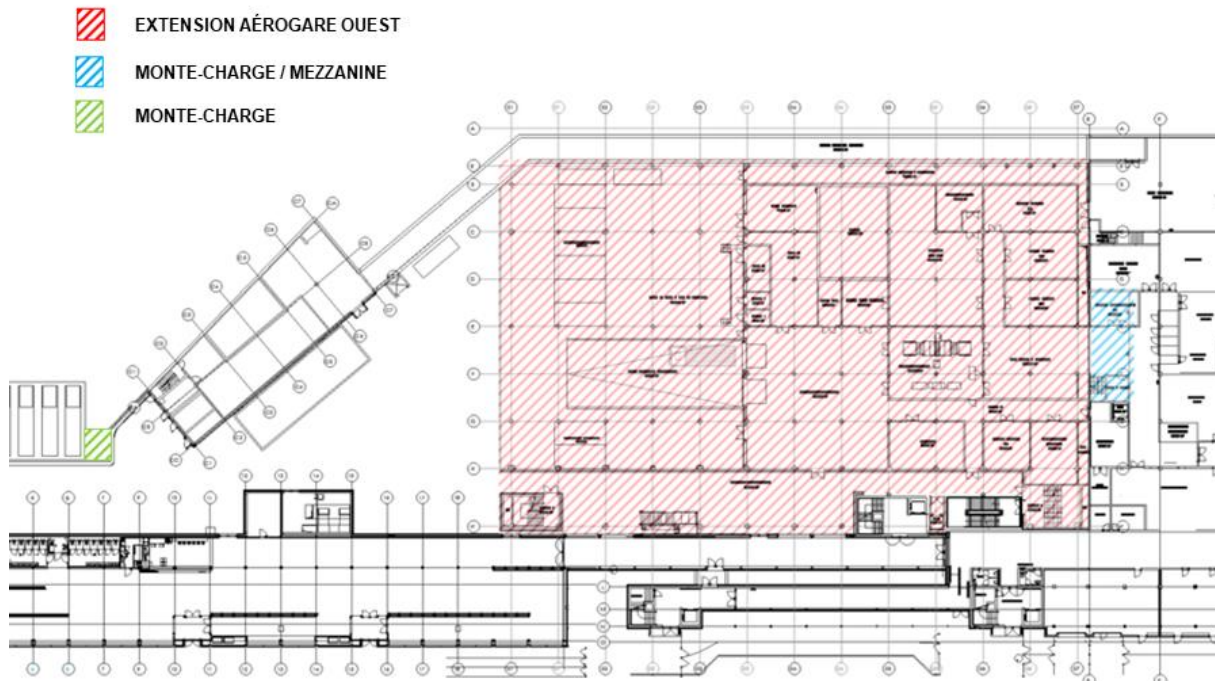


Illustration 1. Zones d'interventions prévues

Source : Aertec / BAG

Afin d'obtenir une structure homogène complète, les différentes interventions énoncées ci-dessous sont nécessaires:

- Démontage du auvent extérieur
- Démontage partiel du mur rideaux latéral
- Retrait des escaliers d'évacuation extérieurs et remplacement postérieur
- Ouverture dans certains murs ou pré-murs
- Elimination d'ascenseurs et escaliers et recouvrement des creux existants
- Etude de la connexion de la nouvelle fondation avec l'existante
- Verifications des murs extérieurs pour la connexion avec les niveaux +177, +180 et +185
- Nouvelles ouvertures dans les planchers pour escaliers ou ascenseurs

3.2.2. Justification de la solution adoptée

Les nouvelles fondations seront réalisées à base de pieux in situ en béton armé par l'intermédiaire de boues de forage ou chemisées. La profondeur à atteindre sera de l'ordre de 15 m et leur diamètre aura un minimum de 41 cm.

Sur les semelles à réaliser, il sera disposé une couche de 25 cm d'empierrement, suivie d'une couche de 25 cm de béton in situ pour la chape du rez-de-chaussée, armée convenablement dans ses deux directions, aussi bien supérieure qu'inférieure. La côte de la face supérieure de cette chape sera celle de +174.

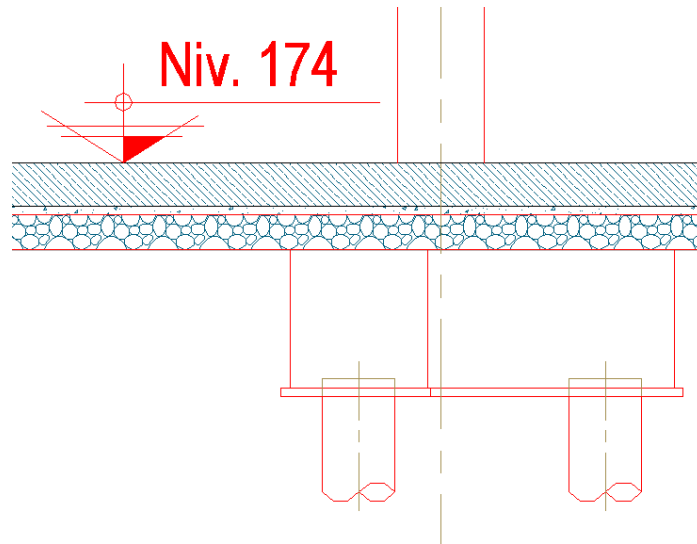


Illustration 2. Détail type chape +174

Source : Aertec / BAG

La typologie structurelle du bâtiment proposé sera la suivante :

- Niveaux de +174 à +180 : Structure préfabriquée en béton formée de plaques en nid d'abeille de 26,5 cm + 5 cm (plaque + couche de compression) soutenues sur des poutres préfabriquées sur des colonnes préfabriqués circulaires ou carrés selon que la zone est le transit de véhicules ou non.
- Niveau +185 à +188 : la structure est métallique formée d'un plancher avec tôle associé. La structure légère du toit se compose de fermes métalliques qui supportent d'autres fermes transversales qui couvrent les 30 m de travée centrale. D'autre part, les fermes horizontales assurent au toit une stabilité dans le plan horizontal en raison des forces du vent et des tremblements de terre.

Pour le projet de base présenté ici, les joints de dilatation n'ont pas été pris en compte. Cependant, lors de la phase projet une étude détaillée sera faite pour confirmer cette considération, laissant ouverte la possibilité de mettre en place un joint de dilatation.

L'option d'éléments préfabriqués répond à une plus grande rapidité et clarté par rapport aux autres solutions, ce qui se traduit par des économies de temps et de finances.

Les différentes zones d'escaliers ou quais à réaliser seront formées de murs en béton armé, réalisant des fonctions d'ancrage face à des efforts horizontaux.

Les caractéristiques générales des matériaux à utiliser seront les suivantes :

- Caractéristiques du béton in situ : Classe de résistance : C30/37
- Caractéristiques des bétons préfabriqués à utiliser pour les hourdis, poutres et colonnes : Classe de résistance minimale : C50/60
- Caractéristiques de l'acier (ferraillage) : BE500. Acier avec une limite élastique minimale de 500 N/mm².
- Caractéristiques de l'acier laminé : S275. Acier laminé avec une limite élastique de 275 N/mm².

Tableau 3.3 ANB: Propriétés mécaniques à température ambiante des produits plats et longs de nuances et de qualités ayant une résistance aux chocs (Référence: EN 10025-2: 2004)

Désignation		Limite d'élasticité minimale R_{eH}^a MPa ^b									Résistance à la traction R_m^a MPa ^b				
		Epaisseur nominale mm									Epaisseur nominale mm				
		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^c	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^c
Suivant EN 10027-1 et CR 10260	Suivant EN 10027-2														
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	-
S235JO	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	-
S235J2	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	330 à 480
S275JR	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	-
S275JO	1.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	-
S275J2	1.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195	430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	380 à 540
S355JR	1.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	-	510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	-
S355JO	1.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	-	510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	-
S355J2	1.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	450 à 600
S355K2	1.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	450 à 600
S450JO ^d	1.0590	450	430	410	390	380	380	-	-	-	-	550 à 720	530 à 700	-	-

Illustration 3. Propriété mécanique plaque alvéolaire
Source : EN 10025-2:2004

3.3. Description des travaux

3.3.1. Travaux de terrassement

Vu les caractéristiques du projet, les travaux de terrassement auxquels seront soumis les parcelles adjacentes au corps central du bâtiment Terminal seront minimales.

Extension terminal zone Ouest

Cette zone présentera une excavation minimum des possibles semelles des pieux + leurs pieux correspondants. Le reste de la chape devra également être démolie car l'état de celle-ci est inconnu et elle se voit très affecté par les démolitions nécessaires à l'exécution des colonnes et des leurs semelles, de la citerne enterrée et quais de camions.



Illustration 4. Zone extension pour terrassement
Source : Aertec / BAG

Nouveau monte-charge extérieur

Un retrait du remblai arrière du mur est proposé permettant la démolition partielle de celui-ci et l'introduction de la dalle et murs pour le nouveau monte-charge, comme représenté sur le schéma suivant :

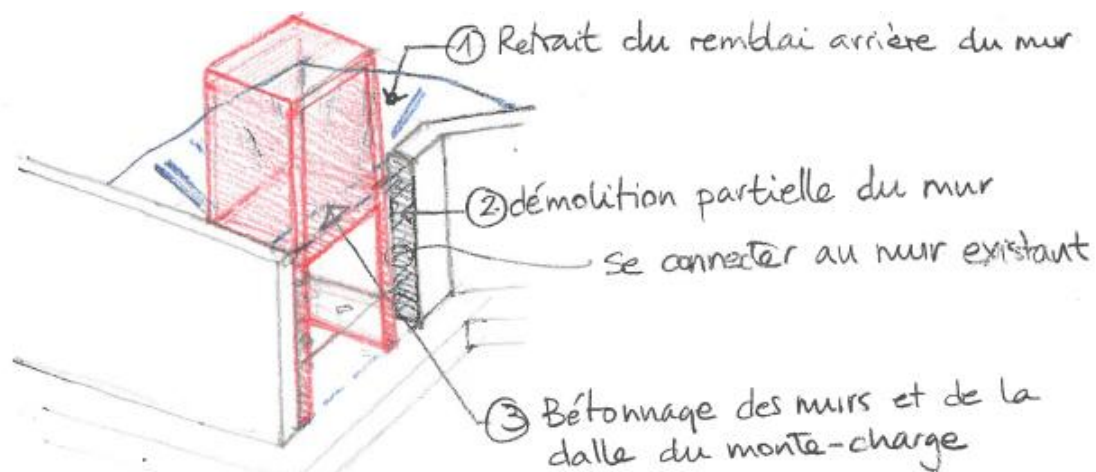


Illustration 5. Schéma intervention monte-charge accès compacteurs

Source : Aertec / BAG

Pour ces travaux de terrassement de 2 solutions de talus sont envisagés :

- pente maximum 1:1
- pente minimum 1:2

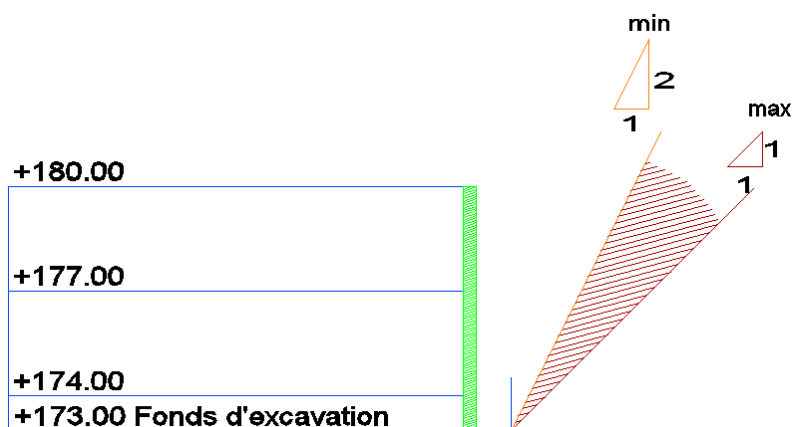


Illustration 6. Schéma intervention monte-charge accès compacteurs.

Source : Aertec / BAG

3.3.2. Fondations et structure

Fondations

La typologie de fondation sera déterminée en fonction de la charge transmise de la structure aux fondations (d'une semelle simple d'un seul pieu jusqu'à un maximum de quatre pieux).

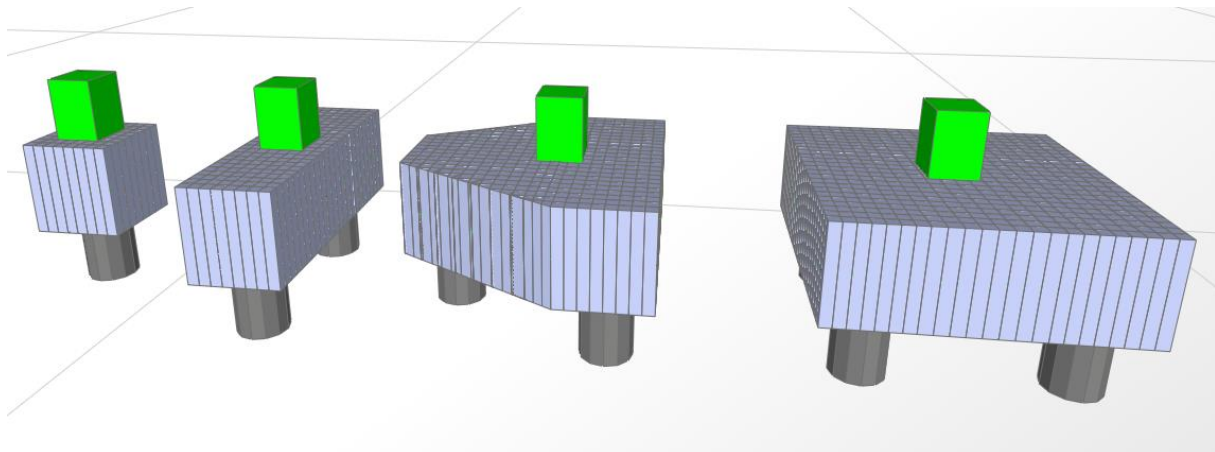


Illustration 7. Typologie de semelle possible + pieux à utiliser
Source : Aertec / BAG

Sont présentés à titre d'exemple, les limites structurelles en fonction du diamètre des pieux :

- Diamètre 30 cm. Limite structurelle aux alentours de 250 kN
- Diamètre 40 cm. Limite structurelle aux alentours de 750 kN
- Diamètre 50 cm. Limite structurelle aux alentours de 1.000 kN

Le choix de l'un ou de l'autre dépendra des charges finales. Cependant, un unique diamètre sera considéré pour l'ensemble des pieux à projeter.

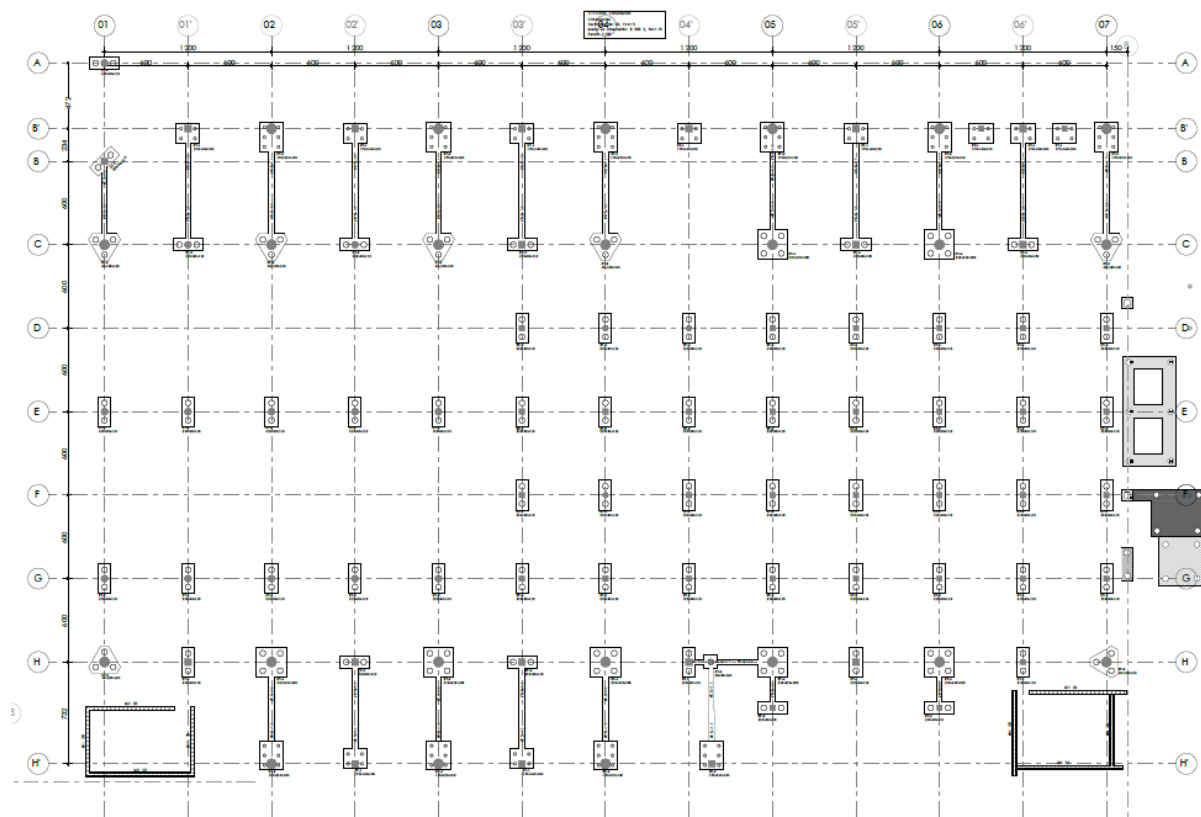


Illustration 8. Schéma de fondation sur pieux et semelles

Source : Aertec / BAG

Structure

Chacune des zones à réaliser sont décrites en détail

- Extension terminal zone Ouest
- Mezzanine et monte-charge terminal existant

Extension terminal zone Ouest

Le type de structure considéré optimum est celui formé par un hourdis de plaques alvéolaires préfabriqués de l'ordre de 26,5 cm + 5 cm (plaque + couche de compression), appuyées sur des poutres décrochées préfabriquées en béton armé et des colonnes avec des supports du même matériel, pour le niveau +180.

Pour les niveaux supérieurs au +180 la structure sera métallique formé d'un plancher avec tôle associé de 15 cm d'épaisseur. Les poutres sont conçues comme une poutre composite de sorte que la dalle de béton est reliée à la poutre métallique par des connecteurs et réduit les bords des poutres.

Les colonnes métalliques (HEB 280) s'élèveront à partir du niveau +180 et seront connectés aux têtes des colonnes en béton préfabriqué à ce niveau.

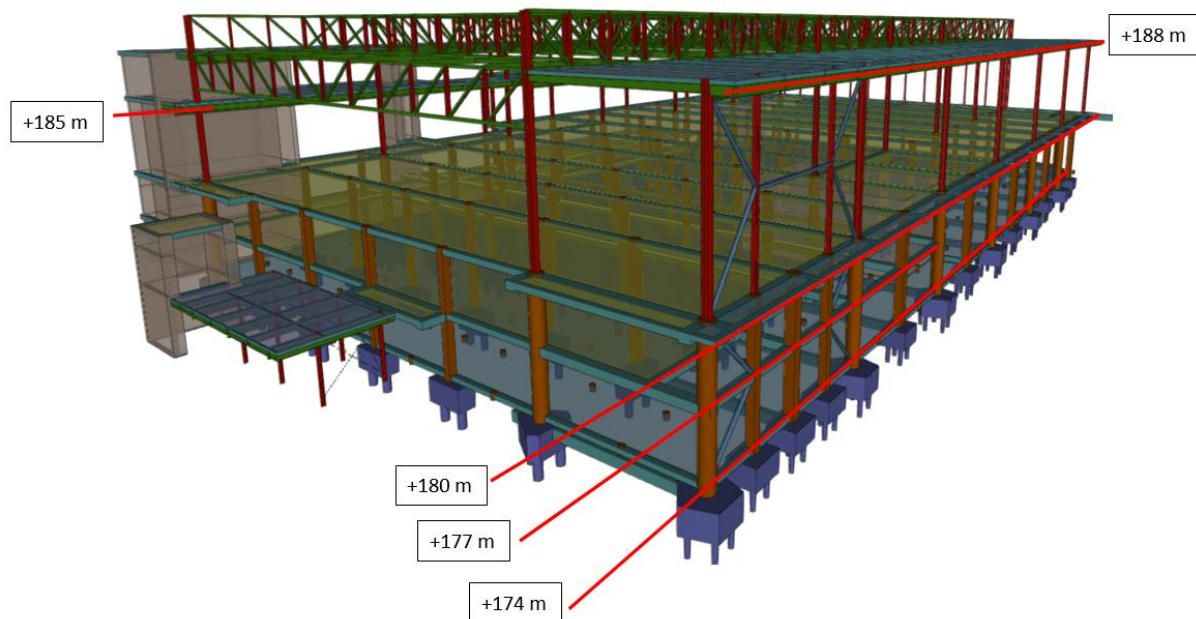
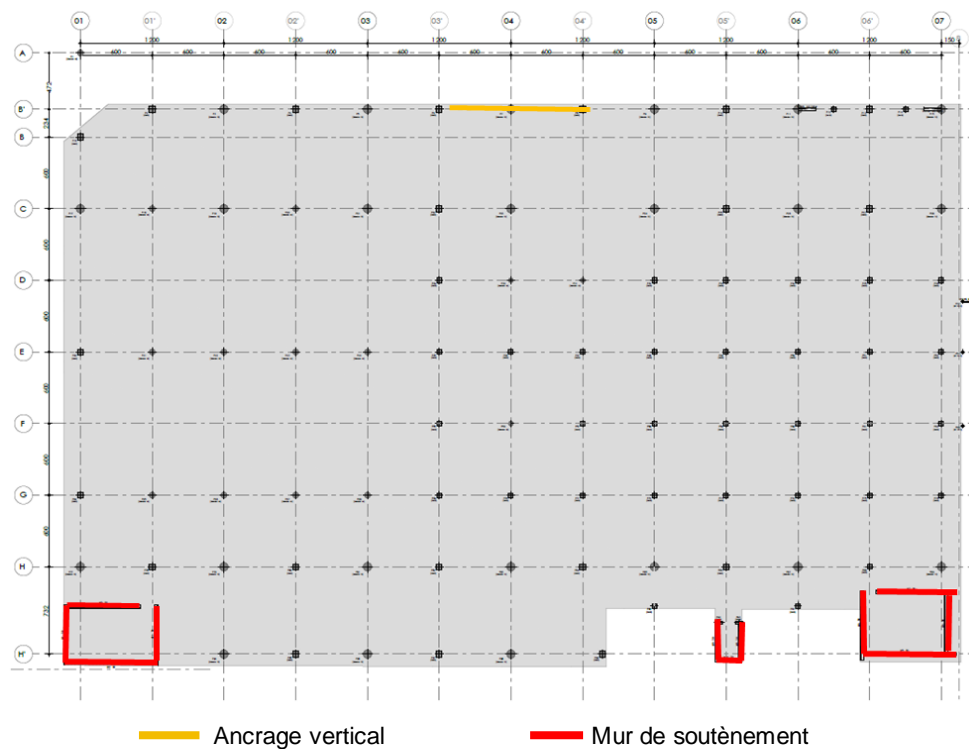


Illustration 9. Schéma structurel proposé

Source : Aertec / BAG

Étant donné que les poutres préfabriquées sont des éléments articulés aux colonnes et que les colonnes sont articulés aux fondations, la stabilité du bâtiment face aux actions horizontales sera obtenue avec l'introduction des murs en béton des noyaux d'escaliers et d'ascenseurs reliés aux dalles du bâtiment et avec l'introduction de diagonales de contreventement dans la façade située sur l'axe B.

La grille de colonnes disposée dans sa grande majorité avec une trame de 6 m (direction X) par 6 m (en direction Y), mis à part deux zones possédant trame de 6 m par 12 m.



— Ancrage vertical

— Mur de soutènement

Illustration 10. Schéma structurel de colonnes niveau +174

Source : Aertec / BAG

Le niveau +174 est réalisé par une dalle en béton micro-piloté de 25 cm d'épaisseur sur radier de pierre.

Les dimensions des colonnes carrées préfabriquées seront de 39 x 39 et 49 x 49 et dans le cas des colonnes circulaires, de 70 cm et 49 cm. Les colonnes circulaires se trouvent dans les zones de transit des véhicules.

Concernant les dimensions des poutres préfabriquées, elles varient en fonction des travées qu'elles recouvrent, mais des poutres génériques de 30 cm de haut sont considérées. Dans les zones de 12 m de portée, celles-ci seront de 70 cm.

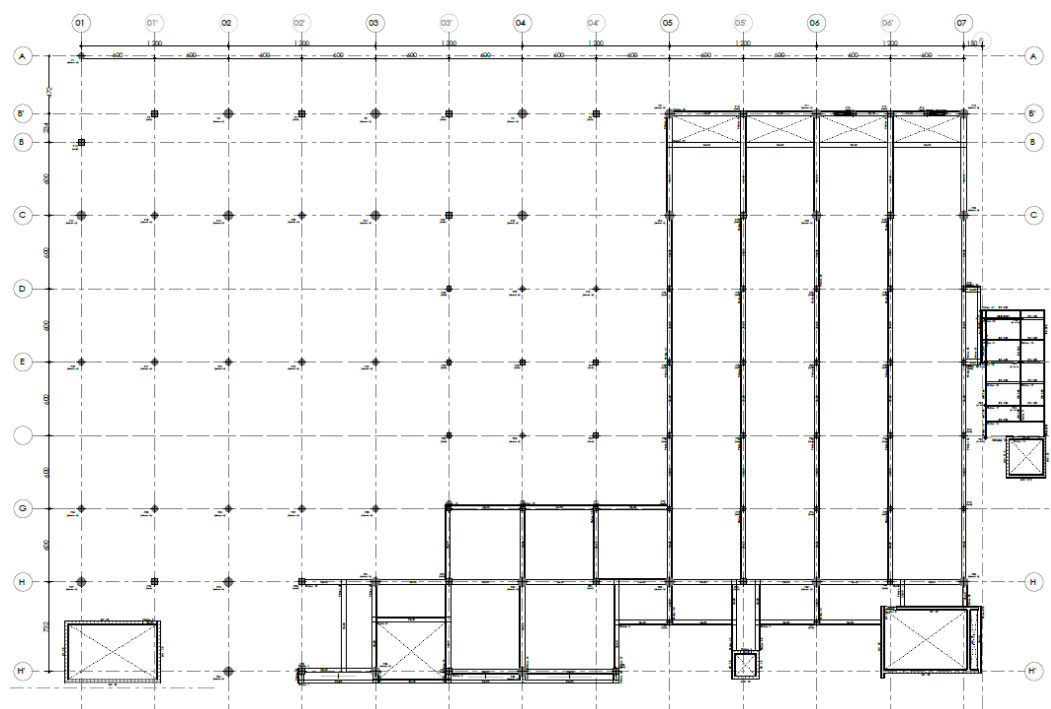


Illustration 11. Schéma des poutres préfabriquées +177

Source : Aertec / BAG

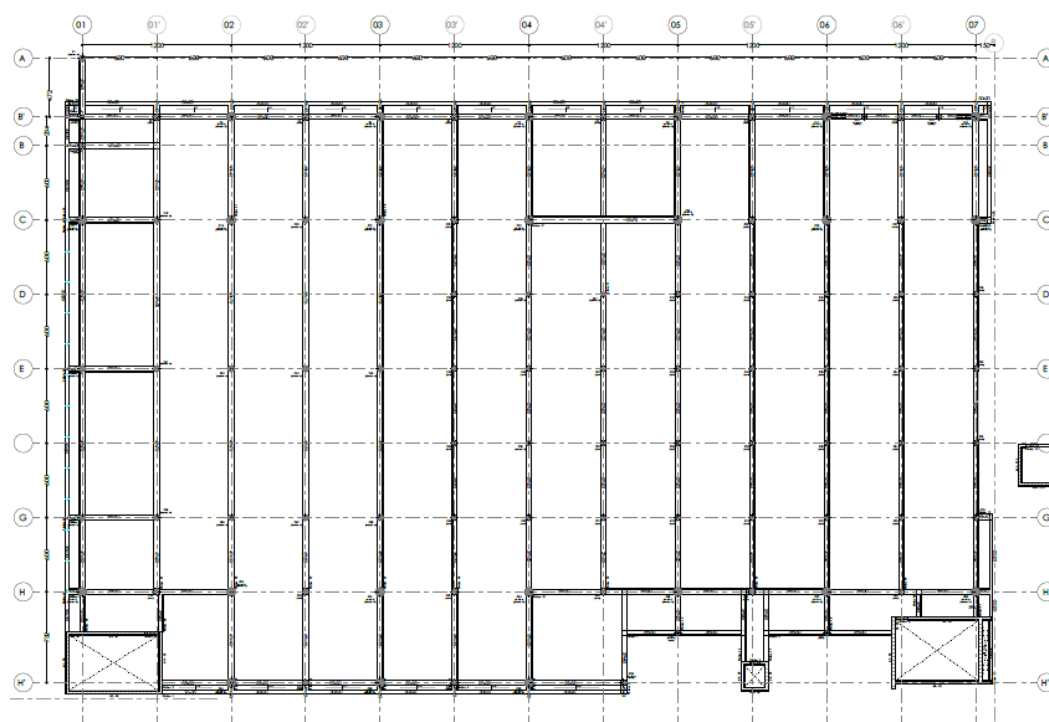


Illustration 12. Schéma des poutres préfabriquées +180

Source : Aertec / BAG

3.3 | Colonnes CR - CC

Domaine d'application

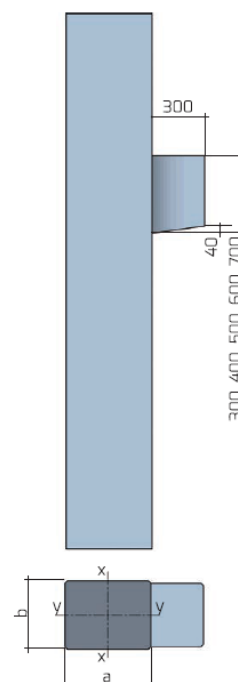
Les colonnes standard en béton armé ou précontraint assurent principalement la stabilité verticale et horizontale des bâtiments.

Remarques :

- Dans le cas de bâtiments industriels ou de hauteur réduite, la stabilité est assurée par l'encastrement des colonnes dans la fondation.
- Dans le cas de bâtiments plus élevés, la stabilité est assurée par des noyaux rigides ou par des voiles raidisseurs.
- Lorsque les charges verticales sont élevées par rapport aux moments, les colonnes sont fabriquées en béton armé. Dans le cas contraire, les colonnes précontraintes sont plus avantageuses.

Particularités

- Section rectangulaire ou circulaire.
- Les colonnes rectangulaires ont des dimensions modulées sur un multiple de 50 mm moins 10 mm.
- Les colonnes peuvent être préfabriquées avec une longueur de plusieurs étages.
- Les colonnes sont exécutées en béton armé ou précontraint.
- Béton précontraint : classe de résistance à partir de C 50/60.
- Béton armé : classe de résistance de C 50/60 à C 90/105.
- La face supérieure est égalisée; les autres faces sont lisses de décoffrage. Les angles ont un chanfrein de 15 mm.
- La fabrication porte le label de qualité BENOR.



3.4.8 | Poutres RR

Domaine d'application

- Poutres de planchers.

Particularités

- Section rectangulaire de hauteur constante.
- Largeur généralement supérieure à la hauteur.
- Dans la plupart des cas, la poutre RR est considérée comme formant un

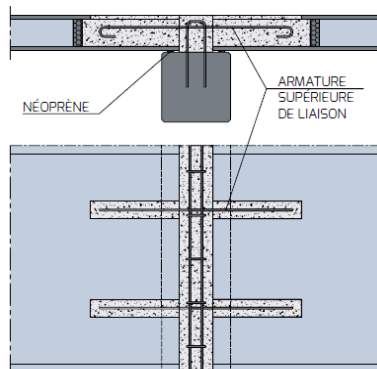
ensemble avec le béton de seconde phase coulé sur place.

- Béton précontraint : classe de résistance à partir de C 50/60.
- La fabrication porte le label de qualité BENOR.



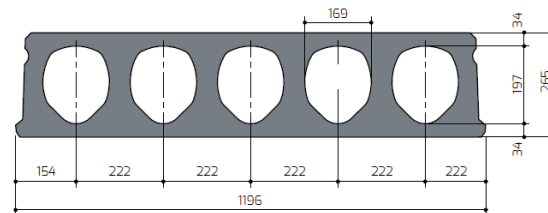
Illustration 13. Colonnes et poutres préfabriqués
Source : Catalogue Ergon

Appui et liaison au droit des entailles d'about



2.2.14 | Hourdis alvéolés SP 265

Particularités



Poids à transporter : 429 kg/m
Remplissage des joints : 9,8 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{rel} et efforts tranchants $V_{rel,c}$ (*)

Illustration 14. Détail appuis hourdis alvéolés sur poutre préfabriquée
Source : Catalogue Ergon

Les dimensions des colonnes métalliques seront HEB 280 et les poutres métalliques de type IPN varieront en fonction de la portée et des charges structurales à supporter.

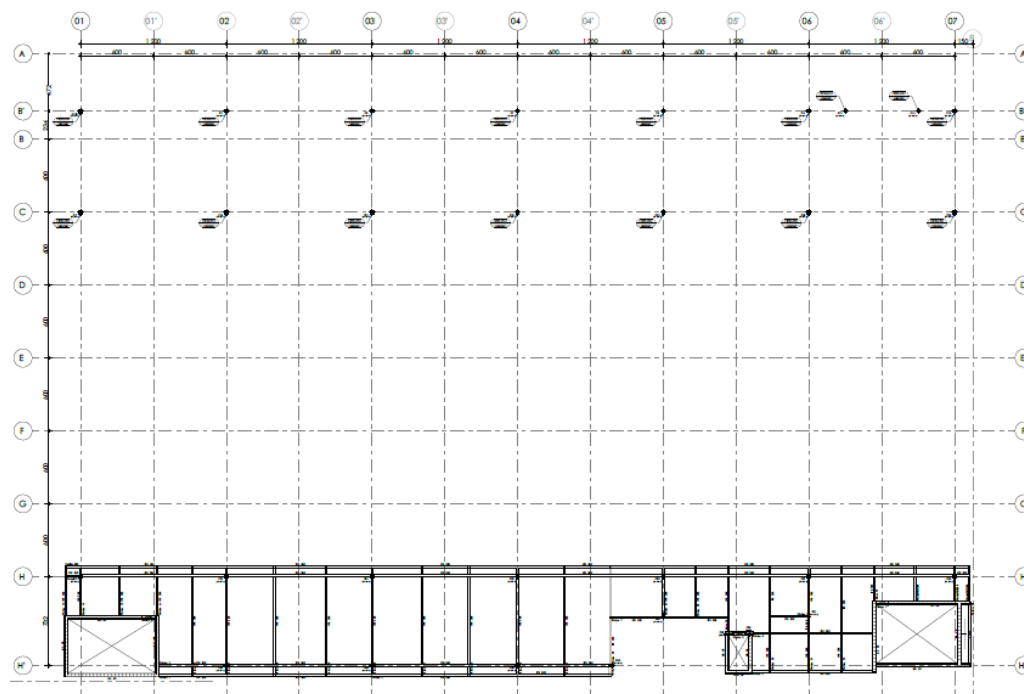


Illustration 15. Schéma des poutres mixtes +185
Source : Aertec / BAG

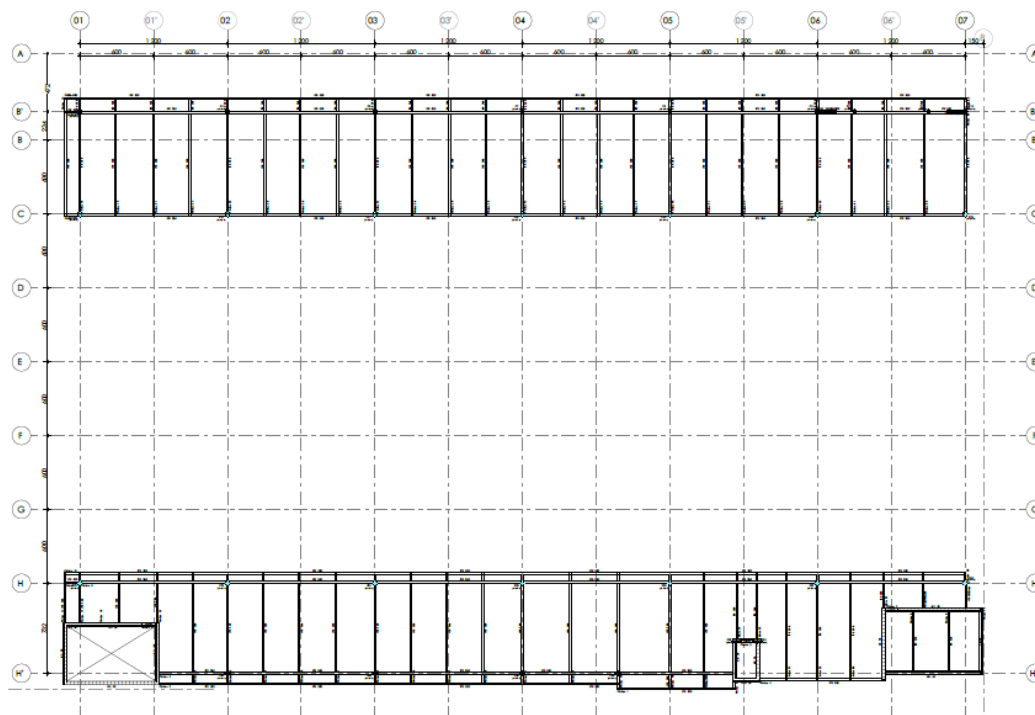
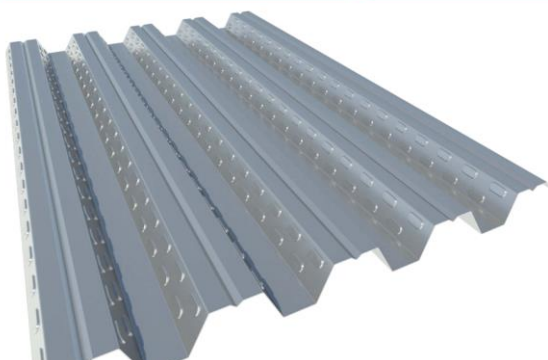


Illustration 16. Schéma des poutres mixtes +188
Source : Aertec / BAG

Les planchers avec tôle associée seront du type MT-60 ou similaires avec les mêmes caractéristiques mécaniques.

Pour les poutres mixtes, seront utilisés des connecteurs de 19 mm de diamètre et 100 mm de longueur et soudés à l'aile de la poutre métallique au travers de la tôle ondulée. La distance entre les connecteurs dépendra de chaque poutre selon les charges supportées et portée de celles-ci. Mais de globalement chaque tôle supportée perpendiculairement aux poutres il y aura 1 ou 2 connecteurs situés dans chaque creux de celle-ci et pour les tôles supportées parallèlement à la poutre, la séparation sera comprise entre 5d à 6h, d étant le diamètre du connecteur et h l'épaisseur du plancher.

