



DEVELOPPEMENT D'UNE STRATEGIE ET D'OUTILS POUR L'OPTIMISATION DE LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DU BATIMENT A MAYOTTE

Mayénergie-Plus

Mise à jour 2013 de Mayénergie 2009



IMAGEEN

Technopôle de la Réunion
8, rue Henri Cornu - BP 52005
97801 SAINT-DENIS Cedex 9

☎ : 02.62.21.54.43

📠 : 02.62.21.20.84

E-mail : bet.imageen@imageen.re



ESIROI

117 rue du Général Ailleret
97430 TAMPON

☎ : 02 62 57 95 53

📠 : 02 62 57 95 51

E-mail : garde@univ-reunion.fr

ETUDE COMMANDEE PAR



AVEC LA PARTICIPATION



EN PARTENARIAT AVEC



SOMMAIRE

1.	MISE A JOUR DE LA CHARTE MAYENERGIE – MAYENERGIE-PLUS	2
1.1.	RAPPEL DE LA CHARTE MAYENERGIE	2
1.2.	MISE A JOUR DE CHARTE MAYENERGIE	2
	<i>Présentation du document Mayénergie-Plus.....</i>	<i>2</i>
	<i>Objectifs, enjeux et conditions d'utilisation</i>	<i>3</i>
	<i>Rédacteurs</i>	<i>4</i>
2.	ZONAGE CLIMATIQUE ET DONNEES METEOROLOGIQUES	5
2.1.	METHODOLOGIE POUR LA GENERATION DES DONNEES METEOROLOGIQUES ANNUELLE HORAIRE	5
2.2.	ORIENTATION DES BATIMENTS PAR RAPPORT AUX BRISES THERMIQUES	7
2.3.	CONSEIL SUR LA GENERATION DE NOUVELLES DONNEES METEOROLOGIQUES	7
3.	CONCEPTION THERMIQUE DES BATIMENTS	8
3.1.	ENVIRONNEMENT DU BATI	8
	<i>Localisation du projet dans son environnement</i>	<i>8</i>
	<i>Végétalisation des abords.....</i>	<i>8</i>
3.2.	VENTILATION NATURELLE TRAVERSANTE	10
3.3.	ENVELOPPE DU BATIMENT – PROTECTION SOLAIRE.....	13
	<i>Facteur solaire des toitures.....</i>	<i>13</i>
	<i>Facteur solaire des parois verticales.....</i>	<i>13</i>
	<i>Facteur solaire des baies.....</i>	<i>14</i>
3.4.	RENOUVELLEMENT D’AIR – VITESSE D’AIR	15
	<i>Renouvellement d’air hygiénique</i>	<i>15</i>
	<i>Brasseur d’air.....</i>	<i>15</i>
3.5.	CAS DES BATIMENTS REHABILITES	17
4.	EXIGENCES POUR LES SYSTEMES ENERGETIQUES	18
4.1.	OBJECTIFS	18
4.2.	CONSOMMATION D’ENERGIE ELECTRIQUE GLOBALE.....	18
4.3.	ECLAIRAGE DES LOCAUX ET GESTION DE L’ALLUMAGE.....	19
4.4.	VENTILATION/CLIMATISATION	19
4.5.	EAU CHAUDE SANITAIRE	20
4.6.	MESURE DE LA PERFORMANCE.....	21
5.	CHANTIER VERT.....	22
5.1.	DEMARCHE DU CHANTIER VERT.....	22
	<i>Objectifs d’une bonne gestion d’un chantier vert</i>	<i>22</i>
	<i>Règles de base à respecter sur le chantier.....</i>	<i>22</i>
5.2.	NETTOYAGE DE CHANTIER.....	22
5.3.	GESTION DES FLUX	23
5.4.	LIMITER LA GENE DES RIVERAINS.....	23
5.5.	TRAITEMENT DES DECHETS	23
	<i>Définition d’un plan de gestion des déchets</i>	<i>24</i>

DES ANNEXES SONT DISPONIBLES A LA PAGE 25

1. MISE A JOUR DE LA CHARTE MAYENERGIE – MAYENERGIE-PLUS

1.1. RAPPEL DE LA CHARTE MAYENERGIE

Historiquement, le travail présenté dans ce document est l'amélioration de la charte Mayénergie. Cette charte a été éditée en mai 2009 par l'ADEME, le Conseil Général de Mayotte et EDM. La Charte Mayénergie est une initiative publique non contraignante qui s'adresse aux Maîtres d'Ouvrage qui souhaitent volontairement s'engager dans une démarche de développement durable au niveau de leurs bâtiments. Mayénergie n'est ni une réglementation ni un label.

La charte Mayénergie est une démarche souhaitant préfigurer une future réglementation thermique mahoraise et favoriser la recherche de solutions innovantes pour préparer les bâtiments de demain.

En ce sens, elle se fixait pour objectifs :

- la qualité de confort des bâtiments neufs,
- les performances énergétiques des bâtiments neufs.

Toutefois, les retours d'expérience ont montré que la charte Mayénergie avait ses limites. Notamment en ce qui concerne les exigences sur la ventilation naturelle traversante et sur la protection solaire des baies vitrées, d'où la volonté des pouvoirs publics de mettre à jour cette charte en la complétant par les critères manquants.

1.2. MISE A JOUR DE CHARTE MAYENERGIE

Présentation du document Mayénergie-Plus

La mise à jour 2013 a mis l'accent sur :

- l'environnement du bâti,
- les données météorologiques,
- la révision des facteurs solaires,
- la ventilation naturelle traversante,
- la révision des niveaux de consommation énergétique,
- la gestion des déchets de chantier,
- la création d'un outil d'aide à la conception.

Le présent document concerne les études d'optimisation thermique et énergétique, avec un volet sur le chantier vert. Il propose le contenu et les modalités de réalisation de ces études qui seront effectuées par des prestataires techniques. Ce document rappelle notamment les analyses à mener et les données minimales que le prestataire technique doit restituer aux responsables du bâtiment concerné.

Les projets devront respecter une des 2 méthodes présentées ci-dessous :

- l'analyse Mayénergie en respectant les seuils définis par le présent cahier des charges, en s'appuyant sur l'outil d'aide à la conception Mayénergie (fichier Excel);
- les études spécifiques justifiant de la performance énergétique atteinte par des solutions innovantes. Ces études pourront utiliser des simulations thermiques dynamiques, simulations d'éclairage naturel et simulations aérodynamiques.

Pour tout projet incompatible avec certaines prescriptions de la Charte Mayénergie, il est possible de proposer une solution alternative appuyée par des études détaillées de performance énergétique et références à la clé. Cette solution sera alors soumise à l'avis du Comité de Pilotage composé de l'ADEME, l'EDM, la DEAL et le Conseil Général.

Objectifs, enjeux et conditions d'utilisation

Objectifs : L'objectif de la charte Mayénergie, dont le concept est né en 2008 pour des projets de construction de bâtiments à Mayotte, est de :

- préfigurer une Réglementation Thermique à Mayotte
- donner des références d'optimisation thermique et énergétique à la profession
- préparer les bâtiments performants de demain
- favoriser la recherche de solutions innovantes
- animer un réseau de professionnels

Public visé : Cette charte s'adresse à la fois aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études et entreprises, chacun faisant bon usage à son niveau des informations délivrées.

Périmètre : La charte concerne à la fois les logements et les bâtiments tertiaires, dans le neuf et l'existant.

Statuts : Cette charte n'est ni un label, ni une réglementation au sens législatif du terme, mais peut devenir une obligation dans la commande du bâtiment selon l'usage qui en est fait des maîtres d'ouvrage. C'est un outil mis à disposition gratuitement.

Conditions d'utilisation : Le nom MAYENERGIE est la propriété des partenaires publiques, *l'utilisation du nom concerne uniquement le présent outil mis à disposition.* Il ne peut en aucun cas être utilisé pour qualifier une personne physique ou morale, ni un projet, puisqu'il n'existe pas à ce jour d'organisme certificateur qui apporterait validation de la conformité du projet à la charte.

Thématiques traitées : La nouvelle version de la charte Mayénergie va donc au-delà des objectifs généraux à atteindre et définit des règles de conception, sur un périmètre plus étendu que précédemment : thermique, énergétique, environnement du bâti et déchets de chantier.

Thématiques non traitées mais conseillées :

Les thématiques de HQE « Haute Qualité Environnementale » ne sont pas traitées dans cette charte. Il est conseillé néanmoins de les intégrer dans une démarche de qualité environnementale du bâtiment laissée en libre choix aux opérateurs. Cette démarche complémentaire, à titre d'exemple, pourrait contenir les grandes têtes de chapitres suivants, que l'on retrouve dans les référentiels nationaux et Outre-Mer HQE :

- management environnemental de l'opération (tableaux de bord, information),
- matériaux de construction (locaux, recyclés, à faible teneur carbone...),
- gestion de l'eau,
- gestion des déchets d'activité (outre les déchets de chantier),
- confort et santé (acoustique, olfactif, santé..., peintures...).

La démarche AEU® « Approche Environnementale de l'Urbanisme » complète la qualité environnementale des projets par une approche amont au moment de l'aménagement et de la rédaction des documents d'urbanisme pour favoriser la qualité environnementale du bâtiment. L'implantation des bâtiments sur une zone pour favoriser la ventilation naturelle est un enjeu majeur.

Rédacteurs

Ce document a fait l'objet d'un travail collectif avec le comité technique constitué d'administratifs, de maîtres d'ouvrage privés et publics, d'architectes, de bureaux d'études et d'entreprises.

Il a été rédigé conjointement par le bureau d'études IMAGEEN et par l'Université de La Réunion :

BE Imageen

Néjia Ferjani	nejia.ferjani@imageen.re
Eric Ottenwelter	eric.ottenwelter@inset.fr

Ecole d'Ingénieur ESIROI Département Construction Durable, Université de La Réunion

François Garde	francois.garde@univ-reunion.fr
Mathieu David	mathieu.david@univ-reunion.fr
Aurélien Lenoir	aurelie.lenoir@univ-reunion.fr

2. ZONAGE CLIMATIQUE ET DONNEES METEOROLOGIQUES

Les seules données météo complètes (irradiation, hygrométrie, pluviométrie, vent et température) disponibles à Mayotte sont celles de la station de Pamandzi.

Nota : En plus de ces données mesurables, il est important de noter l'influence non quantifiable des brises de terre et de mer comme présentées en annexes.

Le zonage proposé reste un zonage climatique unique.

Mayotte enregistre une température annuelle moyenne de 25,6°C. La pluviosité annuelle moyenne varie de 1 000 mm à 2 000 mm sur les plus hauts sommets. L'année se partage en deux saisons. L'été austral, qui correspond à la saison des pluies, s'étend d'octobre à mars. Les températures y sont particulièrement élevées avec un taux d'humidité important (environ 85 %).