FORJADO MT-60



MATERIA PRIMA:
Acero

ACABADO
Galvanizado

PROPIEDADES

ESPESORES (mm)
0.75 hasta 1.2

ANCHO ÚTIL: 820 mm

	ESPESOR (mm)			
	0.75	0.80	1.00	1.20
P (kg/m²)	8,97	9,57	11,97	14,36
I (cm⁴/m)	58,75	60,38	75,47	90,56
W (cm³/m) - fibra superior	17,79	18,56	23,14	27,68
A _v (mm²/m)	1.043,00	1.081,85	1.352,15	1.622,45

P=peso perfil por metro cuadrado I=inerencia perfil por metro lineal W=módulo resistente perfil por metro lineal
A_v=sección útil de acero por lineal

Illustration 17. Tôle associé pour plancher
Source : Catalogue Hiansa

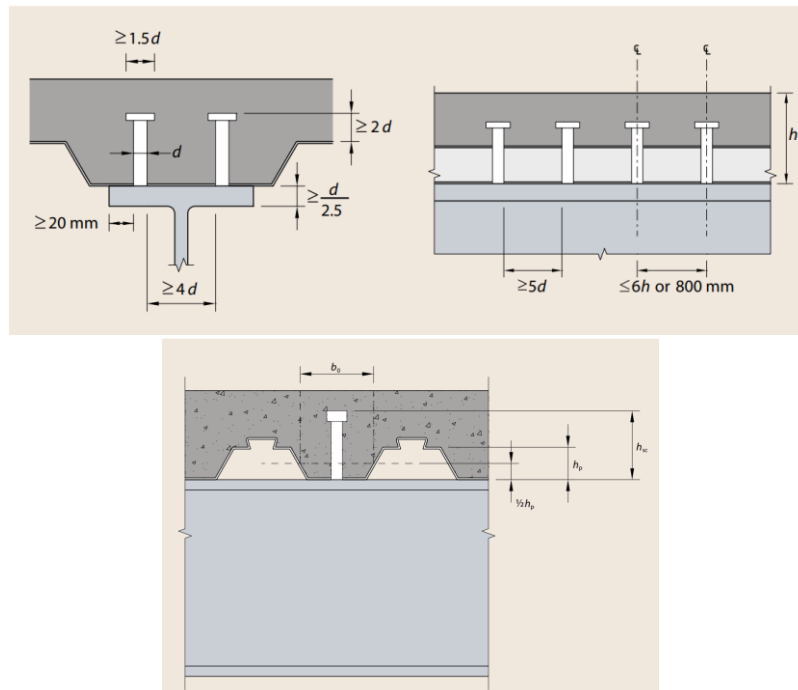
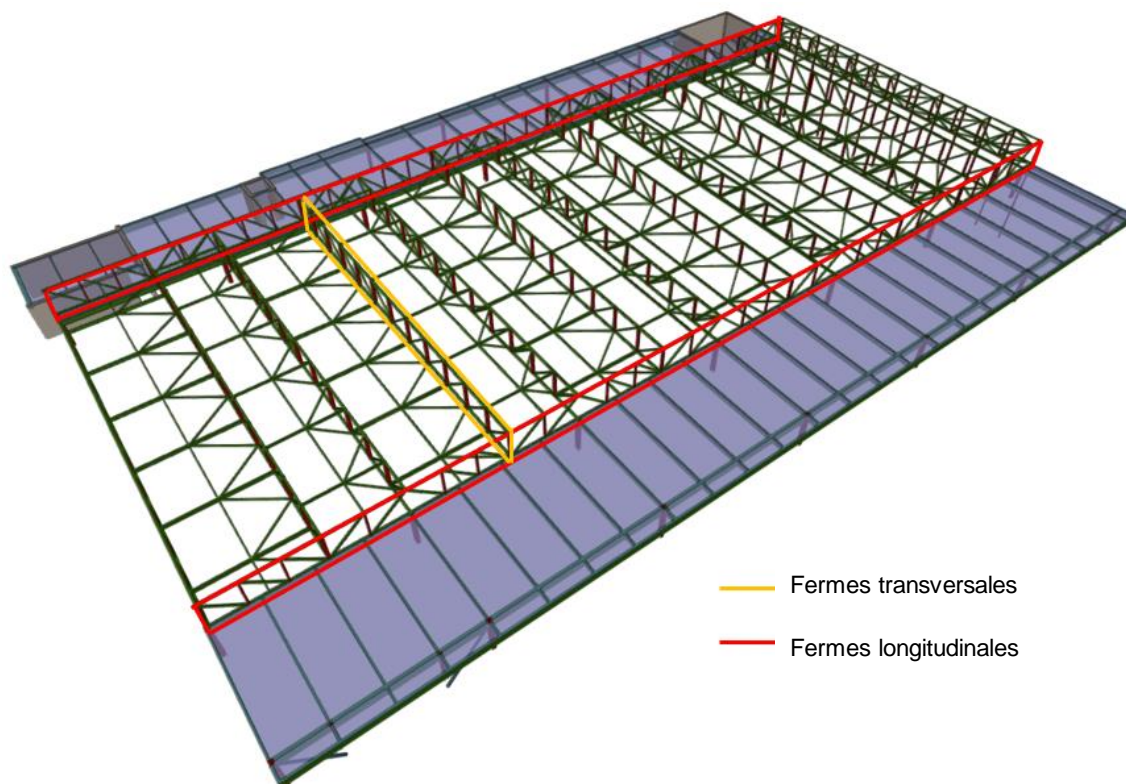


Illustration 18. Détail union parallèle et perpendiculaire poutre / tôle
Source : SCI publication P359 : Composite design of steel framed buildings

La toiture est composée de fermes métalliques qui couvrent les 30m de portée (en jaune sur l'image) du hall principal. Ces fermes sont soutenues par des fermes longitudinales (en rouge sur l'image) elles même soutenues par chaque colonnes. La stabilité de la toiture contre les actions horizontales du vent et des tremblements de terre est obtenue grâce à l'utilisation de fermes horizontales.



— Fermes transversales
— Fermes longitudinales

Illustration 19. Système structurel de la toiture
Source : Aertec / BAG

Mezzanine et monte-charge dans terminal existant

Une nouvelle mezzanine et un monte-charge seront installés dans le bâtiment existant. Les fondations existantes dans le quai de chargement actuel seront utilisées pour relier les nouveaux piliers de la mezzanine. Pour le monte-charge, une nouvelle fondation micro-pilotée reliée à celle de l'ascenseur existant sera ajoutée.

La stabilité est obtenue avec des diagonales de contreventement dans les deux sens. De plus, les murs du monte-charge contribuent également à cette stabilité puisqu'ils sont connectés à la dalle de la mezzanine.



Illustration 20. Emplacement mezzanine et monte-charge proposé
Source : Aertec / BAG

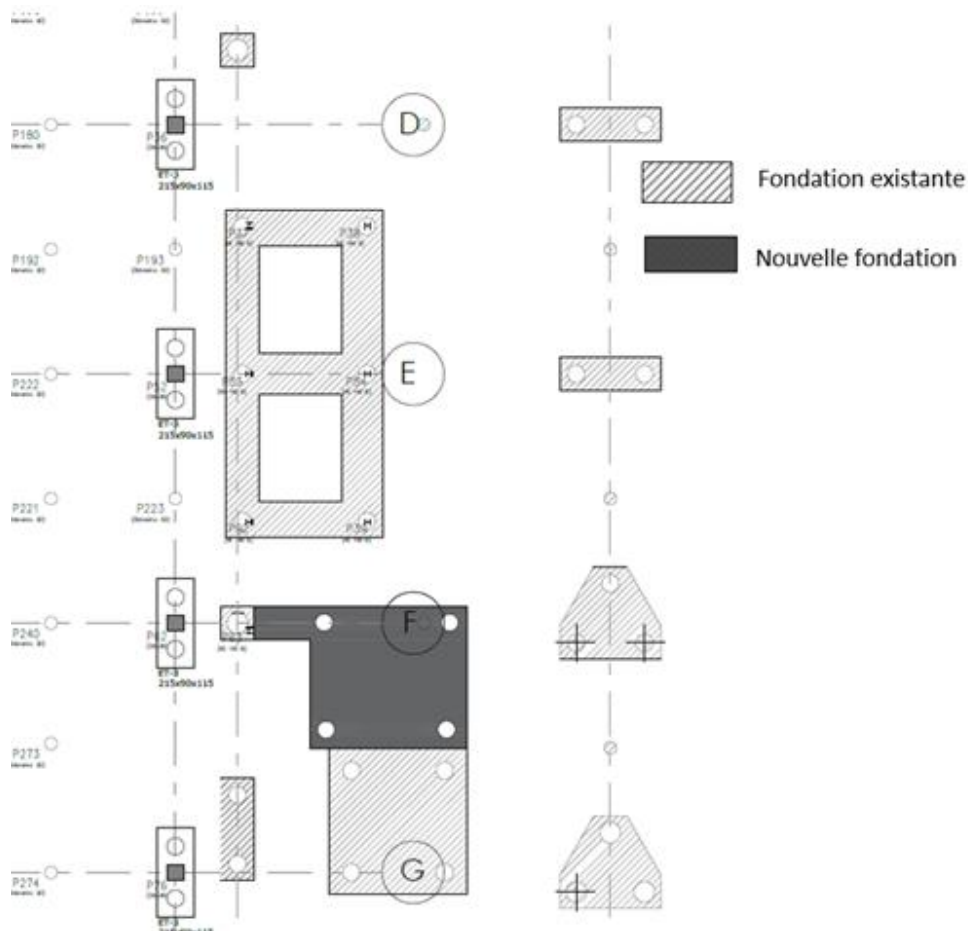


Illustration 21. Fondation mezzanine et monte-charge
Source : Aertec / BAG

3.4. Méthodologie de calcul utilisé

Analyse Structurale Globale. Procédé de calcul

Les calculs de la structure se réalisent grâce à des programmes d'application aussi bien pour le calcul général de structures que pour le calcul d'éléments structuraux concrets.

Les programmes utilisés ont été développés soit par des entreprises spécialisées dans l'élaboration d'outils informatiques pour le calcul de structures, soit grâce à des outils propres de calcul. Cependant, aussi bien les données de départ que les résultats obtenus par les programmes, sont toujours vérifiés via des vérifications manuelles approximatives justifiant les ordres de grandeur.

Les programmes informatiques utilisés sont :

- CYPECAD 2024.b
- CYPE 3D 2024.b
- Différentes feuilles de calcul et des programmes développés par le concepteur.

Pour tous les programmes indiqués, les normes correspondantes et les préférences de design en conformité aux Eurocodes seront activées.

Les différentes structures seront schématisées avec des modèles tridimensionnels d'éléments finis. Les structures se calculeront grâce à ces modèles spatiaux, discrétisés en nœuds et en éléments plaque, modelant celles-ci comme les éléments horizontaux de chacun des étages. Les coactions horizontales générées par les appuis de la structure seront introduites dans le modèle.

Dans le cas où des éléments partiels de calcul existeraient, ceux-ci se réaliseront en modèles 3D indépendants et postérieurement, les réactions de quelques modules seront incluses dans d'autres.

Géométrie

La géométrie générale du modèle (ou sous-modèles) correspondra exactement à la géométrie du projet, ainsi que les coordonnées des points significatifs lors de la schématisation par éléments finis correspondent à des points réels (nœuds structuraux, liens, appuis, joints etc.) de la structure réelle. Ceci permet de contraster la géométrie du modèle de manière sûre et efficace.

Caractéristiques de matériels et coefficients de pondération

Ce paragraphe recueille les caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés (béton, acier) et les coefficients de pondération de résistance, conformément au degré de contrôle fixé par chacun.

Les vérifications stipulées par les différents EUROCODES pour les éléments de béton seront réalisées :

- Etat limite de déformations
- Etat limite de fatigue en raison d'efforts normaux
- Etat limite de fatigue par rapport à un tranchant
- Etat limite de poinçonnement
- Etat limite de fissuration

Les différentes vérifications à effectuer dans les section de béton armé se réalisent par le biais de feuille de calcul d'usage interne ou bien par le biais de résumés informatiques de calcul de structures..., une fois que les différents efforts des modèles de bases pour chacune des zones à projeter sont obtenus.

Résistance adopté dans le calcul

États-limites ultimes

Les états-limites ultimes suivants doivent être vérifiés lorsqu'il y a lieu :

- EQU : Perte d'équilibre statique de la structure ou d'une partie quelconque de celle-ci, considérée comme un corps rigide, lorsque :
 - des variations mineures de la valeur ou de la distribution spatiale d'actions d'une source unique sont significatives ;
 - et les résistances des matériaux de construction ou du sol ne sont généralement pas dominantes.
- STR : Défaillance interne ou déformation excessive de la structure ou d'éléments structuraux, y compris semelles, pieux, murs de soubassement, etc., lorsque la résistance des matériaux de construction de la structure domine ;
- GEO : Défaillance ou déformation excessive du sol, lorsque les résistances du sol ou de la roche sont significatives pour la résistance ;
- FAT : Défaillance de la structure ou d'éléments structuraux due à la fatigue

Lorsque l'on considère un état-limite d'équilibre statique de la structure (EQU), il faut vérifier que :

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$$

Où :

- $E_{d,dst}$ est la valeur de calcul de l'effet des actions déstabilisatrices;
- $E_{d,stb}$ est la valeur de calcul de l'effet des actions stabilisatrices.

Lorsqu'il y a lieu, l'expression d'un état-limite d'équilibre statique peut être complétée par des termes additionnels, dont, par exemple, un coefficient de frottement entre des corps rigides.

Lorsque l'on considère un état-limite de rupture ou de déformation excessive d'une section, d'un élément ou d'un assemblage (STR et/ou GEO), il faut vérifier que :

$$E_d \leq R_d$$

Où :

- E_d est la valeur de calcul de l'effet des actions, tel qu'une force interne, un moment ou un vecteur représentant plusieurs forces internes ou moments ;
- R_d est la valeur de calcul de la résistance correspondante.

Combinaisons d'actions pour situations de projet durables ou transitoires (combinaisons fondamentales)

Pour des états-limites STR et GEO la plus défavorable des deux expressions suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right.$$

Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante *)	Actions variables d'accompagnement	
	Défavorables	Favorables		Principale (le cas échéant)	Autres
(Eq.6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

*) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.

NOTE 1 Les valeurs des coefficients γ peuvent être données dans l'Annexe Nationale. L'ensemble de valeurs recommandé pour γ est :

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,10$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 0,90$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

NOTE 2 Dans les cas où la vérification de l'équilibre statique inclut également la résistance d'éléments structuraux, il est possible d'adopter une vérification combinée, si cela est autorisé par l'Annexe Nationale, fondée sur le Tableau A1.2(A), en remplacement de deux vérifications séparées fondées sur les Tableaux A1.2(A) et A1.2(B), avec l'ensemble de valeurs recommandé suivant. Les valeurs recommandées peuvent être modifiées dans l'Annexe Nationale.

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,15$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

à condition que l'application de $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$, à la fois, à la partie favorable et à la partie défavorable des actions permanentes, n'entraîne pas un effet plus défavorable.

Illustration 22. Valeurs de calcul d'actions (EQU) (Ensemble A)

Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante *)	Actions variables d'accompagnement *)	
	Défavorables	Favorables	Action	Principale	Autres
(Eq. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$
(Eq. 6.10b)	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$

*) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.

NOTE 1 Le choix entre 6.10, ou 6.10a et 6.10b, sera dans l'Annexe Nationale. Dans le cas de 6.10a et 6.10b, l'Annexe Nationale peut en outre modifier 6.10a pour n'y inclure que les actions permanentes.

NOTE 2 Les valeurs des coefficients γ et ξ peuvent être données dans l'Annexe Nationale. Les valeurs suivantes des coefficients γ et ξ sont recommandées pour l'usage de 6.10 ou 6.10a et 6.10b.

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\gamma_{Q,j} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\xi = 0,85 \text{ (de sorte que } \xi \gamma_{Gj,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15).$$

Voir aussi les EN 1991 à EN 1999 pour les valeurs de γ à utiliser pour les déformations imposées.

NOTE 3 Les valeurs caractéristiques de toutes les actions permanentes d'une même origine sont multipliées par $\gamma_{G,sup}$ si l'effet total résultant de ces actions est défavorable, et $\gamma_{G,inf}$ si cet effet est favorable. Par exemple, toutes les actions provenant du poids propre de la structure peuvent être considérées comme émanant d'une même origine ; cela s'applique également si différents matériaux sont concernés.

NOTE 4 Pour des vérifications particulières, les valeurs de γ_G et de γ_Q peuvent être subdivisées en γ_g , γ_q et γ_{sd} coefficient d'incertitude de modélisation. Une valeur de γ_{sd} prise dans l'intervalle 1,05 à 1,15 peut être utilisée dans la plupart des cas et peut être modifiée dans l'Annexe Nationale.

Illustration 23. Valeurs de calcul d'actions (STR/GEO) (Ensemble B)

Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante *)	Actions variables d'accompagnement *)	
	Défavorables	Favorables		Principale (le cas échéant)	Autres
(Eq.6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

*) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.

NOTE Les valeurs des coefficients γ peuvent être données dans l'Annexe Nationale. L'ensemble de valeurs recommandé pour γ est :

$\gamma_{Gj,sup} = 1,00$

$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$

$\gamma_{Q,1} = 1,30$ si défavorable (0 si favorable)

$\gamma_{Q,i} = 1,30$ si défavorable (0 si favorable)

Illustration 24. Valeurs de calcul d'actions (STR/GEO) (Ensemble C)

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charges d'exploitation des bâtiments, catégorie (voir EN 1991-1.1) :			
Catégorie A : habitation, zones résidentielles	0,7	0,5	0,3
Catégorie B : bureaux	0,7	0,5	0,3
Catégorie C : lieux de réunion	0,7	0,7	0,6
Catégorie D : commerces	0,7	0,7	0,6
Catégorie E : stockage	1,0	0,9	0,8
Catégorie F : zone de trafic, véhicules de poids ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Catégorie G : zone de trafic, véhicules de poids compris entre 30 kN et 160 kN	0,7	0,5	0,3
Catégorie H : toits	0	0	0
Charges dues à la neige sur les bâtiments (voir EN 1991-1-3) a) :			
Finlande, Islande, Norvège, Suède	0,70	0,50	0,20
Autres États Membres CEN, pour lieux situés à une altitude $H > 1\,000$ m a.n.m.	0,70	0,50	0,20
Autres États Membres CEN, pour lieux situés à une altitude $H \leq 1\,000$ m a.n.m.	0,50	0,20	0
Charges dues au vent sur les bâtiments (voir EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Température (hors incendie) dans les bâtiments (voir EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

NOTE Les valeurs des coefficients ψ peuvent être données dans l'Annexe Nationale.

a) Pour des pays non mentionnés dans ce qui suit, se référer aux conditions locales appropriées.

Illustration 25. Valeurs recommandées des coefficients pour les bâtiments

États-limites de service

On doit vérifier que :

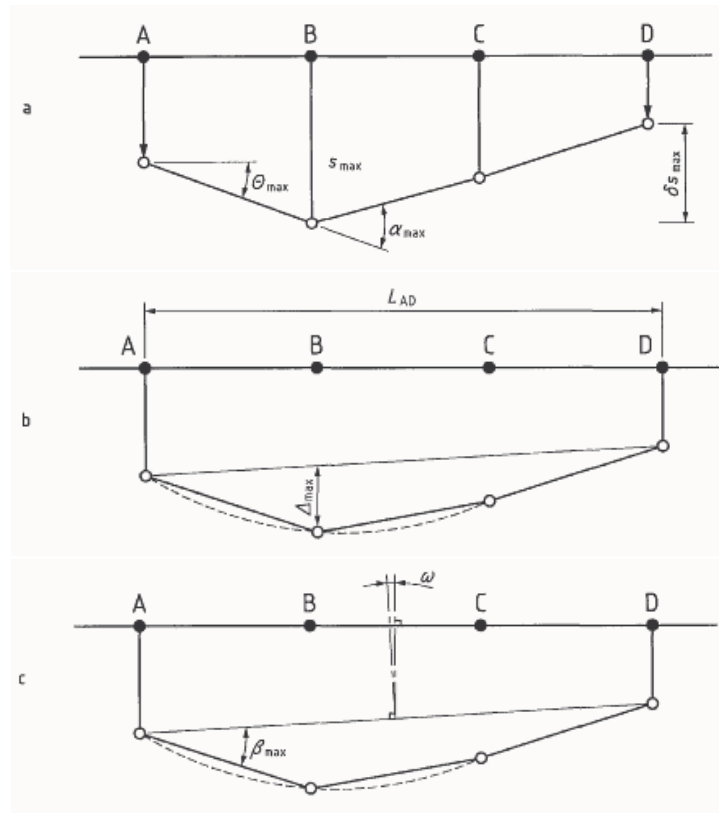
$$E_d \leq C_d$$

Où :

- C_d Valeur limite de calcul du critère d'aptitude au service considéré ;
- E_d Valeur de calcul des effets d'actions spécifiée dans le critère d'aptitude au service, déterminée sur la base de la combinaison appropriée.

Selon l'annexe H de l'Eurocode EN 1997, adopté les valeurs suivantes valeurs limitent des déformations des structures et des mouvements des fondations :

- β_{\max} : 1/2000
- s_{\max} : 10mm



Combinaison d'actions

Il convient que les combinaisons d'actions à prendre en compte dans les situations de projet considérées soient appropriées aux exigences d'aptitude au service et aux critères de performance à vérifier.

- Combinaison caractéristique :

$$E_d = E \left\{ G_{k,j} ; P ; Q_{k,1} ; \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1 ; i > 1$$

- Combinaison fréquente :

$$E_d = E \left\{ G_{k,j} ; P ; \psi_{1,1} Q_{k,1} ; \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1 ; i > 1$$

- Combinaison quasi-permanente :

$$E_d = E \left\{ G_{k,j} ; P ; \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1 ; i \geq 1$$

Combinaison	Actions permanentes G_d		Actions variables Q_d	
	Défavorables	Favorables	Dominante	Autres
Caractéristique	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Fréquente	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-permanente	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tableau 1. Valeurs de calcul des actions à utiliser dans la combinaison d'actions

Maîtrise de la fissuration

La fissuration doit être limitée de telle sorte qu'elle ne porte pas préjudice au bon fonctionnement ou à la durabilité de la structure ou encore qu'elle ne rende pas son aspect inacceptable.

Les fissures peuvent être admises sans que l'on cherche à en limiter l'ouverture sous réserve qu'elles ne soient pas préjudiciables au fonctionnement de la structure.

La valeur de w_{max} à utiliser dans un pays donné peut être fournie par son Annexe Nationale. Les valeurs recommandées pour les différentes classes d'exposition sont données dans le Tableau 7.1N de l'Eurocode 2 :

Classe d'exposition	Éléments en béton armé et éléments en béton précontraint à armatures non adhérentes	Éléments en béton précontraint à armatures adhérentes
	Combinaison quasi-permanente des charges	Combinaison fréquente des charges
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Décompression

NOTE 1 Pour les classes d'exposition X0 et XC1, l'ouverture des fissures n'a pas d'incidence sur la durabilité et cette limite est fixée pour garantir un aspect acceptable. En l'absence de conditions sur l'aspect, cette limite peut être traitée de manière moins stricte.

NOTE 2 Pour ces classes d'exposition, en outre, il convient de vérifier la décompression sous la combinaison quasi-permanente des charges.

Tableau 2. Valeurs recommandées de w_{max} (mm)

Matériaux

Coefficients partiels pour les matériaux

Situations de projet	γ_c (béton)	γ_s (acier de béton armé)	γ_s (acier de précontrainte)
Durable Transitoire	1,5	1,15	1,15
Accidentelle	1,2	1,0	1,0

Enrobage

L'enrobage est la distance entre la surface de l'armature (épingles, étriers et cadres compris, ainsi qu'armatures de peau, le cas échéant) la plus proche de la surface du béton et cette dernière.

L'enrobage nominal doit être spécifié sur les plans. Il est défini comme l'enrobage minimal c_{min} plus une marge de calcul pour tolérances d'exécution c_{dev}

$$C_{nom} = c_{min} + c_{dev}$$

Classification structurale recommandée

Classe structurale							
Critère	Classe d'exposition selon Tableau 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Durée d'utilisation de projet de 100 ans	majoration de 2 classes	majoration de 2 classes	majoration de 2 classes	majoration de 2 classes	majoration de 2 classes	majoration de 2 classes	majoration de 2 classes
Classe de résistance ^{1) 2)}	≥ C30/37 minoration de 1 classe	≥ C30/37 minoration de 1 classe	≥ C35/45 minoration de 1 classe	≥ C40/50 minoration de 1 classe	≥ C40/50 minoration de 1 classe	≥ C40/50 minoration de 1 classe	≥ C45/55 minoration de 1 classe
Élément assimilable à une dalle (position des armatures non affectée par le processus de construction)	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe
Maîtrise particulière de la qualité de production du béton	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe	minoration de 1 classe

Notes relatives au Tableau 4.3N

- On considère que la classe de résistance et le rapport e/c sont liés. Il est possible de considérer une composition particulière (type de ciment, rapport e/c , fines) afin d'obtenir une faible perméabilité.
- La limite peut être réduite d'une classe de résistance si l'air entraîné est supérieur à 4 %.

Valeurs de l'enrobage minimal $c_{min,dur}$ dur requis vis-à-vis de la durabilité dans le cas des armatures de béton armé conformes à l'EN 10080

Exigence environnementale pour $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe Structurale	Classe d'exposition selon Tableau 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	15	20	25	30	35	40
S2	10	15	25	30	35	40	45
S3	10	20	30	35	40	45	50
S4	15	25	35	40	45	50	55
S5	15	30	40	45	50	55	60
S6	20	35	45	50	55	60	65

Valeurs recommandées

- $C_{dur} = 0$ mm
- $C_{dur,st} = 0$ mm
- $C_{dur,add} = 0$ mm
- $\Delta C_{dev} = 10$ mm

Résultant : **Enrobage nominal = 35 mm + 10 mm = 45 mm**

Béton

Classes indicatives de résistance de béton pour la durabilité conformément à l'Eurocode (**C30/37**)

		Classes d'exposition selon le Tableau 4.1								
Corrosion										
	Corrosion induite par carbonatation				Corrosion induite par les chlorures			Corrosion induite par les chlorures de l'eau de mer		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Classe indicative de résistance	C20	C25/30	C30/37		C30/37		C35/45	C30/37	C30/45	
Dommages au béton										
	Aucun risque	Attaque par gel et dégel				Attaque chimique				
	X0	XF1	XF2	XF3	XA1	XA2	XA3			
Classe indicative de résistance	C12/15	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37		C35/45			

Armatures

Le Tableau C.1 donne les propriétés des armatures compatibles avec l'utilisation de l'Eurocode.

Les propriétés sont valables pour des températures des armatures dans la structure terminée comprises entre - 40 °C et 100 °C. En outre, il convient de restreindre tout pliage et tout soudage des armatures effectués sur le chantier aux champs de température tels qu'autorisés dans l'EN 13670.

Dans notre cas, l'acier utilisé est le **B500S**.

Tableau C.1 Propriétés des armatures

Forme du produit		Barres et fils redressés			Treillis soudés			Exigence ou valeur du fractile (%)	
Classe		A	B	C	A	B	C	—	
Limite caractéristique d'élasticité f_{yk} ou $f_{0,2k}$ (MPa)		400 à 600						5,0	
Valeur minimale de $k = (f_t / f_y)_k$		$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10,0	
Valeur caractéristique de la déformation relative sous charge maximale, ε_{uk} (%)		$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	10,0	
Aptitude au pliage		Essai de pliage/dépliage			—				
Résistance au cisaillement		—			0,3 A f_{yk} (A est l'aire du fil)			Minimum	
Tolérance maximale vis-à-vis de la masse nominale (barre ou fil individuel) (%)	Dimension nominale de la barre (mm)							5,0	
	≤ 8								$\pm 6,0$
	> 8								$\pm 4,5$

Normes utilisés

Les normes à employer seront les suivantes :

- Eurocode 0 : Bases de projet
- Eurocode 1 : Bases de calcul et actions sur les structures

- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- Eurocode 3 : Calcul des structures en acier
- Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier et béton
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique
- Eurocode 8 : Conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes
- Annexes Nationales Belges (Pour la stabilité) :
- NBN B03-001 : Principes généraux de détermination de la sécurité et de l'aptitude au service des structures.
- NBN B03-002 (1 et 2) : Action du vent sur les constructions.
- NBN B03-102 : Actions sur les constructions - Actions directes - Charges permanentes dues au poids propre.
- NBN B03-103 : Actions sur les constructions - Actions directes - Charges d'exploitation des bâtiments.
- NBN B15-101, 102, 103, 104 : Béton, béton armé et béton précontraint : généralités, matériaux, calcul, exécution.
- NBN B51-001 : Charpentes en acier.
- NBN B51-002 : Charpentes en acier : calcul par la méthode des états-limites.

Actions considérées dans le calcul

La détermination des valeurs caractéristiques des actions, ainsi que leurs valeurs représentatives et de calcul, et les combinaisons à réaliser avec celles-ci, afin de vérifier le respect des états limite, seront réalisées selon ce qui est prescrit dans les Eurocodes.

- Actions Permanentes
 - Poids propre

La valeur caractéristique du poids des éléments structuraux de béton, se détermine en prenant comme poids spécifique du matériel 24 kN/m^3 . Dans le cas où il s'agirait d'acier il se déterminera prenant comme poids spécifique $78,5 \text{ kN/m}^3$.

Dans cet alinéa, il sera compris à la fois le poids des plaques alvéolaires, des poutres préfabriquées, des colonnes, des hourdis, des planchers en tôle associés, des dalles, etc.
 - Charges mortes

Ces charges correspondent aux charges fixes gravitant sur les éléments structuraux, comme le sol ou revêtements.

Il est estimé, de manière généralisée, à **2 kN/m^2** pour chacun des étages, à l'exception de la toiture, dont la valeur sera de $0,5 \text{ N/m}^2$.

Si des charges élevées de cloisons existaient, celles-ci seraient introduites comme charges linéaires sur toute la longueur de ces dernières, avec une valeur comprise entre 12 kN/ml et 20 kN/ml , en fonction du matériel à utiliser pour leur construction ainsi que pour leur hauteur.
- Actions Variables
 - Surcharges d'usage

Les charges superficielles gravitant sur les éléments structuraux sont indiquées. Dans cet alinéa, celles dues aux cloisons sont également incluses, étant celle-ci une action possible pouvant varier avec le temps.

Comme action d'usage on prendra 4 kN/m^2 (principalement Catégorie C3) à laquelle il faudra ajouter 1 kN/m^2 due à la cloison. Donc, la charge considérée à chaque étage sera de **5 kN/m^2** , à l'exception de la toiture, qui ne sera pas considérée en raison de sa simultanéité avec la neige.

■ Actions climatiques

→ Actions rhéologiques

Celles-ci ne se calculent pas, vu qu'elles affectent fondamentalement le béton coulé lors des travaux.

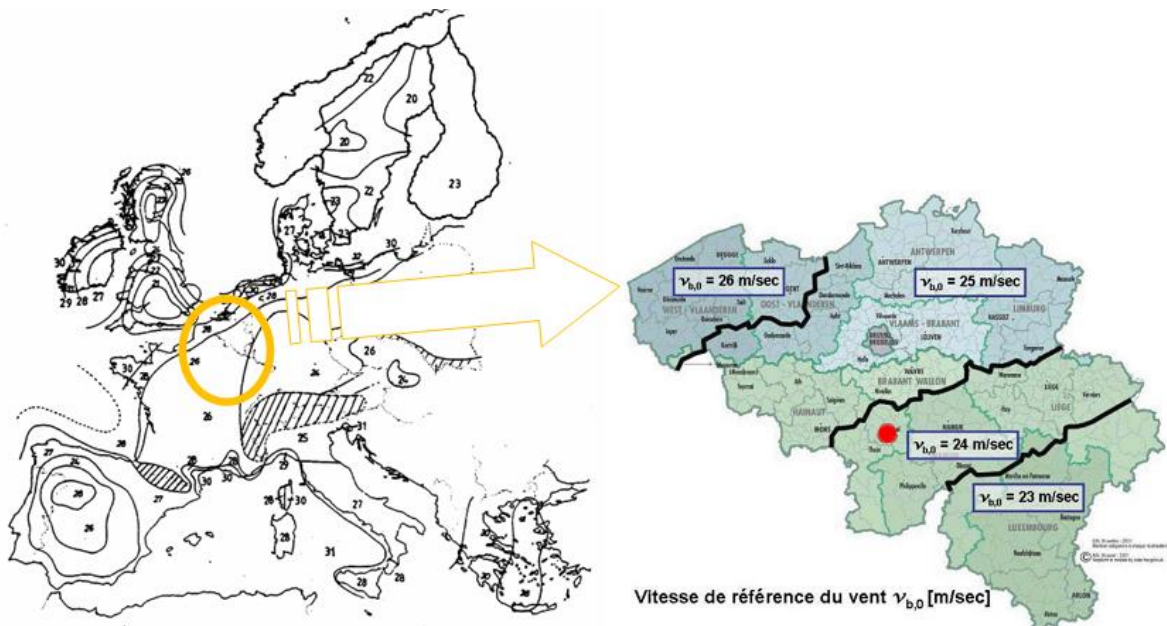
A l'exception des couches de compression des hourdis de plaques alvéolaires, le reste des éléments de béton sera préfabriqué, ce qui enlève tout intérêt pratique de simuler cette charge. Cependant, aussi bien les coefficients de rétraction et de fluence que ceux de relâchement seront étudiés, prenant comme humidité relative de l'environnement 80%. Il est supposé que le début de la rétraction et de la fluence a lieu deux jours après le bétonnage. Dans le cas où ces charges adopteraient une valeur suffisamment représentative, elles seraient prises en compte pour le calcul final des éléments n'appartenant pas à la nature de préfabriqué.

→ Actions thermiques

Dans le cas des structures métalliques à disposer, un possible saut thermique de $+25^\circ\text{C}$ positifs ou de -25°C négatifs sera introduit, afin de pouvoir simuler leurs possibles allongements ou raccourcissements et les valeurs qu'elles introduisent dans l'ossature métallique.

→ Action du vent : L'Eurocode 1 sera suivi. Partie 1-4

Le modèle de toiture plane est adopté dans tous les cas, aussi bien pour le cas des futurs quais que pour les corps annexes au bâtiment terminal.



*Illustration 26. Vitesse de référence du vent dans le territoire belge
Source. Eurocode*

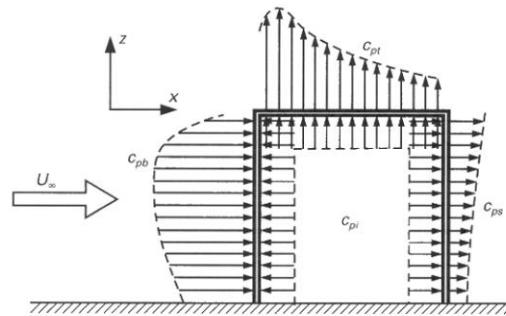
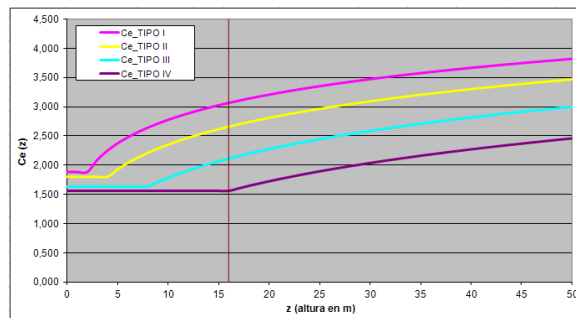
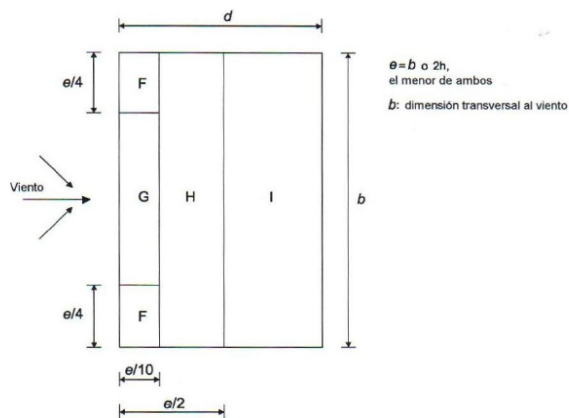


Illustration 27. Coefficient de pression du vent en fonction du type de terrain
Source. Eurocode



Zona							
F		G		H		I	
Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1
-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

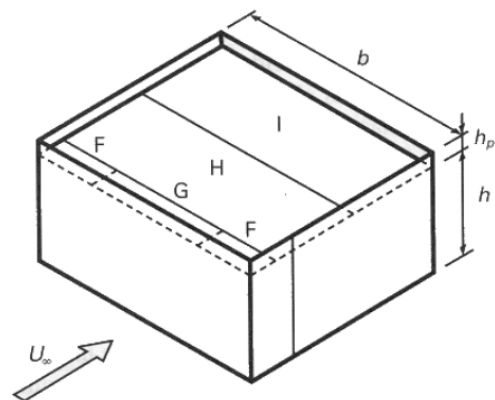


Illustration 28. Coefficient de pression pour une construction avec une toiture plane
Source. Eurocode

→ Charges de neige : L'Eurocode 1 sera suivi. Partie 1-3.

Avec la documentation décrite ci-dessous, la valeur de la neige à considérer dans le projet sera de $S = 1,83 \text{ kN/m}^2$ dans le cas d'accumulation dans les « baignoires » de la toiture.

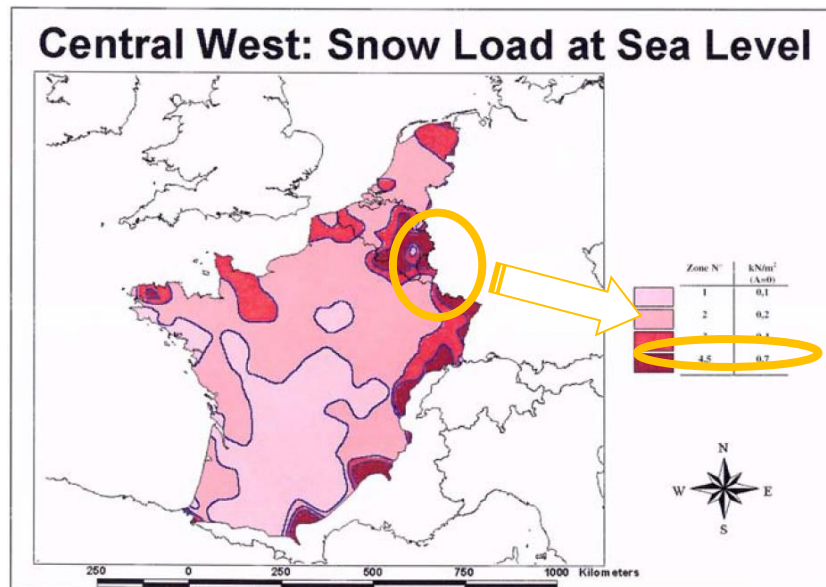


Illustration 29. Zonage du territoire belge suivant l'annexe nationale belge à l'Eurocode
Source. Eurocode

Central West	$s_k = 0,164Z - 0,082 + \frac{A}{966}$
--------------	--

S_k	is the characteristic snow load on the ground [kN/m²]
A	is the site altitude above Sea Level [m]
Z	is the zone number given on the map.

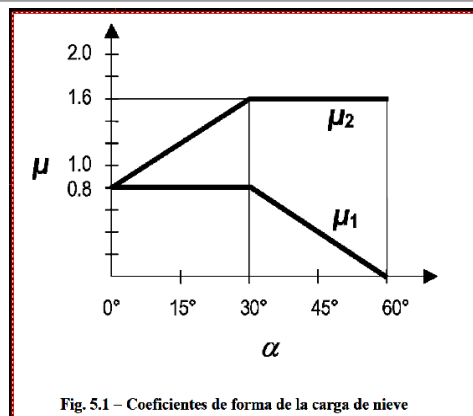


Illustration 30. Formulation pour le calcul de la charge de neige
Source. Eurocode

→ Actions sismiques : L'Eurocode 8 sera suivi.

Dans le cas de Charleroi, l'accélération fondamentale sera de $a_b = 0,10 \text{ g}$, comme indiqué dans la figure suivante :

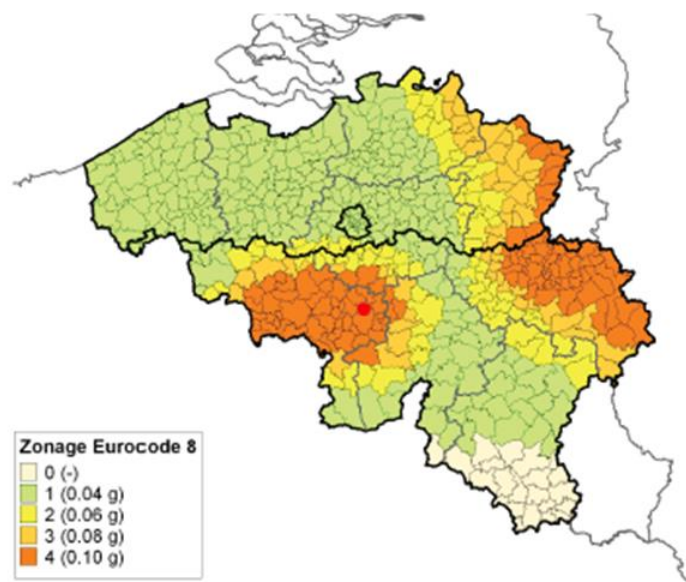


Illustration 31. Zonage du territoire belge suivant l'annexe nationale belge
Source. Eurocode

Parmi les spectres possibles existants, le type 2 sera considéré, puisqu'il s'agit de régions de basse intensité sismique ($M_s < 5,5$).