Plus des trois quarts des précipitations ont lieu à cette période, qui correspond également à celle où Mayotte est exposée à des tempêtes cycloniques (bien que la plupart des cyclones perdent de leur puissance en traversant Madagascar). L'hiver austral, correspondant à la saison sèche, s'étend d'avril à septembre : les pluies se raréfient et les températures sont plus fraîches (entre 22°C et 25°C), du fait des alizés.

2.1. METHODOLOGIE POUR LA GENERATION DES DONNEES METEOROLOGIQUES ANNUELLE HORAIRE

Un fichier météorologique annuel de données horaires a été généré dans le cadre de ce travail. L'objectif est de permettre aux bureaux d'études de conception de faire des simulations thermiques dynamiques au pas de temps de l'heure.

Le fichier météo type de Mayotte a été généré avec l'outil Runéole¹. C'est une méthode basée sur l'analyse en séquences météorologiques types (la même que pour l'outil PERENE de La Réunion).

Caractéristiques des données traitées :

- Station : Météo de l'Aéroport de Pamandzi (12°46' Sud, 45°15' Est, UTC+3h, altitude = 7m)
- Période : 1/01/1991 - 31-12-2006 (15 ans)
- Paramètres mesurés : température d'air sous abri, humidité relative, rayonnement global horizontal, pluviométrie, vitesse et direction du vent à 10m

Le fichier est disponible aux formats suivants :

- Excel (*.xls)
- International Standard - Typical Meteorological Year (*.tm2)
- EnergyPlus (*.epw)
- Codyrun (*.mto)

¹M. David, L. Adelard, P. Lauret, F. Garde , A method to generate Typical Meteorological Years from raw hourly climatic databases, Building and Environment, Volume 45, Issue 7, July 2010, Pages 1722-1732

Tableau 1 : Données mensuelles moyennes de Pamandzi

	Temp d'air (°C)	Temp moy mini(°C)	Temp moy maxi (°C)	Humidité relative (%)	Cumul jour ray ^t (Wh/m ²)	Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent (°)	Cumul mensuel de la pluvio (mm)
Janvier	27,8	25,5	30,5	81,2	5533	4	232	214
Février	27,9	25,3	30,5	82,0	5196	3	219	140
Mars	27,9	25,2	30,7	82,3	5180	3	194	196
Avril	27,9	25,1	30,6	80,0	5466	3	187	74
Mai	27,3	24,9	29,6	76,0	5171	4	181	28
Juin	26,0	23,6	28,3	73,9	4985	5	175	11
Juillet	25,0	22,1	27,4	74,4	5021	5	171	9
Août	24,6	21,0	27,5	76,5	5653	4	168	10
Septembre	25,1	21,8	28,1	78,0	6024	3	176	25
Octobre	25,8	22,7	29,0	78,3	6325	3	173	26
Novembre	27,2	24,6	30,1	78,0	6107	3	154	79
Décembre	27,6	25,2	30,5	80,0	5942	3	174	118
Annuelle	26,7	25,5	30,7	78,4	5 550	3,5	184	930

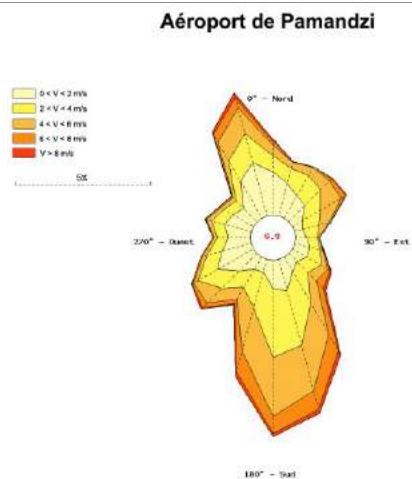
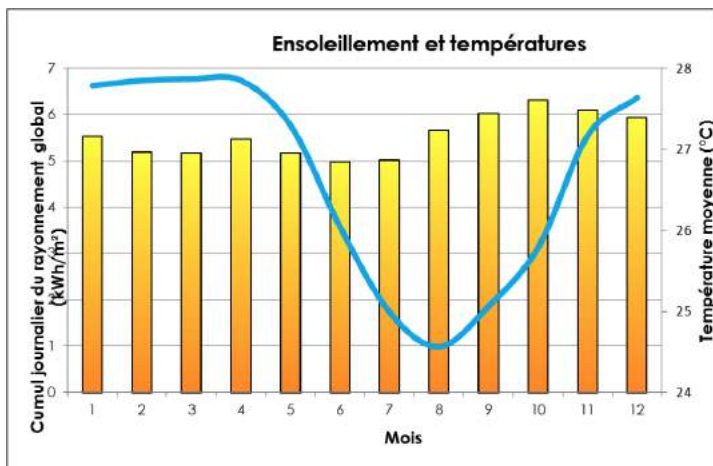
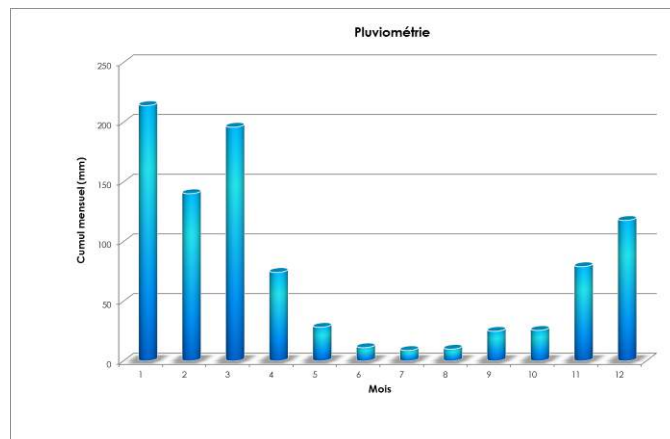
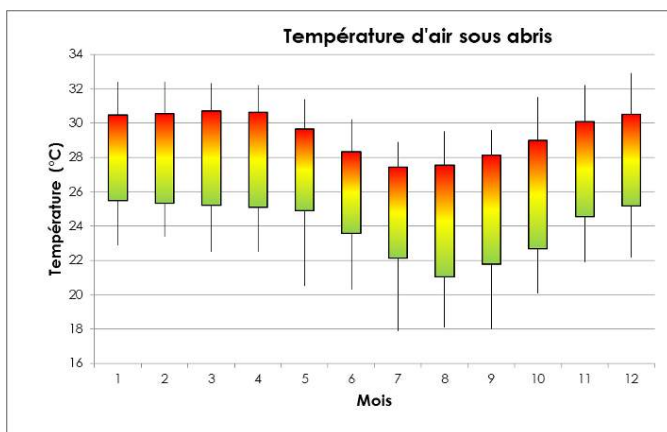


Figure 2.1 : Fiche climatique de la station de Pamandzi

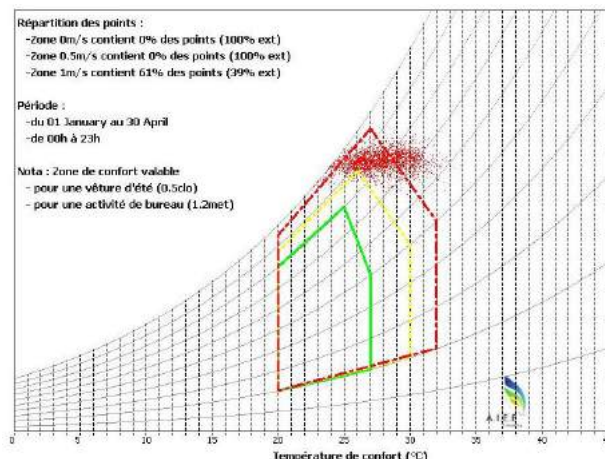
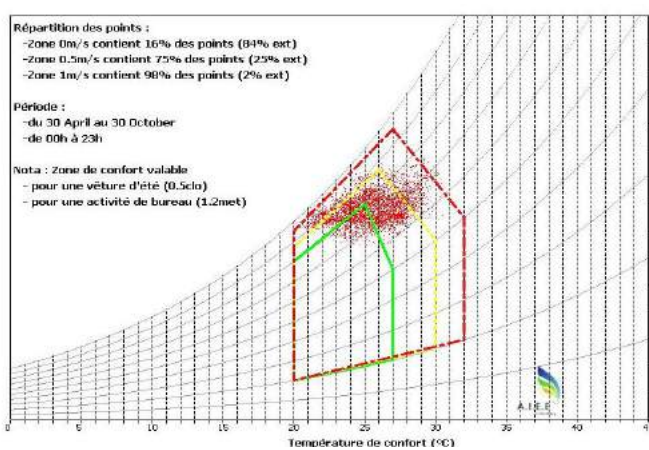
Saison humide1^{er} novembre – 30 avril**Saison sèche**1^{er} mai – 31 octobre

Figure 2.2 : Représentation du climat de Mayotte à l'aide des zones de confort de Givoni en saison humide (gauche) et en saison sèche (droite).

La figure 2.2 représente le climat de Mayotte pendant les saisons humide (gauche) et sèche (droite) reporté sur les zones de confort de Givoni. L'explication du diagramme de Givoni figure en annexe. On voit que pendant la saison sèche, la totalité des points entre dans la zone de confort rouge. Ce qui signifie que les bâtiments sont confortables à condition de pouvoir créer une vitesse d'air de 1 m/s (ventilation naturelle traversante). Pendant la saison humide (figure de gauche) le nuage de point est beaucoup plus « haut » que celui de la saison sèche, à cause d'un taux d'humidité plus important. On est 40 % du temps en dehors de la zone de confort rouge. Ce qui signifie que les occupants vont avoir légèrement chaud et humide 40 % du temps.

2.2. ORIENTATION DES BATIMENTS PAR RAPPORT AUX BRISES THERMIQUES

Le phénomène de brise thermique est provoqué par les différences de température entre la terre et l'océan. On distingue les brises de mer et les brises de terre soufflant respectivement le jour et la nuit. (cf Annexes pour des explications plus détaillées).

D'une manière générale, pour favoriser la ventilation des bâtiments, on essaiera d'orienter les façades principales perpendiculairement aux brises thermiques, soit face à la mer.

2.3. CONSEIL SUR LA GENERATION DE NOUVELLES DONNEES METEOROLOGIQUES

Fort du constat que les conditions climatiques constatées sur l'ensemble du territoire peuvent être différentes, mais à défaut de données météorologiques disponibles à ce jour sur le territoire, et dans l'attente de la mise en place d'un dispositif de mesure plus complet, outre la méthodologie ici présentée sur la base des données météo de Petite Terre, il est possible de mener une analyse complémentaire propre au site, sur la base d'enquêtes et/ou de mâts de mesure de plus de 10m. Dans ce cas, la station météorologique installée doit pouvoir enregistrer sur une période d'au moins un an les données suivantes au pas de temps de l'heure :

- température extérieure sous abri
- humidité relative extérieure
- vitesse et direction du vent à 10m
- ensoleillement direct et diffus.

3. CONCEPTION THERMIQUE DES BATIMENTS

3.1. ENVIRONNEMENT DU BATI

Localisation du projet dans son environnement

L'environnement immédiat du bâtiment a une influence déterminante sur les potentialités de ventilation naturelle du site. Suivant la configuration du relief, les orientations et l'existence de masques environnants, certains sites sont favorables à la ventilation naturelle, d'autres le sont moins.

Pour exploiter au mieux les potentialités offertes par le site, l'implantation du bâtiment doit répondre à quelques règles élémentaires :

- garder un espace dégagé suffisant vis-à-vis des masques (rangées d'arbres, constructions) situé au vent,
- éviter l'effet de masse en ménageant des intervalles suffisants entre bâtiments,
- aménager des espaces verts aux abords immédiats du bâtiment, sans que cette végétalisation devienne un obstacle aux flux d'air,
- orienter les façades principales en les exposant de préférence au vent dominant,
- avoir un bon compromis entre la ventilation naturelle et l'exposition des façades à l'ensoleillement. L'avantage à Mayotte est que les vents sont principalement nord/sud, orientation favorable à la protection solaire. En effet, le bâtiment devra privilégier des façades principales orientées Nord et Sud afin de limiter les périodes d'ensoleillement des façades principales,
- Les façades est et ouest devront privilégier les pignons et l'implantation des pièces d'eau ou autres locaux que les pièces de longues périodes d'occupation,
- Pour réduire l'effet de masque, lorsque plusieurs constructions sont à inscrire sur une parcelle, le plan de masse organisé suivant une disposition en quinconce est le meilleur compromis,
- En milieu urbain avec une forte densité de bâtiments, favoriser des espaces libres à l'arrière des projets pour permettre la ventilation naturelle.

Afin de valider les choix de conception, il est possible de faire réaliser une étude aéraulique couplée avec des essais en soufflerie.

Végétalisation des abords

Les surfaces bitumées et bétonnées aux abords du bâtiment doivent être évitées. Celles-ci augmentent en effet les apports thermiques et réchauffent l'air ambiant autour du bâtiment.

Pour cela, le sol fini autour du bâtiment doit être protégé efficacement de l'ensoleillement direct.

Il est recommandé de végétaliser sur une bande d'au moins trois mètres de large prioritairement les façades participant à la ventilation naturelle et sur au moins 80 % des façades ventilées.

Cette prescription est couramment satisfaite :

- Par une végétalisation du sol (pelouse, arbustes, végétation) aux abords du bâtiment ;
- Par toute solution de type écran solaire végétal situé au-dessus du sol et protégeant celui-ci (sol minéral ou sol fini) du rayonnement direct.

On privilégiera des parkings ombragés avec des arbres à hautes tiges ou des pergolas.

Livrables environnement du bâtiment :

Localisation du projet dans son environnement

- ✓ Situation géographique et zonage climatique
- ✓ Description de l'environnement du projet
- ✓ Orientation des façades principales et quantification des durées d'ensoleillement
- ✓ Description des régimes de vents vis-à-vis des façades principales

Végétalisation des abords

- ✓ Plan d'implantation faisant apparaître les surfaces végétalisées.

3.2. VENTILATION NATURELLE TRAVERSANTE

Une bonne ventilation naturelle à l'intérieur d'un bâtiment est obtenue par les effets du vent qui met en mouvement l'air dans le volume habité par balayage. Lorsque le vent est perpendiculaire aux façades principales, ses effets sur la ventilation naturelle sont maximums. On peut néanmoins avoir un angle de 45° entre la direction du vent et les façades principales du bâtiment pour que la ventilation naturelle traversante soit efficace.

L'effet de tirage thermique provoqué par l'air chaud plus léger que l'air froid participe et favorise également cette ventilation naturelle.

Le bâtiment doit donc être organisé pour que chaque logement, bureau, salle..., puisse être balayé par un flux d'air extérieur continu, qui entre, transite et sort par les baies ouvertes sur des façades opposées ou adjacentes.

Les ouvertures sont à répartir sur les façades pour une ventilation la plus homogène possible.

Tous les logements et entités au sein des bâtiments doivent être traversants (ie avoir ses deux ou trois façades, participant à la ventilation, donnant sur l'extérieur) de manière à optimiser les écoulements d'air à l'intérieur de celle-ci.

Le calcul de la porosité se définit par les règles suivantes :

1. La porosité de chaque pièce de vie du logement ou pièce à occupation prolongée d'un bâtiment tertiaire, doit être au moins égale à 25 % de la surface extérieure de la dite pièce² ;
2. La cuisine participe à la ventilation naturelle du logement qu'elle soit ouverte ou non sur le séjour. Elle doit présenter une surface minimum d'ouverture de 1m² ;
3. La salle de bain peut participer à la ventilation du logement seulement si les sanitaires sont indépendants ;
4. La façade principale³ ne doit pas présenter plus de 50 à 60%⁴ de la somme des surfaces d'ouvrants.

Nota :

- Le mode de calcul de la porosité est détaillé en annexe ;
- La ventilation d'un logement ne peut pas se faire par un autre logement ;
- L'agencement intérieur ne doit pas entraver la ventilation d'une façade à l'autre ;
- La porosité de la paroi intérieure doit au moins être égale à la porosité extérieure de la pièce (porte intérieure + imposte) ;

Tout projet présentant d'autres règles de ventilation (système de ventilation innovant, porosité différente...) doit justifier l'efficacité de la ventilation par des études complémentaires telles que des études aérauliques ou des études en soufflerie.

² Le mode de calcul de la porosité est détaillé en annexe

³ La façade principale est la façade présentant la plus grande surface d'ouvrants extérieurs

⁴ Dans le cas d'un bâtiment ventilé sur au moins 3 façades, il est conseillé de prendre un taux de répartition maximum de 50%. Pour un bâtiment ventilé sur 2 façades, ce taux de répartition pourra atteindre 60%.

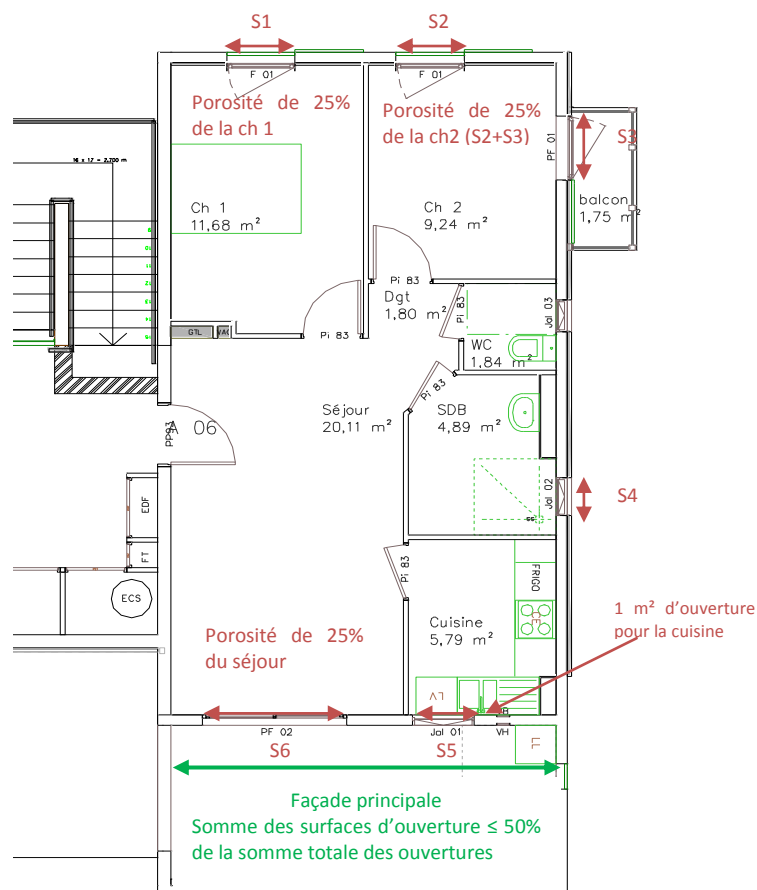


Figure 3.1 : Ventilation d'un logement sur trois façades

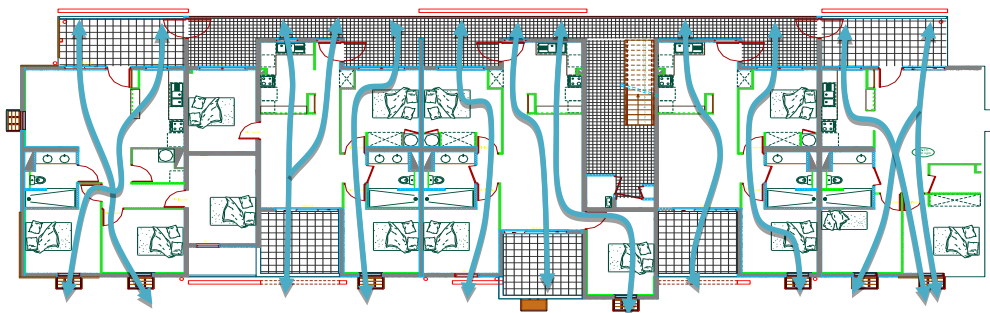


Figure 3.2 : Ventilation à l'échelle du bâtiment en logements collectifs

RECOMMANDATIONS POUR LA VENTILATION NATURELLE :

- ✓ *organiser l'espace du logement pour que les volumes nécessitant le plus de refroidissement (séjours, chambres) disposent d'entrées d'air directes ou situées au vent dominant,*
- ✓ *répartir les ouvertures pour une ventilation la plus homogène possible,*
- ✓ *disposer de préférence les ouvrants en position basse pour les façades orientées au vent et en position haute dans les façades sous le vent.*
- ✓ *préférer l'utilisation de jalousies ou autres dispositifs à lames orientables pour gérer au mieux les débits de ventilation en faisant varier la surface d'ouverture et les pertes de charge.*
- ✓ *surdimensionner le taux d'ouverture des baies en façades sous le vent comparé à celui des façades au vent*

Livrable ventilation naturelle :

Une note justificative devra être produite afin de valider les trois critères de ventilation :

- ✓ Plan justifiant du caractère traversant des locaux
- ✓ Note de calcul du taux de porosité des façades
- ✓ Note justifiant du taux d'ouverture minimale des locaux
- ✓ Etudes complémentaires

3.3. ENVELOPPE DU BATIMENT - PROTECTION SOLAIRE

Les apports thermiques liés au rayonnement solaire par les parois verticales (murs, fenêtres) et la toiture représentent l'essentiel des apports thermiques à l'intérieur d'un bâtiment. Le reste étant produit par les équipements divers utilisés à l'intérieur et les personnes. La protection solaire qui vise à réduire ces apports, consiste à protéger les parois de l'enveloppe du bâtiment exposées aux rayonnements directs. Cette protection doit être d'autant plus efficace que les parois les plus exposées ; c'est le cas des toitures.