A 1.8. CUADRO RESUMEN DE LAS DIFERENTES NORMATIVAS

COMPARACIÓN NORMATIVAS SÍSMICAS (Hoja 1 de 2)
(denominación T_B , T_C , T_D según EC8)

	Mapa	Definición del terreno	Coefficiente de amplificación S (condiciona espectro en $T < T_C$)	Coefficiente de Terreno C (afecta a espectro en $T > T_C$)	T_B	Meseta del espectro en roca	TC (s) en roca $T_C = \frac{2 \pi S_{rm}}{S_{rm}}$	$K \cdot C = 2\pi S_v m/a = 2.5 TC$ (s) (en roca) (en suelo D)	TD (s) $T_D = \frac{2 \pi S_{rm}}{S_{rm}}$
EC-8	Dos formas de espectro Tipo 1: ($M_s > 5,5$) Tipo 2: ($M_s < 5,5$) TR = 475 años	Discreta En muchos casos, el terreno es difícil de encajar en un tipo concreto	Independiente de a_g Depende del terremoto y del terreno Tipo 1: S = 1,0-1,4 Tipo 2: S = 1,0-1,8	$C = \frac{T_C}{T_C \text{ en suelo}}$ Tipo 1: C = 1,0-2,0 S · C = 1,0-2,7 Tipo 2: C = 1,0-1,2 S · C = 1,0-2,16	$T_B = \frac{T_C}{5} \text{ u } \frac{T_C}{2,5}$	Tipo 1: 2,5 Tipo 2: 2,5	Tipo 1: 0,4 Tipo 2: 0,25	Tipo 1: 1,0 Tipo 2: 0,625 Tipo 1: 2,0 Tipo 2: 0,75	En cualquier terreno: Tipo 1: $T_D = 2,0$ s Tipo 2: $T_D = 1,2$ s

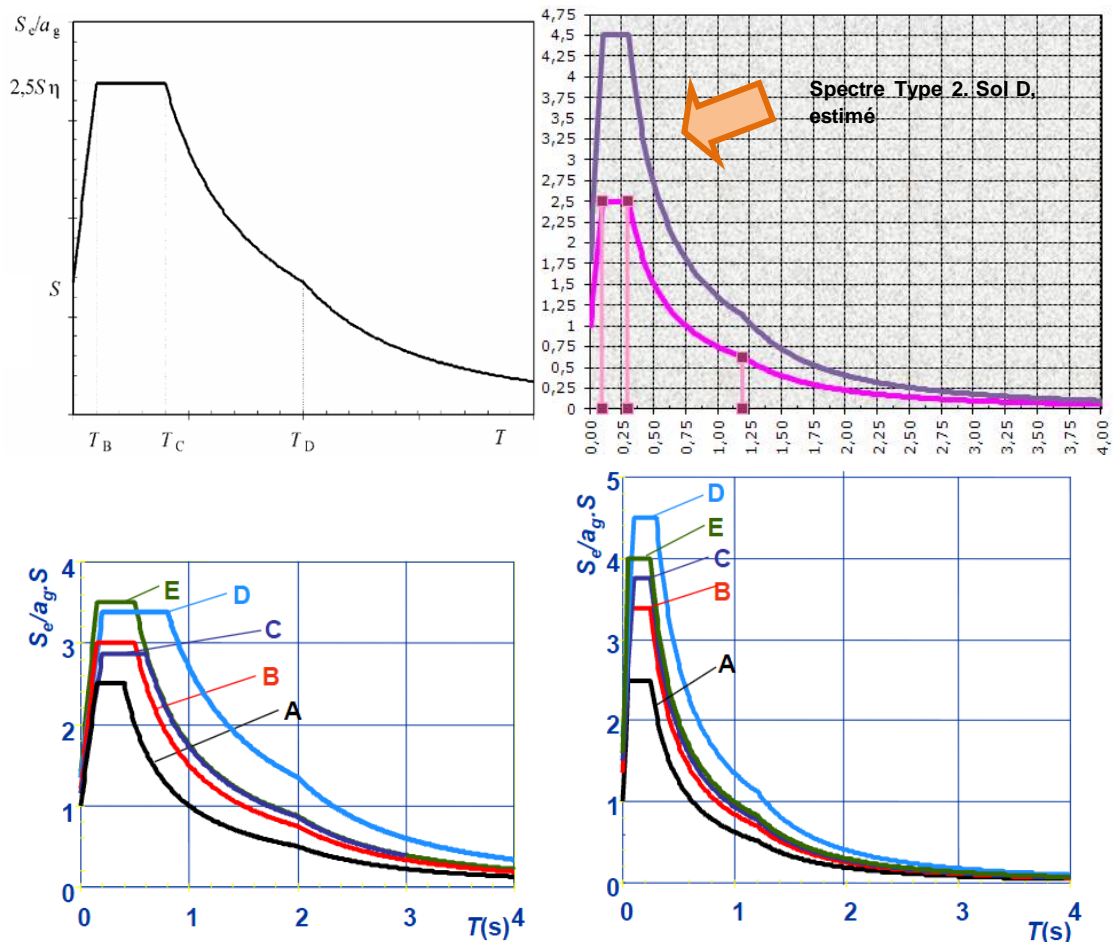
Le spectre de dessin pour des accélérations horizontales se basant sur les équations suivantes des différents tronçons est indiqué ci-dessous:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot (1 + T/T_B \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1))$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 (T_C / T)$$

$$T_D \leq T \leq 4 \text{ s} \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 (T_C \cdot T_D / T^2)$$



Type 1 - $M_s > 5,5$

Type 2 - $M_s \leq 5,5$

Illustration 32. Typologie de spectres sismiques horizontaux en fonction du sol

Résumé de charges à employer par étages

En ce qui concerne les zones rayées, la valeur des charges générales à employer, à titre de résumé est indiqué ci-dessous :

- Niveaux +174, +177 et +180 :
 - Charges mortes : 2 kN/m²
 - Surcharges d'usage : 5 kN/m²
- Niveau +185
 - Charges mortes : 2 kN/m²



→ Surcharges d'usage-neige 3 kN/m²

En outre, il faudra alterner dans le calcul, la charge *surcharge d'usage*, pour des envergures paires et impaires, plusieurs envergures continuent à la fois, en plus de la charge complète indiquée par étage, afin d'évaluer de cette façon les efforts maximums à obtenir pour les hourdis, poutres, supports et colonnes. Cet effet à considérer pour le dimensionnement correct peut être observé dans les images suivantes.

Figure 1
Alternate spans loaded

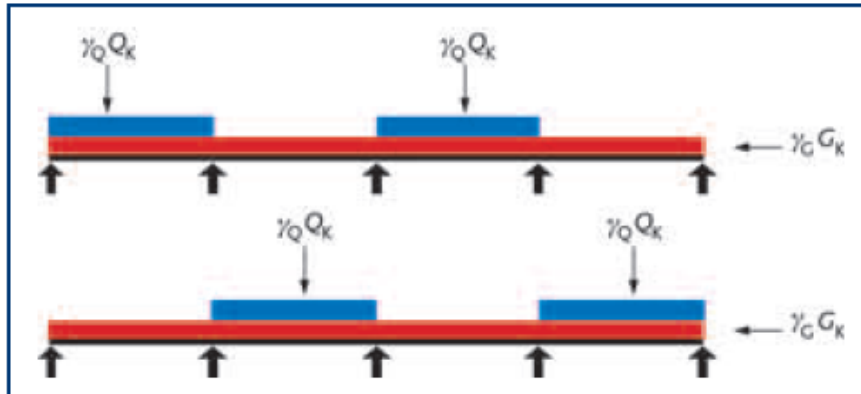


Figure 2
Adjacent spans loaded

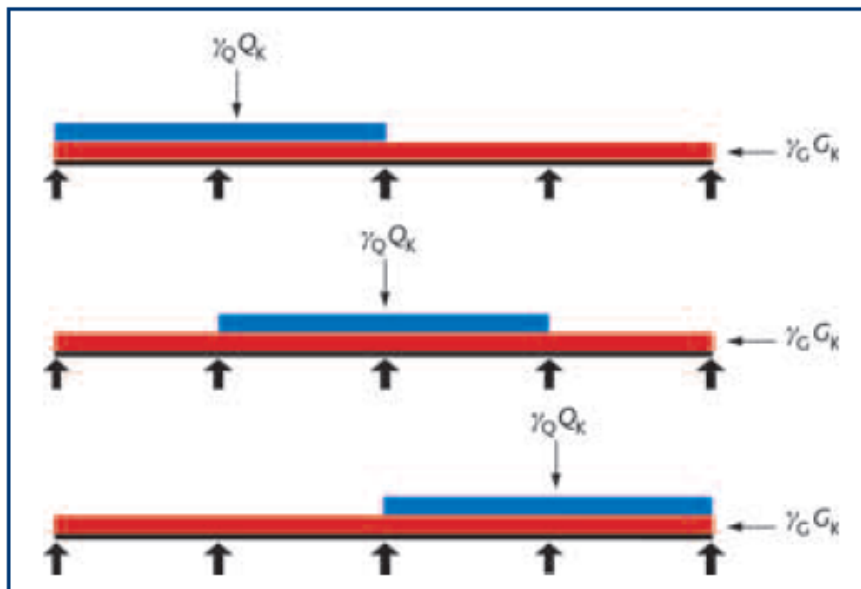


Figure 3
All spans loaded

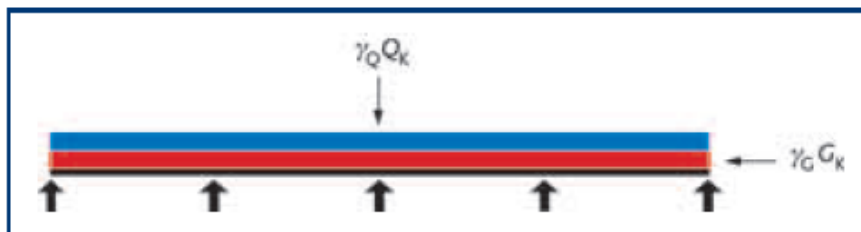


Illustration 33. Alternance de la surcharge d'usage sur des hourdis

Typologies des hourdis et poutres de béton à utiliser

Comme il a été indiqué, la solution finale pour la structure des corps principaux sera à base de colonnes, poutres et hourdis préfabriqués.

Toute l'information nécessaire pour le correct dimensionnement de ces éléments de la maison ERGON (<http://www.ergon.be>) sont joint ci-dessous.

Tout ce qui est joint est à titre d'exemple, énonçant la manière à procéder dans le cas où ce fabricant serait choisi. Les dernières valeurs de moments (kN m), tranchants (kN), portées maximales permises, charges en colonnes, etc. sont pour ce fabriquant et pour les éléments indiqués.

Tout autre fabriquant possèdera d'autres catalogues avec leurs efforts ultimes et une géométrie d'éléments pouvant différer en plus grande ou plus petite mesure de ceux d'ERGON ici indiqués.

On opte dans un premier temps pour cette maison, pour cette raison fondamentale :

- Fournisseurs et exécuteurs, aussi bien du terminal actuel que du parking annexe.

La manière de procéder sera la suivante :

- Après le calcul, avec toutes les charges correspondantes, les efforts ultimes en plaques, poutres et colonnes sont obtenus.
- On obtiendra premièrement l'épaisseur de la plaque à disposer en fonction des plaques jointes.
- Connaissant l'épaisseur de la plaque, la géométrie de la poutre préfabriquée à disposer sera choisie.
 - En dernière instance, la géométrie de la colonne et du support sera obtenue.
- La partie du catalogue actuel d'ERGON avec les données qui seraient d'utilité pour le dimensionnement correct sera joint ci-dessous.

2.2 | Hourdis SP alvéolés

2.2.1. Gamme de profils

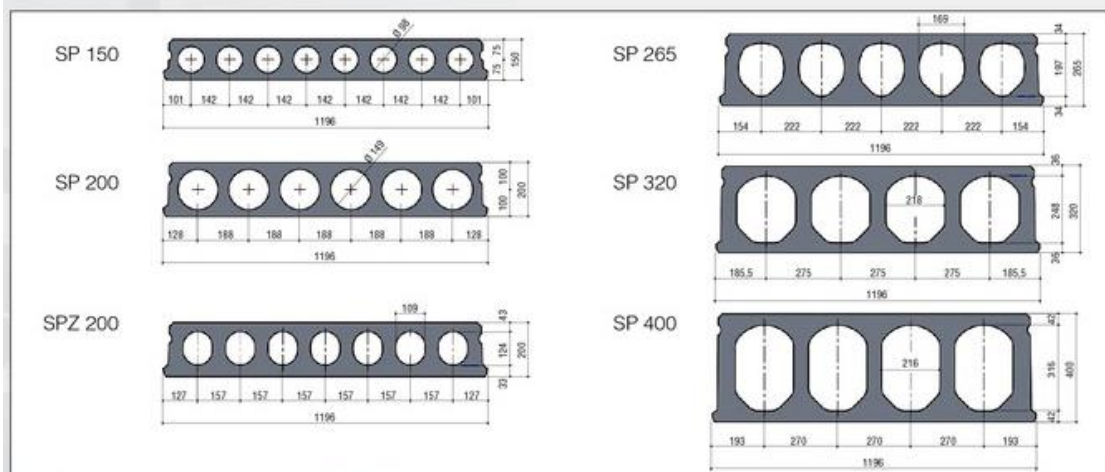


Illustration 34. Géométrie de la typologie de plaques préfabriquées

Source. Catalogue ERGON

2.2.3. Caractéristiques

Profil	h	b	Poids propre (avec joints)		A	I _x	W _{x,sup}	W _{x,inf}	Join- tolement	1/R
	mm	mm	kN/m	kN/m ²	mm ² x 10 ³	mm ⁴ x 10 ⁶	mm ³ x 10 ⁶	mm ³ x 10 ⁶	litres/m ²	W/m ² .K
SP 150	150	1196	2,94	2,45	114	291	3,84	3,93	4,9	7,14
SP 200	200	1196	3,33	2,78	127	630	6,22	6,38	6,8	5,88
SPZ 200	200	1196	4,03	3,36	155	695	6,71	7,21	6,9	6,25
SP 265	265	1196	4,59	3,83	174	1467	10,64	11,54	9,8	4,54
SP 320	320	1196	4,94	4,12	187	2421	15,03	15,23	11,0	4,16
SP 400	400	1196	5,93	4,94	222	4541	22,44	22,97	14,7	3,57

Illustration 35. Caractéristiques mécaniques de la typologie de plaques préfabriquées
Source. Catalogue ERGON

La gamme maximale de portée que nous pouvons nous permettre dans les constructions, selon ce fabricant et, considérant les directives suivantes, est de :

- Une couche de compression de 5 cm sera disposée sur les plaques alvéolaires
- Des charges mortes, en plus du poids propre de la plaque, de 2 kN/m²
- Des surcharges d'usage de 5 kN/m², est de :

Capacité maximale

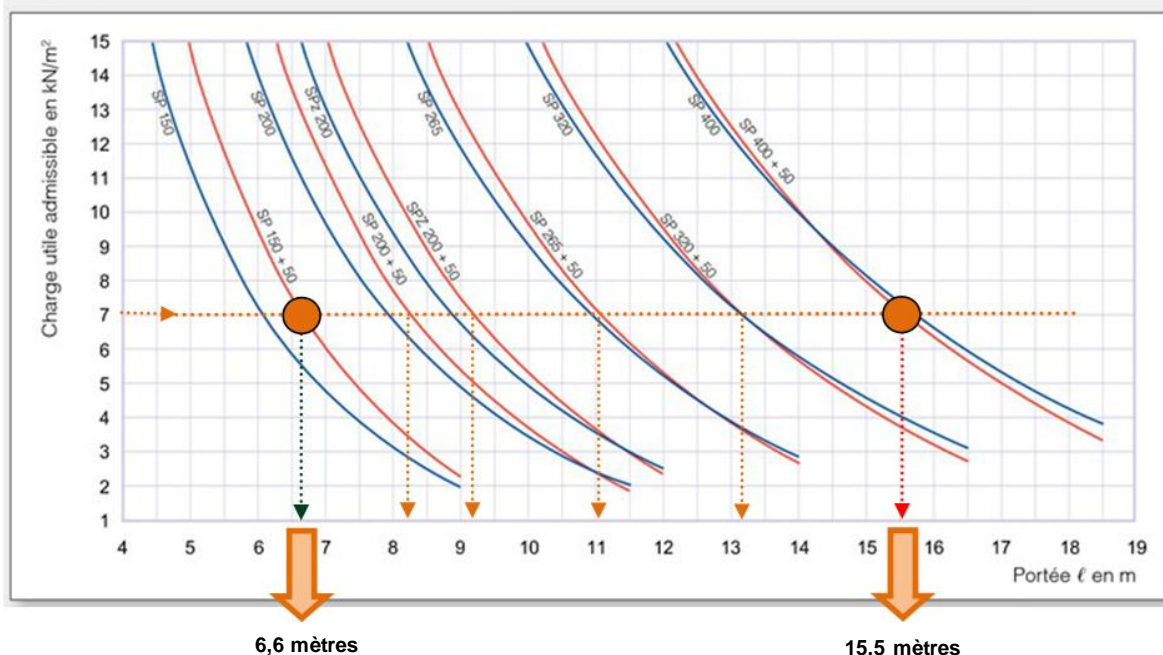
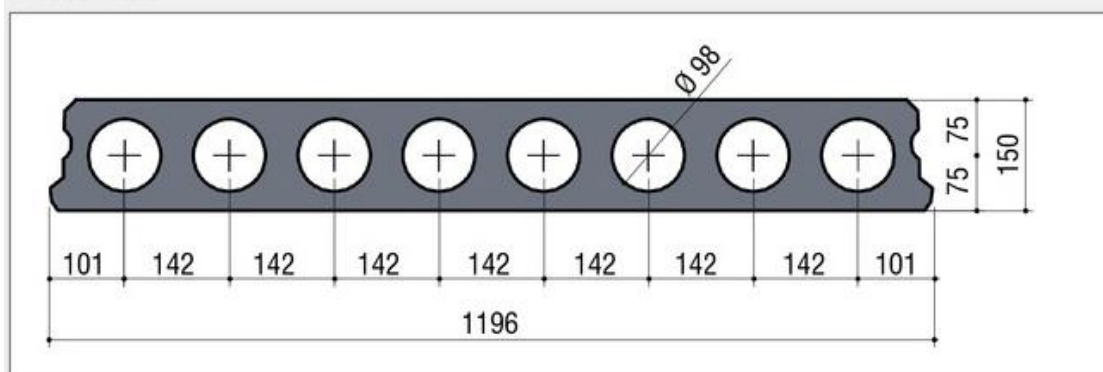


Illustration 36. Gamme maximale de portées (MIN et MAX)
Source. Catalogue ERGON

Particularités



Poids à transporter: 281 kg/m
Remplissage des joints: 4,9 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{Rd} et efforts tranchants $V_{Rd,c}$ (*)

Profil (**)	M_{Rd} (*)	$V_{Rd,c}$ (*)	Avec 50 mm de couche collaborante
	kNm	kN	kNm
SP 150 - 5X	44	95	61
SP 150 - 6X	52	97	73
SP 150 - 7X	61	99	83
SP 150 - 8X	69	100	93
SP 150 - 9X	77	101	103

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} et $V_{Rd,c}$ indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants et efforts tranchants à l'état-limite ultime.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ et celle de l'effort tranchant à : $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.
- Le moment M_{Ed} et l'effort tranchant V_{Ed} sont calculés en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} et V_{Ed} !

(**) Remarque :

- Profil : le chiffre après les initiales indique l'épaisseur de la dalle, suivi du nombre de torons de diamètre 9,3 mm (avec indice X).

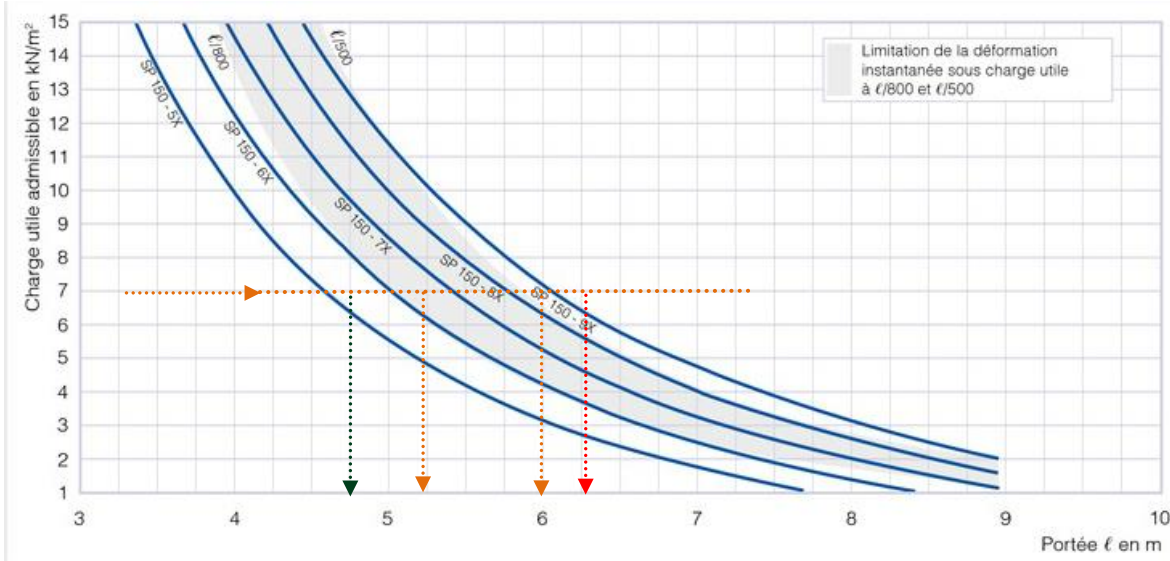
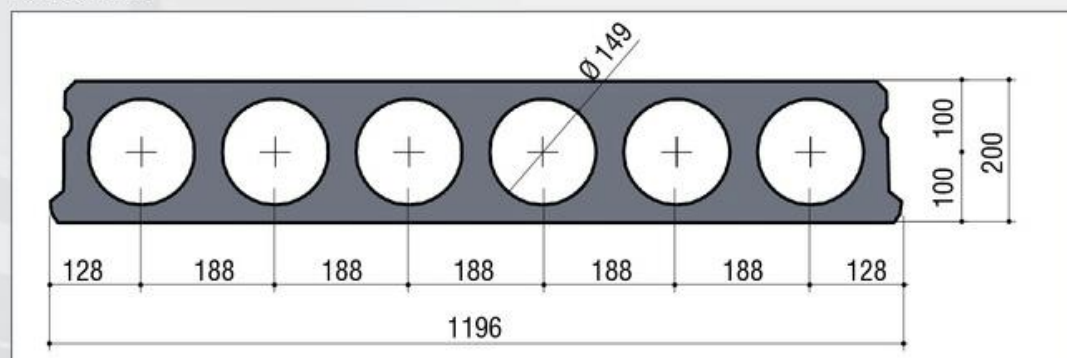


Illustration 37. Résumé de données pour des hourdis SP 150
Source. Catalogue ERGON

Particularités



Poids à transporter: 314 kg/m
Remplissage des joints : 6,8 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{Rd} et efforts tranchants $V_{Rd,c}$ (*)

Profil (**)	M_{Rd} (*)	$V_{Rd,c}$ (*)	Avec 50 mm de couche collaborante
	kNm	kN	kNm
SP 200 - 4X	51	89	66
SP 200 - 5X	63	91	81
SP 200 - 6X	76	92	96
SP 200 - 3 - 2X	92	92	116
SP 200 - 4 - 2X	113	94	141
SP 200 - 5 - 2X	134	96	164

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} en $V_{Rd,c}$ indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants et efforts tranchants à l'état-limite ultime.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ et celle de l'effort tranchant à : $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.
- Le moment M_{Ed} et l'effort tranchant V_{Ed} sont calculés en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} et V_{Ed} !

(**) Remarque :

- Profil : le chiffre après les initiales indique l'épaisseur de la dalle, suivi du nombre de torons de diamètre 12,5 mm et/ou diamètre 9,3 mm (avec indice X).

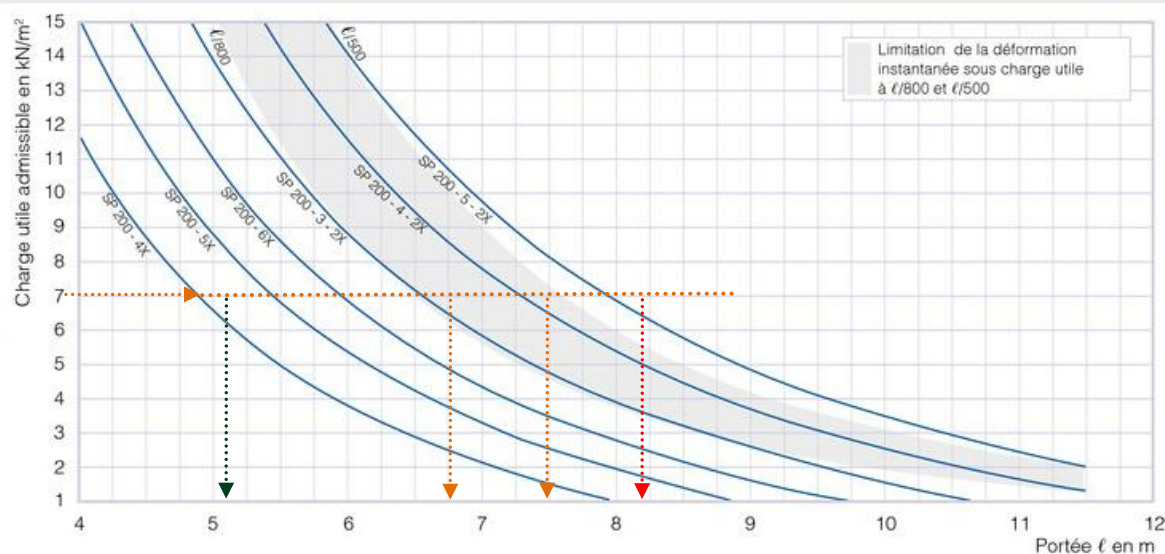
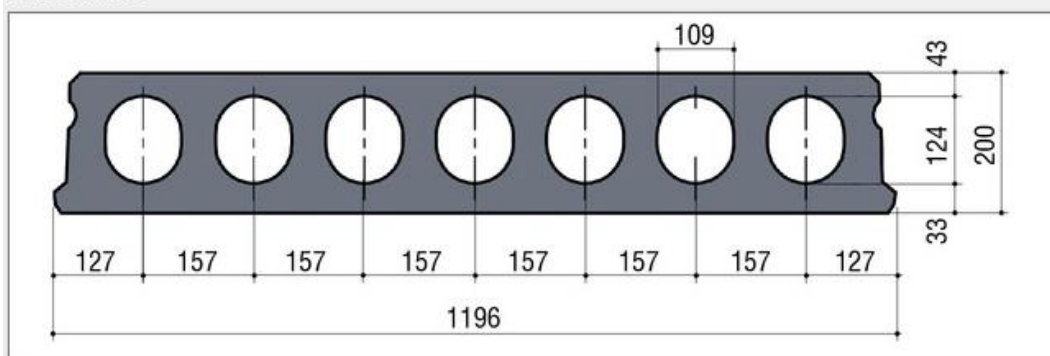


Illustration 38. Résumé de données pour des hourdis SP 200

Source. Catalogue ERGON

Particularités



Poids à transporter : 382 kg/m
Remplissage des joints : 6,9 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{Rd} et efforts tranchants $V_{Rd,c}$ (*)

Profil (**)	M_{Rd} (*)	$V_{Rd,c}$ (*)	Avec 50 mm de couche collaborante
	kNm	kN	M_{Rd} (*)
SPZ 200 - 5X	65	138	83
SPZ 200 - 6X	78	140	99
SPZ 200 - 7X	91	141	114
SPZ 200 - 8X	103	143	129
SPZ 200 - 2 - 6X	122	144	151
SPZ 200 - 4 - 4X	141	145	172
SPZ 200 - 6 - 2X	160	146	193
SPZ 200 - 8	178	147	212

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} en $V_{Rd,c}$ indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants et efforts tranchants à l'état-limite ultime.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ et celle de l'effort tranchant à : $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.
- Le moment M_{Ed} et l'effort tranchant V_{Ed} sont calculés en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} et V_{Ed} !

(**) Remarque :

- Profil : le chiffre après les initiales indique l'épaisseur de la dalle, suivi du nombre de torons de diamètre 12,5 mm et/ou diamètre 9,3 mm (avec indice X).

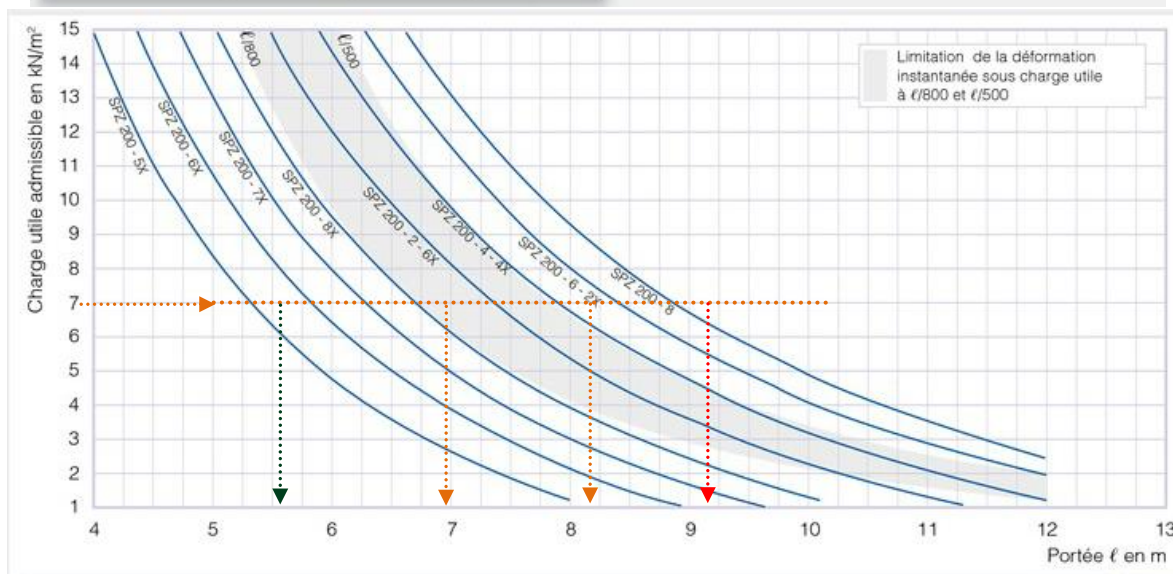
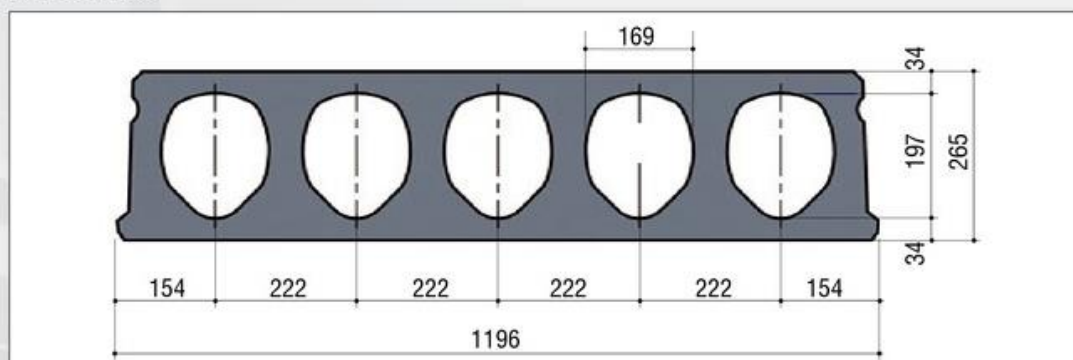


Illustration 39. Résumé de données pour des hourdis SPZ 200
Source. Catalogue ERGON

Particularités



Poids à transporter : 429 kg/m
Remplissage des joints : 9,8 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{Rd} et efforts tranchants $V_{Rd,c}$ (*)

Profil (**)	M_{Rd} (*)	$V_{Rd,c}$ (*)	Avec 50 mm de couche collaborante
	kNm	kN	kNm
SP 265 - 6X	106	137	127
SP 265 - 2 - 4X	133	138	159
SP 265 - 8X	141	140	167
SP 265 - 4 - 2X	160	140	189
SP 265 - 10X	175	142	205
SP 265 - 5 - 2X	190	142	222
SP 265 - 6 - 2X	220	143	254
SP 265 - 7 - 2X	251	144	289
SP 265 - 8 - 2X	279	145	319

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} en $V_{Rd,c}$ indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants et efforts tranchants à l'état-limite ultime.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ et celle de l'effort tranchant à : $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.
- Le moment M_{Ed} et l'effort tranchant V_{Ed} sont calculés en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} et V_{Ed} !

(**) Remarque :

- Profil : le chiffre après les initiales indique l'épaisseur de la dalle, suivi du nombre de torons de diamètre 12,5 mm et/ou diamètre 9,3 mm (avec indice X).

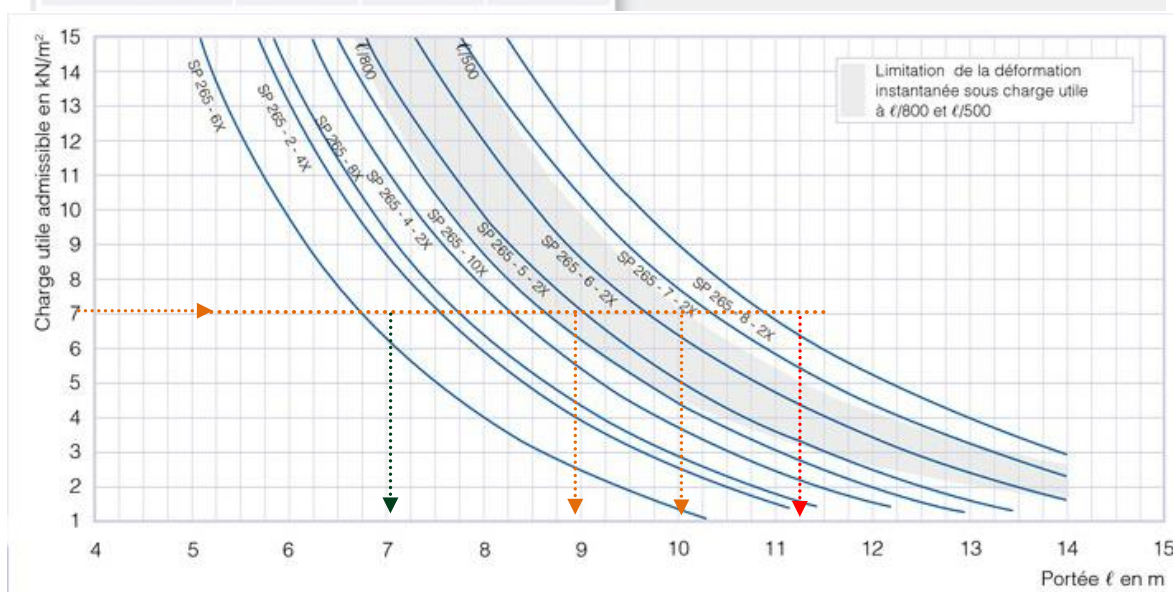
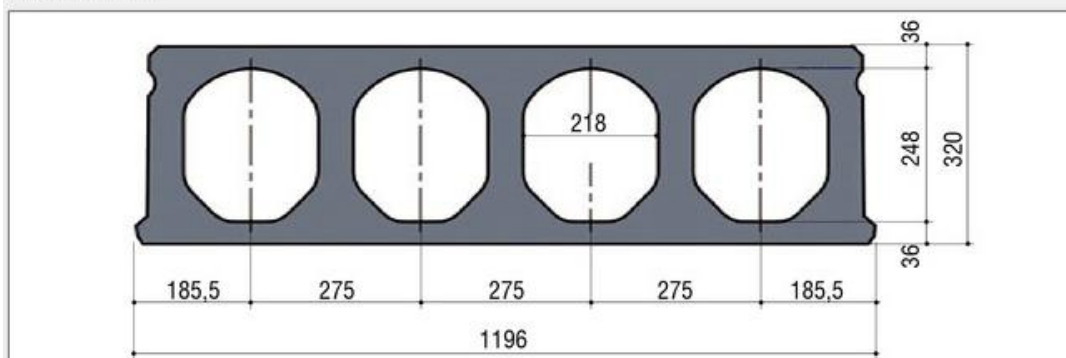


Illustration 40. Résumé de données pour des hourdis SP 265
Source. Catalogue ERGON

Particularités



Poids à transporter : 461 kg/m

Remplissage des joints : 11,0 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{Rd} et efforts tranchants $V_{Rd,e}$ (*)

Profil (**)	Avec 50 mm de couche collaborante		
	M_{Rd} (*) kNm	$V_{Rd,e}$ (*) kN	M_{Rd} (*) kNm
SP 320 - 6X	132	168	153
SP 320 - 7X	154	171	178
SP 320 - 8X	175	172	202
SP 320 - 5	195	170	223
SP 320 - 6	233	173	265
SP 320 - 7	271	175	305
SP 320 - 8	308	178	345
SP 320 - 9	346	180	387
SP 320 - 10	382	183	425
SP 320 - 11	418	185	464

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} en $V_{Rd,e}$ indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants et efforts tranchants à l'état-limite ultime.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ et celle de l'effort tranchant à : $V_{Ed} \leq V_{Rd,e}$.
- Le moment M_{Ed} et l'effort tranchant V_{Ed} sont calculés en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} et V_{Ed} !

(**) Remarque :

- Profil : le chiffre après les initiales indique l'épaisseur de la dalle, suivi du nombre de torons de diamètre 12,5 mm et/ou diamètre 9,3 mm (avec indice X).

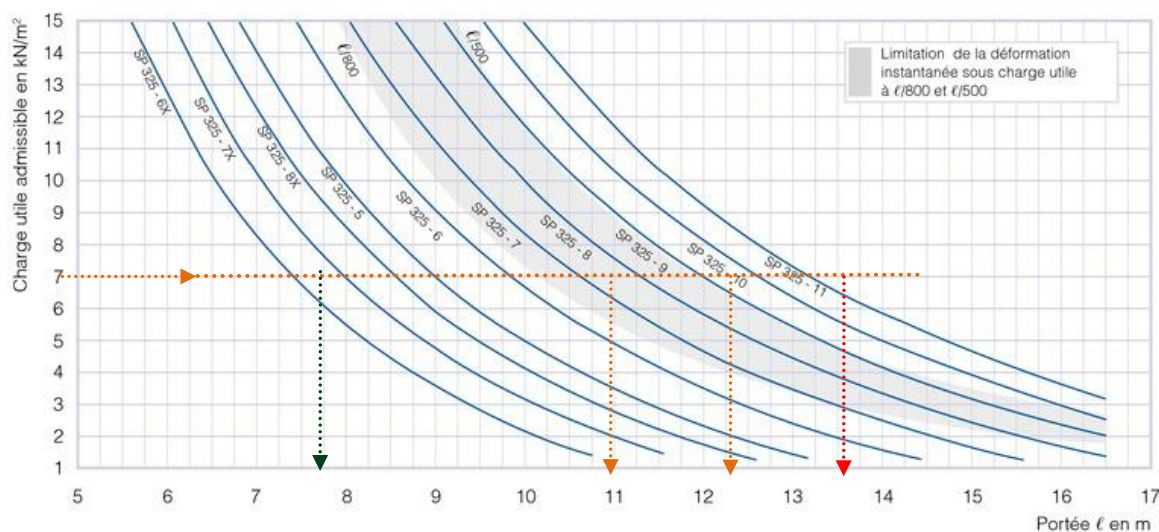
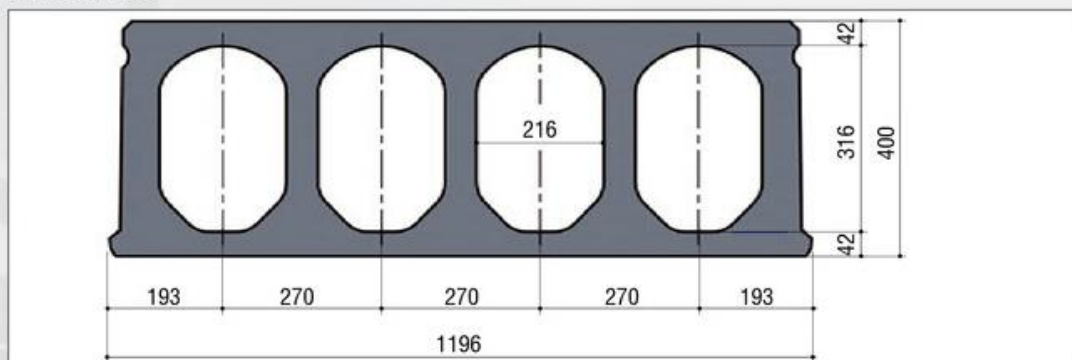


Illustration 41. Résumé de données pour des hourdis SP 320

Source. Catalogue ERGON

Particularités



Poids à transporter : 549 kg/m
Remplissage des joints : 14,7 litres/m²

Tableau synoptique des moments M_{Rd} et efforts tranchants $V_{Rd,c}$ (*)

Profil (**)	M_{Rd} (*)	$V_{Rd,c}$ (*)	Avec 50 mm de couche collaborante
	kNm	kN	kNm
SP 400 - 5	251	223	280
SP 400 - 6	300	225	332
SP 400 - 7	349	227	384
SP 400 - 8	398	229	436
SP 400 - 9	447	229	487
SP 400 - 10	495	231	539
SP 400 - 11	543	232	589
SP 400 - 12	589	233	639
SP 400 - 13	635	234	687

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} en $V_{Rd,c}$ indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants et efforts tranchants à l'état-limite ultime.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ et celle de l'effort tranchant à : $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.
- Le moment M_{Ed} et l'effort tranchant V_{Ed} sont calculés en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} et V_{Ed} !

(**) Remarque :

- Profil : le chiffre après les initiales indique l'épaisseur de la dalle, suivi du nombre de torons de diamètre 12,5 mm.

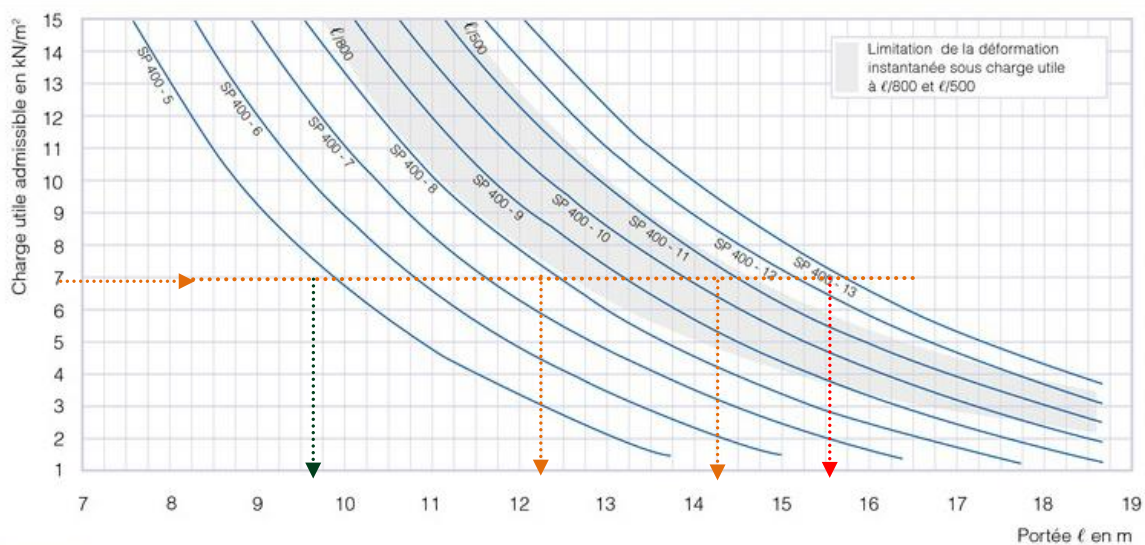


Illustration 42. Résumé de données pour des hourdis SP 400
Source. Catalogue ERGON

Profil	h mm	b mm	Poids propre (avec joints)		Avec 50 mm de couche collaborante		Charge utile admissible kN/m ²	Portée "L" maximum m
			kN/m	kN/m ²	kN/m ²	MRd Kn-m	VRd Kn	
SP 150	150	1196	2,94	2,45	3,7			
			SP 150 - 5X			61	95	2+5
			SP 150 - 6X			73	97	2+5
			SP 150 - 7X			83	99	2+5
			SP 150 - 8X			93	100	2+5
			SP 150 - 9X			103	101	2+5
SP 200	200	1196	3,33	2,78	4,03			
			SP 200 - 4X			66	89	2+5
			SP 200 - 5X			81	91	2+5
			SP 200 - 6X			96	92	2+5
			SP 200 - 3- 2X			116	92	2+5
			SP 200 - 4- 2X			141	94	2+5
			SP 200 - 5- 2X			164	96	2+5
SPZ 200	200	1196	4,03	3,36	4,61			
			SPZ 200 - 5X			83	138	2+5
			SPZ 200 - 6X			99	140	2+5
			SPZ 200 - 7X			114	141	2+5
			SPZ 200 - 8X			129	143	2+5
			SPZ 200 - 2- 6X			151	144	2+5
			SPZ 200 - 4- 4X			172	145	2+5
SP 265	265	1196	4,59	3,83	5,08			
			SP 265 - 6X			127	137	2+5
			SP 265 - 2- 4X			159	138	2+5
			SP 265 - 8X			167	140	2+5
			SP 265 - 4- 2X			189	140	2+5
			SP 265 - 10X			205	142	2+5
			SP 265 - 5- 2X			222	142	2+5
SP 320	320	1196	4,94	4,12	5,37			
			SP 320 - 6X			153	168	2+5
			SP 320 - 7X			178	171	2+5
			SP 320 - 8X			202	172	2+5
			SP 320 - 5			223	170	2+5
			SP 320 - 6			265	173	2+5
			SP 320 - 7			305	175	2+5
SP 400	400	1196	5,93	4,94	6,19			
			SP 400 - 5			280	223	2+5
			SP 400 - 6			332	225	2+5
			SP 400 - 7			384	227	2+5
			SP 400 - 8			436	229	2+5
			SP 400 - 9			487	229	2+5
			SP 400 - 10			539	231	2+5
SP 400	400	1196	SP 400 - 11			589	232	2+5
			SP 400 - 12			639	233	2+5
			SP 400 - 13			687	234	2+5

Illustration 43. Résumé de paramètres de design et de portées permises

Graphique des contre-flèches

Les hourdis SP présentent une contre-flèche variant suivant le type, l'effort de précontrainte et la longueur. Le diagramme ci-contre donne une indication de la contre-flèche d'éléments non chargés après deux mois de stockage. L'auteur du projet devra tenir compte de ce phénomène pour, à la fois, déterminer l'épaisseur des chapes ou autres couches de parachevement et fixer les niveaux finis. Les valeurs renseignées sont des moyennes, certains éléments peuvent y déroger dans les limites renseignées dans la rubrique "Tolérances".



Illustration 44. Contre-flèche à réaliser en fonction de la portée et de la typologie du hourdis.

3.4.8. Poutres RR

Domaine d'application

- Poutres de planchers.

Particularités

- Section rectangulaire de hauteur constante.
- Largeur généralement supérieure à la hauteur.
- Dans la plupart des cas, la poutre RR est considérée comme formant un ensemble avec le béton de seconde phase coulé sur place.
- Béton précontraint : classe de résistance C 50/60.
- La fabrication porte le label de qualité **BENOR**.

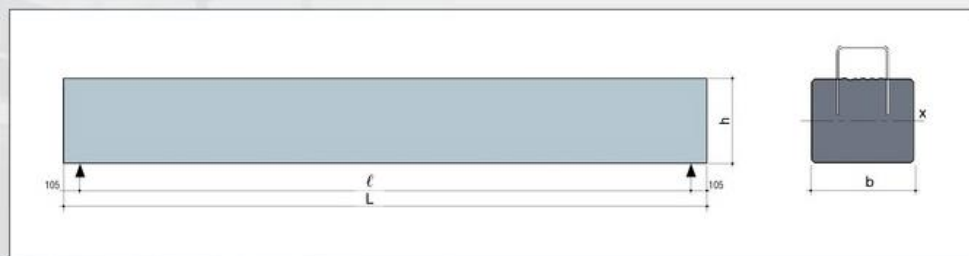


Tableau synoptique des moments M_{Rd} (*)

Profil	h	b	Poids	M_{Rd}	M_{Rd}	M_{Rd}	M_{Rd}	M_{Rd}	M_{Rd}
					SP 130	SP(Z) 200	SP 205	SP 320	SP 400
	mm	mm	kN/m	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
RR 300/390	300	390	2,93	215	276	310	366	314	371
RR 300/490	300	490	3,68	258	350	398	477	455	554
RR 300/590	300	590	4,43	323	444	509	610	613	751
RR 300/690	300	690	5,18	380	529	607	731	763	939
RR 300/790	300	790	5,93	434	615	709	856	912	1127
RR 300/880	300	880	6,60	492	705	813	982	1059	1310
RR 400/390	400	390	3,90	410	483	519	576	504	560
RR 400/490	400	490	4,90	484	593	647	730	690	792
RR 400/590	400	590	5,90	572	717	788	899	887	1032
RR 400/690	400	690	6,90	729	915	1004	1142	1158	1349
RR 400/790	400	790	7,90	825	1045	1151	1314	1362	1594
RR 400/880	400	880	8,80	930	1191	1312	1501	1570	1843
RR 500/490	500	490	6,13	796	928	988	1078	1017	1122
RR 500/590	500	590	7,38	962	1132	1211	1331	1307	1457
RR 500/690	500	690	8,63	1136	1355	1453	1604	1607	1806
RR 500/790	500	790	9,88	1291	1553	1671	1849	1886	2131
RR 500/880	500	880	11,00	1454	1763	1900	2106	2166	2455
RR 600/490	600	490	7,35	1160	1305	1370	1469	1396	1498
RR 600/590	600	590	8,85	1400	1602	1691	1822	1778	1933
RR 600/690	600	690	10,35	1628	1882	1991	2154	2147	2352
RR 600/790	600	790	11,85	1853	2158	2289	2482	2511	2766
RR 600/880	600	880	13,20	2119	2458	2605	2824	2893	3198
RR 700/490	700	490	8,58	1611	1772	1843	1949	1865	1966
RR 700/590	700	590	10,33	1952	2165	2258	2397	2363	2517
RR 700/690	700	690	12,08	2260	2532	2650	2822	2823	3035
RR 700/790	700	790	13,83	2576	2908	3049	3256	3289	3560
RR 700/880	700	880	15,40	2864	3254	3417	3655	3719	4038

(*) Remarques :

- Les valeurs de M_{Rd} indiquées dans le tableau sont les valeurs de calcul des moments résistants à l'état-limite ultime.
- Classe de résistance du béton de seconde phase : C 30/37.
- La valeur de calcul du moment sollicitant M_{Ed} doit satisfaire à la relation : $M_{Ed} \leq M_{Rd}$.
- Le moment M_{Ed} est calculé en tenant compte du poids propre de l'élément et de la charge utile multipliés par les coefficients de pondération correspondants.
- La prise en compte du poids propre de l'élément est donc essentielle pour déterminer M_{Ed} !

Illustration 45. Moment ultime de poutres préfabriquées en fonction de la géométrie à disposer

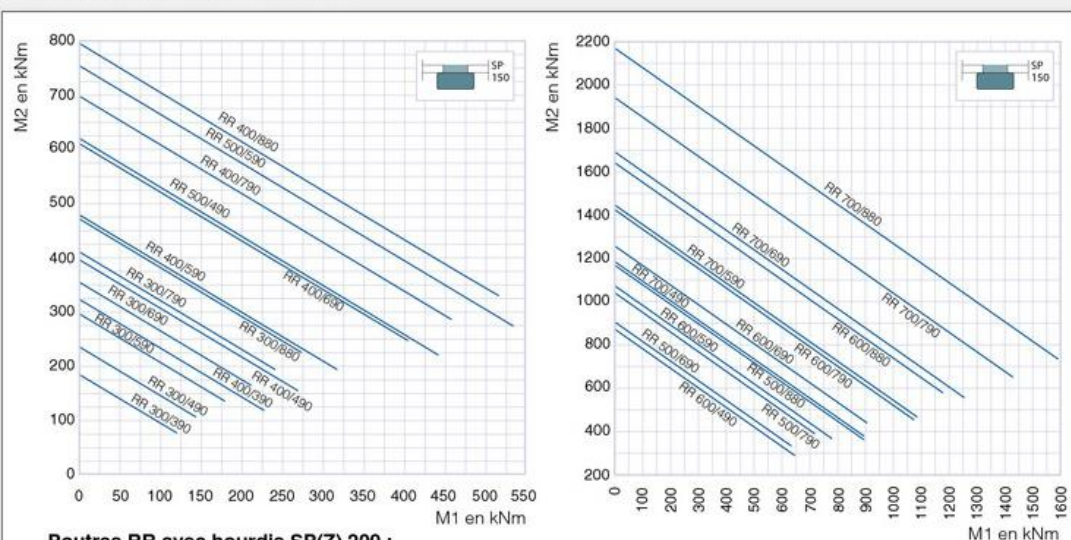
Courbes de performances des poutres RR avec béton de seconde phase

Classe de résistance du béton de seconde phase : C 30/37.

Principes :

- M1 est la valeur caractéristique du moment en première phase occasionné par :
 - le poids propre de la poutre RR
 - le poids propre des hourdis SP
 - le poids propre du béton de seconde phase
 - le poids propre d'une éventuelle couche collaborante prévue sur les hourdis pour autant que son exécution précède le durcissement du béton de seconde phase coulé sur la poutre
- M2 est la valeur caractéristique du moment en seconde phase. La valeur de celui-ci est égale au moment total résultant de l'ensemble des charges (poids propre + charges utiles) à prendre en compte, soustraction faite de M1.
- Mode d'emploi : calculer M1 et M2. Reporter M1 en abscisse et M2 en ordonnée. Tous les profils situés au-dessus du point de rencontre conviennent.

Poutres RR avec hourdis SP 150 :



Poutres RR avec hourdis SP(Z) 200 :

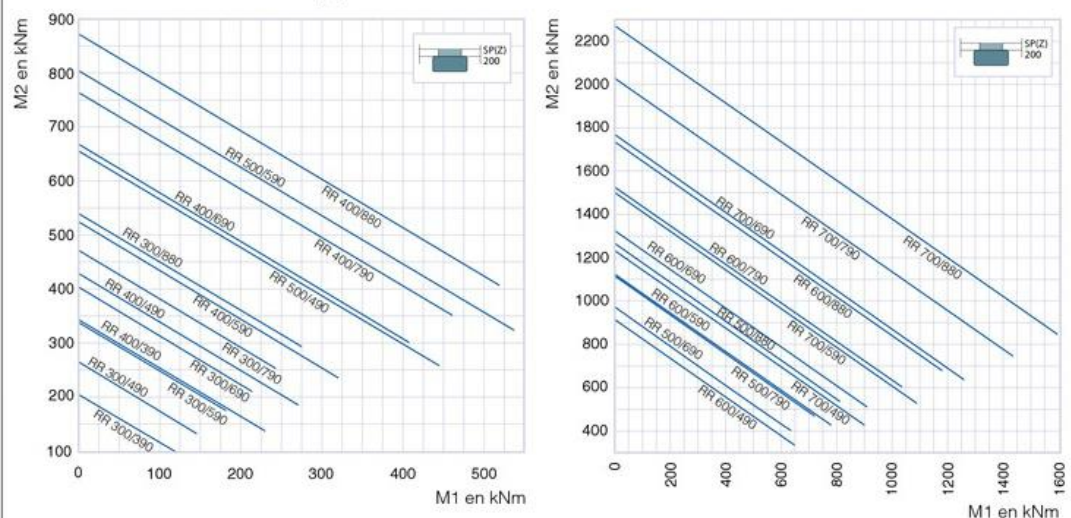


Illustration 46. Abaques pour l'obtention de la géométrie de la poutre préfabriquée

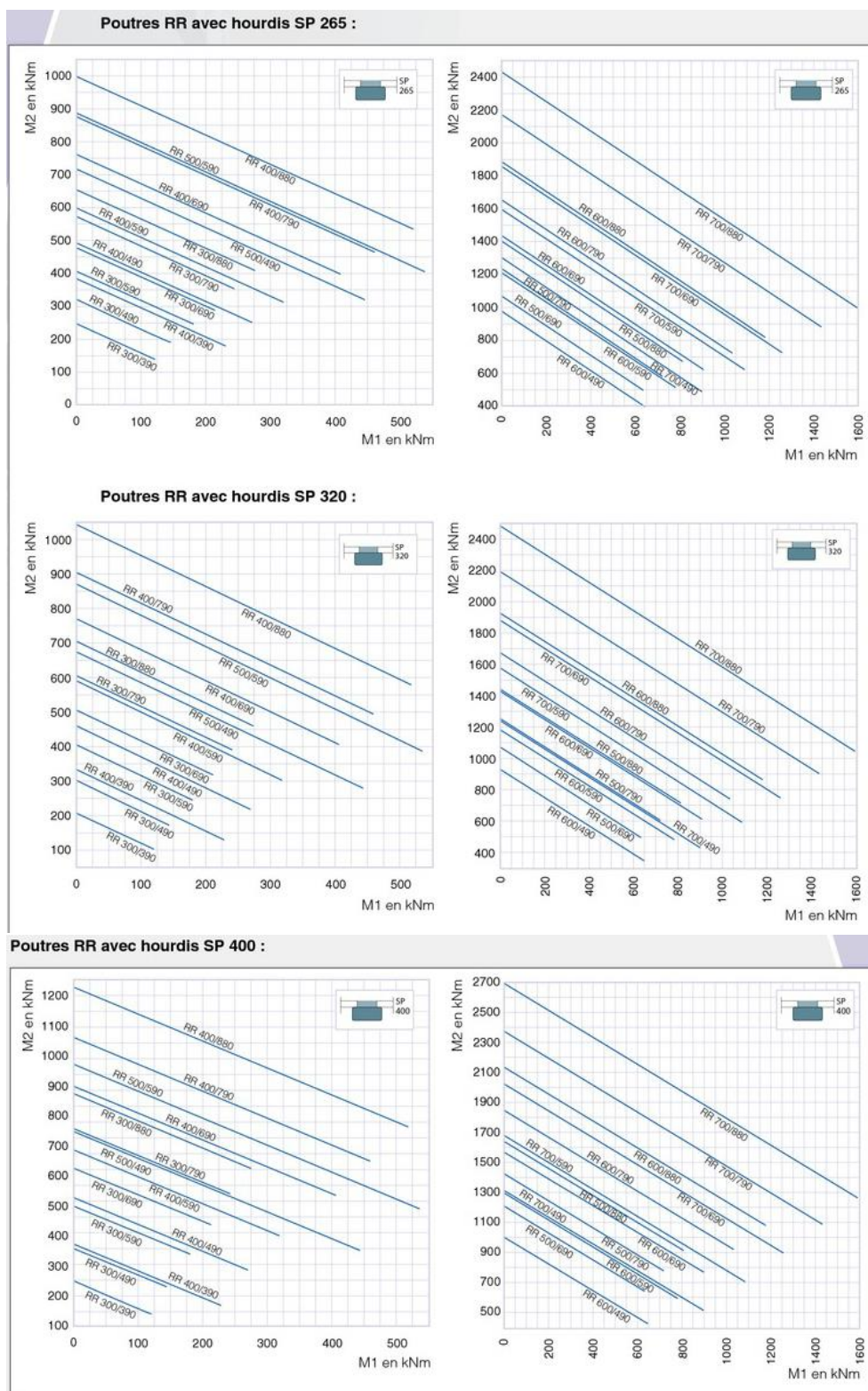


Illustration 47. Abaques pour l'obtention de la géométrie de la poutre préfabriquée à utiliser

3.3 | Colonnes CR - RK

Domaine d'application

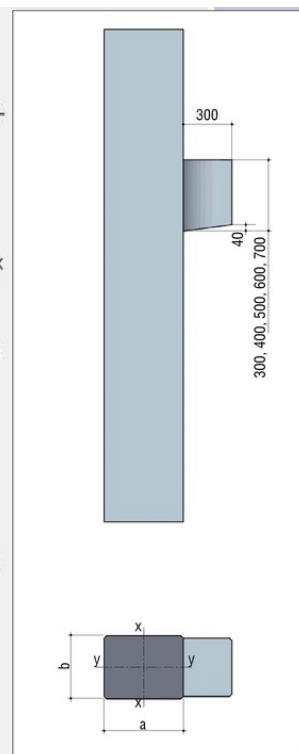
Les colonnes standard en béton armé ou précontraint assurent principalement la stabilité verticale et horizontale des bâtiments.

Remarques :

- Dans le cas de bâtiments industriels ou de hauteur réduite, la stabilité est assurée par l'encastrement des colonnes dans la fondation.
- Dans le cas de bâtiments plus élevés, la stabilité est assurée par des noyaux rigides ou par des voiles raidisseurs.
- Lorsque les charges verticales sont élevées par rapport aux moments, les colonnes sont fabriquées en béton armé. Dans le cas contraire, les colonnes précontraintes sont plus avantageuses.

Particularités

- Section rectangulaire ou ronde.
- Les colonnes rectangulaires ont des dimensions modulées sur un multiple de 50 mm moins 10 mm.
- Les colonnes peuvent être préfabriquées avec une longueur de plusieurs étages.
- Les colonnes sont exécutées en béton armé ou précontraint.
- Béton précontraint : classe de résistance C 50/60.
- Béton armé : classe de résistance jusqu'à C 90/105.
- La face supérieure est égalisée; les autres faces sont lisses de décoffrage. Les angles ont un chanfrein de 15 mm.
- La fabrication porte le label de qualité BENOR.



Caractéristiques

Colonnes rectangulaires

Profil	a	b	Poids
	mm	mm	kN/m
CR 290/290	290	290	2,06
CR 390/240	390	240	2,29
CR 390/290	390	290	2,77
CR 390/390	390	390	3,73
CR 490/290	490	290	3,48
CR 490/390	490	390	4,68
CR 490/490	490	490	5,88
CR 590/390	590	390	5,64
CR 590/490	590	490	7,08
CR 690/490	690	490	8,28

Colonnes rondes

Profil	Diamètre	Longueur max	Poids
	mm	mm	kN/m
RK 400	400	8000	3,14
RK 450	450	8000	3,98
RK 500	500	8000	4,91
RK 600	600	4000	7,07
RK 700	700	4000	9,62
RK 800	800	4000	12,57
RK 900	900	4000	15,90

Illustration 48. Géométrie de colonnes carrées ou rectangulaires et de colonnes circulaires

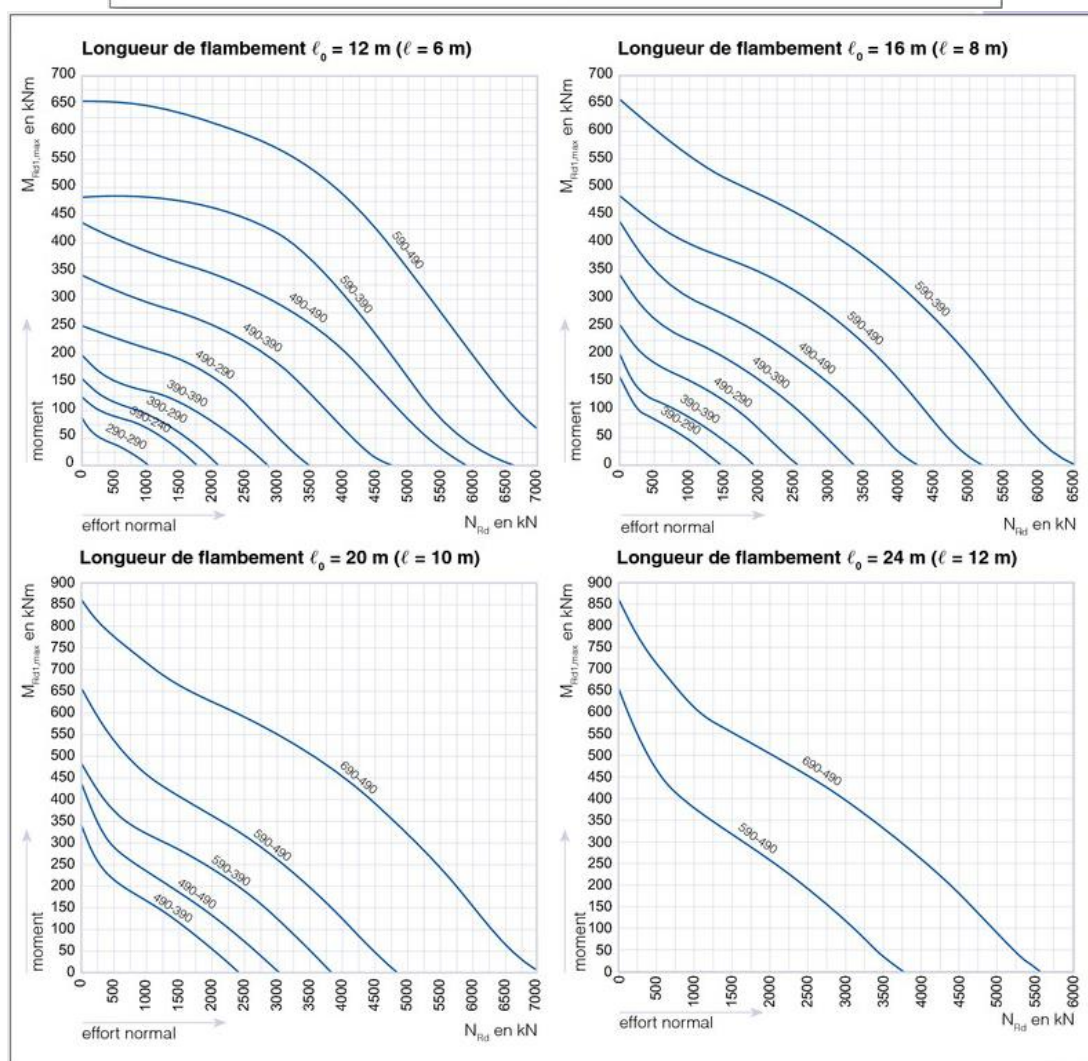
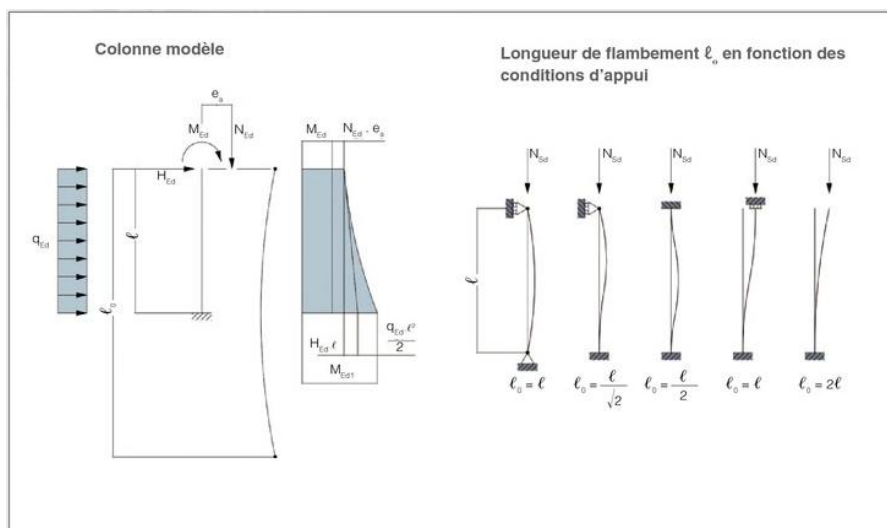
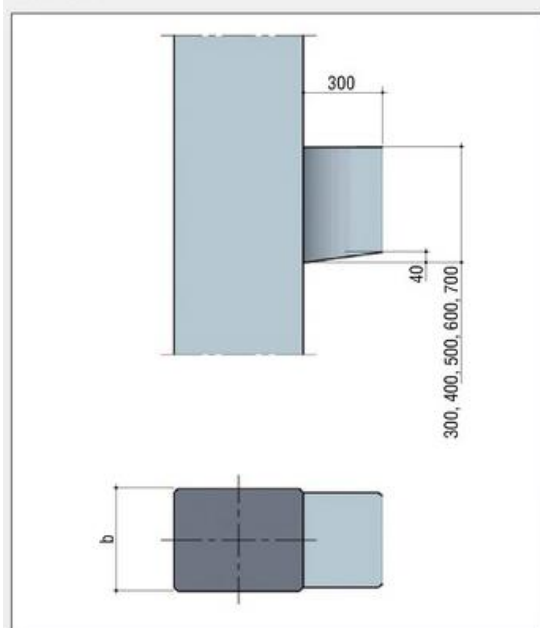


Illustration 49. Diagrammes d'interaction (N-M) pour les colonnes carrées ou rectangulaires

Consoles



		Réaction d'appui admissible en kN			
		Largeur b de la colonne en mm (Largeur de la console en mm)			
		240 (210)	290 (260)	390 (360)	490 (460)
Hauteur de la console en mm	300	100 kN	120 kN	165 kN	210 kN
	400	160 kN	195 kN	270 kN	345 kN
	500	220 kN	275 kN	380 kN	485 kN
	600	280 kN	350 kN	485 kN	620 kN
	700	345 kN	425 kN	590 kN	755 kN

Illustration 50. Réactions maximales de supports en fonction de leur géométrie et de la colonne

4. Techniques spéciales

4.1. Description des installations

4.1.1. Installations sanitaires

Etat actuel

Il existe actuellement deux raccordements d'eau de ville dans le bâtiment d'énergie, une destinée à l'alimentation des installations sanitaires et l'autre aux installations de protection et lutte contre incendies de l'aérogare. Pour l'alimentation des infrastructures sanitaires de l'aérogare, les réseaux d'eaux suivants sont prévus :

- Réseau d'eau froide : destinée aux lavabos et à HORECA.
- Réseau d'eau de pluie récupérée : pour l'alimentation des chasses des WC et urinoirs.
- Réseau d'eau chaude : pour les vestiaires.
- Réseau d'eau adoucie : utilisée seulement pour la production d'eau chaude sanitaire.

Dans le local technique situé au niveau +174, dans la zone Nord-Ouest du bâtiment, se trouve un groupe surpresseur équipé par trois pompes fournissant une pression de service d'environ 5 kg/cm². Dans ce même local on identifie deux prises d'eau disponibles avec un diamètre de 32 mm.



Illustration 51. Groupe surpresseur et des prises d'eau disponibles au niveau +174
Source. AERTEC/BAG

Eau sanitaire froide

La demande en eau froide doit couvrir les besoins des locaux humides prévus dans le projet, concrètement les vestiaires au niveau +177 et les sanitaires situées au niveau +185. Pour estimer cette demande on considère un débit instantané de 0,10 l/s pour les lavabos et de 0,20 l/s pour les douches.

Le débit total simultané à fournir pour les locaux humides sera équivalent au total des débits installés pour tous les appareils sanitaires prévus dans le projet, en appliquant une simultanéité selon l'expression suivante :

$$Q_{sim} = \frac{Q_{inst}}{\sqrt{N-1}}$$

Où :

- Q_{sim} : débit simultané (l/s).
- Q_{inst} : débit instantané (l/s).

- N : numéro d'appareils.

Niveaux	# lavabos (0,1 L/s)	# douches (0,20 l/s)	Débit Instantané [l/s]
+ 174	0	0	0,00
+ 177	10	6	2,20
+ 180	0	0	0,00
+ 185	4	0	0,40
Total instantané			2,60 l/s
Total simultané			0,75 l/s
Capacité à 1h			2.700 l

Tableau 3. Demande estimée en eau froide
 Source. AERTEC/BAG

Dans le nouveau local technique de plomberie l'installation d'un groupe surpresseur est prévu, chargé de fournir le débit demandé en eau froide à la pression nécessaire, garantissant un minimum de 1,50 kg/cm² dans tous les appareils sanitaires, sans dépasser le maximum de 5,00 kg/cm². La tuyauterie sera dimensionnée considérant une vitesse de circulation comprise entre 0,50 m/s et 1,50 m/s.

L'eau froide proviendra du local technique situé dans la zone Nord-Ouest du bâtiment actuel, qui sera chargée d'alimenter un réservoir intermédiaire d'environ 4.000 litres de volume. Cette capacité correspond au débit simultané pendant 60 minutes, constituant un élément de régulation de l'installation et contribuant de cette manière à l'optimisation du numéro des démarrages des pompes du nouveau groupe surpresseur.

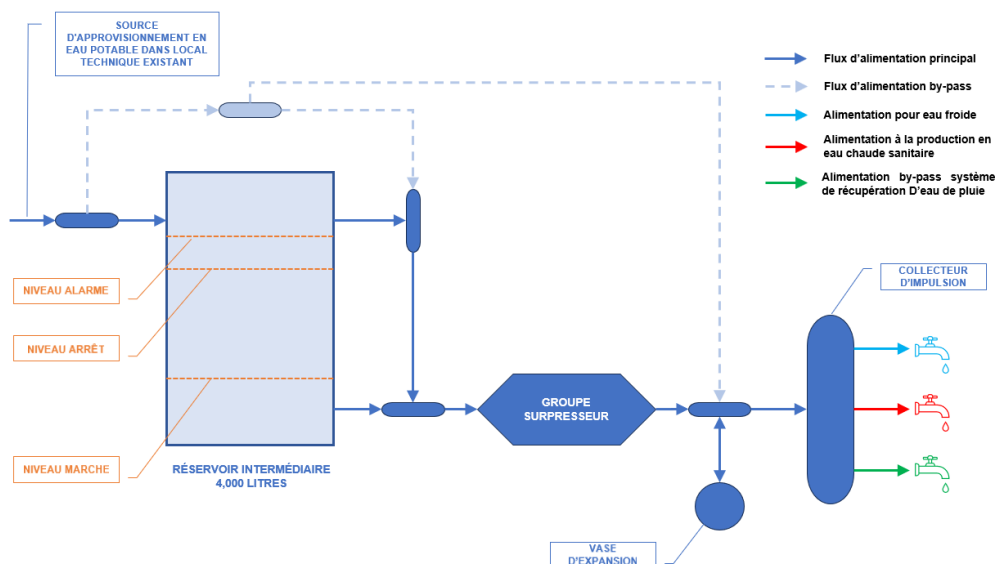


Illustration 52. Schéma de principe du système d'alimentation en eau froide
 Source. AERTEC/BAG

Selon le schéma de principe, le réservoir intermédiaire disposera de trois niveaux de contrôle :

- Niveau d'ouverture pour activer le remplissage
- Niveau de fermeture pour arrêter le remplissage
- Niveau d'alarme en cas de défaut dans le système. Ici, le système disposera d'un mode by-pass permettant la connexion directe de l'approvisionnement avec le collecteur d'aspiration.

- On disposera également d'un by-pass pour assurer l'alimentation en cas de panne ou de maintenance du système de pompage.

À noter que le système devra fournir de l'eau froide au système de production d'eau chaude sanitaire, et au système d'eau de pluie récupérée. Dans ce dernier cas, l'objectif est de permettre un fonctionnement en mode by-pass en cas de manque de réserve en eau de pluie.

Eau de pluie récupérée

La récupération de l'eau de pluie est prévue, pour les tâches de nettoyage et d'alimentation des chasses des WC. Pour cela, une citerne de 225 m³ de capacité est prévue dans la zone technique au niveau +174, entre les axes 04 et 05. La récupération des eaux de pluie se réalisera au niveau des toitures du bâtiment à travers des systèmes d'évacuation pluviales, conduits par un réseau spécifique vers la citerne.

L'utilisation des eaux récupérées à l'intérieur du bâtiment devra faite dans des conditions de débit et pression similaires à celles prévues pour l'installation d'eau froide, et doivent être garantis par un groupe surpresseur qui devra fournir une pression minimum de 1,50 kg/cm², sans dépasser le maximum de 5,00 kg/cm². La tuyauterie sera dimensionnée considérant une vitesse de circulation comprise entre 0,50 m/s et 1,50 m/s. Le débit prévu pour les WC est de 0,12 l/s et de 0,20 l/s pour les robinets de nettoyage.

Concernant l'autonomie de la citerne, un usage intensif des WC est considéré pendant une pointe de 2 heures avec une décharge chaque 10 minutes, et un usage moyen d'une décharge chaque 30 minutes pendant 14 heures. Considérant une capacité moyenne de 5 litres par WC une autonomie approximative de la citerne de 70 jours est obtenue.

Afin d'optimiser l'exploitation des ressources dans l'ensemble de l'aéroport, il nécessaire de connecter ce nouveau système de récupération avec la citerne existante de l'aérogare actuelle, minimisant les déversements par trop-plein. Cependant, dans le cas où il ne s'avérerait pas possible cette connexion entre les deux citernes, l'eau de pluie devra être évacué vers le réseau extérieur par l'intermédiaire d'un système de déversoir.

De même, en cas de faible niveau d'eau dans la citerne, la connexion avec le réseau d'eau froide provenant du réseau de ville devra s'activer. Le système projeté devra garantir la non-contamination du réseau d'eau potable.

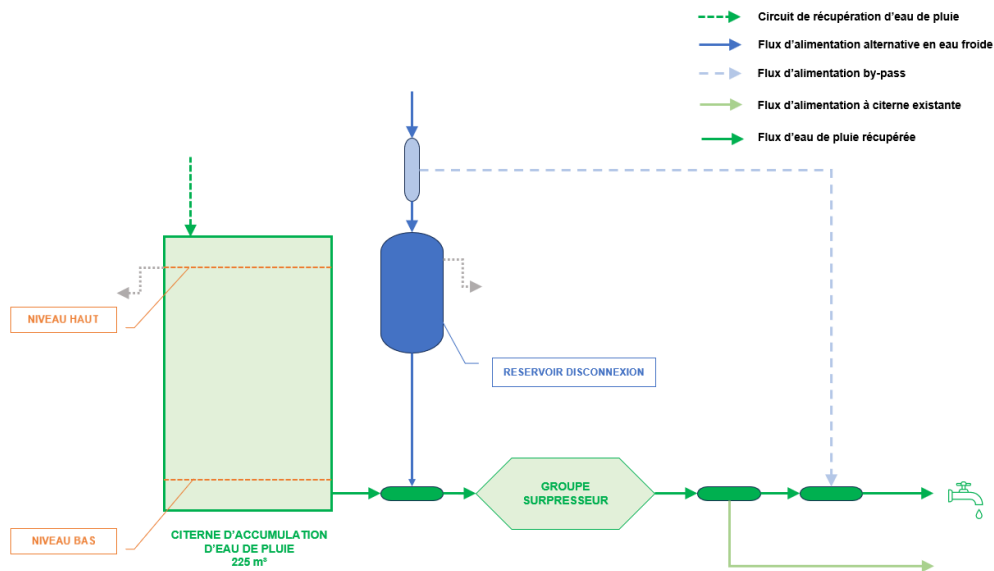


Illustration 53. Schéma de principe du système proposé pour la récupération d'eau de pluie
 Source. AERTEC/BAG

Eau chaude sanitaire

Pour la production de l'eau chaude sanitaire « ECS » un système d'aérothermie est proposé sous forme de réservoirs cylindriques équipé chacun par une pompe à chaleur.

La capacité du système de production est calculée en estimant des taux d'utilisation (en litres/personne/jour) selon les différents types d'appareils sanitaires (douches et lavabos) à une température de référence de 60 °C :

- 25 litres/personne/jour pour les douches
- 2 litres/personnes/jour pour les lavabos

Le système proposé pour la production d'ECS présentera un volume de stockage dimensionné pour répondre à la demande aux heures de pointe à la température d'utilisation de 38 °C, estimée à raison d'un usage de douche par personne toutes les 15 minutes, ce qui fait un total de 16 usages de douche pour la période considérée, obtenant la demande totale suivante :

$$D_i = D_{i-60} \cdot \left[\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right]$$

Où :

- D_{i-60} : Demande ECS pour la température de 60 °C.
- T : Température d'utilisation (38 °C).
- T_i : Température de l'eau froide (10 °C).

$$D_i = 25 \cdot \left[\frac{60 - 10}{38 - 10} \right] \cdot 16 = 714,29 \text{ litres}$$

Le système proposé sera formé de trois unités compactes d'aérothermie connectées en parallèle de 280 litres de capacité d'accumulation chacune, soit un volume total d'accumulation de 840 litres. L'énergie (par jour) nécessaire pour le volume de stockage résultant peut être estimée selon l'expression suivante :

$$E_{acc} = D_{acc} \cdot [T_{ECS} - T_{EF}] \cdot 1,16 \cdot F$$

Où :

- D_{acc} : Accumulation en ECS (en litres).
- T_{ECS} : Température d'accumulation d'ECS (estimée en 60 °C).
- T_{EF} : Température de l'eau froide (10 °C).
- F : Facteur adimensionnel en fonction de la géométrie de l'accumulateur.

$$E_{acc} = 840 \cdot [60 - 10] \cdot 1,16 \cdot 1 = 48,72 \text{ kW} \cdot h$$

En considérant une capacité calorifique du système proposé de 3 kW par unité, on obtient que l'énergie journalière nécessaire représente 22,56% de la capacité du système.

En conclusion, le système proposé pour la production ECS sera formé par trois unités aérothermiques à 280 litres chacune, équipées par des pompes à chaleur sous réfrigérant R134a de 3 kW de capacité calorifique et un COP de 3,83.

La pression dans le réseau ECS sera fournie à travers du surpresseur prévu pour l'eau froide, qui sera chargé d'alimenter le système de production, à travers un adoucisseur dû à la dureté de l'eau de ville, pour un débit en heure pointe de 0,40 l/s (deux douches en fonctionnement simultané). Pour minimiser les pertes de chaleur, le système comptera avec des pompes de recirculation.

Eau froide adoucie

La production d'eau froide adoucie utilisée dans la production d'eau chaude sanitaire suivra le schéma suivant :

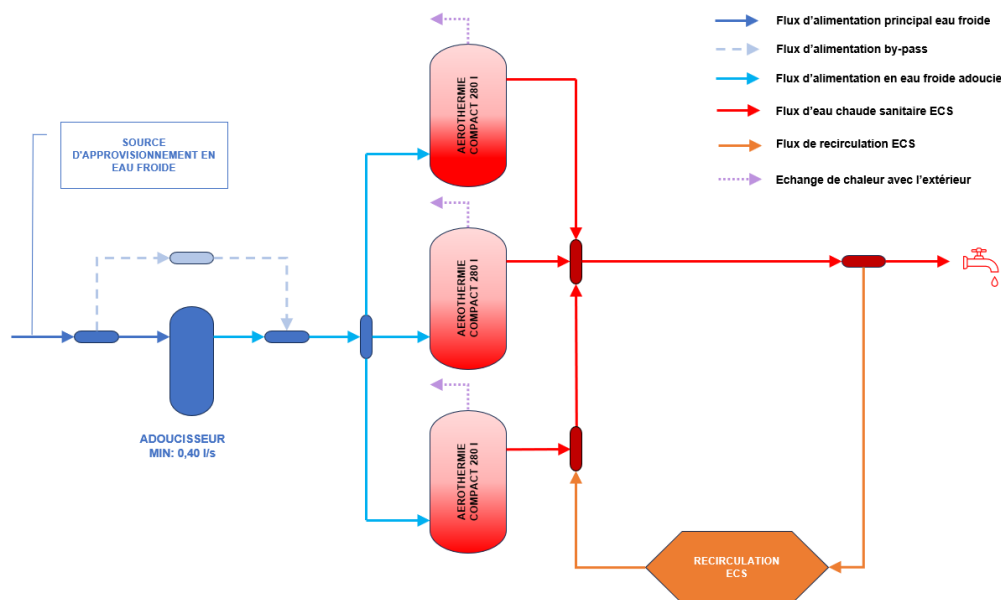


Illustration 54. Schéma de principe pour la production de l'eau froide adoucie
Source. AERTEC/BAG

4.1.2. Egouttage

Etat actuel

L'aérogare existante compte avec deux différents réseaux d'évacuation, un pour les eaux usées et autre pour les eaux pluviales.