La protection solaire s'applique prioritairement aux pièces principales (séjours, chambres, salles de classe, bureaux....), que ces pièces soient climatisées ou non.

Pour les parois opaques (murs, toitures), la protection solaire résulte de la combinaison de 3 éléments :

1. le choix des matériaux qui composent la paroi extérieure, disposant d'une capacité suffisante pour résister à la pénétration du flux de chaleur. On utilisera préférentiellement des matériaux isolants thermiquement.
2. un ombrage suffisant des parois par un effet de « pare-soleil » (débords des toitures, auvents, brise-soleil, horizontaux ou verticaux, ...),
3. la teinte de la surface exposée avec une préférence pour les couleurs claires.

Les performances des parois en termes de protection solaire sont caractérisées par un indicateur appelé le facteur solaire. Ce facteur représente la fraction du rayonnement solaire qui rentre dans le bâtiment. Les sections suivantes vont donner les niveaux de facteur solaire à ne pas dépasser en fonction du type de paroi (toiture, mur, vitrage). Le facteur solaire peut être calculé soit manuellement (voir annexe), soit en utilisant l'outil Excel proposé par l'ADEME.

Facteur solaire des toitures

Afin de minimiser les apports thermiques provenant des toitures, une isolation devra être prévue.

Le critère retenu pour justifier de la performance thermique d'une toiture est le facteur solaire.

Il correspond au rapport de l'énergie transmise par la paroi à l'intérieur du bâtiment pendant les heures d'exposition à l'ensoleillement / l'énergie reçue par la paroi pendant les heures d'exposition à l'ensoleillement.

L'exigence de facteur solaire S devra être inférieure ou égale à 0,02.⁵

Nota : la toiture de la varangue est soumise à la même exigence.

Facteur solaire des parois verticales

Afin de minimiser les apports thermiques provenant des parois, une protection solaire devra être prévue.

Le critère retenu pour justifier de la performance thermique d'une toiture est le facteur solaire.

Il correspond au rapport de l'énergie transmise par la paroi à l'intérieur du bâtiment pendant les heures d'exposition à l'ensoleillement sur l'énergie reçue par la paroi pendant les heures d'exposition à l'ensoleillement.

Le facteur solaire équivalent moyen S des parois verticales en contact avec l'extérieur des pièces principales est inférieur ou égal à la valeur du facteur solaire équivalent de référence $S = 0,05^6$.

⁵ Le mode de calcul du facteur solaire S des toitures est détaillé en annexe

⁶ Le mode de calcul facteur solaire S des parois verticales est détaillé en annexe

Facteur solaire des baies

Le facteur solaire des baies des pièces principales est inférieur ou égal à la valeur de référence $S_{\max}$ précisée dans le tableau ci-dessous ou le facteur solaire moyen des baies S_{moy} est inférieur à la valeur de référence $S_{\max}$.

Tableau 2 : détermination des facteurs solaires selon l'orientation

Orientation ⁷	$S_{\max}$
Nord et sud	0,3
Est et ouest	0,25

Nota :

- le non-respect des exigences de performance thermique doit être justifié par des études thermiques dynamiques justifiant d'un niveau de confort équivalent,
- les masques lointains et l'environnement proche (impact d'une montagne, d'une forêt ou de bâtiments proches) peuvent être intégrés dans les études de protections solaires. Ils doivent toutefois être justifiés par des héliodons et / ou des diagrammes solaires.
- Toutefois, l'impact de la végétation future d'une opération ne pourra pas être prise en compte dans le calcul des facteurs solaires, à cause de son caractère aléatoire (pas d'arrosage, pas d'entretien). Seule la végétation existante sur le site au moment de l'étude peut être considérée.

Livrable protection solaire :

Une note justificative devra être produite pour :

- ✓ Chaque type de toitures rencontré afin de valider le critère atteint ;
- ✓ Chaque type de parois rencontré afin de valider le critère atteint ;
- ✓ Chaque type de baies rencontré afin de valider le critère atteint ;
- ✓ Etudes complémentaires justifiant de l'efficacité de la protection solaire.

⁷La détermination des orientations est définie en annexe

3.4. RENOUELEMENT D'AIR – VITESSE D'AIR

Renouvellement d'air hygiénique

La ventilation et le renouvellement de l'air des pièces de service (pièces humides dans les logements et les sanitaires des bâtiments tertiaires) doivent être réalisés par ouverture sur l'extérieur ou tout système passif d'extraction.

Le renouvellement d'air neuf réglementaire peut être atteint par de la ventilation naturelle, puisqu'il n'est pas spécifié dans les textes qu'il doit être mécanique.

De manière exceptionnelle, si une pièce de service ne dispose pas d'ouverture de taille suffisante, elle doit être équipée d'un système de ventilation mécanique dont les débits sont définis par pièce dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : détermination des débits d'extraction des pièces humides

PIÈCE	DÉBIT MINIMUM D'AIR EXTRAIT
Cuisine	Pour un logement de type 1 et 1 bis : 20 m ³ /h Pour un logement de type 2 : 30 m ³ /h Pour un logement de type 3 et plus : 45 m ³ /h
Salle de bains	Pour un logement de type 1 ou 2 : 15 m ³ /h Pour un logement de type 3 et plus : 30 m ³ /h
Cabinet d'aisances	15 m ³ /h
Sanitaires tertiaires	Dimensionnement spécifique selon projet

Brasseur d'air

Le brasseur d'air est un élément fondamental lors de la conception de bâtiments à basse consommation en milieu tropical. Il permet de créer une vitesse d'air de 1 m/s lorsque la ventilation naturelle est insuffisante.

La mise en œuvre de brasseur d'air est obligatoire dans toutes les pièces de vie (varangue incluse) et pièce à occupation prolongée à raison d'un brasseur d'air pour 10 m².

Nota : En cas de problème technique de pose de brasseurs d'air au plafond, il est possible de mettre en place d'autres systèmes de ventilateurs moins performants (mural, sur pied...). Cette solution ne doit être proposée qu'en dernier recours.

RECOMMANDATIONS POUR LES BRASSEURS D'AIR :

- Moteur garanti à vie ;
- Commande manuelle individuelle avec 3 niveaux de vitesse (petite, moyenne et grande) ;
- Pâles en bois ou matière plastique avec un angle d'attaque de 10° minimum (pâles en métal à éviter) ;
- Hauteur minimale de mise en œuvre recommandée : 2,3m ;
- Privilégier les brasseurs d'air de grand diamètre (supérieur à 120 cm) ;
- Prévoir un brasseur d'air pour 10 m² dans le résidentiel, le tertiaire ou bâtiments à usage d'enseignement ;
- Possibilité de spécifier le type de brasseur d'air dans les CCTP et DCE. Une liste non exhaustive de brasseurs d'air est disponible en annexe.

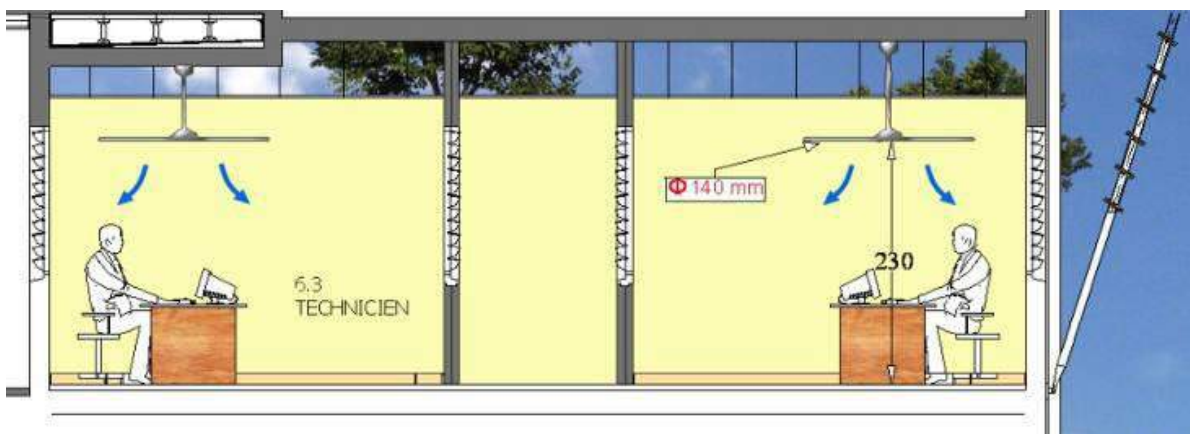


Figure 3.3 : Installation de brasseurs d'air dans des bureaux.

Nota : Les bâtiments tertiaires climatisés doivent être obligatoirement équipés de brasseur d'air.

En effet, ceux-ci permettent :

- de se passer de la climatisation pendant la saison sèche ;
- de retarder l'usage de la climatisation ;
- d'avoir des températures de consigne de climatisation élevées (29°C) si ceux-ci sont utilisés en même temps que la climatisation.

Ainsi, l'usage des brasseurs d'air dans un bâtiment tertiaire permet de faire entre 40 % et 80 % d'économies sur la facture d'électricité. Un mètre carré de surface climatisée consomme 100 kWh électrique /m².an. Avec un brasseur d'air couplé à la climatisation, la consommation est de l'ordre de 60 kWh/m².an.

Dans un bâtiment traversant bien conçu, la consommation d'un brasseur d'air sans la climatisation est de l'ordre de 3 kWh/m².an.

Tableau 4 : Comparatif des consommations en fonction de différentes solutions de conditionnement d'air

Usage	Consommation annuelle (kWh électrique/m ² .an)
Climatisation centralisée	100
Climatisation centralisée couplée à un brasseur d'air	50
Brasseur d'air uniquement	3

Livrable brassage & renouvellement d'air :

Une note justificative devra être produite en indiquant :

- ✓ Le type de traitement d'air (naturel ou mécanique) ;
- ✓ Les caractéristiques des brasseurs d'air mis en œuvre ;
- ✓ Plans d'électricité avec positionnement de l'éclairage, des brasseurs d'air par rapport au mobilier.