Les eaux usées sont canalisées vers un dégraisseur localisé dans le local technique accessible dès le contrôle de marchandise par la façade Ouest au niveau +174. Le dégraisseur est connecté au collecteur principal de Ø315 mm situé côté piste, qui à son tour est connecté à la station d'épuration de l'aéroport.

Concernant les eaux pluviales, elles sont canalisées vers une citerne d'eau enterrée sous le niveau +174 de l'aérogare et présente une capacité de 500 m³. Ce volume d'eau est utilisé pour alimenter les chasses de WC et les urinoirs. La citerne compte avec un système trop-plein connecté au collecteur principal de Ø500 mm situé côté piste.

Evacuation des eaux usées

L'évacuation des eaux usées provenant des appareils sanitaires situés, principalement, dans les locaux humides prévus dans le bâtiment (douches, vestiaires, etc.). Le système sera de type gravitaire avec tuyauterie en PVC suspendues avec 1% de pente minimum. Les colonnes de chute compteront avec à travers des clapets aérateurs encastrés dans les faux plafonds, évitant ainsi le prolongement de la conduite vers la toiture du bâtiment. La connexion des sanitaires au système d'évacuation sera par des siphons individuels.

Au niveau +174 on trouve une zone des sanitaires accessible dès le quai ouest, en plus d'une zone de stockage avec réserves positives, négatives et sèches, où se peut produire des condensations au niveau des équipements évaporateurs. Il sera donc nécessaire de compter avec une évacuation des eaux de condensation accumulées vers le réseau des eaux usées. De la même manière, ce niveau comptera avec un local de tri-déchets qui devra compter avec un système d'évacuation des eaux usées lors cas des tâches de nettoyage.

On propose que l'ensemble de la nouvelle installation soit connecté au collecteur existant du côté piste, traversant le quai ouest avec une perforation souterraine dirigée.

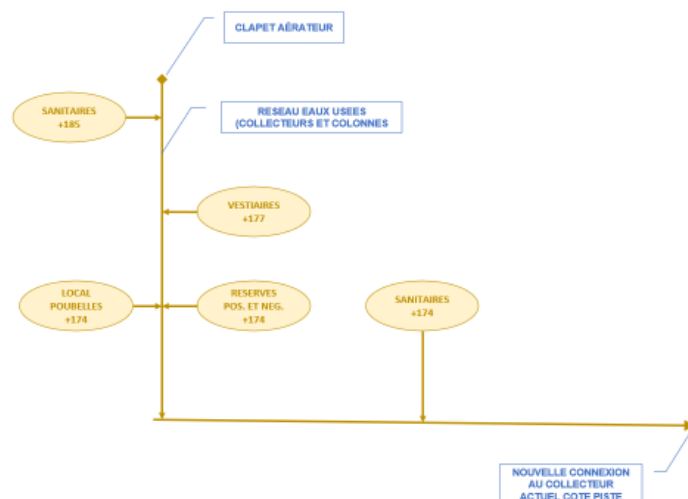


Illustration 55. Schéma de principe du système proposé pour l'évacuation des eaux usées
Source. AERTEC/BAG

Le dimensionnement de l'installation sera en accord avec le NIT 265 du CSTC et la NBN EN 12056-2 limitant la vitesse de circulation à 0,7 – 2,5 m/s considérant les conduites à 50% de leurs capacités.

Evacuation des eaux pluviales

L'évacuation des eaux pluviales de la toiture devra être cohérente avec la typologie constructive proposée pour celle-ci. On peut observer que les deux bandes Nord et Sud du bâtiment (d'environ 8 à

9 mètres de largeur) sont en forme de toiture plate avec une dalle en béton, tandis que la partie centrale est constitué par un système de toiture légère.

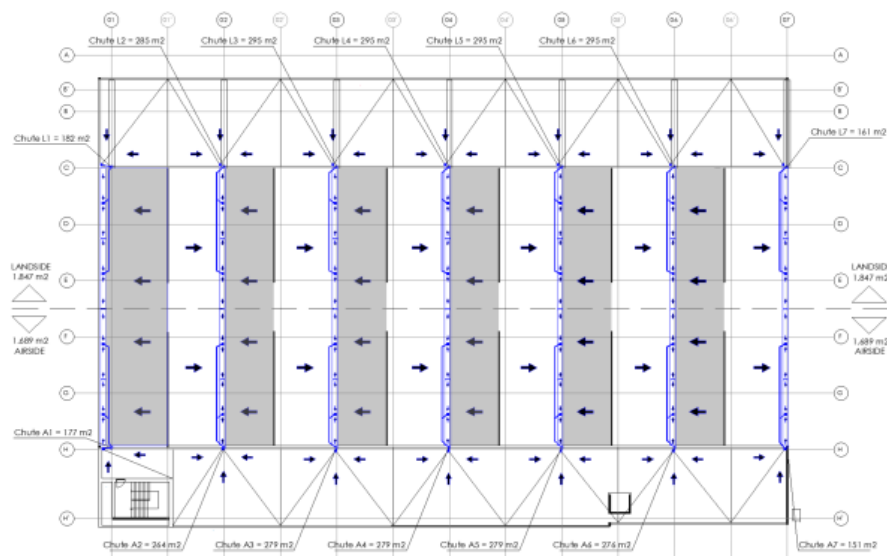


Illustration 56. Schéma de drainage de la toiture.

Source. AERTEC/BAG

Pour cette raison, les zones dites « plate » seront drainées à travers des avaloirs situés stratégiquement dans les proximités des axes nord-sud 01, 02, 03, 04, 05, 06 et 07 et les axes Est-Ouest C et H. Pour la zone centrale, le drainage sera réalisé grâce à des chéneaux disposés en direction Nord-Sud sur les axes 01, 02, 03, 04, 05, 06 et 07, combinés avec des avaloirs aux les points bas.

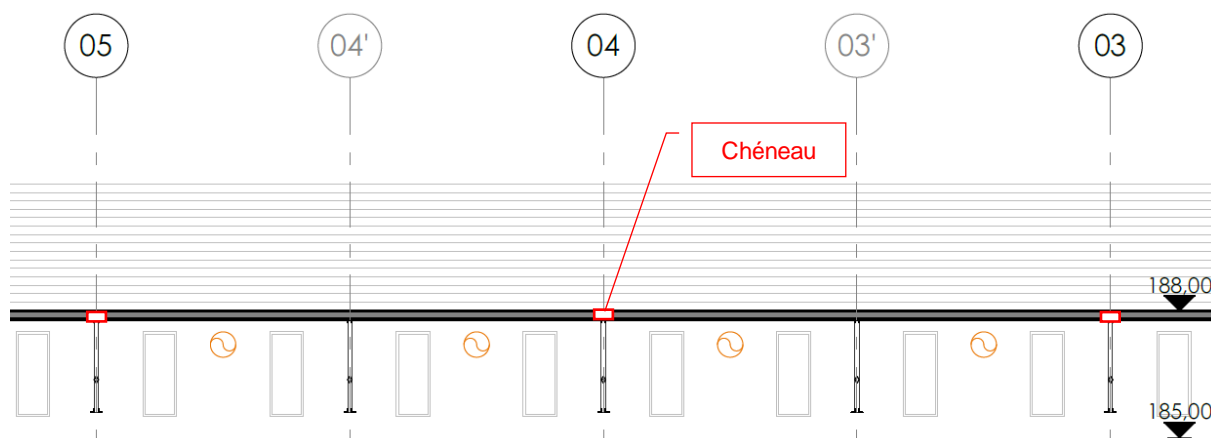


Illustration 57. Croquis de la disposition des chéneaux sur la zone centrale de la toiture

Source. AERTEC/BAG

La disposition des avaloirs gardera une séparation maximum de 20 mètres entre ouvertures. Selon la solution proposée on dispose d'un total de 28 ouvertures (avaloirs) couvrant une superficie totale d'environ 3.500 m², ce qui représente 125 m² par ouverture. Les chéneaux quant à eux seront disposés horizontalement d'une largeur minimum de 200 mm.

Les éléments de drainage superficiel (chéneaux et avaloirs) seront connectés à un réseau siphonique d'évacuation exclusif pour les eaux pluviales, qui sera formé par des chutes/descentes parallèle aux

colonnes situées sur les axes C et H et seront dirigés vers la citerne de récupération, située au niveau +174, à travers d'un système de collecteurs suspendus au plancher du niveau +180.

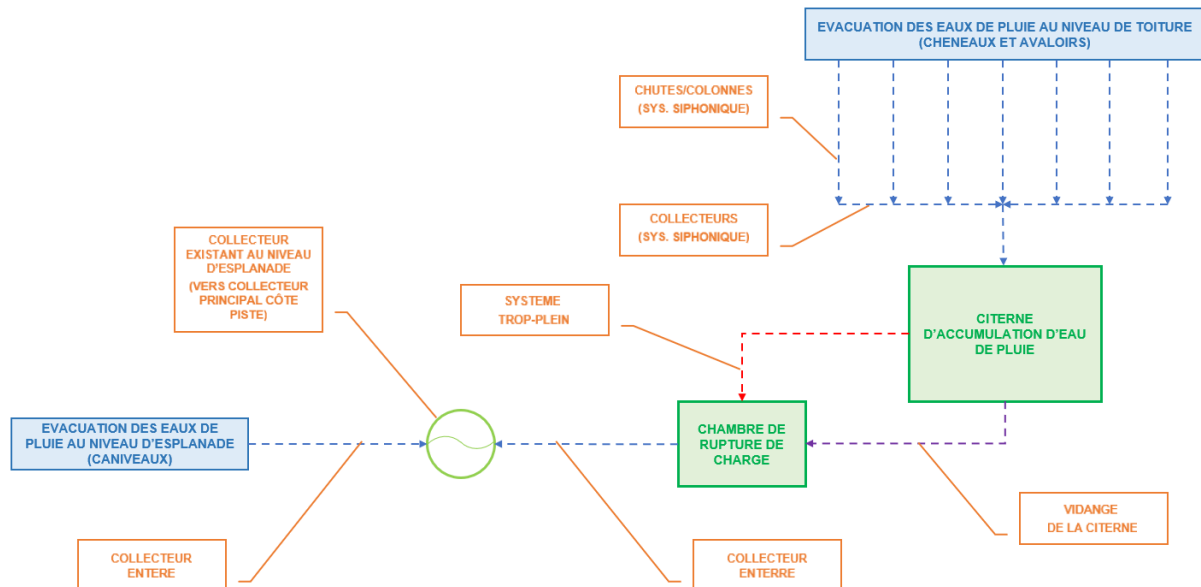


Illustration 58. Schéma de principe du système proposé pour l'évacuation des eaux pluviales
Source. AERTEC/BAG

Pour garantir l'évacuation des eaux en cas d'obstruction des éléments de drainage superficiels, la solution architecturale devra prévoir un système de trop-plein sous forme de gargouilles ou similaire. De même, la citerne de récupération disposera d'un système trop-plein connecté au réseau existant des eaux pluviales dans l'esplanade actuelle.

Le réseau existant devra être capable d'absorber un débit équivalent à la superficie totale de la toiture du bâtiment, pour garantir le bon fonctionnement du système trop-plein de la citerne de récupération en cas d'atteindre le maximum de sa capacité, et pour cette raison une vérification préliminaire a été réalisé.

Au niveau +174 on observe que la nouvelle façade Ouest est ouverte jusqu'au niveau +180 entre les axes 01 et 03', il est donc nécessaire de limiter l'entrée d'eau lors d'épisodes pluvieux, et pour cette raison, des caniveaux linéaires au niveau +174 connectés au réseau pluvial existant sont prévus.

Le dimensionnement des différents éléments du réseau sera en accord avec le NIT 270 du CSTC, la NBN EN 12056-3 et la NBN 306, limitant la vitesse de circulation à 0,7 – 2,5 m/s et considérant les conduites à 50% de leur capacité.

Pour calculer le débit d'évacuation on considère une intensité pluviométrique de 0,05 l/s/m² (équivalent à 500 l/s/Ha) selon l'expression suivante :

$$Q = r \cdot A_{eff} \cdot C$$

Où :

- r : Intensité pluviométrique en l/s·m².
- A_{eff} : Surface réceptrice raccordée en m².
- C : Coefficient de retardement.

Pour la superficie totale de la toiture du bâtiment on obtient :

$$Q = 0,05 \cdot 3.500 = 175 \text{ l/s} = 0,175 \text{ m}^3/\text{s}$$

Selon l'information disponible, l'esplanade actuelle compte avec deux points d'évacuation des eaux pluviales vers le collecteur existant du côté piste ; un premier au niveau de la partie central avec un collecteur à 400 mm et une pente de 0,65%, et un autre, plus à l'Ouest, avec un collecteur à 250 mm et une pente de 1,00%.

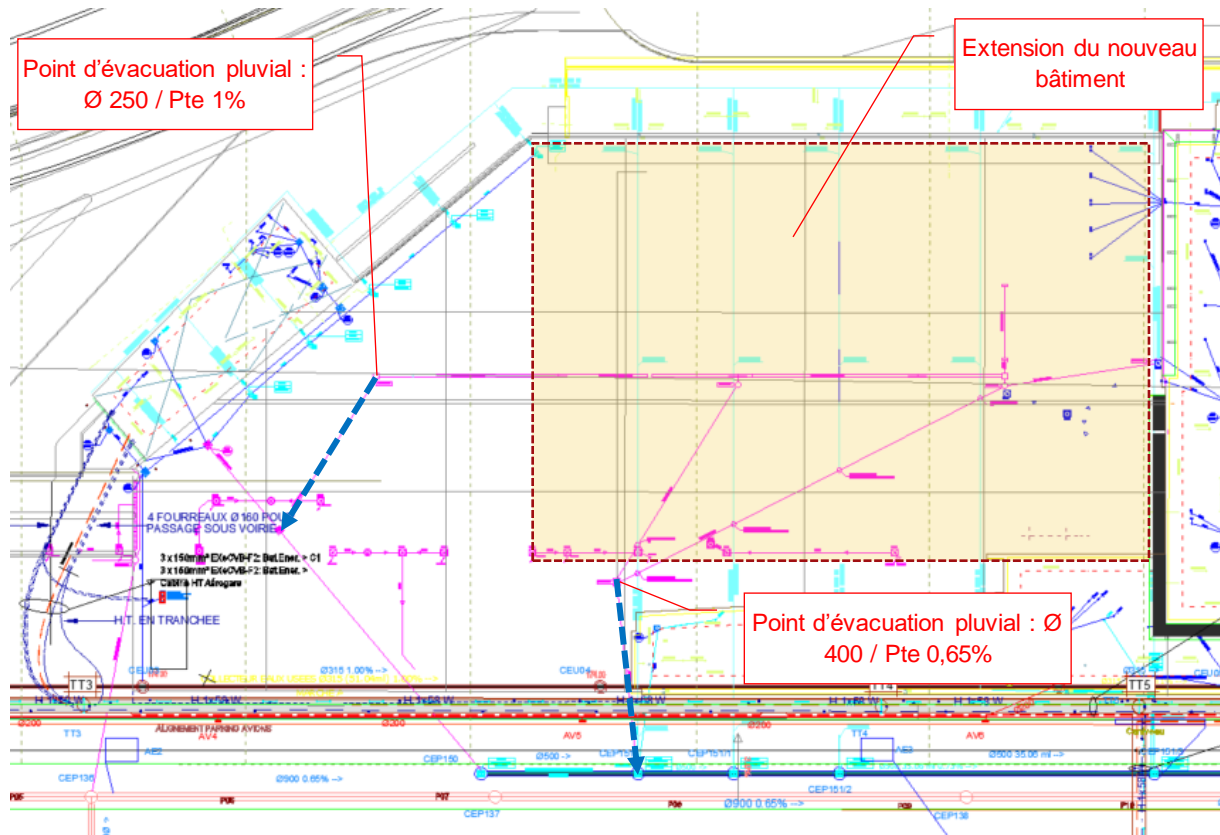


Illustration 59. Réseaux de drainage existant dans l'actuelle esplanade au niveau +174
Source. BSCA

Employant l'expression de MANNING – STRICKLER on peut calculer la capacité maximum d'une conduite en fonction du diamètre et de la pente adoptée pour la même.

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Où :

- V : vitesse moyenne de la section transversale en m/s.
- R_h : rayon hydraulique de la conduite en m. En cas d'une conduite au maximum de sa capacité $R_h = \varnothing/4$, où \varnothing est le diamètre de la conduite.
- i : pente hydraulique de la conduite en (m/m).
- n : coefficient de Manning en fonction du matériel. Pour PVC on peut adopter 0,009.

On peut donc calculer la capacité maximum d'une conduite selon l'expression suivante :

$$Q_{max} = \frac{(\varnothing/4)^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Obtenant les résultats suivants :

- Ø de 400 mm avec une pente de 0,65% → **0,242 m³/s.**
- Ø de 250 mm avec une pente de 1,00% → **0,086 m³/s.**

Selon les résultats obtenus, on peut confirmer que la capacité du collecteur existant à 400 mm est suffisante pour drainer le débit d'évacuation des eaux pluviales des toitures du nouveau bâtiment vers le collecteur principal existant côté piste.

Il est tout de même proposé que le collecteur existant à 250 mm soit utilisé en mode déversoir afin de soulager les possibles surcharge sur l'autre collecteur.

4.1.3. Electricité

Haute Tension

Afin de couvrir les besoins en énergie électrique de l'extension de l'aérogare, on prévoit l'incorporation d'une nouvelle cabine haute tension à 10 kV sur la boucle existante, entre les deux cabines existantes « Bâtiment d'Energie » et « Aérogare ». Cette nouvelle cabine sera intégrée dans le système de gestion actuel du système électrique de l'aéroport.

La cabine haute tension sera installée dans un local spécifique, avec accès extérieur DIRECT depuis le niveau +174, dimensionné afin de pouvoir y loger deux transformateurs de 800 kVA, en plus de l'espace à destiner aux cellules et tout appareillage de haute tension. Pour la partie de basse tension, un local spécifique pour les différents tableaux électriques est également prévu.

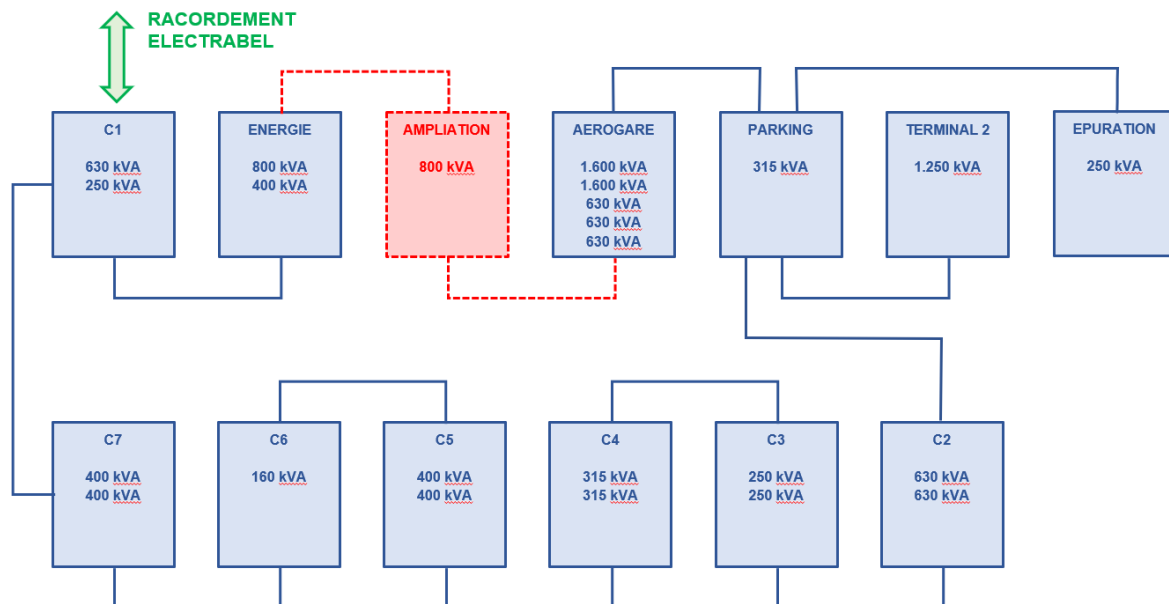


Illustration 60. Synoptique général proposé de la boucle haute tension
Source. AERTEC/BAG

Une attention particulière doit être portée sur la cabine du Bâtiment d'Energie. En effet, les deux transformateurs ne se trouvent pas au même endroit. Le transformateur de 800 kVA se trouve à

l'intérieur du bâtiment, alors que l'autre, de 400 kVA, à l'extérieur, sous un module préfabriqué en béton. Ce dernier alimente le groupe de froid extérieur, que l'on peut observer sur l'illustration ci-dessous.



Illustration 61. Groupe froid à l'extérieur du bâtiment énergie avec transformateur 400 kVA
Source. AERTEC/BAG

Selon une estimation préliminaire des charges électriques (voir partie de basse tension), les besoins électriques de la nouvelle zone de sûreté pourront être couverts avec un seul transformateur de 800 kVA. Un espace, pour un deuxième transformateur de caractéristiques similaires, est donc disponible pour une possible extension future ou pour la relocalisation du transformateur extérieur de 400 kVA du bâtiment d'énergie si cela s'avérait nécessaire.

La configuration haute tension du nouveau poste sera composée deux cabines disjoncteurs, afin de couvrir la fonction de raccordement (arrivée et départ) et l'intégration dans la boucle actuelle, et d'une troisième cabine similaire connectée à une cabine de mesure constituant ainsi une unité de protection générale et de comptage, à cette dernière se connectent deux cabines disjoncteurs pour la fonction de protection des transformateurs (la deuxième restera en réserve), comme on peut observer sur le schéma suivant :

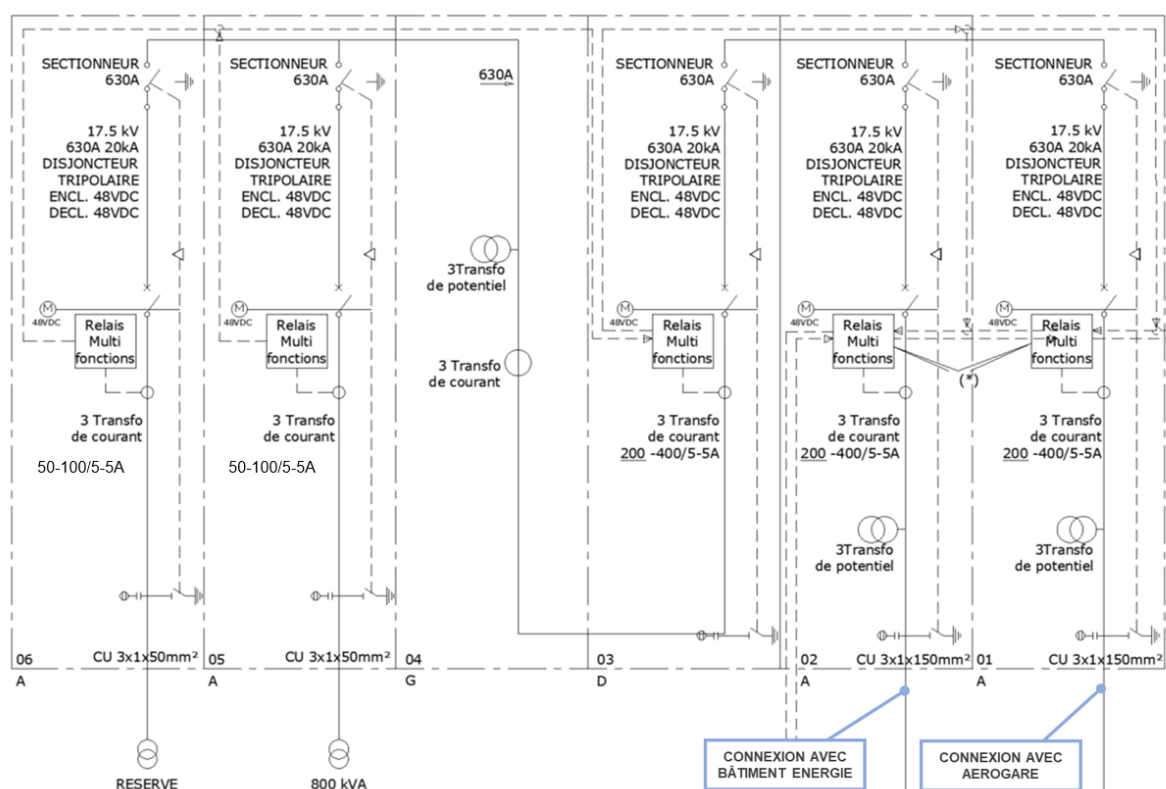


Illustration 62. Schéma et configuration de la cabine haute tension proposée
 Source. AERTEC/BAG

Le local devra compter avec un système de ventilation forcé à travers des ventilateurs mécaniques et des prises et rejets d'air, depuis et vers l'extérieur.

Basse Tension

L'énergie électrique sera fournie aux récepteurs finaux en basse tension à partir du transformateur réducteur de la cabine haute tension, au travers d'un tableau général triphasé 400/230 V à 50 Hz et schéma du neutre TN.

Avec l'objet de déterminer la puissance électrique nécessaire pour l'extension du projet en basse tension, et par conséquent, pouvoir déterminer la puissance nominale du transformateur réducteur HT/BT, et en absence d'une liste détaillée des différents récepteurs prévus, on utilise les ratios suivants :

- Horeca : 230 W/m²
- Concessions et magasins : 160 W/m²
- Reste des locaux : 70 W/m²
- Zones avec charges d'illumination uniquement : 20 W/m²

Ces ratios permettent d'obtenir les résultats suivants :

Zone / Espace	Surface	Ratio	Simultanéité	Puissance
Stockage Duty Free	209,01 m ²	70,00 W/m ²	1,00	14.630,70 W
Zone screening	107,71 m ²	70,00 W/m ²	1,00	7.539,70 W
Zone tampon/screening	280,05 m ²	70,00 W/m ²	1,00	19.603,50 W

Zone / Espace	Surface	Ratio	Simultanéité	Puissance
Zone de déchargement	331,33 m ²	70,00 W/m ²	1,00	23.193,10 W
Locaux techniques	301,52 m ²	70,00 W/m ²	1,00	21.106,40 W
Poubelles	54,99 m ²	70,00 W/m ²	1,00	3.849,30 W
Réserves complémentaire	73,01 m ²	70,00 W/m ²	1,00	5.110,70 W
Réserves positives	105,98 m ²	70,00 W/m ²	1,00	7.418,60 W
Réserves négatives	104,85 m ²	70,00 W/m ²	1,00	7.339,50 W
Extension magasin BSCA	49,10 m ²	70,00 W/m ²	1,00	3.437,00 W
Couloirs divers	616,78 m ²	70,00 W/m ²	1,00	43.174,60 W
Zone extérieur de manoeuvre	1.000,32 m ²	20,00 W/m ²	1,00	20.006,40 W
Total niveau +174				176.409,50 W

Tableau 4. Estimation charge BT. Niveau +174
Source. AERTEC/BAG

Zone / Espace	Surface	Ratio	Simultanéité	Puissance
Salle de repos 1	68,58 m ²	70,00 W/m ²	1,00	4.800,60 W
Salle de repos 2	66,38 m ²	70,00 W/m ²	1,00	4.646,60 W
Salle de formation 10 pers.	21,51 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.505,70 W
Salle de formation 20 pers.	46,91 m ²	70,00 W/m ²	1,00	3.283,70 W
Instructeurs 1	30,28 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.119,60 W
Instructeurs 2	30,30 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.121,00 W
Vestiaires H	105,63 m ²	70,00 W/m ²	1,00	7.394,10 W
Vestiaires F	115,47 m ²	70,00 W/m ²	1,00	8.082,90 W
Couloirs	67,63 m ²	70,00 W/m ²	1,00	4.734,10 W
Total niveau +177				38.688,30 W

Tableau 5. Estimation charge BT. Niveau +177
Source. AERTEC/BAG

Zone / Espace	Surface	Ratio	Simultanéité	Puissance
Hall principal PIF	3.230,08 m ²	70,00 W/m ²	1,00	226.105,60 W
Nouvelle zone Duty Free	195,00 m ²	160,00 W/m ²	1,00	31.200,00 W
Remote screening 1	41,92 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.934,40 W
Remote screening 2	45,65 m ²	70,00 W/m ²	1,00	3.195,50 W
Entrainement screening 1	22,92 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.604,40 W
Supervision SST1	17,18 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.202,60 W
Supervision SST2	17,18 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.202,60 W
Supervision BSCA	17,18 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.202,60 W
Stockage objets	11,22 m ²	70,00 W/m ²	1,00	785,40 W
Total niveau +180				269.433,10 W

Tableau 6. Estimation charge BT. Niveau +180
Source. AERTEC/BAG

Zone / Espace	Surface	Taux	Simultanéité	Puissance
Planification 1	38,82 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.717,40 W
Planification 2	38,82 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.717,40 W

Zone / Espace	Surface	Taux	Simultanéité	Puissance
Cofee corner	9,46 m ²	70,00 W/m ²	1,00	662,20 W
Copy corner	9,46 m ²	70,00 W/m ²	1,00	662,20 W
Managers 1	19,41 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.358,70 W
Managers 2	19,41 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.358,70 W
Admin 1	36,91 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.583,70 W
Admin 2	38,82 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.717,40 W
Entrainement screening 2	36,88 m ²	70,00 W/m ²	1,00	2.581,60 W
Stockage 1	24,24 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.696,80 W
Stockage 2	12,16 m ²	70,00 W/m ²	1,00	851,20 W
San. H.	19,00 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.330,00 W
San D.	18,99 m ²	70,00 W/m ²	1,00	1.329,30 W
Couloirs	168,44 m ²	70,00 W/m ²	1,00	11.790,80 W
Total niveau +185				34.357,40 W

Tableau 7. Estimation charge BT. Niveau +185

Source. AERTEC/BAG

Niveau	Puissance nominale	Puissance active (Cos Fi=0,85)
+174	176.41 kW	207,54 kVA
+177	38.69 kW	45,52 kVA
+180	269.43 kW	316,98 kVA
+185	34.36 kW	40,42 kVA
Total	518,89 kW	610,46 kVA

Tableau 8. Estimation charge BT du bâtiment

Source. AERTEC/BAG

En considérant un coefficient de simultanéité égale à 1 et un facteur de puissance de 0,85, on obtient une charge électrique totale de 610,46 kVA, correspondant à un transformateur de 800 kVA, avec une marge de réserve d'environ 23,70%.

Les différentes charges électriques seront discriminées en trois catégories : prioritaires, non-prioritaires et critiques, disposant des alimentations suivantes :

- Alimentation de sécurité pour les charges critiques « No Break ».
- Alimentation à travers d'une source de remplacement pour les charges prioritaires.
- Alimentation normale pour le reste des charges.

Les charges critiques sont les charges sensibles à l'interruption du courant électrique, concernant habituellement le système data, PC, prises rouges, circuits vitaux, etc.

Les charges prioritaires concernent les équipements associés au processus du contrôle des passagers, 50% de la puissance totale de l'éclairage, les équipements de désenfumage, etc.

L'alimentation de sécurité sera couverte par des sources d'alimentation sans interruption UPS, dont les besoins ont été estimé à environ 10% de la charge totale du bâtiment. Les équipement UPS disposeront d'une autonomie d'une heure à puissance nominale de 80 kVA.

La source de remplacement sera assurée par des groupes électrogène à moteur diesel et alternateur triphasé à 400 V/50 Hz. Les besoins ont été estimés à environ 50% de la charge total du bâtiment en régime continu, soit 400 kVA. Afin de favoriser la ventilation, réfrigération et échappement du groupe,

son installation sera adaptée pour l'extérieur. Le groupe disposera d'une nourrice en mazout intégrée dans le châssis.

L'alimentation normale sera par le transformateur HT/BT de 800 kVA prévu dans la cabine haute tension décrite précédemment.

L'installation d'une banque de condensateurs capable de compenser les valeurs de facteur de puissance inductifs inférieurs à 1 est prévue. La capacité estimée initialement pour ce dispositif est de 300 kVAr.

De plus, le bâtiment pourra disposer d'une génération propre à base des panneaux photovoltaïques situés sur la toiture.

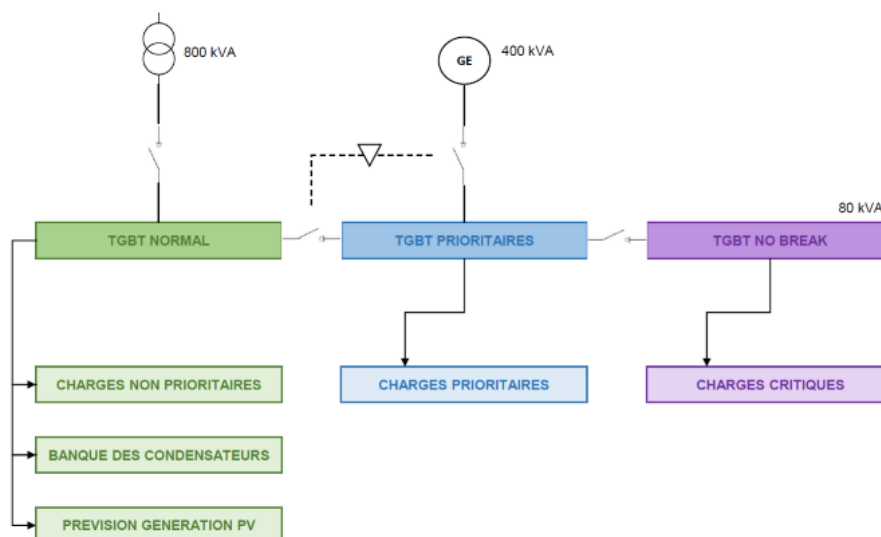


Illustration 63. Synoptique général de l'installation BT proposée
Source. AERTEC/BAG

L'ensemble de l'installation électrique disposera d'un tableau général de basse tension « TGBT NORMAL », chargé de couvrir la totalité de la charge prévue, alimenté à partir du transformateur situé dans la cabine haute tension. Le jeu de barres de ce tableau sera prolongé vers un autre tableau « TGBT PRIORITAIRES » au travers d'un sectionneur, qui sera verrouillé par un mécanisme d'inversion en coordination avec l'interrupteur de la ligne provenant de la source de remplacement (groupe électrogène), afin d'assurer une commutation adéquate entre les deux sources. La fonction de ce dernier tableau est d'alimenter toutes les charges prioritaires prévues.

Le prolongement du jeu de barres du TGBT sera prolongé vers un troisième tableau « TGBT NO BREAK » au travers d'un autre sectionneur, qui sera chargé d'alimenter toutes les charges critiques.

Système de protection passive

Protection contre la foudre

La conception, de même que l'exécution de l'installation de la protection contre la foudre, sera conforme à la norme :

- NBN EN 62305(1 à 4)
 - Principes généraux de la protection contre la foudre, les caractéristiques des courants de foudre et les paramètres d'essais.

- Méthode probabiliste de l'évaluation des risques.
- Règles générales de conception des installations de protection contre la foudre.
- Considérations relatives à la protection des réseaux électriques de puissance et de communication dans les bâtiments et autres structures.
- La protection contre les possibles impacts occasionnés par la foudre se fera de deux manières : la protection externe et la protection interne.
- Protection externe.
 - Selon les derniers ouvrages réalisés par BSCA le système de paratonnerre mis en place est formé par des dispositifs de capture de type isolé HVI, à pointe et descente de type isolée. Ce même principe sera suivi pour l'extension de l'aérogare. Cette protection contre la foudre par pointes consiste à répartir et dissiper le courant de la décharge de la foudre par un ensemble de conducteurs de descente et de prises de terre.
 - Le matériel des conducteurs de descente sera fait de fil en cuivre électrolytique.
 - Une barrette de mesure sera prévue sur chaque conducteur de descente.
 - Les deux derniers mètres de la descente seront installés en tuyau de protection, résistant aux chocs, pour éviter les dommages mécaniques.
 - Le tuyau de protection sera muni d'un accouplement de mesure, facilement démontable.
 - La descente sera raccordée à une prise de terre, enfoncée verticalement.
- Protection interne

L'installation électrique sera protégée contre les surtensions engendrées par les impacts directs ou indirects de la foudre et par les manœuvres de commutation sur le réseau par un dispositif de protection combiné. Ce dispositif s'utilisera dans les tableaux basse tension primaires (TGBT) Dans les tableaux secondaires (TBT), l'installation électrique sera protégée contre les surtensions, dues aux impacts de foudre éloignés et aux manœuvres de commande, par des parasurtenseurs unipolaires.

Mise à la terre

La mise à la terre sera faite conformément au Règlement Général sur les Installations Electriques (RGIE). Le régime de terre sera TN-S pour toute l'installation.

La mise à la terre de la basse tension sera composée des éléments suivants :

- Une prise de terre
- Un conducteur de terre
- Une borne principale de terre
- Des conducteurs de protection
- Des liaisons équipotentiels.

La mise à la terre de la haute tension de cette cabine comportera les éléments :

- Une prise de terre
- Un conducteur de terre
- Une borne principale de terre
- Des gaines métalliques des câbles de HT

Une connexion équipotentielle sera établie entre la mise à la terre basse tension, la mise à la terre haute tension et la protection contre la foudre.

4.1.4. Eclairage

Conception générale

L'éclairage intérieur comprend le hall principal de contrôle situé au niveau +180, les différentes zones bureaux associées au processus, sur les niveaux +180 et +185, les zones annexes de formation et de repos au niveau +177, et les différents locaux techniques et zones de stockages situées surtout au niveau +174.

Par conséquent, on peut différencier entre deux types des espaces, un espace noble représenté par le hall principal avec les espaces bureaux associés sur les niveaux +180 et +185, où il existe la possibilité d'exploiter la lumière naturelle à travers les façades et la toiture du bâtiment, et les autres espaces destinés principalement au transfert et stockage des marchandises et aux locaux technique, sans possibilité de lumière naturelle

Dans la zone noble, une ambiance accueillante, fonctionnelle et esthétiquement agréable sera recherchée. Pour cela, il est proposé de compléter la lumière naturelle par un éclairage fonctionnel sous forme des luminaires suspendus, avec pour objectif de fournir un éclairage général uniforme et doux, conformément aux paramètres marqués par la norme NBN-EN 12464-1 « Lumière et éclairage des lieux de travail »

Dans le reste des zones, on disposera d'un éclairage fonctionnel, par le biais de sources artificielles, des différentes zones de travail, repos, stockage et circulation selon les valeurs marquées par la mentionnée NBN-EN 12464-1 à propos l'éclairage, uniformité, etc.

Eclairage fonctionnel

Pour les espaces d'intérêt spécifiques, telles que les comptoirs d'information, les postes de travail et les zones d'attente, on propose un éclairage focalisé par des projecteurs en cas de grande hauteur (hall principal) et des luminaires encastrés dans le faux plafond.

Pour les locaux techniques, zones de stockage et transfert de marchandises, on propose l'utilisation des luminaires en installation apparente pour les hauteurs inférieures à 3 / 4 mètres, et des projecteurs pour les hauteurs supérieures.

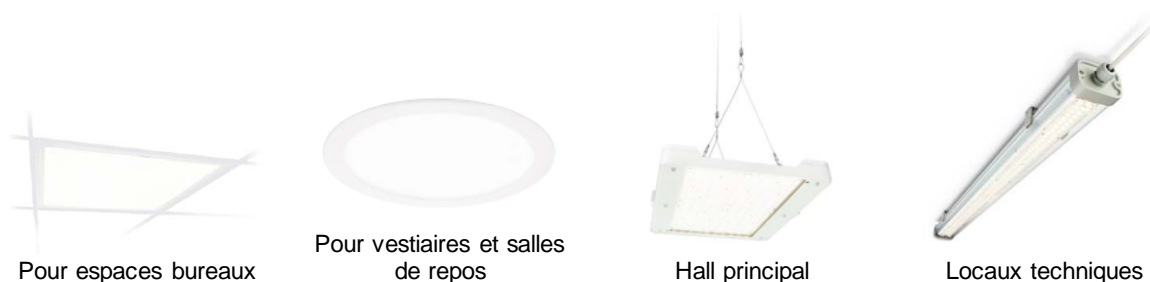


Illustration 64. Typologies des équipements d'éclairage proposés
Source. Catalogue PHILIPS LIGHTING 2023.