3.5. CAS DES BATIMENTS REHABILITES

La mise en œuvre de l'ensemble des actions d'amélioration de l'enveloppe lors d'une réhabilitation d'un bâtiment peut s'avérer impossible sur le plan technique et financier. Cependant, il y a des actions plus prioritaires que d'autres à mettre en œuvre pour permettre l'amélioration du confort thermique des usagers et par conséquent améliorer le niveau de performance énergétique globale.

Lors des études de conception, il est indispensable de quantifier l'impact de diverses actions envisagées pour permettre de définir cette priorité dans la mise en œuvre et d'identifier l'arbitrage financier qui en découle. Pour ce faire, des outils adaptés à Mayotte existent notamment l'outil Batipéi qui quantifie l'impact des actions par un niveau de degré de surchauffe à l'intérieur d'un bâtiment (ex : si à l'état initial, le niveau de température intérieure est de 4°C supérieure à la température extérieure, l'état réhabilité doit réduire cet écart à 2°C maximum).

Toutefois, il est possible de hiérarchiser les actions d'améliorations thermiques par ordre de priorité décroissante :

1. Isolation de la toiture,
2. Protection solaire des baies,
3. Amélioration des facteurs solaires des parois horizontales et verticales par de la couleur claire,
4. Augmentation de la ventilation (porosité des façades, porosité intérieure, ouvertures en partie haute, ventilation mécanique),
5. Protection solaire des parois verticales.

Nota : Pour l'ensemble des mesures, les niveaux d'exigences sont les mêmes que définis pour un bâtiment neuf.

4. EXIGENCES POUR LES SYSTEMES ENERGETIQUES

4.1. OBJECTIFS

Les objectifs de Mayénergie sont de définir les exigences qualitatives minimum des équipements techniques mis en œuvre dans les bâtiments à usage de logement ou tertiaire.

Ces niveaux minimaux sont décomposés par typologie d'usage : conditionnement d'air, éclairage, eau chaude sanitaire, autres secteurs de consommations, et répartis par typologie de bâtiments listés ci-dessous :

- logements ;
- bâtiment de bureaux et administration ;
- bâtiment d'enseignement ;
- hébergement de tourisme.

4.2. CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE GLOBALE

Note préliminaire : Les unités utilisées sont les kWh électriques par mètre carré de surface utile. Les données actuelles disponibles sont dans cette unité.

Les performances fixées par Mayénergie 2013 concernent le ratio annuel de la consommation totale d'un site tous usages confondus :

Tableau 5 : Valeurs seuil des consommations énergétiques selon la catégorie des bâtiments (en kWh/m² de surface utile)

	Valeur de référence en kWh électrique/m ² utile/an	MayEnergie Plus en kWh électrique/m ² utile/an
Logements ⁸	25 - 45	15 - 30 ⁹
Bâtiment de bureaux et administration ¹⁰	79 – 165	50 - 80
Bâtiment d'enseignement ¹¹	20 – 50	15 - 35
Hébergement touristique (gîte, hôtel et restaurant ¹²)	66 - 260	45 - 150

Le ratio de consommation électrique finale du projet rapporté à la surface utile (SU), exprimé en kWh/m²/an, doit être inférieur à un seuil en fonction de la typologie du bâtiment.

Pour atteindre ces objectifs, il faut assurer les volets suivants :

- une bonne conception de l'enveloppe et de la structure du bâtiment contribue à réduire les besoins en énergie du bâtiment, principalement pour le refroidissement, la ventilation et l'éclairage,

⁸ Sur la base des consommations mesurées par Imageen en 2012 à Mayotte et sur la campagne de mesures menée en 2006 à la Réunion.

⁹ Le retour d'expérience de Mayénergie montre que les consommations totales dans les logements sont à environ 18 kWh/m²su/an

¹⁰ Sur la base des diagnostics ARER réalisés en 2011 sur 11 bâtiments à Mayotte. Les valeurs trop éloignées sont écartées de l'intervalle retenu (24 kWh/m²/an et 414 kWh/m²/an).

¹¹ Consommation établie à partir de données EDM 2012/2013 sur 9 collèges et 6 lycées mahorais. Les calculs sur les écoles primaires sont en cours.

¹² Consommation établie à partir des données EDM 2012/2013 de 14 sites mahorais avec la méthodologie Min-Max

- La répartition des apports internes dans un bâtiment sont également un enjeu important afin de limiter les systèmes techniques permettant de répartir ces apports,
- Réduire la consommation d'énergie due au refroidissement, à l'éclairage, à l'eau chaude sanitaire, à la ventilation, et aux auxiliaires de fonctionnement.

4.3. ECLAIRAGE DES LOCAUX ET GESTION DE L'ALLUMAGE

D'une manière générale, privilégier l'éclairage naturel en évitant toutefois le rayonnement direct sur les occupants. Pour cela, le concepteur devra calculer les facteurs de lumière de jour (FLJ, le niveau d'éclairement naturel moyen et l'autonomie à l'éclairage naturel par rapport à un seuil fixé) dans tous les espaces éclairés naturellement.

Optimisation protection solaire/Eclairage naturel

Il sera nécessaire de réaliser des simulations thermiques dynamiques et d'autonomie d'éclairage pour optimiser le dimensionnement des protections solaires des baies vitrées.

- Détermination de l'autonomie en éclairage naturel
- Adaptation de l'éclairage artificiel par rapport au niveau d'éclairement naturel
- Optimisation des puissances d'éclairage installées au juste besoin selon l'activité
- Adaptation de la commande au type d'usage (Détection de présence pour les lieux de passage, gradation en fonction de la luminosité naturelle....).

Exigences en terme de densité de puissance installée par mètre carré de surface utile

Pour le secteur résidentiel, l'usage des lampes à basse consommation est obligatoire.

Pour le secteur tertiaire, il est exigé une densité de puissance installée de 7 W/m² maximum.

Il est recommandé d'éviter les luminaires de type 4 X 18W et de privilégier les solutions de type luminaires T5 ou T8 en 2 x 24 W ou 3 x 14 W ou encore un éclairage d'ambiance à 150 lux couplé à des lampes de bureau assurant les 300 lux sur le plan de travail.

4.4. VENTILATION/CLIMATISATION

Les bâtiments Mayénergie Plus, bien conçus, ne nécessitent pas le recours à la climatisation. Elle doit être un moyen exceptionnel pour atteindre le confort thermique des utilisateurs, notamment pour le tertiaire.

La mise en œuvre d'une installation de climatisation s'accompagne obligatoirement d'un système mécanique de renouvellement d'air hygiénique.

La ventilation doit prioritairement être naturelle, puis mécanique (brasseur d'air) et enfin rafraîchie. Cela définit trois modes de fonctionnement du bâtiment :

- ✓ Période sèche : ventilation naturelle,
- ✓ Période intermédiaire : ventilation naturelle + brasseur d'air,
- ✓ Période chaude et humide : rafraîchissement + brasseur d'air.

Pour une bonne performance énergétique du bâtiment, il est impératif d'équiper le bâtiment, quelque soit son usage, de brasseur d'air et de dimensionner la climatisation pour un mode de rafraîchissement : Utilisation conjointe de brasseur d'air et de climatisation avec des températures de consigne de 26 à 28 °C.

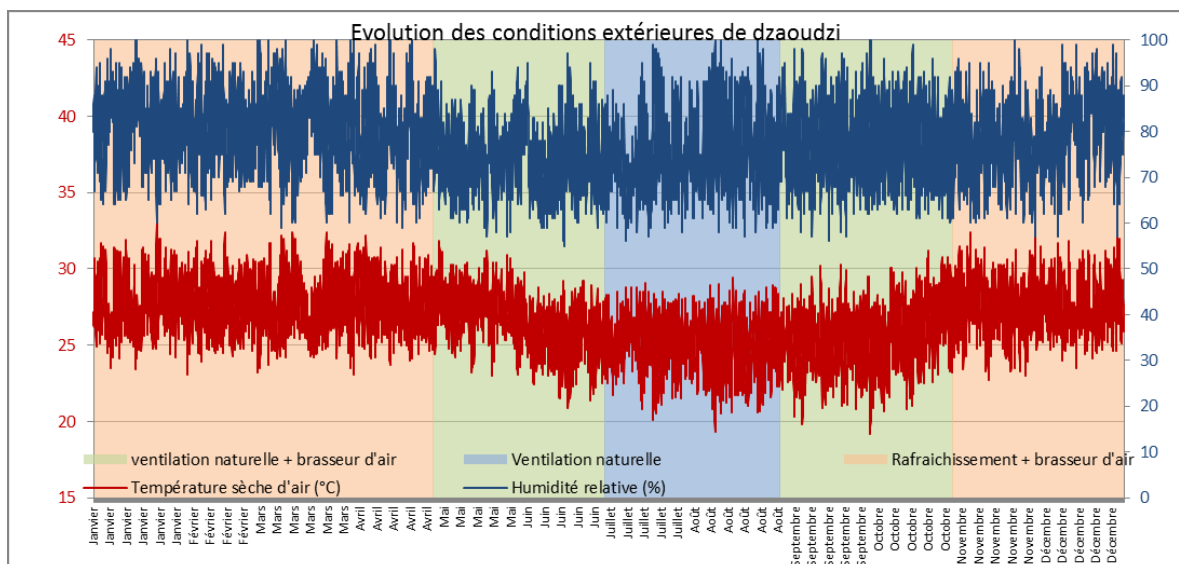


Figure 4.1 Exemple de scénarios d'utilisation des options de rafraîchissement en fonction de la température du local

La mise en œuvre de la climatisation doit:

- Etre justifiée par un dimensionnement tenant compte de la performance thermique du bâti et des conditions climatiques réelles du site,
- Présenter des performances énergétiques EER >3 pour système centralisé ou individuel,
- Les unités extérieures doivent être correctement ventilées et à l'ombre,
- Etre accompagnée d'un mode de gestion pour le fonctionnement journalier, hebdomadaire et annuel. L'objectif étant de limiter le fonctionnement à la période d'utilisation de la journée ouvrable et de limiter le fonctionnement à la saison chaude et humide.

Nota : Il faut prévoir des systèmes indépendants pour des locaux sensibles comme les locaux serveurs.

4.5. EAU CHAUDE SANITAIRE

A Mayotte, l'utilisation de l'eau chaude sanitaire n'est pas répandue systématiquement dans les usages courants. La mise en œuvre d'installation d'eau chaude sanitaire doit être fonction de la typologie des bâtiments :

- Logements collectifs : Obligation de la production d'eau chaude solaire sans appoint électrique (la mise en place d'appoint électrique doit être justifiée par une incapacité technique de la production solaire. Dans ce cas l'appoint électrique doit être manuel et temporisé);
- Logements individuels : Si l'eau chaude s'avère nécessaire, celle-ci devra être produite par un système solaire sans appoint ;
- Pour les autres typologies de bâtiment tertiaires, lorsque l'usage de l'eau chaude s'avère nécessaire et suffisamment régulière, celle-ci devra être produite par un système solaire. La nécessité de l'appoint électrique devra être vérifiée.

L'installation de production d'eau chaude doit obligatoirement respecter la charte de qualité des installations de chauffe-eau solaires à Mayotte à savoir :

- Un taux de couverture solaire annuel moyen de 70 % ;
- Une inclinaison des panneaux solaires par rapport à l'horizontale comprise entre 10 et 40° avec un optimum à 15° ;
- Pour les logements, les installations solaires doivent être fournies sans appoint électrique ;
- Note de calcul justifiant le dimensionnement via un logiciel type SOLO 2000 ;

- Pour les installations de production et de stockage centralisés, le mode de gestion de l'installation solaire et de l'appoint électrique doit être justifié.

4.6. MESURE DE LA PERFORMANCE

La consommation du bâtiment devra être mesurée au moins pendant 2 ans après la livraison de ce dernier afin de vérifier si les objectifs fixés ont bien été atteints.

Pour les gros bâtiments tertiaires, il est recommandé de mettre en place un système de mesure énergétique par principaux usages :

- climatisation (production, distribution, auxiliaires) ;
- éclairage ;
- prises de courant ;
- compteur général bâtiment.

Livrable performance énergétique :

- ✓ Un bilan de puissance générale et par usage ;
- ✓ Un bilan de consommation prévisionnel du bâtiment et par usage avec les hypothèses de fonctionnement ;
- ✓ Des simulations en éclairage naturel ;
- ✓ Le type d'éclairage artificiel (intérieur, extérieur, par type de local : sanitaire, circulation, bureau, salle de classe, pièce principale...) : ratio de puissance, mode de gestion par rapport à l'éclairage naturel et en fonction des périodes de fonctionnement des bâtiments ;
- ✓ Une note de calcul de dimensionnement de la climatisation et ses performances énergétiques ;
- ✓ Une note de calcul de dimensionnement des installations solaires avec type de capteurs, taux de couverture solaire et mode de gestion éventuel ;
- ✓ Un bilan sur les 2 premières années de la consommation réelle :
 - Consommation générale pour le tertiaire et les logements ;
 - Détails sur les principaux usages comme la climatisation et l'éclairage pour le tertiaire.

5. CHANTIER VERT

5.1. DEMARCHE DU CHANTIER VERT

Le « Chantier Vert » nécessite une organisation et une préparation dès la phase de conception prenant en compte le respect de l'environnement et des riverains. Afin de limiter les impacts environnementaux dus au chantier (pouvant avoir des conséquences sur l'économie du projet), le chantier doit être étudié dès la phase « conception du projet ».

Lors de la consultation des entreprises et de l'attribution des marchés, une charte de chantier vert doit être une pièce contractuelle au marché de chaque entreprise.

Objectifs d'une bonne gestion d'un chantier vert

- **Préserver l'environnement.** Le recyclage des déchets permet une économie importante des ressources naturelles et limite la pollution par enfouissement ou décharges sauvages
- **Réaliser des économies pour le chantier.** Une bonne gestion des déchets sur chantier permet de réduire fortement les coûts d'évacuation des déchets
- **Réduire les nuisances du chantier.** Une bonne gestion des déchets permet de limiter l'impact visuel, les envols de déchets et poussières....
- **Sensibiliser et former les ouvriers à la bonne gestion des déchets et à la propreté quotidienne du chantier.**
- **Informers les riverains de la démarche environnementale.** Une note d'information diffusée aux riverains décrivant le projet, les risques de nuisances engendrées permet d'éviter ou de limiter les conflits que peut générer le chantier avec son voisinage.
- **Améliorer les conditions de travail sur le chantier.** Un chantier rangé, sans déchet laissé au sol permet une amélioration des conditions de travail, une réduction de la pénibilité des tâches et une augmentation des rendements.

Règles de base à respecter sur le chantier

- Interdiction de brûler les déchets sur le chantier,
- Ne pas enfouir des déchets autres qu'inertes sur le chantier,
- Disposer des bennes de chantier signalisées et placées proches des sources de production de déchets,
- Réaliser un nettoyage du chantier régulièrement,
- Respecter le tri des déchets dans les bennes
- Ne pas mettre de déchets dangereux dans les bennes à Ordures Ménagères
- Evacuer les bennes pleines

5.2. NETTOYAGE DE CHANTIER

Chaque entreprise s'engage, au quotidien, à maintenir la propreté du chantier et doit s'assurer du respect des instructions de la charte :

- Propreté de la voie publique et des points où sont exécutés les travaux en dehors du chantier ;
- Clôture entourant le chantier ouvert sur la voie publique assurant une protection et une interdiction d'accès à toute personne étrangère au chantier.
- Assurer le nettoyage régulier du chantier et des voies d'accès.
- Limiter les nuisances liées à la poussière par l'humidification des voies de circulation et d'accès extérieures.

5.3. GESTION DES FLUX

Les procédures pour fluidifier les flux d'engins (modification des règles locales de circulation, réservation de zones pour un parking tampon, interdiction de stationner aux abords du chantier, etc.) seront évaluées avec les services de la collectivité concernée. Il pourra être mis en place une gestion des flux permanente durant la démolition, les travaux de terrassement et le gros œuvre afin d'éviter des embouteillages et attentes.

Le Maître d'ouvrage s'assurera de l'organisation :

- de la circulation sur les voies publiques ou privées, en concertation avec les différentes collectivités concernées ;
- du stationnement pour les riverains et le personnel impliqué dans les travaux, en concertation avec les différentes collectivités concernées ;
- de l'approvisionnement du chantier et des enlèvements (heures, itinéraires, etc.) en concertation avec les différentes collectivités concernées.

Les entreprises devront entretenir et réviser les engins de chantier correctement (réglage CO₂, pas de fuite d'huile ou d'hydrocarbures, pneumatiques non usés) pour éviter toute immobilisation sur le chantier, préjudiciable au déroulement des opérations et pouvant générer des émanations polluantes.

5.4. LIMITER LA GENE DES RIVERAINS

Les travaux les plus bruyants sont les travaux de démolition, de terrassement (manœuvre des engins de terrassement, manège des camions d'enlèvement) et de gros œuvre (flux de livraison de matériaux, toupies, machines à béton, décoffrage, etc.).

Il sera rappelé aux entreprises les exigences des textes du code de la santé publique concernant les obligations de ne pas porter atteinte à la tranquillité du voisinage et les valeurs du niveau sonore à ne pas dépasser.

Le cas échéant, il peut être mis en place, en accord avec les riverains, des périodes horaires permettant à des activités bruyantes de s'exercer. Il sera tenu compte de la qualité du voisinage (école, crèche, hôpital, clinique, maison de retraite, etc.). En dehors de ces plages horaires, l'émergence des bruits de chantier ne devra pas dépasser 3 dBA.

Pour les chantiers proches des habitations (à moins de 30 mètres) des mesures d'atténuation pourront être mises en place comme par exemple :

- l'implantation des locaux de la base vie afin de les utiliser comme écran ;
- l'implantation des bennes à déchets à éloigner des riverains ;
- la mise en place, à des endroits appropriés, de palissades d'une hauteur étudiée, présentant une qualité d'isolement acoustique afin d'atténuer les niveaux sonores émis.

5.5. TRAITEMENT DES DECHETS

Actuellement, il existe des filières de traitement et de recyclage des déchets du BTP à Mayotte même si certaines d'entre elles sont encore en cours de mise en place (cf. « Eco des filières » disponible auprès de l'ADEME¹³). L'entreprise est ici le producteur des déchets et, de ce fait, est responsable de leur élimination. La gestion mutualisée des déchets sera privilégiée au traitement individuel par lot, par les entreprises.

Les prestations de réduction, d'enlèvement, de tri, voire de valorisation feront partie des prestations dues et seront à ce titre intégrées au DCE et aux documents contractuels.

¹³ Un guide « Eco des filières », disponible sur <http://oi.sdd.re>, permet de connaître l'état des lieux des filières de valorisation des déchets à Mayotte.

Définition d'un plan de gestion des déchets

- Evaluation des déchets susceptibles d'être produits. L'évaluation doit porter sur les types de déchets, leurs quantités et leur localisation,
- Faire le point sur les déchets directement réutilisables sur le chantier, sur les déchets recyclables ou valorisables en filières spécialisées, sur les déchets ultimes,
- Sensibilisation des ouvriers,
- Intégrer une zone de tri, stockage et enlèvement au plan du chantier. Des descriptifs prévoient des bennes identifiées par pictogramme,
- Mise en place des moyens de tri sur chantier : le tri des déchets est nécessaire à leur recyclage ou la valorisation n'est possible que par la mise en place de bennes à déchets ou contenants.
 - o Les bennes doivent être placées le plus proche possible des sources de déchets et accessibles aux camions d'enlèvement.
 - o Plus le nombre de bennes est important, plus les déchets seront correctement valorisés ou recyclés (entendu que le tri soit réalisé)
 - o Les bennes doivent être correctement signalisées afin d'éviter les erreurs de tri et inciter à la mise en bennes. Une signalétique double doit être faite : écrite et pictogramme
- Mise en place des bacs récupérateurs des eaux usées en cas de nettoyage des bennes,
- Un dispositif de récupération des huiles de décoffrage doit être mis en place pour limiter la pollution du sol,
- Chaque enlèvement de benne fera l'objet d'un bordereau d'enregistrement indiquant entre autres la catégorie des déchets (inerte, DID, DIB, autre), la date d'enlèvement et la destination, le volume des déchets dans une benne (cf. exemple de BSD en annexe),
- Chaque incident devra être traité en coordination avec les entreprises, le SPS, la maîtrise d'œuvre d'exécution et le maître d'ouvrage ou son représentant,
- Un bilan du traitement des déchets sera présenté périodiquement en comité de pilotage (COPI).

Un livret Accueil Gestion Déchets est donné en annexe.

RECOMMANDATIONS POUR LE TRAITEMENT DES DECHETS :

Le maître d'ouvrage peut conditionner le paiement des situations des entreprises à la présentation des bordereaux de suivi des déchets. Il peut également introduire dans le chapitre pénalité du CCAP un volet propreté du chantier et gestion des déchets.

Livrable suivi chantier vert :

Fournir un bilan de traitement et de valorisation des déchets avec :

- ✓ Les bordereaux de suivi des déchets ;
- ✓ Un bilan des volumes des déchets traités par catégorie ;
- ✓ Le niveau de valorisation de déchets par catégorie in situ ou en centre de valorisation.