La technologie des sources de lumière sera LED avec une efficacité minimum de 110 Lum/W, indice de rendu des couleurs IRC > 80, et une température de couleur appropriée en fonction de l'ambiance recherchée. Les températures de couleur plus élevées (4.000 K - 6.000 K) conviennent aux espaces fonctionnels, tandis que les températures de couleur plus basses (2.500 K - 4000 K) créent une atmosphère plus chaleureuse dans les espaces de détente.

En termes de performance énergétique, il est proposé de ne pas dépasser les 5 W/m² de puissance installée en éclairage.

Gestion d'éclairage

Une bonne gestion de l'éclairage permet un usage efficace des installations, ainsi que d'améliorer le confort visuel pour les usagers. Pour cela l'adoption des lignes d'action suivantes est proposée :

- Etablir un zonage des grands espaces où il est possible de profiter de lumière naturelle (hall principal).
- Gestion du flux lumineux en fonction de la disponibilité de la lumière naturelle, pouvant se faire de manière locale ou centrale.
- Etablir une gestion horaire permettant la déconnexion de l'éclairage suivant une programmation, surtout dans les zones bureaux et salles de repos.
- La mesure antérieure pourra être combinée avec une détection de présence/absence, évitant l'action de la gestion horaire en cas de présence des personnes dans la zone affectée. Cette mesure pourra être mise en place dans les lieux d'occupation occasionnelle, comme les toilettes et les vestiaires.

L'adoption de ces lignes d'action nous mène à proposer un système de contrôle sous standard DALI, qui permettra son intégration dans le système existant de gestion du bâtiment sous PANORAMA, utilisant les interfaces « Gateway » qui seront nécessaires. Pour cette raison, les différents équipements d'éclairage (luminaires, capteurs et détecteurs, etc.) seront adaptés pour leurs intégrations dans un système de contrôle à standard DALI.

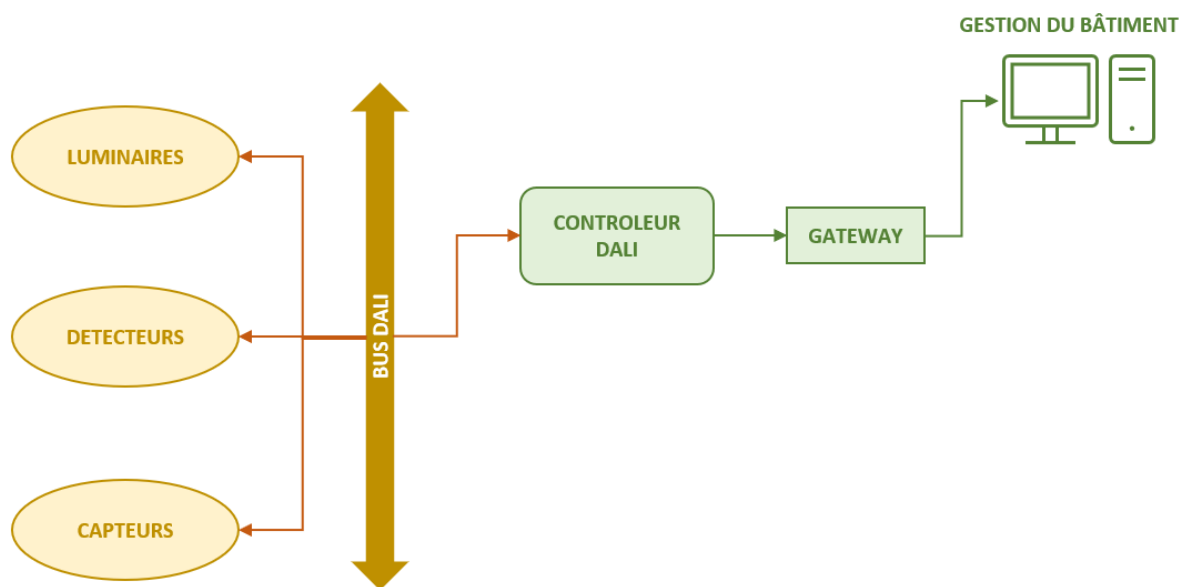


Illustration 65. Synoptique général De la gestion d'éclairage sous standard DALI
Source. AERTEC/BAG

Eclairage de secours

Installation de l'aérogare existante et extension PIF

L'aérogare T1 est équipée de luminaires de sécurité autonomes et d'un système de contrôle et de commande centralisé permettant de vérifier l'état de l'installation et de sortir des rapports de maintenance (de marque Legrand) qui à terme sera remplacé par un système adressable centralisé sans bus de communication type Wireless ainsi que pour toute nouvelle zone, extension ou rénovation.

Lors des démontages de l'installation existante de luminaires de sécurité, dans la zone PIF du T1 et sur les escaliers extérieurs, la continuité du bus de communication de l'ancien système sera primordiale.

Aucun démontage ne pourra être prévu tant que les entrées et sortie de la boucles ne seront repérées et pontée. Une intervention de reprogrammation sur le centrale existant Legrand se fera par étape. Tant que le système ne sera pas fonctionnel, aucun démontage ne sera autorisé. Ceci afin de garantir le bon fonctionnement du système existant pendant et après la période des travaux.

Prescriptions générales

L'éclairage de secours est conforme aux normes suivantes.

- NBN EN 1838
- EN-60598-1, EN-60598-2-22, EN-62034
- NBN L13-005
- NBN C71-100
- NBN C71-598-222
- R.G.I.E. – R.G.P.T.

Conformément aux prescriptions du Service Incendie, des blocs autonomes d'éclairage de secours seront placés :

- au-dessus des portes de sortie à l'intérieur et à l'extérieur,
- dans le hall,
- près des escaliers pour que chaque marche soit directement éclairée,
- près des changements de directions et des croisements de couloirs,
- les différences de niveaux,
- dans les couloirs et dégagements permettant l'évacuation,
- près des dévidoirs, des extincteurs et des moyens de secours,
- près des tableaux électriques.

Les luminaires placés en applique seront fixés à environ 20 cm au-dessus des portes.

Les autres appareils sont fixés à une hauteur déterminée sur chantier, encastré dans les faux-plafonds ou en applique dans les locaux ne disposant pas de faux-plafond.

Ces luminaires se mettront automatiquement en fonctionnement en cas de défaillance du secteur.

Les niveaux d'éclairage recommandés sont les suivants :

- Sortie de secours, chemins d'évacuation : 1 lux, égalité 1/40
- Changement de direction et dénivellation : 5 lux.

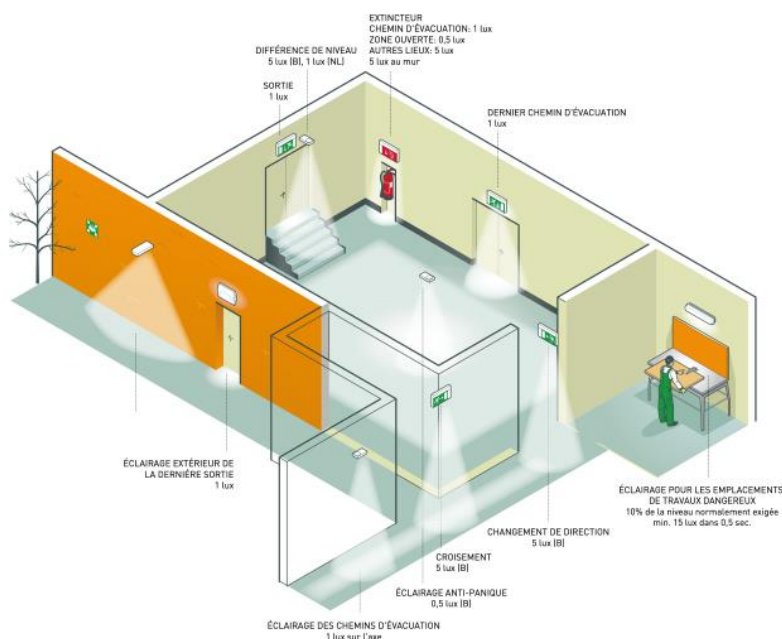


Illustration 66. Recommendations éclairage de secours

Source. AERTEC/BAG

Les types de luminaires ainsi que leur situation de principe seront définis sur les plans en fonction des locaux, hauteurs de ceux-ci, plafond ou pas, type d'ambiance.






		
<i>Plafonnier IP65</i>	<i>Plafonnier IP65</i>	<i>Montage Plafonnier IP42</i>
		
<i>Montage Encastré pour ambiance intérieure</i>	<i>Montage Plafonnier pour ambiance intérieure</i>	

Illustration 67. Type de luminaires de secours

Source. Zemper

Les luminaires de sécurité sont raccordés sur les circuits d'éclairage les plus proches. Ils se mettent automatiquement en fonctionnement dès la disparition de la tension du réseau.

Chaque appareil d'éclairage de sécurité est équipé d'un dispositif d'autocontrôle pour les batteries, lampes et électronique de commande.

Contrôle et commande des luminaires :

Lorsque le bloc est utilisé sans centrale de contrôle, il réalise des tests périodiques et automatiques (test de lampe de secours tous les 7 jours, test d'autonomie tous les 365 jours).

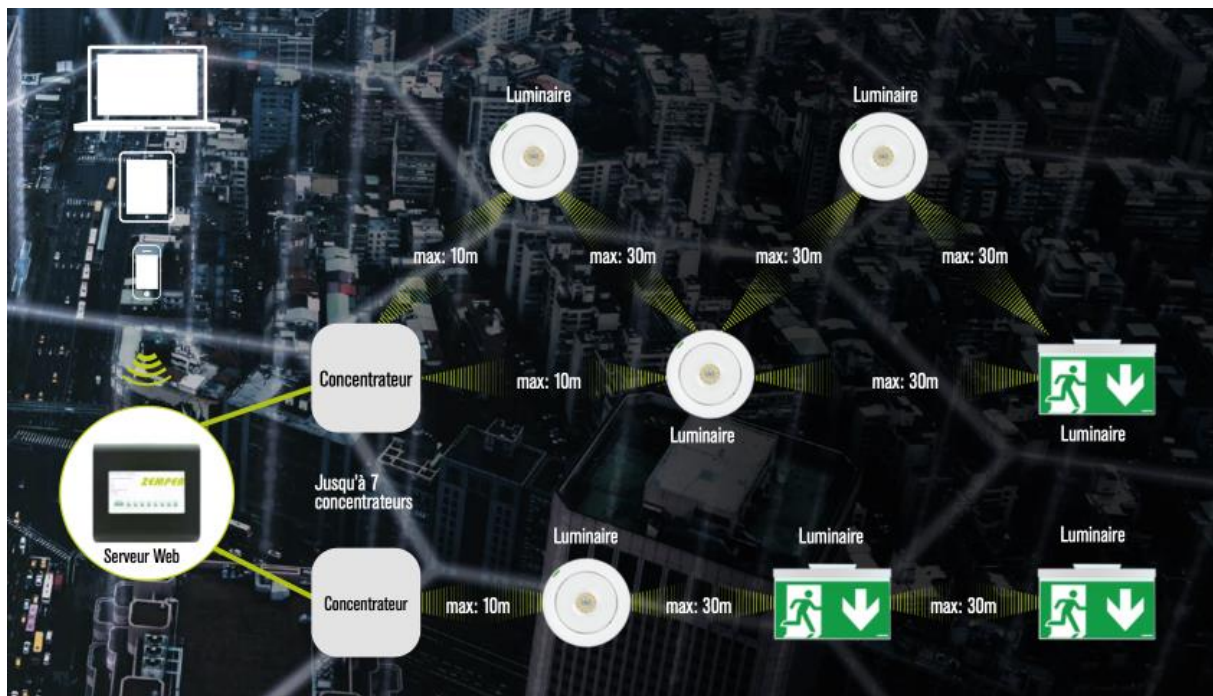
Le résultat des tests est indiqué par les leds indicateurs d'état.

Toutes les informations relatives à l'état du luminaire sont données par deux LED.

Les LED signalent :

- État de la batterie (charge et autonomie)
- État de la lampe de secours
- État de veille
- Situation de l'état de test

Architecture du réseau de communication entre les luminaires et le centrale de gestion



*Illustration 68. Architecture du réseau de communication éclairage de secours
Source. AERTEC/BAG*

Le résultat des tests est indiqué par les leds indicateurs d'état et par communication avec la commande centrale via le système de communication sans fil à une fréquence de 868 MHz.

Les batteries équipant chaque appareil d'éclairage de sécurité assureront une autonomie de fonctionnement d'une heure minimum.

L'ensemble des éléments repris par la centrale de gestion sera transféré sur la gestion centralisée de l'Aéroport (Panorama) au travers d'une page web.

Les pictogrammes seront fixés en dessous du luminaire pour ne pas avoir une réduction de l'intensité de l'illumination.









<p>ALQ0011</p>  <p>CADRE D'ENCASTREMENT PLAFOND CARRÉ</p>	<p>ALC0011</p>  <p>CADRE D'ENCASTREMENT PLAFOND ROND - POUR SPAZIO LUZ</p>	<p>ALE0065</p>  <p>KIT ENVELOPPE IP65 IK10</p>
<p>ALT0011</p>  <p>ACCESS. ENTREE FLEXIBLE</p>	<p>ALX0011</p>  <p>PORTE ÉTIQUETTE ENCASTRÉ PLAFOND CARRE</p>	<p>ALP0011</p>  <p>PORTE ÉTIQUETTE SAILLIE MURAL</p>
<p>ALS0011</p>  <p>PORTE ÉTIQUETTE SAILLIE PLAFOND</p>	<p>ALB0011</p>  <p>PORTE ÉTIQUETTE ENCASTRÉ PLAFOND ROND</p>	

Illustration 69. Accessoires de secours
Source. ZEMPER

Une garantie de 5 ans sur tout le matériel y compris la batterie. Tout le matériel est certifié ENEC.

Pictogramme de sécurité non lumineux

Les pictogrammes de sécurité, et leur implantation, sont compris dans la partie sécurité des personnes, c'est-à-dire :

- Pictogrammes d'évacuation des personnes et de premiers soins ;

- Pictogrammes de lutte contre l'incendie.
- Plans d'évacuation

Les pictogrammes sont conformes à la NBN EN ISO 7010:2012

L'étude d'implantation finale est à élaborer en collaboration avec les services de sécurité de l'aéroport et la direction des travaux, sur base des principes d'implantation énoncés par le bureau d'études et conformément aux principes établis dans la norme et dans les règlements en vigueur, en particulier le RGPT.

Les plans finaux sont à faire approuver par la direction des travaux avant mise en œuvre des enseignes de sécurité.

Les pictogrammes sont de type vinyles à appliquer directement sur différents support.

Les pictogrammes sont parfaitement prédécoupés sur les contours des encadrements des pictogrammes.

1. Type de support :

Sur mobilier, sur mur ou sur feuille de portes, sur support adapté pour pose en drapeau.

Impression numérique en couleur avec illustrations et couleur RAL conforme à la NBN EN ISO 7010.

Aspect : mat.

Qualité du vinyle : Film polymère calandré d'épaisseur 90 microns .Plage de T° 30 à -100 °C.
Durabilité > 7ans.

Dimensions : 350x350mm , 200mm x 200mm et 150x150mm

Pictogramme vert type « sortie de secours » ou « flèche directionnelle »

Pictogramme rouge type « Extincteurs » ou « RIA » ou autre.

2. Support pour pictogrammes en drapeau – double face :

Plaque en matière plastique blanche (PVC semi-rigide) avec fixations invisibles pour recevoir les vinyles collés sur chaque face

Support mural en matériau similaire, blanc, avec fixation invisible

Dimensions de la plaque 220x220 mm, ép. +/- 2 mm

3. Plans d'évacuation

Les plans d'évacuation sont à élaborer sur base des plans d'exécution d'architecture conformes as-built.

Ils comprendront la vue en plan simplifiée et les renseignements relatifs à l'évacuation des personnes et aux équipements de lutte contre l'incendie.

Les messages comprennent les renseignements relatifs aux services de sécurité interne (aéroport) et externe ainsi que le logo de la société de gestion de l'aéroport.

L'entreprise élaborera les propositions de plans d'évacuation, en collaboration avec les services de sécurité de l'aéroport. L'édition « papier » de ces plans est à faire approuvée par la direction des travaux avant réalisation des panneaux.

Support :

- Dimensions: 297 x 420 mm (H x L) (Format A3 – paysage)
- Simple face.
- Mural.

- Le support est réalisé en matériau composite constitué d'un sandwich de deux feuilles d'aluminium mince entourant un noyau plastique ou minéral haute densité. Le support est collé directement au mur

Message :

- Le message (plan et infos) est un vinyle multicolore collé sur la face du panneau. L'impression digitale sera protégée par un film de protection laminé sur le vinyle imprimé.
- Qualité du vinyle : Film polymère calandré d'épaisseur 90 microns. Plage de température 30°C à -100°C. Durabilité >7ans.

4.1.5. HVAC

Introduction

Ce chapitre a pour but de décrire l'installation adoptée pour la climatisation et la ventilation de l'extension de l'aérogare.

L'objectif du système est d'assurer un confort thermique et des conditions d'hygiène conformes à la réglementation.

Critères de conception de l'installation HVAC

Les critères de conception utilisés pour estimer la charge thermique sont décrits ci-dessous.

Conditions extérieures

- Hiver
 - Température = -10°C
 - Humidité relative = 90% HR
 - Vite
- Été
 - Température = 30°C
 - Humidité relative = 50% HR
 - Variation diurne de température : 12°C
 - Ciel clair
 - Vitesse du vent : 4m/s

Conditions intérieures

- Hiver
 - Température = 21°C
 - Humidité relative = 40-50% HR
- Été
 - Température = 24°C
 - Humidité relative = 50-60% HR

Enveloppe thermique

Comme hypothèse initiale, les valeurs limites des coefficients de transmission thermique de l'enveloppe du bâtiment indiquées dans le PEB sont considérées. Le tableau suivant récapitule les valeurs retenues :

Elément de construction	U _{max} (W/m ² ·K)
Toiture	0,24
Sol	0,24
Planchers	0,24
Portes	2,00
Murs-rideaux	2,00*
Parois opaques entre unités d'habitation	1,00

Tableau 9. Tableau des valeurs U max admissibles

Source. PEB

(*) Le coefficient d'ombre considéré est 0,3

Gain thermique interne

Les sources qui introduisent une charge thermique interne sont principalement celles liées à l'occupation, à l'éclairage et aux équipements électriques qui dissipent la chaleur, comme indiqué ci-dessous :

Zone	Eclairage	Éléments électriques	Surface au per personne pour calcul du débit	Surface au per personne pour calcul du débit selon PEB
Zone de Queuing	12 W/m ²	5 W/m ²	3 m ² /personne	1 m ² /personne
Zone de screening	12 W/m ²	5 W/m ²	5 m ² /personne *	1 m ² /personne *
Bureaux	12 W/m ²	5 W/m ²	10 m ² /personne	10 m ² /personne

Tableau 10. Des ratios de charge interne en fonction de l'utilisation de l'espace

Source. AERTEC/BAG

(*) Dans une première estimation, et afin d'éviter le surdimensionnement des charges thermiques, l'occupation résultant de la surface sera considérée avec un coefficient de 0,8 qui tient compte de l'espace occupé par le système d'inspection des bagages.

Ventilation

Zone	Tasa de ventilación (l/s per personne)
Zone de Queuing	8
Zone de screening	8
Bureaux	14

Tableau 11. Tableau des valeurs de taux de ventilation

Source. UNE-EN 16798-1:2020

Taux d'extraction

Zone	Taux d'extraction
Stockage	0,3-0,8 l/s·m ² *
Vestiaires	0,25 l/s·m ² par zone communes et 25 l/s par WC et urinaires

Tableau 12. Tableau des valeurs de taux d'extraction

Source. UNE-EN 16798-1:2020

*La taux d'extraction dépendra de la pollution et de l'espace.

Estimation de charge

Une estimation des charges thermiques est effectuée avec le logiciel de calcul HAP v5.11. Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Zone	Charge thermique sensible froide	Charge thermique totale froide	Charge thermique chauffage
Queuing + screening axes 1-3	95,8 kW	148,9 kW	153,5 kW
Queuing + screening axes 3-5	96,5 kW	155,9 kW	144,6 kW
Queuing + screening axes 5-7	96,5 kW	155,9 kW	144,6 kW
Bureaux +180 - +185	20,1 kW	22,5 kW	11,2 kW
Bureaux +177	7,1 kW	8,6 kW	0,7 kW

Tableau 13. Estimation de charges thermiques
 Source. AERTEC/BAG

Système de climatisation proposé

Tout l'espace au +180 destiné au contrôle de sûreté des passagers (zone d'attente + zone de contrôle) sera climatisé par unités de traitement d'air de 166 kW, placées sur la toiture de bâtiment. Cet équipement est équipé de batteries pour le froid et le chaud :

- Le circuit de froid est alimenté par un groupe frigorifique situé au niveau +174 et une tour de refroidissement de 600 kW située en toiture au niveau +188.
- Le circuit de chaud est alimenté par une chaudière supplémentaire 600 kW dans le bâtiment énergie existant. Le circuit primaire est utilisé pour alimenter un nouveau circuit secondaire. Le circuit secondaire disposera d'un groupe de pression propre situé au niveau +174.

Les bureaux, seront climatisés par des ventilo-convecteurs aussi bien pour l'air chaud que pour l'air froid. Pour cela, le circuit de froid décrit précédemment est utilisé. Sur le circuit de chaud un échangeur est installé permettant de distribuer le fluide calorifique à une température située entre 45°C et 60°C.

Le traitement d'air de ventilation nécessaire dans les bureaux est effectué au moyen d'une unité de traitement d'air CTA-1 de 100 kW (également située en toiture), avec une batterie et des conduits de refroidissement.

Equipement	Zone à climatiser
UNIT-1	Zone de Queuing + screening axes 1-3
UNIT-2	Zone de Queuing + screening axes 3-5
UNIT-3	Zone de Queuing + screening axes 5-7
Ventiloconvecteurs	Charge thermique interne. Bureaux +180 +185 +177
CTA-1	Traitement de l'air extérieur pour les bureaux +177, +180 et +185

Tableau 14. Prévision des équipements de climatisation
 Source. AERTEC/BAG

Concernant les locaux de data, ayant besoin de réfrigération pendant tout l'année et d'un contrôle précis de la température et d'humidité afin d'éviter les problèmes d'électricité statique et/ou de condensation,

ils disposent d'un équipement autonome à détente directe indépendant pour chaque salle avec contrôle de température et humidité.

Dans les blocs sanitaires, un système de ventilation équipé de bouche de ventilation d'un réseau reprise et d'un extracteur d'air in line est mis en œuvre. L'extraction de chaque bloc sanitaire est séparée. La sortie d'air vers l'extérieur sera réalisée grâce à une grille murale ou une sortie de toiture.

Dans les blocs sanitaires, il est prévu d'effectuer l'extraction de l'air au moyen d'un extracteur de toiture. Les ventilateurs de salle de bain seront exclusivement destinés à cet usage. Dans les salles de bains, une prise électrique sera prévue pour climatiser l'espace en hiver au moyen de radiateurs électriques.

Dans tous les locaux de stockage et de service (principalement situés au +174), la ventilation minimale requise sera garantie.

4.1.6. Protection et lutte contre incendies

Installation de détection incendie

Généralités

Le Bâtiment T1 est équipé d'une installation généralisée de détection incendie suivant le NBN S 21-100, l'extension du PIF constitue une extension de l'installation de DI de l'aérogare existante.

L'installation sera compatible en nativement sans développement ni passerelle de communication ni black box avec l'installation de l'aérogare existante de type DESIGO CC de chez Siemens.

L'installation de DI du PIF est une nouvelle installation avec un central incendie indépendante. La localisation de celle-ci peut être envisagée dans la zone du local BT au 174 ou dans le local pompier du 174 derrière le central existant.

La centrale délivrera les informations nécessaires aux différents asservissements des équipements en fonction scénarios incendie. (clapets coupe-feux, volets Rf, rideaux Rf, mise à l'arrêt de l'installation de tout ou partie)

Chaque information représente l'état de la détection dans un des compartiments coupe-feu ou une combinaison de ces états si nécessaire ; un contact représentant la combinaison demandée sera délivré aux différentes techniques.

L'information est, dans tous les cas, constituée par le basculement d'un contact inverseur (position ouverte NO – position fermée NF) libre de potentiel.

L'entreprise d'électricité fournit et place les câbles de liaison jusqu'aux tableaux des différentes techniques.

L'énergie électrique nécessaire à la manœuvre des clapets coupe-feu est produite par l'entreprise HVAC à partir de ses tableaux électriques.

Démontage des zones affectées par les travaux

Toutes les modifications et aménagements sont à apporter dans l'aérogare existant et notamment dans la zone PIF existante qui sera en fin de travaux remise CASCO. C'est à dire équipée de la nappe haute de détection incendie. Les équipements complémentaires seront placés par des futures exploitants. (voir ci-après zone CASCO)

Démontage et mise hors service des zones à modifier : les travaux de démontages doivent permettre le maintien en service des zones non affectées par les travaux ainsi que toutes les prestations nécessaires à l'intégration des boucles adaptées et éventuelles nouvelles boucles au central existant. Il comprend la reprogrammation de toutes les zones affectées et des asservissements y afférents.

Spécifications techniques générales et particulières

Cette installation surveillera tous les locaux (suivant NBN-S21-100).

Afin d'adapter l'installation de détection, dans l'espace et dans le temps, à la nature des risques à protéger, les détecteurs de type courant (optique, thermo vélocimétrique, multicritères) seront interchangeables (dans le cadre d'un même système) sur le même socle universel sans modification, autre que la reprogrammation des détecteurs et du central.

Les détecteurs d'incendie, devront être répartis au plafond des risques à surveiller (exception faite des détecteurs spéciaux). Ils ne pourront en aucun cas être montés à distance ou hors des locaux à détecter. Ils ne pourront être cachés par des faux plafonds ou autres éléments de décoration, sauf quand ils protègent ces volumes mêmes.

Ils ne pourront pas déclencher ni alerte ni dérangement, à cause :

- des activités normales du local dans lequel ils sont installés
- des variations normales de la composition de l'air, de la température ou de l'humidité
- du rayonnement électromagnétique d'autres équipements

Ils devront être insensibles aux vibrations normales des plafonds auxquels ils sont fixés. Les détecteurs d'incendie seront verrouillés dans leur socle par un dispositif empêchant leur chute éventuelle. Ils devront néanmoins être montés, démontés et entretenus à partir du sol, au moyen d'une perche spéciale. Ils comprendront une étiquette mentionnant le nom du fabricant d'origine, le numéro européen d'agrément EN54 et le type.

Ils ne comporteront aucune source radioactive, même de faible intensité.

Détecteurs incendie

Généralités

Tous les éléments du réseau de détection d'incendie sont de type adressable et doivent pouvoir être banchés au central de détection d'incendie local via une connexion en circuit fermé (classe A). Des dérivations en T doivent pouvoir être mises en place à n'importe quel endroit du circuit.

L'adressage du détecteur d'incendie s'effectue par voie logicielle et non par un commutateur ou un commutateur DIP.

Les systèmes de codage manuel, interrupteurs, dip-switch, etc., ne sont pas autorisés. Le codage des adresses devra se faire automatiquement.

Détecteurs d'incendie avec algorithmes de détection

Le détecteur optique de fumée convient pour la détection précoce et fiable des feux couvant et ouverts et s'utilise comme détecteur de fumée universel.

Le système des capteurs optiques fonctionne selon le principe de la diffraction de la lumière dans une chambre de mesure optique.

En fonction de l'application, différents algorithmes de détection doivent pouvoir être sélectionnés. Ceux-ci influenceront la caractéristique de réaction du détecteur d'incendie.

Le détecteur est placé sur un socle permettant de pouvoir retirer la tête de détection de la boucle et garantir une continuité de celle-ci. Lorsqu'un détecteur d'incendie est retiré du réseau, le socle sera refermé électriquement. Grâce à un isolateur de court-circuit intégré dans chaque socle, les courts-circuits sur la ligne de détection sont isolés afin que tous les éléments de la ligne de détection puissent

continuer à fonctionner sans problème, en étant adressés. La fonction d'isolation est restaurée automatiquement après la disparition du court-circuit.

Le socle offre, en combinaison avec les socles des détecteurs d'incendie décrits ci-dessus, la possibilité de placer les détecteurs d'incendie dans des locaux humides ou poussiéreux, ou dans des locaux extérieurs. Le socle offre un taux de protection IP44 pour les détecteurs de fumée ou IP55 pour les détecteurs de chaleur.

Pour garantir le bon fonctionnement des détecteurs d'incendie dans les locaux humides dans lesquels de la condensation se forme, un élément de chauffage doit pouvoir être placé dans le socle de détecteur d'incendie et non dans le socle de montage pour locaux techniques. En effet, cet élément chauffant aura pour objectif d'élever la température du détecteur et donc de la chambre de détection de minimum 2°C par rapport à l'extérieur. Ceci afin d'éviter la condensation dans la chambre de détection.

Un ensemble de résistances chauffantes pourra être alimentée par une alimentation indépendante du central incendie. Seront surveillée par le central incendie, l'alimentation des résistances, et la présence en fin de ligne de la tension d'alimentation.

Détecteur de fumée par aspiration (ASD)

Le détecteur de fumée par aspiration aspire continuellement l'air de la pièce surveillée à l'aide d'un système de canalisations raccordé avec des trous d'aspiration définis. La poussière et autres saletés sont filtrées de l'air aspiré et ne pénètrent pas dans le détecteur de fumée par aspiration. Les filtres du boîtier de filtre ASD doivent être facilement remplaçables.

L'air est amené à la chambre de détection et est analysé à la recherche de particules de fumée à l'aide du détecteur qui y est installé. La sensibilité du détecteur peut être ajustée.

Les détecteurs de fumée par aspiration sont utilisés pour la détection précoce des incendies générateurs de fumée. Ils sont particulièrement adaptés aux applications dans lesquelles les détecteurs ponctuels sont poussés à leurs limites, ne peuvent pas être utilisés ou ne peuvent être utilisés qu'avec des restrictions.

La position et la taille des trous d'aspiration sont calculées afin de garantir que l'air passe du trou d'aspiration au détecteur dans le temps spécifié et avec la sensibilité calculée requise.

Les zones de surveillance sont au maximum de 800 m².

Il sera fait emploi de ce système au 180 afin de faciliter la mise en œuvre et la maintenance ultérieure.

Il sera également employé pour la surveillance des Ascenseurs.

Détecteur d'incendie par vidéo caméra

La caméra FireCatcher est une caméra HDTV intelligente dotée d'une fonctionnalité de détection d'incendie vidéo intégrée. Il déclenchera une alarme s'il reconnaît de la fumée ou des flammes dans tout le champ de vision. Elle peut être connecté au panneau de commande d'alarme incendie pour générer des alarmes sonores et/ou visuelles si de la fumée ou des flammes sont détectées.

Dans le même temps, elle peut être connecté via le LAN au système de gestion vidéo du CCTV pour une surveillance et une vérification visuelles.

La détection d'altération intégrée, le contrôle de la qualité de l'image et la surveillance de l'activité contribuent à une détection sûre et fiable.

Cela permet une détection combinée de la fumée et des flammes donc une détection précoce permettant une vérification visuelle immédiate pour une réponse optimale aux incidents.

Les caméras permettront de surveiller la zone de déchargements sous le Bâtiment PIF.

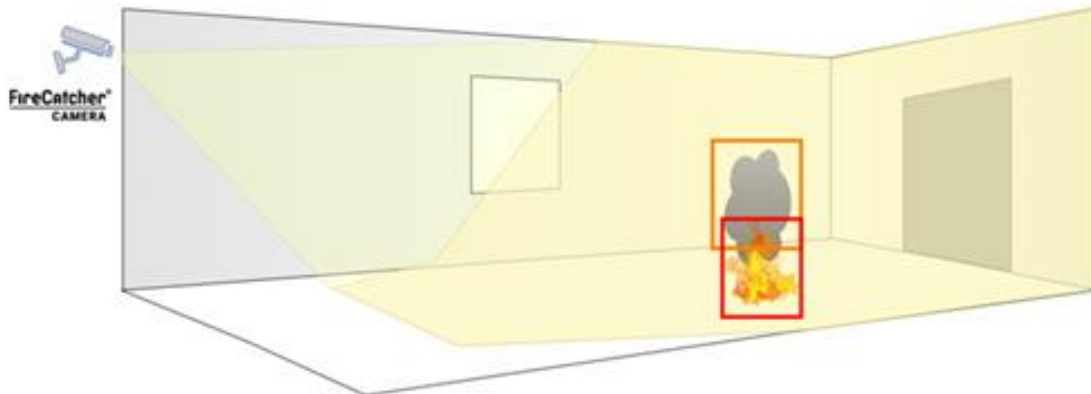


Illustration 7. Caméra FireCatcher
Source : Siemens

Bouton-poussoir d'alerte

Les boutons-poussoirs sont conçus pour activer manuellement un signal d'alerte ou d'évacuation.

Les boutons-poussoirs sont du type adressable et doivent pouvoir être connectés sur le central de détection d'incendie local via une connexion en circuit fermé (classe A) prévue uniquement pour activer et générer le signal d'alerte ou d'évacuation.

Dans les zones de circulations, les Boutons poussoirs seront du type renforcés IP 66. "Heavy"

Sirènes d'évacuation

La sirène d'évacuation s'utilise pour donner l'ordre d'évacuer à toutes les personnes présentes dans les zones publiques du bâtiment. Dans les zone techniques, la sirène est équipée d'un flash.

La tonalité de la sirène d'évacuation ne peut pas être confondue avec la tonalité du signal d'avertissement ni avec aucun autre signal. Elle a un fonctionnement électronique avec rendement élevé. Puissance sonore min. 99 dBA/1m.

La sirène-flash d'évacuation est alimentée par le central de détection d'incendie et les batteries de secours. Le central vérifie qu'il n'y a pas d'interruption ou de court-circuit sur les circuits des sirènes. Toute panne est signalée au central de détection.

Rétenteurs

Suivant le cas ils sont pourvus pour une fixation au sol ou contre le mur avec entretoise si nécessaire.

Dans le but de s'adapter à toutes circonstances, ils sont à tête basculante.

Ils comprennent un bouton poussoir de dérogation permettant la fermeture manuelle de chaque battant de la porte.

Ils sont alimentés en permanence par le central de détection incendie.

En cas de coupure du réseau (230 Vac/ 24Vdc) ils restent alimentés par le central de détection incendie pendant maximum 5 minutes. Passé ce délai et afin de ne pas épuiser inutilement l'autonomie des batteries du central, l'alimentation sera interrompue et les portes seront libérées.

Les rétenteurs sont munis d'une diode « en roue libre » afin de ne pas provoquer de surintensité lors de la coupure de courant.

Centrale de détection incendie

Le central incendie existant est situé au niveau 174,00 dans le local permanence incendie.

Le marché comprend les adaptations, extensions et programmation du central pour intégration des nouveaux équipements et adaptations suivant les nouveaux aménagements et la pose de nouveaux centraux car l'existant ne sait pas reprendre l'ensemble des nouveaux équipements.

Chaque central de détection incendie autonome doit disposer d'une interface pour une connexion, bidirectionnel avec le système de gestion de la sécurité via Ethernet et doit utiliser le protocole de communication standard pour l'automatisation de bâtiments et les réseaux de contrôle « BACnet Life Safety Object ».

Pour éviter des erreurs de programmation, les données de programmation du sous-système devront être chargées sans ré-encodage manuel dans le système de gestion de la sécurité.

Le système de gestion de la sécurité est existant, et tous les centraux devront se connecter à ce serveur de façon standard et sans développement de software annexe.

Au moyen de fiches techniques standards, l'adjudicataire devra prouver sa compatibilité native et totale, sans développement de quelque type que ce soit et sans passer par aucune passerelle de communication ou black box, avec le DESIGO CC existant.

De plus, c'est via ce système de sécurité DESIGO CC que les nouveaux centraux devront envoyer leur information d'alerte incendie vers les terminaux de gestion de la détection incendie existant de type Algorex se trouvant, dans le bâtiment existant,

- A la permanence incendie local OB75
- Local OC116 (centre de surveillance CCTV) (vérifier s'il a été relocalisé ou pas lors des travaux de sécurisation).
- Local 2B127 (local pompier)

Compartimentage incendie

Les scénarios et asservissements incendies dépendent du système de détection, en fonction des zones de détections, les scénarios de compartimentage sont définis et permettent d'agir sur l'HVAC mise à l'arrêt des groupes de ventilations, fermeture des CCF, fermeture des volets RF, mise à zéro des ascenseurs dans la zone concernée par la détection.

Les scénarios d'évacuations sont élaborés sur base du système de détection incendie, alerte, alarme, déclenchement des sirènes et messages du système de Public Address pour les évacuations.

Principes généraux de la protection incendie

Toutes les traversées de parois par des conduits d'air sont munies de clapets coupe-feu motorisés type « B ».

Les détecteurs incendie sont soit placés dans l'ambiance des locaux, et dans les conduits d'air (pour les groupes à recyclage d'air).

En cas de détection incendie dans un local :

- tous les clapets coupe-feu situés dans et à la périphérie du compartiment concerné se ferment automatiquement,
- le (les) groupes de pulsion et d'extraction qui desservent ce compartiment sont mis à l'arrêt, et les registres coupe-fumées placés sur les orifices de recyclage se ferment,

- si le canton concerné est muni d'une installation de désenfumage naturel, les volets de cantonnement pour la séparation du PIF par rapport au T1 se ferment ensuite les exutoires de désenfumage s'ouvrent, les écrans de cantonnement se déroulent et les exutoires du ou des cantons voisins s'ouvrent également afin de réaliser les entrées d'air de compensation.

En cas de détection incendie dans un local technique ventilation :

- tous les clapets coupe-feu situés à la périphérie du local se ferment automatiquement,
- tous les groupes de pulsion et d'extraction situés dans le local sont mis à l'arrêt.

En cas de détection incendie dans un conduit d'air :

- les clapets coupe-feu du circuit aéraulique concerné se ferment à la périphérie du local technique se ferment automatiquement,
- les groupes de pulsion et d'extraction du circuit concerné sont mis à l'arrêt et le registre coupe-fumée placé sur le recyclage se ferme.

L'ensemble des alarmes précitées sont reportées sur le système de supervision Panorama.

Les asservissements, signalisations et interface avec les différentes parties concernées des installations HVAC sont à prévoir (y compris interface avec le système Panorama).

La reprise des contacts de pilotage de l'installation HVAC se fait au travers d'un bus de terrain et des modules Carlos Gavazi.

Tableau « Pompier »

A partir du tableau "pompier" toutes les actions automatiques précitées commandées par l'installation de détection automatique d'incendie peuvent être commandée à distance.

Pour chaque équipement, qui peut être commandé à partir du tableau, il est prévu un interrupteur à 3 positions : auto – on (marche forcée) – off.

Un extension du tableau pompier est à prévoir afin de pouvoir intégrer le Nouveau PIF.

Une attention toute particulière sera faite lors des interventions car l'ancien tableau pompier BSAFE est toujours en service pour une partie du T1. (car la société n'existe plus donc plus de possibilité de trouver des éléments pour le réparer)

Clapets coupe-feu

Les CCF dissimulés en faux-plafond ou autre parois sont disposés de telle manière qu'après enlèvement des panneaux ou trappes d'accès, il soit possible d'accéder aisément aux dispositifs de commande, servomoteur, boîtier de raccordement. La plaque signalétique et l'indicateur de position doivent rester visibles.

Les CCF sont du type B, motorisés à fermeture automatique. Les CCF se ferment par manque de tension.

Chaque CCF est équipé de 2 interrupteurs de fin de course permettant la signalisation d'état au tableau pompier.

Câbles Rf

Tous les équipements de protection incendie, (exutoires, ventilateurs de désenfumage, pompes de sprinklage, liaisons entre tableaux, clapets coupe-feu, tableau pompier, tableau répéteur...) sont alimentés en câbles Rf.

Alimentation en eau des réseaux de protection incendie

La centrale de sprinklage actuelle est située dans le bâtiment « énergie » côté Ouest.

Elle est constituée d'un réservoir de stockage avec pompes de surpression.

Elle alimente en eau les installations de sprinklage et les dévidoirs avec hydrants de l'aérogare actuelle. Depuis ce local, l'eau est distribuée vers 2 collecteurs dans une sous station côté ouest et côté Est.

L'installation dispose d'une source d'eau autonome locale d'une capacité utile de 175 m³ (besoins cumulés des dévidoirs/hydrants et du sprinkler).

Elle est conforme à la norme CEA 4001. Elle est équipée d'une pompe électrique et d'une pompe diesel pour une classe OH3 selon la norme NBN EN 12845.

Les classes de risques pour l'extension du PIF ne changent pas donc il est prévu de se raccorder sur l'installation existante, moyennant la vérification de la capacité des installations actuelles (débits, réserves, pression disponibles et pertes de charges des extensions de réseaux).

Pour ce qui est de la partie sous le couvert du PIF (zone de déchargement) , il est prévu de faire appel à un système HHP2 ou si le CFD le demande un système type "déluge".

L'installation d'un système sous air HHP2 est similaire au sprinklage. Il est constitué d'un ensemble de tuyauterie qui couvre la zone ou l'équipement à protéger, à la différence que le réseau est sous air.

Comme son nom l'indique, le système déluge a pour objectif de délivrer une grande quantité d'eau. Pour cela, des pulvérisateurs à « tête ouverte » sont utilisés, c'est à dire que l'orifice est libre. Lorsque le système se déclenche, une vanne s'ouvre et libère l'eau qui parcourt le réseau de tuyauterie. Ainsi, tous les pulvérisateurs du réseau fonctionnent en même temps afin de déverser une grande quantité d'eau sur une zone ciblée. Donc chaque zone a son propre réseau de tuyauterie et sa propre vanne de déclenchement, aussi appelée « poste déluge ». Un agent moussant filmogène peut être ajouté à l'eau d'extinction.

Le déclenchement peut être manuel ou automatique avec une détection de nature hydraulique (réseau pilote équipé de sprinklers) ou électrique (sonde de température, sonde de pression, caméra thermique, etc.)

Elle est conforme à : la norme NFPA 15 « Standard for water spray fixed systems for fire protection 2001 edition » et/ou à la norme EN 14816 « Systèmes fixes de lutte contre l'incendie - Système d'extinction à pulvérisation d'eau - Conception et installation' (en cours d'approbation) »

Si on se limite HHP2 surface impliquée 325 m² en fonctionnement sous air demande d'une réserve d'eau de l'ordre de 530 m³/h ou Déluge

Dans ce cas, un réservoir de 530 m³/h doit être mis en œuvre afin soutenir le débit du système d'extinction.

Moyens de lutte non automatique contre l'incendie (dévidoirs, hydrants, extincteurs)

L'ensemble du bâtiment T1 est équipé et couvert, en tenant compte des adaptations et des nouvelles zones, au moyen de dévidoirs (ou RIA) équipés d'hydrants (raccords DSP).

Le nombre de robinets d'incendie armés est déterminé de la manière suivante :

- Un RIA par surface supérieur à 500 m².
- Le jet de la lance doit pouvoir atteindre chaque point du compartiment.
- Le demi-raccord de refoulement des éventuels hydrants muraux est adapté aux raccords utilisés par les services d'incendie (DSP diamètre 45).
- Ils seront faciles d'accès et aucun stockage ne doit les obstruer.

- Ils seront indiqués par les pictogrammes réglementaires.

Les RIA seront équipés d'un marquage CE et conformes à la NBN EN 671.

Des extincteurs sont également prévus en complément pour la protection spécifique des locaux avec au minimum 1/150 m².

La plupart de ceux-ci sont des extincteurs eau/mousse (ou eau pulvérisée) pour feu de classe A et B ; pour les locaux techniques des extincteurs spécifiques au CO2 sont prévus (feux électriques).

Il est également prévu d'installer des extincteurs mobiles à poudre sur roues de 50 kg pour le quai de déchargement au niveau +174 (un par quai)

Les extincteurs sont signalés par les pictogrammes réglementaires.

Ils sont placés à proximité des RIA, baies de passage vers l'extérieur, sur les paliers, et dans les dégagements, de manière à ne pas gêner la circulation et à ne pas être détériorés ou renversés.

Ils sont marqués du label BENOR de conformité avec les normes EN série 3 et répondent aux prescriptions techniques reprises dans la note technique NT 105 de l'ANPI (avec apposition du label).

Le réseau extérieur de protection et les bornes incendies placées sur l'esplanade sont suffisants.

L'esplanade est équipée de bouches et de bornes raccordées au réseau public de la distribution d'eau par une conduite dont le diamètre intérieur minimal est de 80 mm.

Installation de protection automatique par eau pulvérisée ou sprinklage

Les travaux de sprinklage sont scindés en trois parties, le bâtiment existant à adapter, l'extension du PIF à protéger par de nouveaux réseaux ainsi que la zone de déchargement (quai des fournisseurs) située en dessous de la zone PIF

Les travaux consistent principalement en extensions et adaptations des réseaux de protection incendie existants pour la partie, intérieure de l'installation et l'ajout d'un système de sprinklage sous air pour la partie quai de déchargement.

La source d'eau et les pompes existantes sont conservées, et les travaux démarrent depuis le collecteur de distribution ouest (situé à la sortie du tunnel technique).

Les circuits d'alimentation des dévidoirs et hydrants sont repris sur les mêmes réseaux que le sprinklage.

Un nouveau poste sous eau est ajouté sur le collecteur et des extensions ou adaptations sont faites sur les circuits existants.

Dans les parties existantes, des adaptations sont réalisées au niveau des nappes basses qui sont démontées en fonction de la délimitation de la zone CASCO. Les nappes hautes sont conservées ainsi que les piquages vers les nappes basse (attentes pour réutilisation par les concessionnaires).

L'extension du PIF nécessite l'installation d'un nouveau poste de contrôle sur le collecteur existant au niveau +174 sortie du tunnel technique).

Pour la zone quai de livraisons l'installation comprend :

- Station de pompage – un groupe motopompe diesel et un groupe motopompe électrique (dans local sprinkler)
- Equipement pour un réservoir en béton.
- Tableau de commande et câblage
- Central de signalisation



- Poste de contrôle sous air
- Réseaux sprinklers sous air

Classification des risques

Le bâtiment existant est protégé par une installation de sprinklage généralisée sur base d'une classe de risque OH3 avec une hauteur de stockage limitée à 2,6 m cfr catégorie II.

Pour les zone de stockage de produits tel que parfum, la hauteur sera limitée à 1,2 m pour se conformer à la Catégorie IV. et le CEA4001 K.3 Flammable liquid storage

Classe	Débit :	Surface impliquée	Densité sprinkler
Classe OH3	5 l/min/m ²	216 m ²	1 sprinkler / 12 m ²

Pour la zone des quais de déchargements

Classe	Débit :	Surface impliquée	Densité sprinkler
HHP2	10 l/min/m ²	325 m ²	1 sprinkler / 9 m ²

À confirmer suivant CFD

Installation de désenfumage ou évacuation de fumées et de chaleur (EFC).

Le bâtiment doit répondre aux exigences techniques de l'Arrêté Royal du 7 juillet 1994 « fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire ». Cet A.R. a été modifié par annexe de l'A.R. en date du 7/07/1994, par les A.R. des 19 décembre 1997, avril 2003 et juillet 2012.

Suivant la législation, chaque compartiment de plus de 2500 m² doit être équipé d'une installation d'extinction automatique ainsi que d'une installation d'évacuation des fumées et de la chaleur (EFC).

Le bâtiment est protégé par une installation d'extinction automatique ou sprinklage localisé. Les têtes de sprinklage sont de type à réponse rapide. La classe de risque prévue est OH3.

Les installations EFC sont placées sous la dépendance de l'installation généralisée de détection automatique d'incendie conformément à la NBN S21-100 et le NBN EN 54 ainsi que du tableau de commande et de contrôle "pompiers".

Les cages d'escaliers intérieures d'évacuation sont équipées de ventilation par exutoires selon la NBN S 21-208-3.

Normes de calculs :

La méthode de calcul se base sur le Rapport Technique CEN/TR 12 101-5 (norme européenne) "Smoke and heat control systems" part 5 : Guideline on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems. (octobre 2005).

Ce rapport technique s'inspire lui-même du texte du British Standard BS 7346-4 (2003)

La norme belge NBN S 21 208-1 – « Protection incendie dans les bâtiments – Conception et calculs des installations d'évacuation de fumées et de chaleur (EFC) – partie 1 : Grands espaces intérieurs non cloisonnés s'étendant sur un niveau » - (mai 1995).

EFC zone PIF 180 :

L'installation de désenfumage du PIF au 180 doit être élaborée sur les mêmes hypothèses de calcul que l'installation existante. Le foyer de dimensionnement est défini ci-dessus.

Foyer type pour Zones de hall public :

- Puissance foyer : 1000 kW
- Aire foyer : 16 m²
- Périmètre foyer : 14 m

De cette façon, l'installation reste conforme au concept de désenfumage approuvé par le SPF intérieur lors de l'octroi de la dérogation à l'AR.

Le PIF est décomposé en 4 cantons

- Canton 14 : Zone Queuing gauche
- Canton 15 : Zone Queuing droite
- Canton 16 : Zone PIF gauche
- Canton 17 : Zone PIF droite

Ces deux ou quatre cantons sont désenfumés par ventilation naturelle par des exutoires placés en toiture. Les entrées d'air nécessaires sont réalisées par ouverture des exutoires/aérateurs des cantons voisins.

Exutoires de fumées

Les appareils sont du type 1 ventail ou à 2 vantaux et sont sans pont thermique.

Les exutoires de fumée doivent respecter les même critère d'isolation acoustique que la toiture :

Critère et performances minimales en isolement acoustique (dB) de la toiture :

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
20,3	31,0	29,2	30,1	32,1	35,8	38,3

L'ouverture et la fermeture s'effectuent par vérins pneumatiques à double effet. Les cylindres sont pourvus d'une lubrification permanente et sont exempts d'entretien. Tous les aérateurs peuvent être commandés soit :

- Par la détection incendie
- Par des boutons-poussoirs locaux
- Par le tableau de commande pompier
- Par fusible thermique

Le vérin se verrouille dans les deux positions en fin de course.

Pression d'alimentation : min. 7 bar, max. 10 bar.

Le déclenchement thermique est assuré par capsule de CO₂ et d'un élément déclencheur (déclenchement à 68°C). Cette ouverture est indépendante de tout autre ordre de commande.

La performance acoustique doit être atteinte par l'ensemble du dispositif mis en place, c'est-à-dire y compris leurs cadres, costières, ouvrages complémentaires et supports.

Toutes les parties en acier sont galvanisées ou bichromatées, les parties en aluminium sont résistantes à la corrosion. Les parties intérieures sont laquées en noir.

**EFC Cantons 14-15**

CALCULS EFC DESENFUMAGE SUIVANT NBN S 21-208-1			Dossier: BSCA ZONE EXTENSION PIF			
Solution avec Extraction Naturelle			N°: cantons 14-15			
Calcul EFC Naturel			Calcul EFC Naturel			
2 cantons			2 cantons		Date: 30/10/23	
sans sprinklage			avec sprinklage		Révision:	
Catégorie: Néant					Catégorie d'usage	
Foyer: 0					Dimensions normalisées du foyer	
Qf=	1 000	kW	Qf=	1 000	kW	puissance foyer
α =	0,8	-	α =	0,8	-	part convective (0,8 par défaut sinon 0,5 stockage hauteur)
Af=	16	m²	Af=	16	m²	Aire du foyer
P=	14	m	P=	14	m	périmètre foyer
Y=	3	m	Y=	3	m	hauteur libre sous fumée
hc=	4,9	m	hc=	4,9	m	hauteur totale
			ts=	68	°C	température sprinklers
Mf=	13,68	kg/s	Mf=	13,68	kg/s	débit massique de fumée
Qc=	73,1	°K	Qc=	82	°K	Variation de T° entre air et fumée
to=	20	°C	to=	20	°C	T° air ambiant
tc=	93,1	°C	tc=	102	°C	T° Gaz entrant dans couche de fumée (Max 300°C)
Tc=	366,1	°K	Tc=	375	°K	T° Gaz entrant dans couche de fumée
To=	293	°K	To=	293	°K	T° air ambiant
Γ o=	1,2	kg/m³	Γ o=	1,2	kg/m³	masse volumique air
db=	1,9	m	db=	1,9	m	épaisseur couche de fumée
g=	9,81	m/s²	g=	9,81	m/s²	accélération de la gravité
Ai=	9,64	m²	Ai=	9,27	m²	entrées d'air
Ci=	0,65		Ci=	0,65		coef. aéro. des entrées d'air
Ai.Ci	6,26	m²	Ai.Ci	6,03	m²	aire aéro. entrée d'air
A=	11,40		A=	11,40		Mf/rho
B=	798643		B=	895641		2°g°dh°thoc°T0
C=	134043		C=	140625		Tc²
D=	107273		D=	109875		T0°Tc
E=	1,000		E=	1,000		(AvCv/AiCi)²
Av².Cv²=	39,24707553		Av².Cv²=	36,33		
Contrôle	39,24707553			36,3284355		
Av.Cv=	6,26	m²	Av.Cv=	6,03	m²	aire aéro. nécessaire
Cv=	0,65		Cv=	0,65		coef. aéro. exutoires
Av=	9,64	m²	Av=	9,27	m²	aire brute totale des exutoires
AvCv crit.=	5,054		AvCv crit.=	5,054		aire maximum par exutoire
D =	5,7		D =	5,7		distance minimum entre exutoires
AiCi>AvCv						
nbre min EX	2		nbre min EX	2		nbre min, en fonction de aire critique
surface canton =	852	m²	surface =	852	m²	
nbre min EX	3	(Si > Nbre critique)	nbre min EX	3	(Si > Nbre critique)	nombre min, d'appareil pour S (1/400m² de surface au sol)
						max 20m entre exutoires
Choix possible:						
Exutoire	2,25	m²	Exutoire	2,25	m²	1,5x1,5
nbre EX	5		nbre EX	5		
Exutoire	2,89	m²	Exutoire	2,89	m²	1,7x1,7
nbre EX	4		nbre EX	4		
Exutoire	3,2	m²	Exutoire	3,2	m²	2,4x2
nbre EX	4		nbre EX	3		
SI AiCi=AvCv			SI AiCi=AvCv			
AvCv=	6,26	m²	AvCv=	6,03	m²	

Soit 6 exutoires de 2,4 m / 2 m

EFC Cantons 16-17

CALCULS EFC DESENFUMAGE SUIVANT NBN S 21-208-1		Dossier:	BSCA ZONE EXTENSION PIF
Solution avec Extraction Naturelle		N°:	cantons 16-17
Calcul EFC Naturel		Calcul EFC Naturel	
2 cantons		2 cantons	
sans sprinklage		avec sprinklage	
Date: 30/10/23		Révision:	
Catégorie: Néant		Catégorie d'usage	
Foyer: 0		Dimensions normalisées du foyer	
Qf= 1 000 kW	Qf= 1 000 kW	puissance foyer	
α = 0,8	α = 0,8	part convective (0,8 par défaut sinon 0,5 stockage hauteur)	
Af= 16 m²	Af= 16 m²	Aire du foyer	
P= 14 m	P= 14 m	périmètre foyer	
Y= 3 m	Y= 3 m	hauteur libre sous fumée	
hc= 4,9 m	hc= 4,9 m	hauteur totale	
	ts= 68 °C	température sprinklers	
Mf= 13,68 kg/s	Mf= 13,68 kg/s	débit massique de fumée	
Qc= 73,1 °K	Qc= 82 °K	Variation de T° entre air et fumée	
to= 20 °C	to= 20 °C	T° air ambiant	
tc= 93,1 °C	tc= 102 °C	T° Gaz entrant dans couche de fumée (Max 300°C)	
Tc= 366,1 °K	Tc= 375 °K	T° Gaz entrant dans couche de fumée	
To= 293 °K	To= 293 °K	T° air ambiant	
Γ o= 1,2 kg/m³	Γ o= 1,2 kg/m³	masse volumique air	
db= 1,9 m	db= 1,9 m	épaisseur couche de fumée	
g= 9,81 m/s²	g= 9,81 m/s²	accélération de la gravité	
Ai= 9,64 m²	Ai= 9,27 m²	entrées d'air	
Ci= 0,65	Ci= 0,65	coef. aéro. des entrées d'air	
Ai.Ci= 6,26 m²	Ai.Ci= 6,03 m²	aire aéro. entrée d'air	
A= 11,40	A= 11,40	M/rho	
B= 798643	B= 895641	2°g°dh°thoc°T0	
C= 134043	C= 140625	Tc²	
D= 107273	D= 109875	T0°Tc	
E= 1,000	E= 1,000	(AvCv/AiCi)²	
Av².Cv²= 39,24707553	Av².Cv²= 36,33		
Contrôle 39,24707553	36,3284355		
Av.Cv= 6,26 m²	Av.Cv= 6,03 m²	aire aéro. nécessaire	
Cv= 0,65	Cv= 0,65	coef. aéro. exutoires	
Av= 9,64 m²	Av= 9,27 m²	aire brute totale des exutoires	
AvCv crit.= 5,054	AvCv crit.= 5,054	aire maximum par exutoire	
D= 5,7	D= 5,7	distance minimum entre exutoires	
nbre min EX= 2	nbre min EX= 2	nbre min, en fonction de aire critique	
surface canton = 2300 m²	surface = 2300 m²		
nbre min EX= 6 (Si > Nbre critique)	nbre min EX= 6 (Si > Nbre critique)	nombre min, d'appareil pour S (1/400m² de surface au sol)	
		max 20m entre exutoires	
Choix possible:			
Exutoire 2,25 m²	Exutoire 2,25 m²	1,5x1,5	
nbre EX= 5	nbre EX= 5		
Exutoire 2,89 m²	Exutoire 2,89 m²	1,7x1,7	
nbre EX= 4	nbre EX= 4		
Exutoire 3,2 m²	Exutoire 3,2 m²	2,4x2	
nbre EX= 4	nbre EX= 3		
SI AiCi=AvCv	SI AiCi=AvCv		
AvCv= 6,26 m²	AvCv= 6,03 m²		

Soit 6 exutoires de 2,4 m / 2 m

Ecrans antifumée pour cantonnement

Les écrans de cantonnements sont conformes à la norme EN 12101-01.

Certains cantonnements sont réalisés par des écrans mobiles.

Selon la taille, la hauteur et autres paramètres architecturaux ces séparations sont composées d'un ou plusieurs écrans ainsi que de parties fixes nécessaires à une fermeture optimale autour des obstacles.

Les caissons comprenant l'enrouleur sont intégrés de manière invisible lorsqu'il y a des faux plafonds, sinon ils sont fixés de manière adéquate à la structure.

Des éléments de guidage sont intégrés si nécessaire.

Au-dessus des faux-plafonds, les écrans sont faits d'éléments fixes et invisibles, de manière à limiter le nombre et la surface des écrans mobiles.

Lorsque des éléments fixes sont nécessaires dans les parties visibles sous les faux plafonds, ils peuvent être composés d'éléments vitrés discrets.

Les détails de mise en œuvre, le positionnement ainsi que les matériaux et couleurs utilisés doivent être adaptés aux parachèvements et à la structure.

Dans les halls publics de grande hauteur, le faux plafond se situe au-dessus du niveau inférieur des éléments de structure. Ces éléments de structure sont donc apparents, les caissons d'écrans doivent y être intégrés de manière adéquate.

L'écran mobile est composé d'un caisson dans lequel se trouve un cylindre enrouleur auquel est fixé un écran en toile non-inflammable

L'écran est lesté par une barre fixée au bas de celui-ci. La barre de lestage doit peser minimum 5Kg au mètre courant.

Le déroulement de l'écran se fait par gravité à vitesse constante et contrôlée. Le système est 'Fail Safe'

Le déroulement est enclenché par un signal du central de détection incendie.

Les puissances des moteurs électriques et leur nombre sont à adapter en fonction des différentes configurations et dimensions des écrans.

Volet Rf de cantonnement

Le nouveau Bâtiment PIF est séparé physiquement du T1 par des volets RF permettant de cantonner les deux bâtiments en cas d'incendie.

Production et distribution d'air comprimé

La production d'air comprimé est assurée par groupe compresseur à deux cylindres bi-étagés muni d'un réservoir d'air comprimé permettant les manœuvres des 12 exutoires.

Le compresseur est implanté au niveau +174 dans le local technique.

La distribution d'air comprimé est réalisée au moyen de tuyaux en cuivre placés sous tubes non halogéné. Le tableau de commande électropneumatique est situé à proximité du compresseur dans le local technique. Un tableau de commande électrique est situé au tableau pompier afin de permettre la commande à distance des exutoires par l'intermédiaire des commandes du tableau électropneumatique

EFC zone déchargement quais fournisseurs sous le PIF 174 :

Lors de la réunion avec le pompier, il a été demandé de traiter cet espace comme étant un parking : soit un concept de désenfumage par balayage horizontal tel que défini dans la Norme NBN S21-208-2:2014

L'extraction en cas de désenfumage est assurée par 3 ventilateurs axiaux en parallèle. Chaque ventilateur est équipé d'un variateur de vitesse permettant de caler le bon débit de désenfumage.

Débit nominal : 90.000 (100%) m³/h.

Prescriptions générales

- L'installation de désenfumage doit être sous la dépendance d'un système de détection de fumée d'incendie, conforme à la NBN S21-100 (voir ci-avant détection incendie par caméra thermique).
- L'installation de désenfumage est alimentée par l'alimentation électrique normale mais est aussi alimentée par une source autonome de courant (groupe électrogène) en cas de perte de l'alimentation normale (autonomie minimum de 1 heure), dont la puissance est suffisante pour alimenter toutes les équipements fonctionnant simultanément pour le désenfumage.
- Le tableau électrique principal doit être situé en dehors du compartiment qui est à désenfumer. (dans le local BT)
- Le coffret de commande doit être positionné à l'entrée prévue pour l'intervention SIAMU.
- Les raccordements de commande et d'alimentation (et leurs supports), des équipements situés dans le compartiment du parking doivent être distincts par appareil et doivent présenter la résistance au feu Rf 1 h selon NBN 713-020.

Incidences architecturales à prendre en considération

Les parois latérales de la rampe d'accès doit être fermées sur toute la hauteur sauf une baie de 3 m de haut sur 12 m à côté du local HT. Ceci permet d'encloisonner le feu dans une boîte RF. L'entrée est équipée d'un volet Rf permettant de fermer les quais côté extérieur de même fermeture des 2 entrées de quai par des volets rf ainsi que la porte d'accès qui doit être également RF.

De cette manière, les pompiers ont l'entrée d'air dans le dos, ils parviennent à moins de 15 m du foyer ce qui est demandé dans la réglementation.

L'ensemble des techniques à lettre en œuvre ne pourra se faire qu'après la réalisation d'une simulation thermique dynamique CFD afin de vérifier le concept de désenfumage.

Ventilateur axiaux

Les ventilateurs axiaux sont de classe F300 (300°C, 2 heures) suivant EN 12101-3, à entraînement direct avec moteur dans le flux d'air, agréé pour fonctionnement avec flux d'air dans les deux sens (moteur vers hélice & hélice vers moteur).

Construit avec turbine en aluminium et virole longue en acier galvanisé Z275 avec bride de raccordement aux 2 extrémités.

La turbine multipales est soigneusement équilibrée et est directement fixée sur l'arbre moteur. L'orientation des pales est réglable à l'arrêt.

Sont fournis avec pieds, goussets ou pattes de supports/fixation y inclus les amortisseurs de vibration, contre bride de raccordement, grille de protection à l'aspiration et au refoulement et double clapet anti-retour statique au refoulement.

Installations d'extinction automatique sèche au moyen de gaz inerte N2

La protection incendie des installations électriques et datas sera assurée par une installation d'extinction automatique sèche (gaz extincteur) par noyage total (« total flooding »).

Celle-ci comprendra les parties suivantes :

- Bouteilles du gaz d'extinction et accessoires.
- Tuyauterie.



- Détection automatique et accessoires.
- Central d'extinction.

Le gaz devra être écologiquement propre : non destructeur de la couche d'ozone ODP = 0 et ne pas contribuer au réchauffement climatique GWP = 0

La protection du local sera assurée par voie sèche en utilisant de l'azote, dénommé ci-après « gaz N2'. Il agira en étouffant le feu par réduction d'oxygène.

Les installations seront conçues et calculées suivant la norme EN15004 édition 2008.

Listes des zones à protéger

- Zone TGBT niveau +174
- Zone rack data niveau +174
- Zone rack data niveau +185

L'injection de la quantité de gaz dans le local (fermé) provoquera une surpression. Afin d'éliminer cette surpression, le local concerné sera équipé de clapet de surpression, s'ouvrant à environ 25 Pa de surpression interne. Il sera à action purement gravitaire.

La surface du clapet dépendra de la quantité du gaz extincteur et de la résistance des matériaux des murs.

Les clapets seront à action purement gravitaire. Des clapets motorisés ne sont pas autorisés.

Afin de limiter cette surpression et réduire les clapets au maximum, il sera fait usage de vanne à débit constant (Constant Discharge Technologie).

Le critère Rf devra être conservé lors du passage de mur Rf.

Le gaz d'extinction sera stocké en phase gazeuse à une pression de 300 bars à 15 °C dans des cylindres en acier forgé, homogènes, compacts, emboutis en une seule fois en un récipient à pièce unique.

Chaque bouteille aura son propre manomètre et manocontact, montable et démontable lorsque la bouteille est chargée et sous pression

Les bouteilles seront marquées Pi et conformes TPED (Transportable Pressure Equipment Directive).

L'approbation des bouteilles sera valable pour une période de 10 ans.

Les bouteilles d'extinctions individuelles doivent être connectées au réseau d'extinction par moyen d'un collecteur.

Chaque entrée de collecteur sera équipée d'un clapet anti-retour.

Ce clapet, taraudé à chaque extrémité, assure la liaison entre les flexibles de raccordement et le collecteur (réseau de tuyauterie). Il permet le passage du gaz extincteur dans le sens bouteille/réseau de tuyauterie, mais l'interdit dans le sens contraire. Ceci assure le fonctionnement d'une batterie de bouteille même si une ou plusieurs bouteilles ont été retirées, en évitant l'échappement du gaz extincteur par le piquage non raccordé.

L'activation de l'installation d'extinction proviendra du central d'extinction sous forme d'une impulsion électrique. Cette impulsion provoquera l'explosion d'une charge pyrotechnique contenue dans un déclencheur fixé sur la vanne décrite ci-dessus. Cette décharge provoquera le déplacement d'un piston qui libère le gaz extincteur.

Une commande manuelle de secours doublera la commande électrique. Il comprendra un levier qui ouvrira manuellement la vanne avec le même effet que lors d'une commande électrique.

La quantité de gaz nécessaire pour l'extinction d'un feu électrique, sera émise en 60 secondes conformément à la norme EN15004 édition 2008.

L'extinction effective aura lieu avant la fin de l'émission du gaz.

La pression nominale de l'installation sera de maximum 60 bars en aval de chaque vanne de bouteille et en aval des vannes directionnelles.

La pression sur tout élément de l'installation (à l'exception de la bouteille) sera limitée à 100 bars aussi bien en état de repos que lors d'une activation même dans un système avec vannes directionnelles fermées.

Afin de limiter la dimension des clapets de surpression, la pression de décharge de chaque bouteille sera réglée et adaptée en permanence par chaque vanne individuellement.

La pression en amont de chaque vanne de bouteille évoluera par conséquent de manière constante.

La décharge de chaque bouteille ne peut influencer en aucune manière la pression de sortie des autres vannes connectées au réseau.

Il est donc exclusivement fait usage de vannes à débit constant (Constant Discharge Technology) agréées VdS.

Elles permettent un grand débit instantané et un taux de diffusion élevé, sans créer de tourbillons pouvant endommager les structures délicates.

Principe de fonctionnement

Un réseau de détection automatique d'incendie surveillera le local (ambiance) ainsi que tous les volumes annexes (faux plancher et faux plafond). Un réseau propre à chaque secteur d'extinction sera prévu.

Afin d'éviter tous risques de fausses alertes, les détecteurs seront du type « à multicritères avec évaluation de signal avancée »

Le détecteur d'incendie multicritères convient pour la détection précoce et fiable des foyers d'incendie couvant et ouverts, ainsi que des foyers d'incendie sans fumée, et s'utilise pour la protection des risques les plus importants et exigeants.

Il dispose d'un double système de capteurs optiques et de 2 capteurs thermiques redondants, combinés dans un même boîtier, pour une sécurité opérationnelle supérieure.

Le système des capteurs optiques fonctionne selon le principe de la diffraction de la lumière dans une chambre de mesure optique avec compensation thermique.

Ces 2 zones (adresses) fonctionneront en interdépendance l'une par rapport à l'autre. Les signaux provenant de celles-ci seront analysés et gérés par le central d'extinction (agréé EN12094 et EN54), suivant le principe défini ci-après.

Les zones de détection seront constituées selon la nature du risque à protéger.

La commande manuelle d'extinction aura en toutes circonstances la priorité sur la détection automatique et la touche de blocage. Elle sera située à l'extérieur du local, au droit de chaque accès à celui-ci.

Le mode d'emploi de celle-ci sera clairement indiqué sur la face avant.

Elle sera jaune conformément à la norme EN12094-3

Le bouton d'arrêt d'urgence d'extinction a pour fonction d'inhiber la commande automatique (par les détecteurs) ou manuelle de l'extinction.

Le bouton sera bleu conformément à la norme EN12094-3

Localisation : à l'intérieur du risque protégé, à côté de chaque sortie.

Protection incendie en rapport avec les autres installations techniques

L'unité de détection d'aspiration d'air est un système de surveillance passif dépourvu de ventilateur. Il utilise la différence de pression dans le système de ventilation afin de fournir un flux d'air continu à l'unité de détection d'aspiration d'air.

L'unité de détection d'aspiration d'air ne fonctionne que si le système de ventilation fonctionne et que l'air circule. L'air surveillé doit être propre, c'est-à-dire exempt de poussières et d'aérosols.

Quand une concentration de fumée fixée dans le détecteur de fumée est atteinte, le niveau de danger correspondant est signalé au central de détection incendie qui signale l'alarme correspondante.

Zone casco

Détection incendie

Le bâtiment disposant d'une installation de DI généralisée, la zone Casco des concessions est équipée des détecteurs incendie nécessaires en partie haute des volumes.

Le preneur doit, le cas échéant, prévoir le câblage et les équipements nécessaires pour assurer la conformité de sa zone à la NBN-S21-100 : détecteur sous faux-plafond et boutons d'alerte complémentaires.

Ces équipements font partie intégrante de l'installation existante du terminal et sont donc composés de matériel natif.

Le preneur recevra les contacts du central de DI du bâtiment, afin d'assurer les asservissements de ses équipements en fonction des scénarios incendie imposés par BSCA.

Le preneur doit, après ses travaux, effectuer la réception de l'installation par l'organisme agréé.

Installation de sprinklers

La zone Casco dispose d'une extinction hydraulique automatique (sprinklers) appelée la nappe haute de sprinklers.

La mise en œuvre d'une nappe basse dans la zone est à charge du preneur, de même que les équipements d'extinction sur les hottes d'extractions et/ou obstacle faisant masque pour le système de sprinklage.

Dans le cas d'utilisation de friteuses, la localisation de celles-ci doit être validée avec les équipements de sprinklage.

Le preneur doit, après ses travaux, effectuer la réception de l'installation par l'ANPI.

Désenfumage

Si la zone Casco dispose d'une installation de désenfumage (SVEFC).

Elle est installée par BSCA qui en garantit le fonctionnement.

Le preneur doit respecter les spécifications de cette installation, plus particulièrement :



- Les plafonds doivent être perméables aux fumées en assurant une ouverture de minimum 25% uniformément répartis sur la zone.
- Les installations du preneur ne peuvent entraver la descente des rideaux de cantonnement des fumées.

Compartimentage

Si l'entité du preneur intègre des zones nécessitant un compartimentage incendie tel que les zones de cuisson ou locaux techniques, le preneur prend en charges tous les éléments techniques nécessaires à ce compartimentage : volets coupe-feu, cloisons, clapets coupe-feu, manchon etc.

4.1.7. Systèmes de communication, sonorisation et contrôle d'accès

Dans ce chapitre on a l'objet de décrire tous les systèmes spéciaux prévus dans la nouvelle extension du bâtiment :

- Réseau de données et système de câblage structuré.
- Système de vidéosurveillance (CCTV).
- Système de contrôle d'accès.
- Système de sonorisation.

Système de câblage structuré

L'aéroport dispose d'un réseau de données basé sur un système de câblage structuré qui utilise des câbles à paires torsadées et des câbles de fibre optique, conformément aux normes ANSI/TIA/EIA568-B, EN 50173, et ISO/CEI 11801.

Ce système de câblage structuré est composé des éléments suivants :

- **Locaux techniques spécifique de communication** : dans lesquels on trouve les armoires « Rack » de communication (tableaux data « TD ») avec l'électronique de réseau et tous les éléments nécessaires pour la connexion du câblage.
- **Système vertical** : pour la distribution du câblage entre les différents locaux de communication.
- **Système horizontal** : distribution du câblage depuis les locaux de communication jusqu'aux postes de travail/prise de réseau et autres points d'utilisation.

La figure suivante montre l'architecture logique du réseau de données actuel.

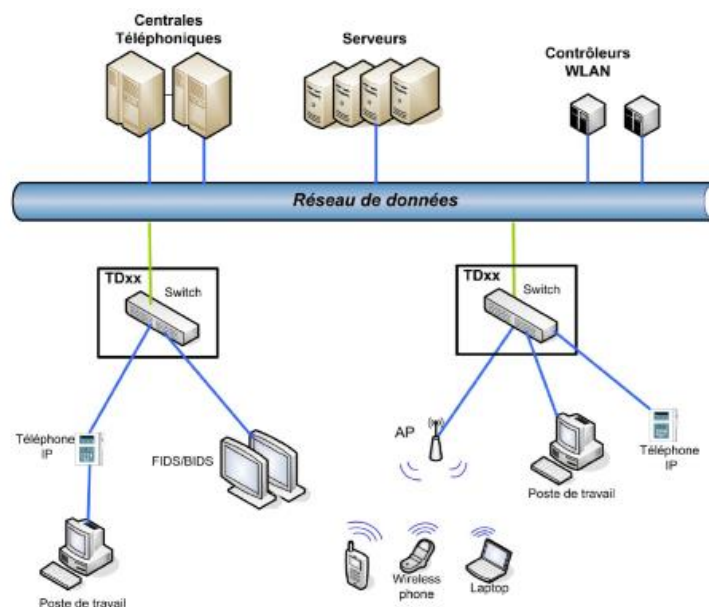


Illustration 70. Architecture logique du réseau de données actuel
Source. AERTEC/BAG

Actuellement, l'aérogare dispose de plusieurs salles de communication distribuées dans les différents locaux techniques de la manière suivante :

Au niveau +174 se trouvent :

- TD2 : local technique de 12,38 m².
- TD2E : situé dans la zone d'embarquement Ouest de 22 m².
- TD6 : local technique de 9,77 m².

Au niveau +177 se trouvent :

- TD1 : local technique de 37,30 m².
- TD5 : local technique de 14,11 m².

Au niveau +180 se trouvent :

- TD7 : dans le bâtiment d'énergie

Au niveau +185 se trouvent :

- TD3 : local technique de 9,55 m².
- TD4 : local technique de 37,31 m².

Dans le même sens, on propose l'extension du système de câblage structuré dans le nouveau bâtiment, et pour atteindre cet objectif on prévoit y localiser deux locaux technique, d'usage exclusif pour le réseau data dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Local technique au niveau +174. TDA 1 avec une superficie de 17,32 m².
- Local technique au niveau +185 TDA 2 avec une superficie de 4,86 m².

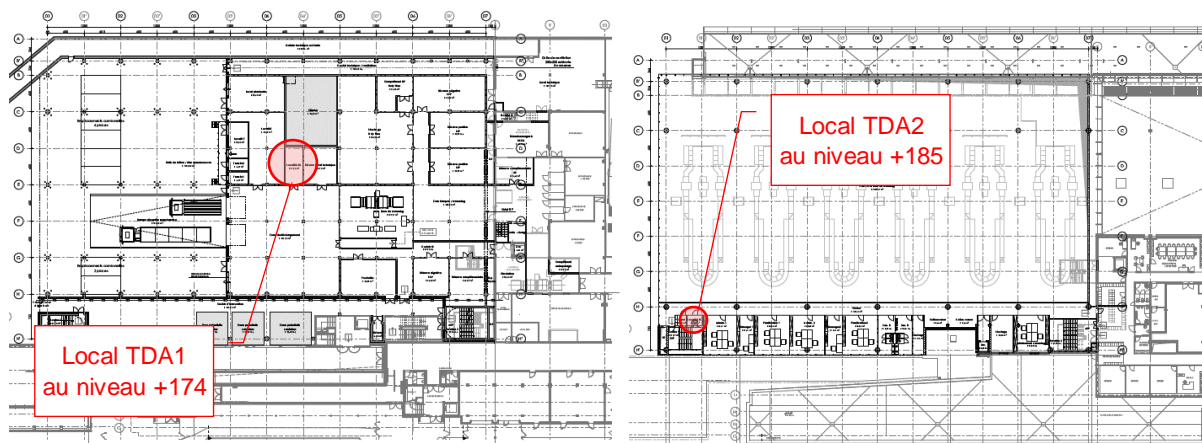


Illustration 71. Localisation des nouveaux locaux techniques TDA1 et TDA2

Source. AERTEC/BAG

Dans ce cas, le système vertical sera formé par une boucle en fibre optique, chargée d'interconnecter les nouveaux locaux data avec les autres locaux existants dans l'aéroport. La configuration de la boucle permettra garantir la connectivité entre les locaux en cas d'interruption d'une liaison quelconque. Les liaisons entre locaux seront avec une double ligne en fibre optique monomode à 24 fibres, conformément aux normes NSI/TIA/EIA568-B, EN 50173, et ISO/CEI 11801.

À partir des locaux techniques, TDA1 et TDA2, seront déployées des réseaux de données sous une configuration en étoile utilisant un câblage en paires torsadées en cuivre F/UTP de catégorie 6A, qui connectera les différentes prises de données prévues (nouveaux postes de travaux, système CCTV, contrôle d'accès, etc.), y compris l'extension des points d'accès WLAN. L'extension maximale pour chaque section devra être inférieure à 90 mètres.

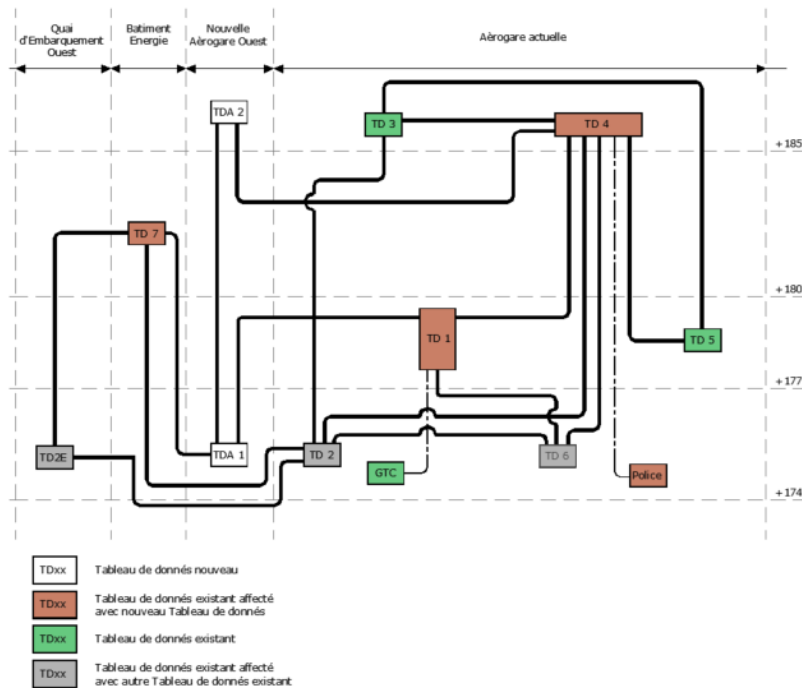


Illustration 72. Représentation schématique de la solution adoptée pour le système vertical
Source. AERTEC/BAG

Chaque local technique sera équipé avec le matériel actif nécessaire sous forme des switches et des hubs (préférentiellement des switches full PoE+) placés dans des tableaux du type rack à 19" de 100x80 cm pour une capacité maximale de 42 U. La capacité de l'ensemble du système sera dimensionnée avec une réserve de 25%.

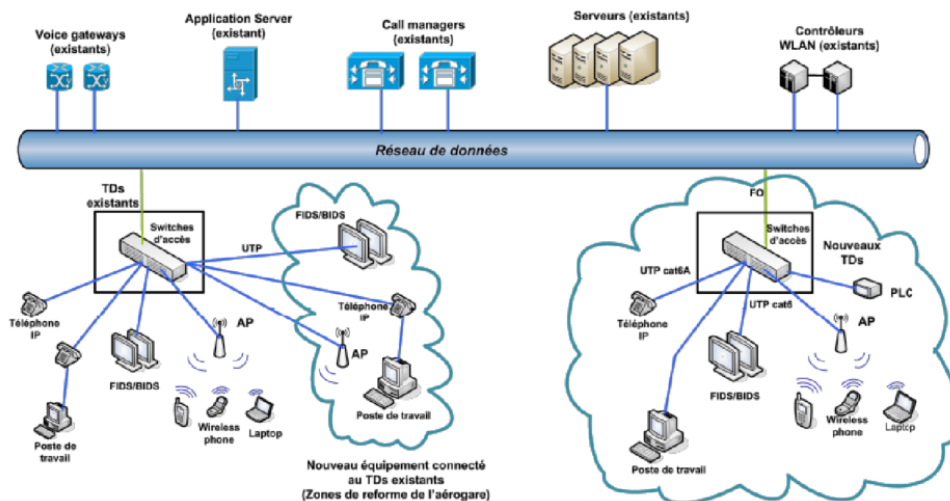


Illustration 73. Architecture générale du système de communication
Source. AERTEC/BAG

Système de vidéosurveillance (CCTV)

L'extension du système de vidéosurveillance (CCTV) existant se réalisera en installant des caméras de sécurité IP situées dans des positions stratégiques pour assurer la surveillance des zones qui représentent un risque spécial et pour le contrôle des situations d'alerte.