6. Annexes	26
6.1. Le climat	26
Les différents régimes de vents	27
Diagramme solaire de Mayotte	28
Equation du temps.....	28
6.2. Le confort thermique.....	30
Notion de confort thermique	30
Zones de confort de Givoni.....	31
6.3. Liste non exhaustive de brasseurs d'air à haute performance	31
6.4. Définitions	32
6.5. Ventilation naturelle	33
6.6. Implantation et dimensionnement des ouvrants extérieurs.....	34
Mode de calcul de la porosité.....	34
Exemple de calcul de porosité.....	37
6.7. Protection des parois opaques horizontales et verticales	38
Facteur solaire des parois horizontales et verticales.....	38
Résistance thermique d'une paroi ou d'un matériau	38
Valeurs du coefficient d'absorption α des parois	39
Coefficient d'ensoleillement C_m pour des parois opaques horizontales (toitures)	40
Coefficient d'ensoleillement C_m pour des parois opaques verticales (murs) avec protection de type débord	41
6.8. Facteurs solaires des baies.....	43
Définition du facteur solaire d'une baie	43
Détermination du coefficient C_m d'une baie avec protection de type débord.....	43
Valeurs de S_0 pour différents types de vitrage	44
Valeurs de facteur solaire pour des protections solaires mobiles.....	44
Exemple de matérialisation de la protection solaire sur le diagramme solaire en fonction de l'orientation	45
Méthode de calcul du coefficient d'ensoleillement C_m	47
Paramètres géométriques influant sur le C_m	48
6.9. Typologie des protections solaires des baies et parois dans MAYÉNERGIE.....	50
Illustrations de différents types de protections solaires	50
Méthodologie de calcul du C_m	52
Valeurs de C_m pour une solution de type débord fini pour différentes tailles de fenêtre L/h	53
Valeurs de C_m pour une solution de type débord non limité à la largeur de la fenêtre (étendu)	57
Valeurs de C_m pour une solution de type débord infini.....	66
Valeurs de C_m pour une solution de type débord + joue(s).....	70
Valeurs de C_m pour une solution de type lames horizontales ou brise-soleils	74
Exemples de calcul de C_m	79
6.10. Charte CESI.....	86
6.11. Gestion des déchets de chantier.....	95
6.12. Bordereau de Suivi des Déchets	111

6. ANNEXES

6.1. LE CLIMAT

Le climat de Mayotte est de type tropical maritime. Il se caractérise par de faibles variations de températures annuelles et journalières et de précipitations abondantes : plus de 1500 mm par an en moyenne sur l'île.

Deux saisons ponctuent l'année, l'une chaude et pluvieuse, l'autre plus fraîche et sèche ; elles sont séparées par deux intersaisons plus brèves :

Saison chaude et pluvieuse : été austral de Décembre à Mars

Trois types de temps principaux :

- Zone de convergence active sur les Comores : Le ciel est couvert, bas, avec de fortes chutes de pluie, généralement continues, parfois entrecoupées de grains violents venant de NW, fort, avec rafales. La mer est souvent très mauvaise.
- Zone de convergence au Sud de l'archipel : Le vent de N à NW souffle fort avec des rafales. L'air est chaud et humide, le ciel nuageux, les averses ou orages sont fréquents le soir.
- Zone de convergence au Nord de l'archipel ou zone de convergence peu active, difficile à situer : C'est le type de temps d'évolution diurne dans les régions équatoriales. Le vent est faible, les averses ou orages se produisent en fin de journée.

L'approche d'une dépression ou d'un cyclone supprime l'instabilité et fait très beau en marge de ces perturbations.

Saison froide et sèche : l'hiver austral, de Juin à Septembre

- Régime d'alizé d'Est à Sud Est : L'anticyclone est continu vers 25°- 30° de latitude Sud. L'air qui parvient sur les Comores a été asséché par son passage sur Madagascar, il est frais et sec. Il fait beau sur l'ensemble de l'archipel, avec une faible instabilité l'après-midi sur le relief.
- Régime du Sud : L'air se déplace vers le Nord dans le canal de Mozambique. La bande anticyclonique est scindée et un maximum de pression apparaît sur l'Afrique du Sud. L'air froid est limité par l'extrémité d'un front froid du courant de perturbations d'Ouest austral. Cet air parvient rapidement sur l'île de Mayotte, il est souvent peu humide et son arrivée est surtout marquée par un vent fort du Sud et une baisse des températures. Les rapides arrivées d'air froid donnent des fronts froids marqués, accompagnés de chutes de pluie qui peuvent être très importantes sur les versants sud des îles, en particulier la Grande Comore.
- Régime de vent faible : Un axe de hautes pressions traverse souvent en cette saison le Nord de Madagascar et les Comores. Sur l'archipel, c'est alors le beau temps, peu nuageux, chaud le jour, frais la nuit.

Régime intermédiaire : Avril – Mai

Il fait encore chaud, des passages nuageux venant de l'Est intéressent l'archipel. L'air froid de l'hémisphère Sud parvient sur les Comores, peu actif, asséché et venant le plus souvent du SE.

Régime intermédiaire : Octobre- Novembre

Les invasions d'air froid ne parviennent plus directement sur les Comores en empruntant le canal de Mozambique. Le régime d'alizé de SE est moins fréquent. Les masses d'air chaud tropical venant de l'Est donnent un temps chaud, plus humide mais assez beau.

Les différents régimes de vents

Les alizés : Régime de vent d'Est à Sud Est. Il est frais et sec. Il fait beau sur l'ensemble de l'archipel, avec une faible instabilité l'après-midi sur le relief.

« **Kashkasi** » : c'est un vent du nord, il est chaud et humide et bien que généralement calme, souffle parfois avec violence. C'est la Mousson.

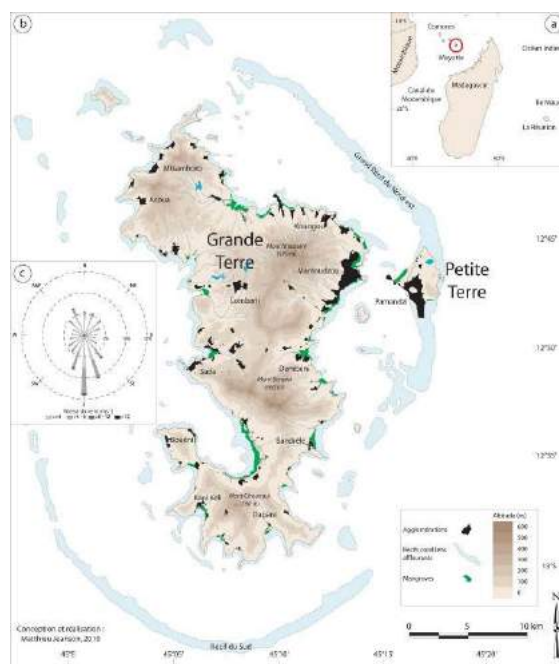


Figure 6-1 : cartographie des régimes de vent à Mayotte

Brise de mer : Phénomène provoqué par les différences de températures existantes, de jour comme de nuit, entre l'océan et la terre. En journée, le sol est plus chaud que la mer provoquant un courant d'air qui souffle de la mer vers la terre.

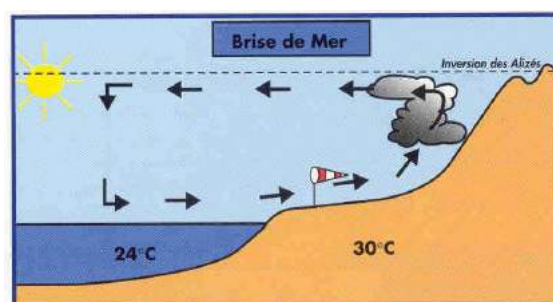


Figure 6-2 : Brise de mer Source atlas météo France

Brise de terre : Phénomène provoqué par les différences de températures existantes, de jour comme de nuit, entre l'océan et la terre. La nuit, la terre se refroidit par rayonnement. Sa température devient plus basse que celle de la mer, provoquant l'établissement d'une brise soufflant de la terre vers la mer.

Le régime de brise se produit principalement en été.

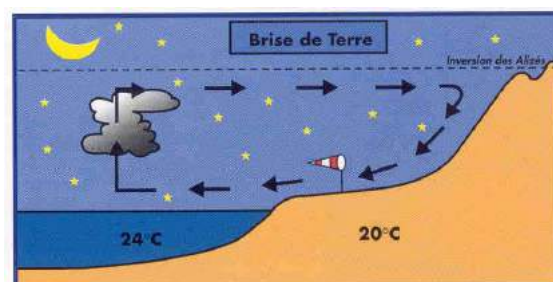


Figure 6-3 : Brise de terre Source atlas météo France

Diagramme solaire de Mayotte

Le diagramme solaire (Figure 6-4) est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil, perçue depuis un point de la surface terrestre.

En quelque sorte, le diagramme solaire est une vue terrestre du mouvement du soleil à travers la voûte céleste.

Pour repérer la position du soleil dans le ciel, il est nécessaire d'utiliser deux coordonnées. Ce sont l'azimut et la hauteur solaire.

L'azimut solaire est l'angle que fait le plan vertical du soleil avec le plan méridien du lieu. On le mesure à partir du Sud, vers l'Est ou vers l'Ouest (0° pour le Sud, 180° pour le Nord). Les lignes verticales du diagramme figurent les angles azimutaux de 10° en 10° .

La hauteur du soleil est l'angle que fait la direction du soleil avec le plan horizontal. Les lignes horizontales du diagramme figurent les hauteurs angulaires de 10° en 10° au-dessus de l'horizon (0° pour le plan horizontal et 90° pour le zénith).

La base de temps utilisée par le diagramme solaire est le temps solaire vrai TSV qui est différent de l'heure légale. La conversion entre le temps solaire vrai et l'heure légale peut se faire à l'aide d'une courbe appelée équation du temps.

Equation du temps

L'équation du temps (Figure 6-5) permet de donner en minutes la différence entre le temps solaire vrai et l'heure légale en fonction du numéro de jour.