Les nouvelles caméras de CCTV seront des caméras IP, fixes et mobiles, connectées directement sur le réseau de données de l'aéroport via câblage UTP CAT 6A jusqu'au local de communication le plus proche.

Les caméras extérieures disposeront de carcasse avec un degré de protection IP66, et des dispositifs de réfrigération et de chauffage pour maintenir la température pendant son fonctionnement et éviter la condensation.

En générale l'alimentation des caméras se réalisera à travers un câble individuel UTP CAT6 (PoE, Power Over Ethernet, standardisée selon IEEE 802.3af), ce qui permettra économiser dans le système de câblage électrique. En cas de ne pas disposer d'une alimentation PoE, les caméras seront alimentées à partir du tableau électrique no-break le plus proche.

Les nouveaux dispositifs CCTV seront intégrés sur le système existant dans l'aéroport.

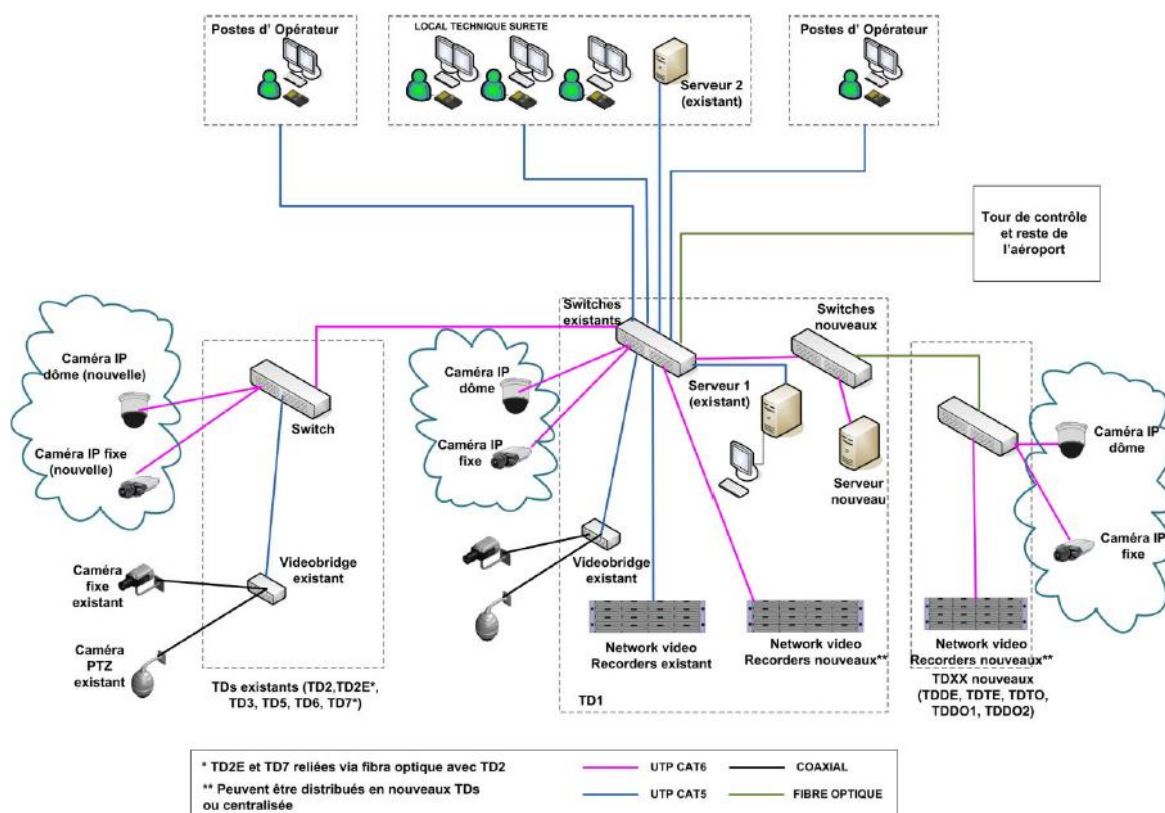


Illustration 74. Architecture du système de vidéosurveillance
Source. AERTEC/BAG

Système de contrôle d'accès

Toutes les zones avec accès limités dans la nouvelle extension seront équipées avec un système de contrôle composé par les éléments suivants :

- Lecteur de carte avec clavier ou lecteur de carte de proximité (en fonction du caractère critique de l'accès).
- Lecteur biométrique d'iris, dans les cas d'accès qualifiés comme ceux de haute sécurité.
- Unité de contrôle de porte à laquelle seront connectées les lecteurs de carte, les lecteurs biométriques d'iris et les alarmes.
- Les boutons pour la libération de portes en cas d'urgence.
- Contact magnétique et fermeture électrique pour garantir la fermeture des portes.
- Eléments coordinateurs d'ouverture et fermetures hydrauliques, dans le cas où les portes ne seraient pas motorisées.
- Vidéophone, en cas de besoin.

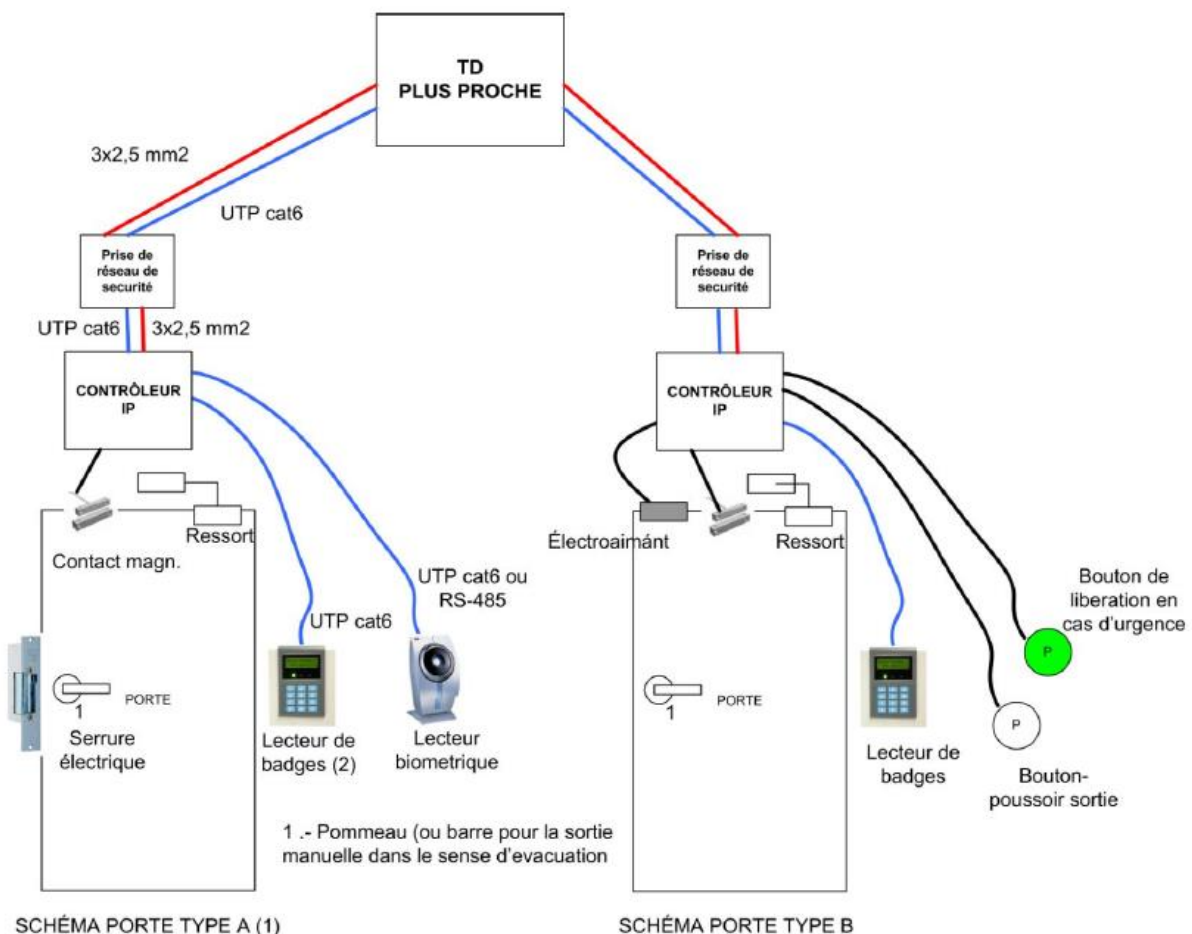


Illustration 75. Schéma d'équipement des différents types d'accès prévus
Source. AERTEC/BAG

Le nouveau système à installer devra permettre son intégration dans le système de gestion de sécurité ICAROS existant à travers le réseau de sécurité de l'aéroport. L'architecture du système consistera en connecter les différents composants de chaque accès contrôlé (carte de proximité, clavier, boutons,



etc.) à l'unité de de contrôle lui attribué, et cette dernière au réseau de câblage structuré à travers un câble individuel UTP CAT6.

Système de sonorisation

Concernant le système de sonorisation, on prévoit son extension dans le hall principal d'inspection des passagers au niveau +180, en y installant des haut-parleurs connectés vers des amplificateurs à son tour connectés avec une unité digital de contrôle, situant tout le hardware dans un rack spécifique dans le locale data au niveau +185.

L'extension de la sonorisation sera intégrée avec le système existant à travers la connexion de la nouvelle installation au réseau de câblage structuré, tandis que la connexion des haut-parleurs avec les amplificateurs sera à travers un câblage bipolaire.

Le système à installer devra satisfaire les fonctions suivantes :

- Diffusion des annonces individuels, automatiques ou créé manuellement.
- Diffusion des annonces de sécurité et de protection.
- Diffusion des annonces de sécurité en cas d'urgence et des instructions audibles pour l'évacuation du bâtiment.
- Diffusion de messagerie pour la localisation des personnes.

Quant à l'évacuation du bâtiment en cas d'incendie, le système de sonorisation devra être conçu dans le cadre de la norme européenne EN 54, tenant en compte les chapitres suivants :

- EN 54-16 : Elément central du système d'alarme incendie vocale.
- EN 54-24 : Composants des systèmes d'alarme vocale. Haut-parleurs.
- EN 54-4 : Equipements d'alimentation électrique.

4.1.8. Gestion technique centralisée

Etat actuel

L'installation actuelle de gestion et contrôle est basée sur des contrôleurs distribués dans les différents locaux techniques de l'aéroport. Ces contrôleurs se communiquent avec le logiciel de gestion et contrôle PANORAMA.

Les installations contrôlées à partir du système PANORAMA sont les suivantes

- HVAC (supervision et pilotage)
- Eclairage (supervision et pilotage)
- HT (supervision)
- BT (supervision)

De plus, les installations de Sécurité et Protection et lutte Contre Incendies disposent chacune d'un système de gestion centralisée propre (ICARO et SD CONTROL respectivement). Ces systèmes communiquent avec le SCADA central (PANORAMA). Par conséquent depuis ce SCADA des opérations de supervision et acquisitions de données des installations de sécurité et protection et lutte contre incendies peuvent être réalisées.

Le schéma suivant résume l'état actuel de l'installation du système de contrôle.

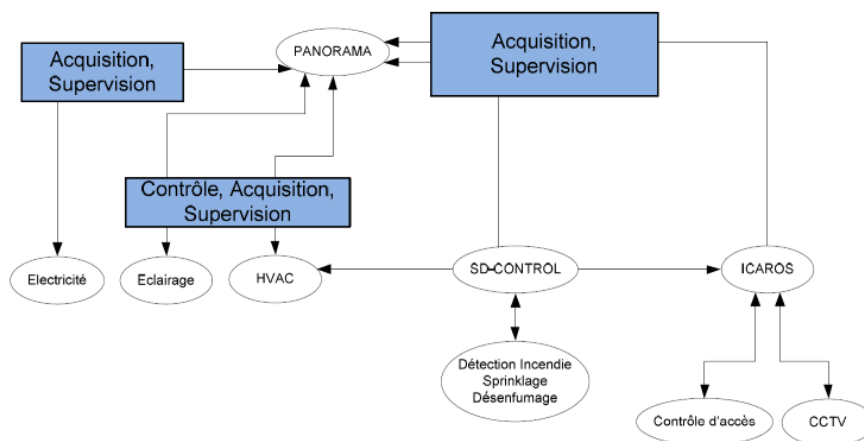


Illustration 76. Schéma de fonctionnement du système de contrôle centralisé
Source. AERTEC/BAG

Solution proposée

La solution proposée maintiendra la même philosophie actuelle au niveau du système de gestion et contrôle. Les éléments suivants seront intégrés dans ce système :

HVAC

- Groupes frigorifiques
- Croupes VRV
- CTA
- Ventilo-Convecteurs

Eclairage

- Eclairage normal

- Eclairage de secours

Electricité

- Cabine haute
- TGBT
- Groupes Electrogènes
- UPS
- Compteurs/ Appareils de mesures

Pour contrôler ces installations, des modules d'entrée/sortie télécommandées seront installées. Ces modules se connecteront au réseau de câblage structuré et communiqueront avec les différents PLC (Programmable Logic Controller) projetés. Ces PLC seront connectés au réseau et enverront l'information aux serveurs du SCADA PANORAMA.

Le protocole de communication utilisé par les PLC sera compatible avec celui du SCADA PANORAMA existant.

Les modifications des installations de sécurité et protection et lutte contre incendies se réaliseront sur leurs propres systèmes de gestion.

La communication avec le SCADA PANORAMA se fera à travers du réseau de câblage de structuré et le protocole de communication sera l'OPC.

Le schéma de principe ci-dessous résume l'état futur de l'installation du système de contrôle.

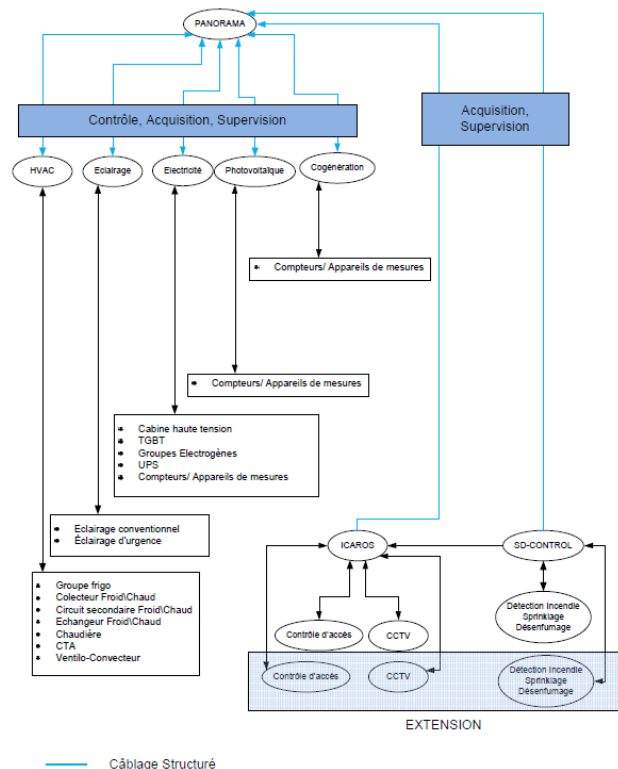


Illustration 77. Schéma de la solution pour le système de contrôle centralisé
Source. AERTEC/BAG

Toutes les communications seront réalisées à travers les protocoles suivants :

- Modules E/S TCP/IP
- Basé sur serveur OPC
- Les interfaces pour TCP/IP seront de préférence type « Wago »

4.2. Services affectés

L'avant-projet porte sur l'exécution d'une extension de l'aérogare actuelle côté Ouest (nouveau bâtiment) sur une esplanade existante ou quai des fournisseurs. Il porte également sur la modification de certaines zones existante de l'aérogare avec l'adaptation et modification d'espaces à leurs nouvelles fonctions. Ce projet implique donc des affectations aux espaces et techniques suivants :

- Point d'Inspection Filtrage (PIF) actuel. Niveau +180.
- Local dégraisseur Ouest. Niveau +174.
- Esplanade extérieur côté Ouest. Niveau +174.
- Boucle de Haute Tension. Niveau +174.

Les solutions proposées au niveau d'avant-projet seront développées en phase de projet.

Point d'Inspection Frontière (PIF) actuel

L'objectif principal de la construction du nouveau bâtiment est de créer un nouveau Point d'Inspection Filtrage (PIF) au niveau +180, transformant les espaces actuellement occupés par les filtres de sûreté en zone commerciale airside.

Les locaux et installations affectés par ce changement d'affectation principalement :

- Zone de contrôle de sûreté et ses accès.
- Les cabines de fouilles.
- Le salon VIP.
- Les équipements de contrôle spécifique RX des bagages.

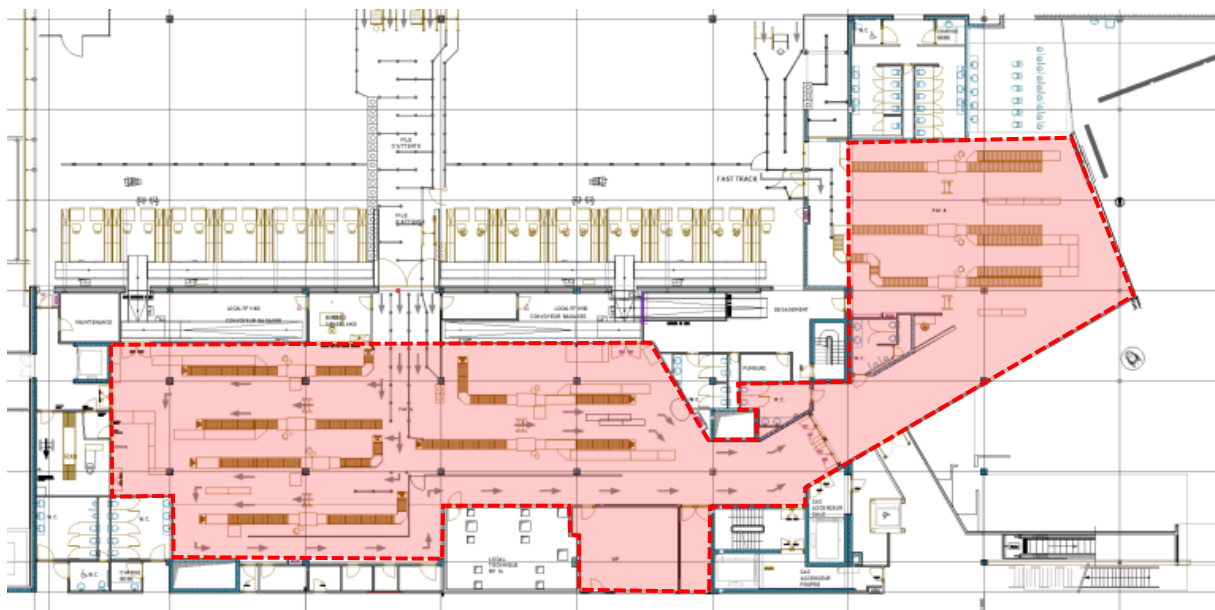


Illustration 78. Extension de la zone PIF actuelle objet d'affectation.

Source. AERTEC/BAG

Les équipements de l'actuel PIF seront déconnectés du courant électrique avant d'être démontés. Les circuits électriques d'alimentation devront être annulés dans les TGBT d'origine.

Les équipements d'éclairage intérieurs seront également démontés et mis à disposition du service de maintenance de BSCA pour stockage ou réutilisation.

Les éléments de détection d'incendie devront être détachés du système actuel avant sa déconnexion.

Le concessionnaire de la future zone commerciale aura l'obligation d'adapter la nouvelle extension aux exigences réglementaires en matière de protection contre les incendies.

Seront conservées toutes les techniques qui traversent la zone affectée au niveau du faux plafond servant d'autres zones voisines (conduits d'air, tuyauteries, chemins des câbles, etc.). Cependant, celles-ci pourront être aménagées si nécessaire afin d'optimiser leurs cheminements et libérer l'espace pour faciliter l'aménagement de l'espace commercial.

Local dégraisseur Ouest

Il s'agit d'un local technique situé au niveau +174 du côté ville, accessible par l'esplanade Ouest. Dans celui-ci se trouve un dégraisseur servant l'actuelle aérogare et est connecté au collecteur des eaux usées existant côté piste. Ce local se voit affecté par deux points :

- Evacuation des eaux usées du nouveau bâtiment
- Vidange du dégraisseur

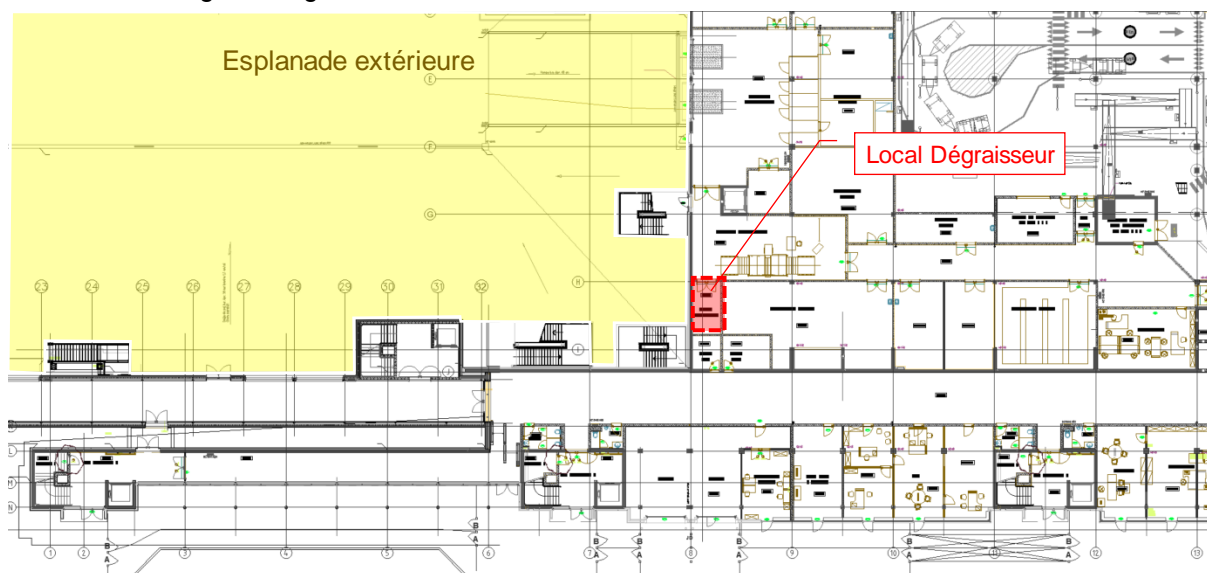


Illustration 79. Localisation du local du dégraisseur

Source. AERTEC/BAG

Concernant l'évacuation des eaux, la connexion du dégraisseur au collecteur existant et la mitoyenneté dudit local avec le nouveau bâtiment rend viable l'évacuation des eaux usées par ce local. C'est pourquoi ce local sera affecté par des travaux d'adaptation permettant d'habiller la connexion des eaux usées du nouveau bâtiment. La capacité de la conduite existante devra être confirmée par BSCA avant la phase projet.

Concernant vidange du dégraisseur, le nouveau bâtiment ne permettra pas de mener à bien cette tâche. C'est pourquoi, un conduit spécifique à cet usage sera installé et connecté au local dégraisseur jusqu'à la nouvelle façade Ouest.

Esplanade extérieure côté ouest

Cet espace extérieur à l'Ouest de l'aérogare, est actuellement destiné à différentes fonctions (parking personnel, zone logistique, compacteur de déchets, etc.). L'ensemble de cet espace se trouve affecté par les travaux et par le nouveau bâtiment. Concrètement, les éléments suivants sont analysés :

- Drainage superficiel de l'esplanade
- Drainage de la galerie technique
- Drainage de la toiture du quai Ouest
- Prises et rejets d'air sur la façade existante
- Auvent extérieur au niveau +180
- Relocalisation des compacteurs des déchets

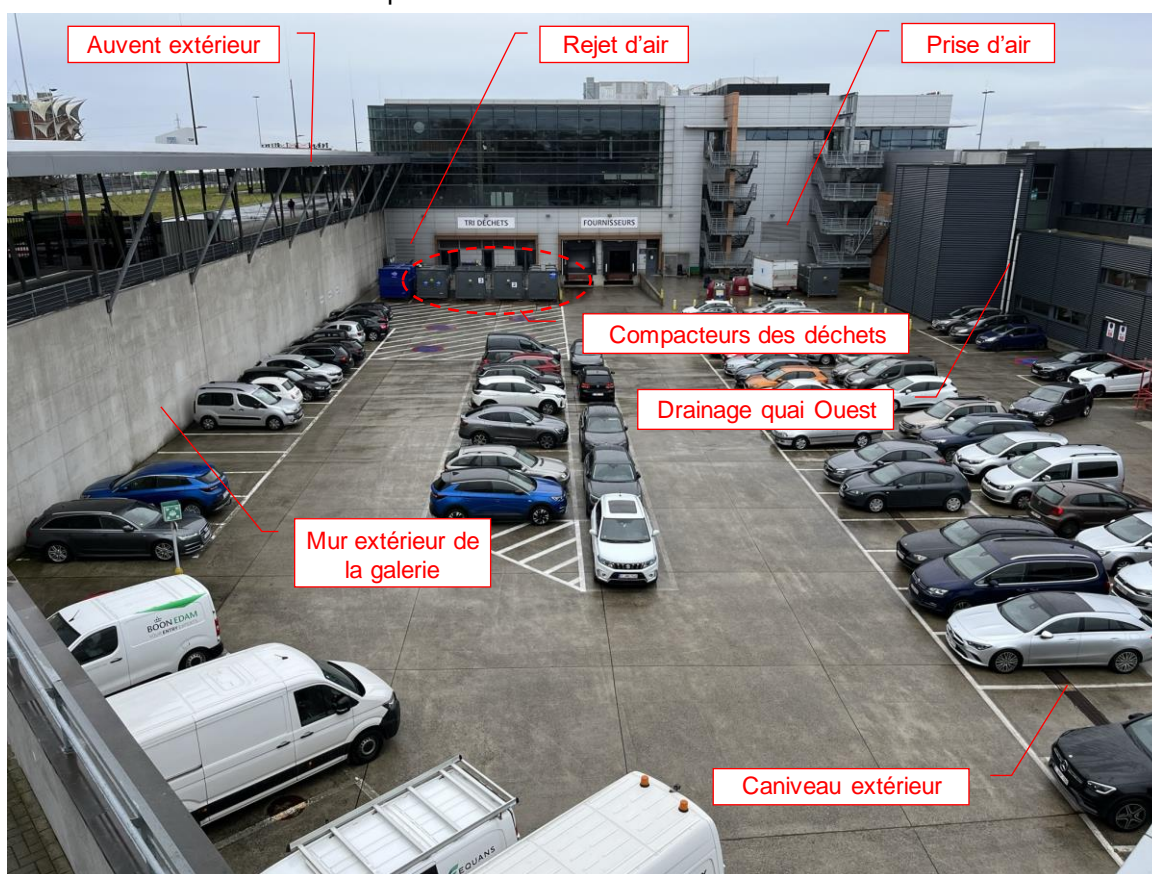


Illustration 80. Vue générale de l'état actuel de l'esplanade Ouest

Source. AERTEC/BAG

Drainage superficiel de l'esplanade, galerie technique et quai Ouest

L'esplanade extérieure compte avec un drainage superficiel composé d'un caniveau le long de l'axe central en direction Est-Ouest. Cet élément est connecté à un réseau de conduits souterrains connecté au collecteur des eaux pluviales existant du piste.

La configuration de ce drainage permet l'élimination de l'ensemble des éléments existants tout en conservant les points de connexion avec le collecteur principal pour l'évacuation des nouvelles toitures ainsi que pour la reconfiguration des éléments de drainage superficiel dans l'espace extérieur restant.

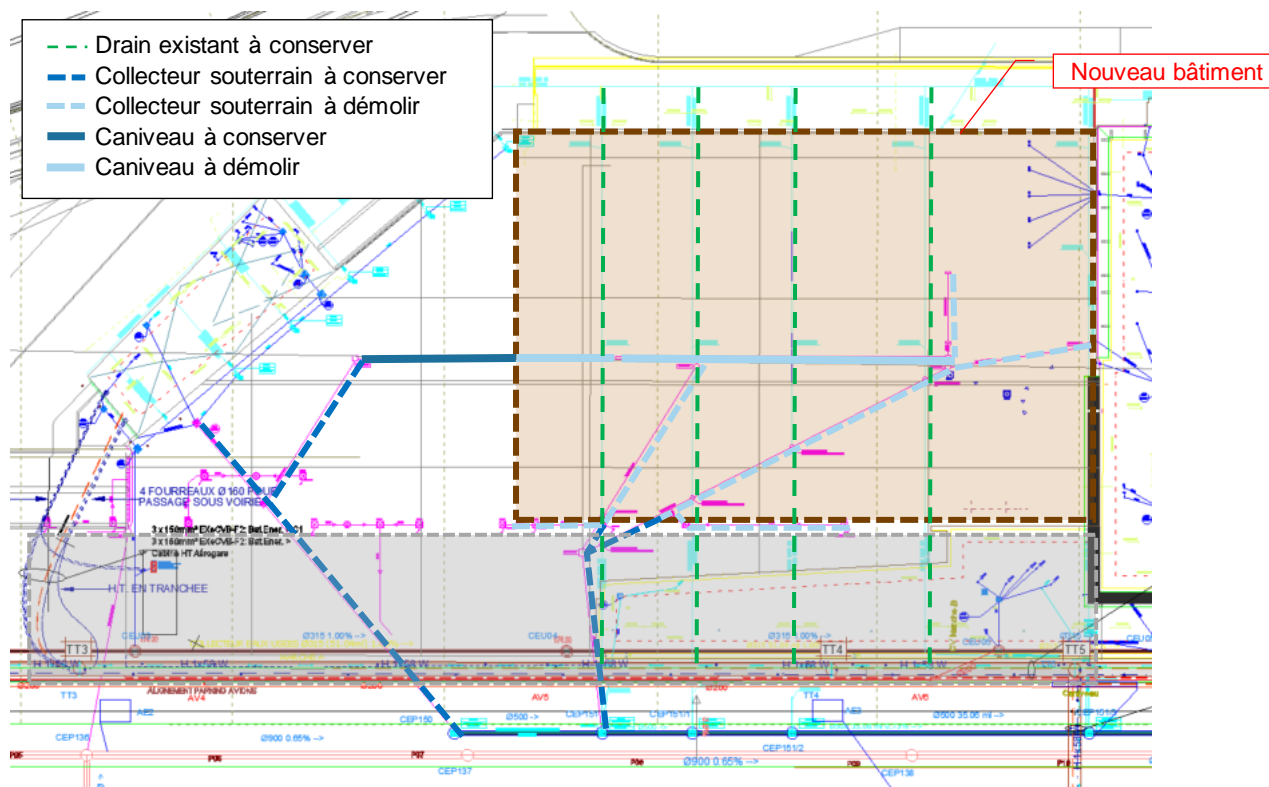


Illustration 81. Solution proposée pour les systèmes de drainage affectés au niveau +174
Source. AERTEC/BAG

Ce drainage est composé principalement par des drains de Ø110 mm qui traversent l'esplanade du Nord au Sud pour se connecter au collecteur principal des eaux pluviales. Il faudra les considérer lors de la phase projet et de l'exécution de la stabilité (Colonnes et fondations). En cas d'interférence avec un élément structural, le projet devra proposer la déviation desdits drains affectés.



Illustration 82. Chutes des eaux pluviales sur la façade Nord du quai Ouest
Source. AERTEC/BAG

Pour le drainage des eaux pluviales de la toiture du quai Ouest, on observe que les colonnes de chute sont affectées par la nouvelle construction, et par conséquent, il est nécessaire proposer leurs déviation en phase de projet. On propose que ces colonnes soient déviées vers la nouvelle installation de drainage du nouveau bâtiment au niveau +180.



Illustration 83. Vue des rejets et prise d'air existants sur la façade Ouest
Source. AERTEC/BAG

Prises et rejets d'air sur la façade existante

Concernant la façade ouest de l'aérogare actuelle, on observe l'existence des prises et rejets d'air qui se verront affectés par la nouvelle extension de l'aérogare. Concrètement, une prise sur la partie Sud de la façade au niveau +177, et des rejets sur la partie Nord au niveau +174. Il est nécessaire de conserver ces prises et rejets d'airs, c'est pourquoi nous proposons :

- Pour la partie Sud, utiliser la séparation existante entre les deux bâtiments pour disposer une gaine verticale communiquant avec l'extérieur au niveau +188.
- Pour la partie Nord, utiliser le couloir technique proposé dans le layout au niveau +174, en double hauteur et en parallèle avec la galerie technique existante, pour canaliser le rejet d'air vers l'extérieur.

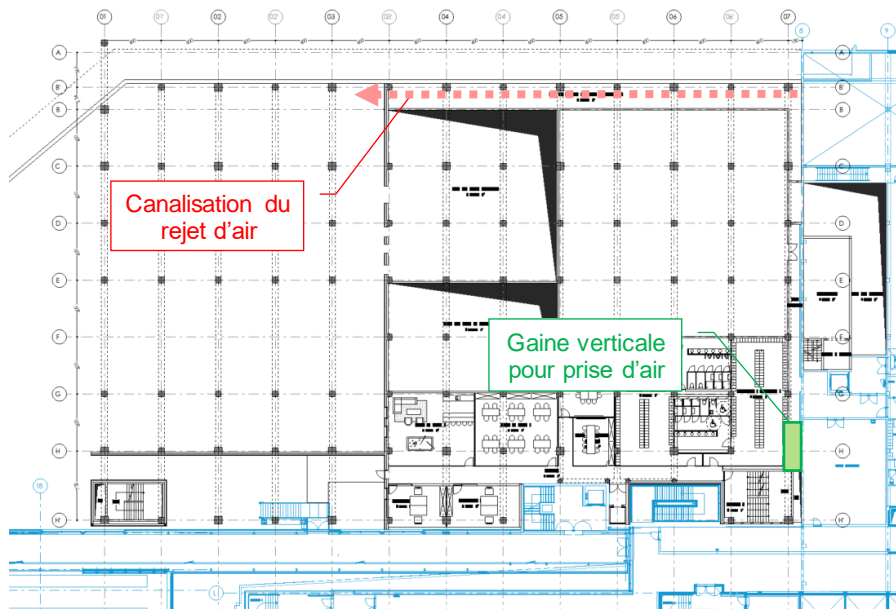


Illustration 84. Croquis de déviation des prises et rejets d'air existants
Source. AERTEC/BAG

Auvent extérieur au niveau +180

L'auvent extérieur, est un élément architectural existant qui se voit affecté par le nouveau bâtiment, et qui devra être démontée pour garantir sa stabilité structurelle. Cet élément compte actuellement avec des projecteurs d'éclairage encastrés dans le plafond en tôle perforée ainsi qu'avec des éléments

d'évacuation des eaux pluviales connectés à une seule descente verticale vers le réseau existant dans la galerie technique.



Illustration 85. Vue générale de l'auvent extérieur au niveau +180
Source. AERTEC/BAG

Avant son démontage, il sera nécessaire de déconnecter l'éclairage et procéder au démontage des projecteurs. De même, la descente des eaux pluviales devra être déconnectée.

Dans le cas de la réinstallation de l'auvent, il est proposé de remplacer les projecteurs actuels, équipés de lampes à décharge, par d'autres esthétiquement similaires mais équipés de lampes LED afin d'améliorer leur efficacité énergétique.

Relocalisation des compacteurs des déchets.

Concernant les compacteurs des déchets, ils devront être relocalisés vers un autre emplacement qui devra être confirmé par BSCA. Ce qui implique la nécessité de déconnecter du courant électrique les prises extérieures actuelles, servant à l'alimentation des compacteurs.



Illustration 86. Vue générale des compacteurs des déchets au niveau de l'esplanade.
Source. AERTEC/BAG

Pour la nouvelle localisation des compacteurs, il faudra considérer en phase de projet les nécessités suivantes :

- Prévoir des connexions électriques similaires aux actuelles.
- Prévoir un drainage superficiel de l'esplanade de localisation.
- Prévoir des éléments de communication verticale (monte-charge) dans le cas d'un emplacement autre que sur l'esplanade actuelle.

Boucle Haute Tension

Le nouveau bâtiment nécessitera d'une alimentation électrique qui au niveau de la haute tension par le biais d'un transformateur de puissance (voir section d'électricité), ce qui implique une connexion à la

boucle haute tension existante (10 kV). Cette connexion est proposée à proximité du bâtiment d'énergie actuel, et supposera une rupture de la boucle en deux points afin de pouvoir incorporer la nouvelle cabine HT.

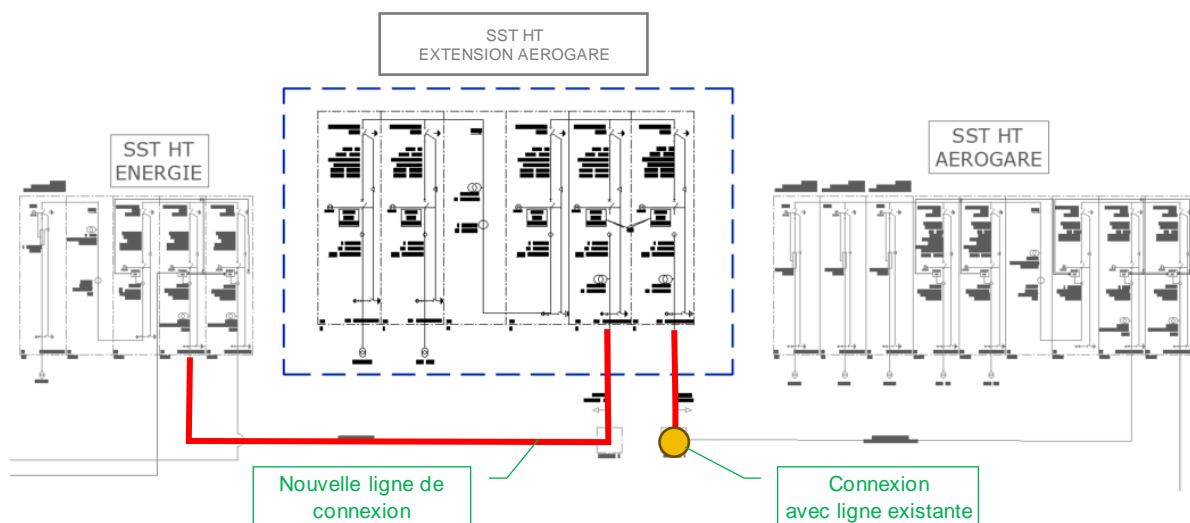


Illustration 87. Extrait de la boucle haute tension entre le bâtiment énergie et l'aérogare
Source. AERTEC/BAG

Pour la réalisation de cette opération on propose la déconnexion de la ligne qui relie les cabines BATIMENT D'ENERGIE et AEROGARE aux deux extrémités, les deux cabines restant momentanément alimentées en antenne.

Pendant la déconnexion on procèdera à la réalisation des tâches suivantes :

- Connexion entre la nouvelle cabine et le bâtiment d'énergie : une fois le bâtiment énergie déconnectée de la cabine de l'aérogare, installation d'un nouveau câblage avec des bornes de raccordement sur les deux extrémités.
- Connexion entre la nouvelle cabine et l'aérogare. Réutilisation du câblage qui reliait l'aérogare avec le bâtiment d'énergie.

Il s'agit d'une opération délicate, pendant laquelle il est primordial de garantir la continuité de l'alimentation en énergie électrique de l'ensemble de l'aéroport à chaque instant, ceci implique que cette intervention devra être programmée, planifiée, approuvée et coordonnée avec les responsables des services électriques de l'aéroport et de la compagnie de distribution.



5. Phasage

L'exploitation du terminal passagers devra être maintenue durant les phases de travaux qui se succéderont pour la réalisation du nouveau bâtiment du PIF. Les accès véhicules pour les techniques et la logistique devront également être maintenus durant le chantier.

Une étude de phasage précis sera menée lors du dossier de consultation des entreprises pour déterminer la succession des tâches et leur zonage. Des moyens devront dès lors être mis en place pour permettre à certains moments de pouvoir dispatcher des activités hors zone chantier.

En effet, l'espace destiné à recevoir la future extension du PIF est très étriquée au niv. +174. L'installation de chantier et les opérations devront se partager cette zone qui se révélera trop juste lors de certaines phases pour y maintenir toutes les activités de front. Des systèmes de transferts provisoire seront à mettre en place lors de ces phases d'activités déportées avec des containers préfabriqués à localiser sur l'esplanade du niv +180. Un monte-charge provisoire permettra de faire la liaison avec la zone existante au niv. +174 pour maintenir l'activité dans les meilleures conditions possible en phase transitoire.