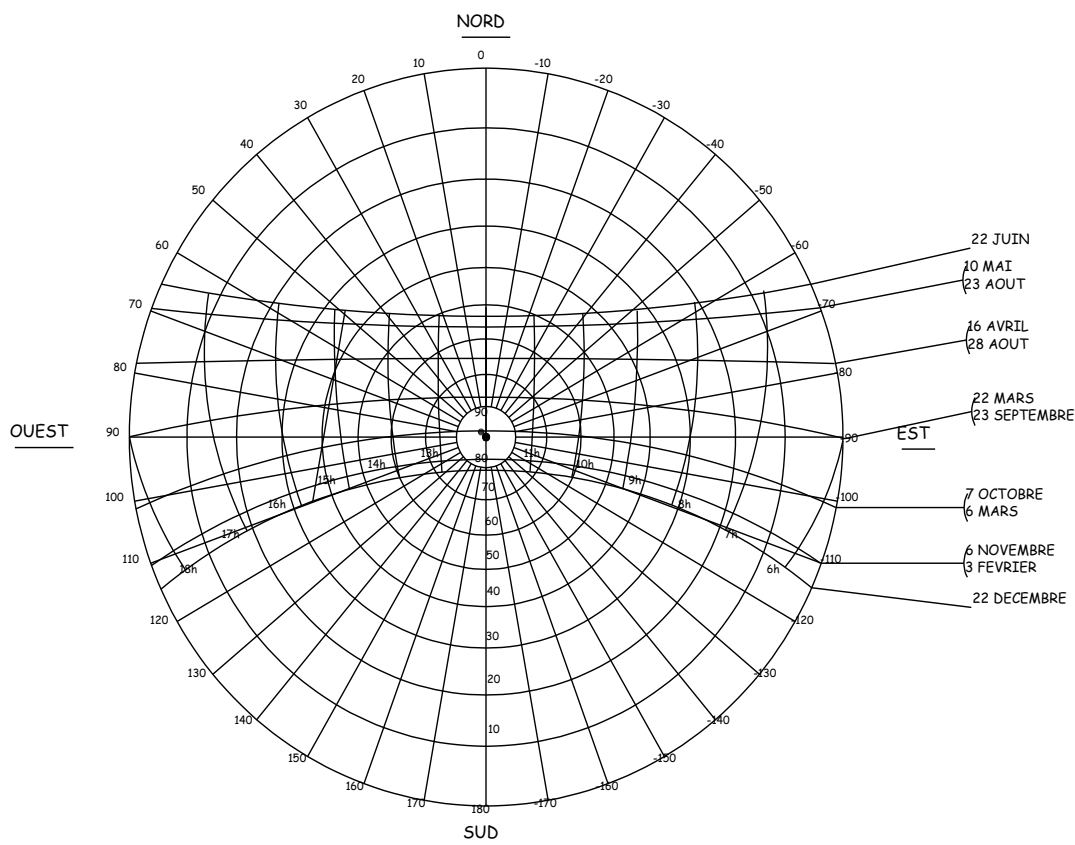


Figure 6-4 : Diagramme solaire de Mayotte. Attention, ce diagramme n'est utilisable que pour l'île de Mayotte.

Equation du temps pour Mayotte (12°5' sud – 45°10' est)

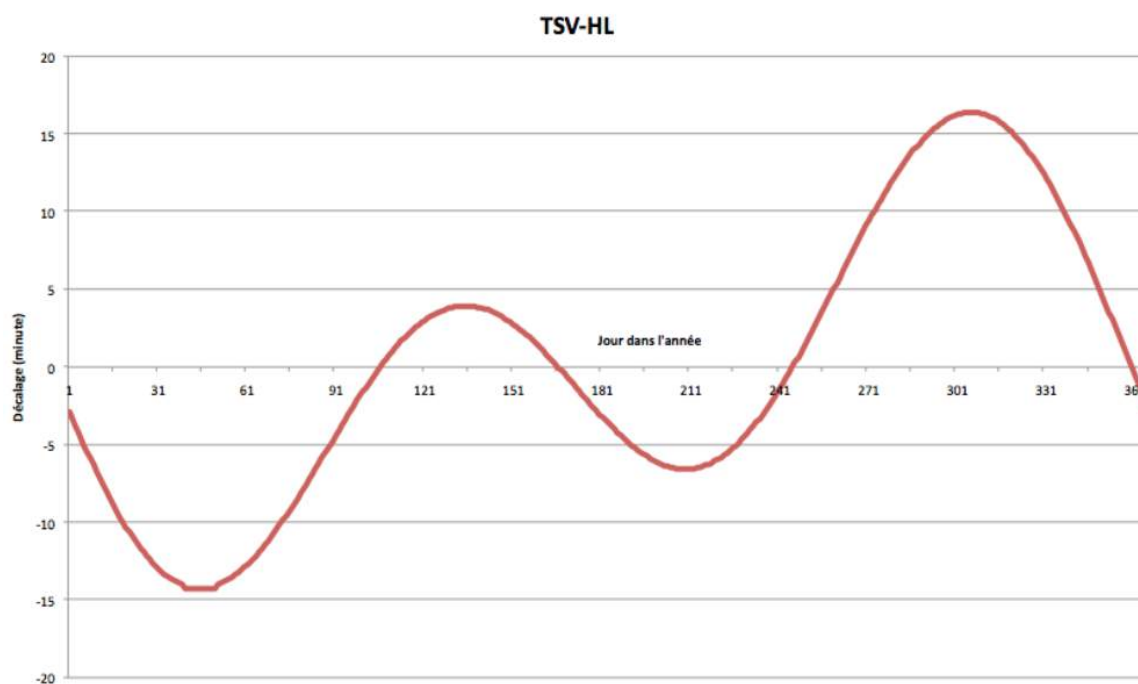


Figure 6-5 : Equation du temps pour Mayotte

6.2. LE CONFORT THERMIQUE

Notion de confort thermique

Le confort thermique est un état d'esprit qui exprime une satisfaction de son environnement ; le sujet ne peut pas dire s'il veut avoir plus chaud ou plus froid.

Le corps humain est une machine thermique qui échange en permanence avec son environnement.

Le confort dépend de six paramètres (les deux premiers cités dépendent de la personne considérée et les quatre suivants dépendent de l'environnement dans lequel elle se trouve) :

- l'habillement ;
- l'activité ;
- la température de l'air ;
- la température des parois ;
- l'humidité de l'air ;
- la vitesse de l'air.

L'objectif du contrôle du confort est de réduire la sensation de chaleur en favorisant les transferts thermiques du corps vers l'ambiance extérieure et en évitant les apports de chaleur directe (voir Figure 6-6) :

- Empêcher la transmission de chaleur des parois chaudes (rayonnement) vers l'intérieur du local ;
- Arrêter le rayonnement solaire direct et diffus qui atteint les parois ou pénètre au travers des ouvertures ;
- Augmenter la vitesse et le « brassage » de l'air au voisinage des occupants pour favoriser les échanges entre la surface de la peau et l'ambiance extérieure ;
- Adoption de vêtements légers et amples.

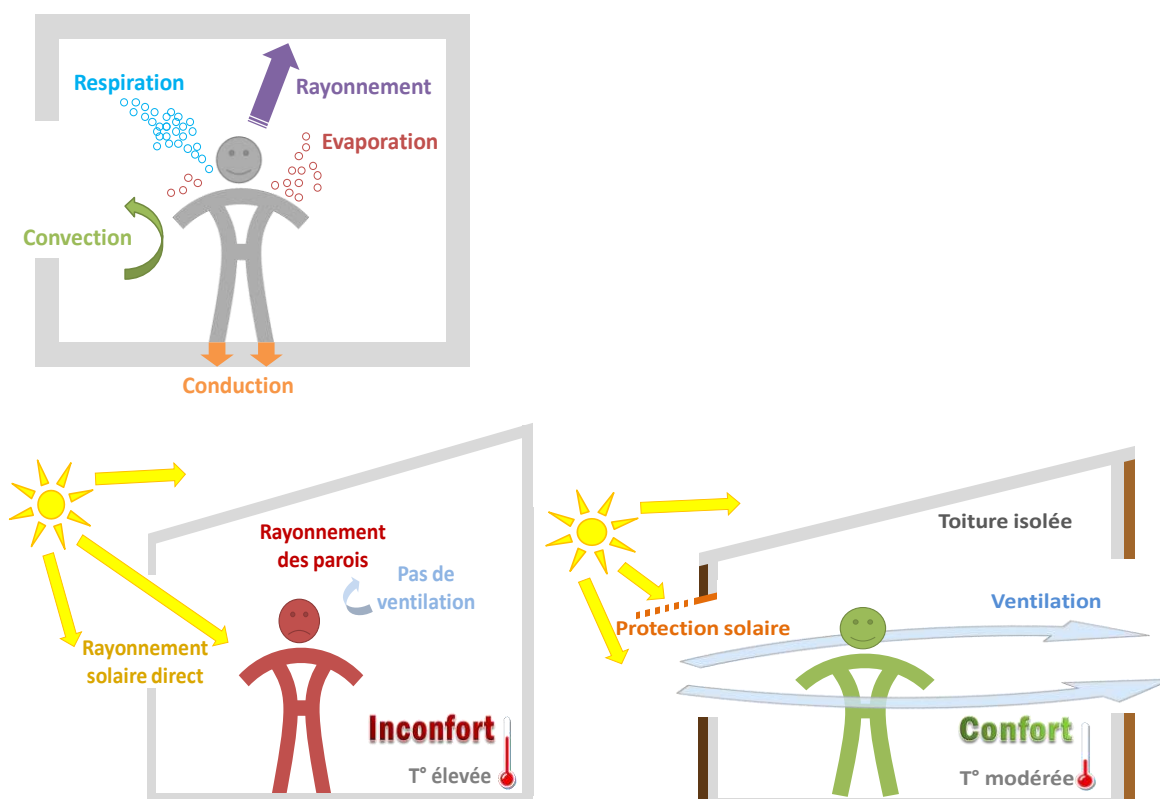


Figure 6-6 : Les conditions de confort (protection solaire et ventilation naturelle traversante (figure de droite). La création d'une vitesse d'air de 1m/s sur l'occupant permet de baisser la température ressentie de 4°C par rapport à la température d'air (figure de gauche).

Zones de confort de Givoni

Les 3 zones de confort de Givoni sont tracées sur le diagramme de l'air humide et permettent de définir des couples de température/humidité pour lesquels le confort est atteint (cf Figure 8.6). Ces zones de confort sont valides pour un occupant portant des vêtements légers et qui a une activité de type bureau. Le polygone vert représente la zone de confort sans vitesse d'air sur l'occupant (pièce fermée). On voit que la température d'air maximale supportable est égale à 27°C.

La vitesse d'air que l'on peut créer sur l'occupant (soit par la ventilation naturelle traversante, soit par l'usage de brasseurs d'air) permet d'augmenter les zones de confort. Ainsi, si l'on arrive à créer une vitesse d'air de 0,5 m/s, la température maximale est de 30°C (polygone jaune). Si la vitesse est égale à 1 m/s, la température maximale supportable est de 32 °C (polygone rouge).

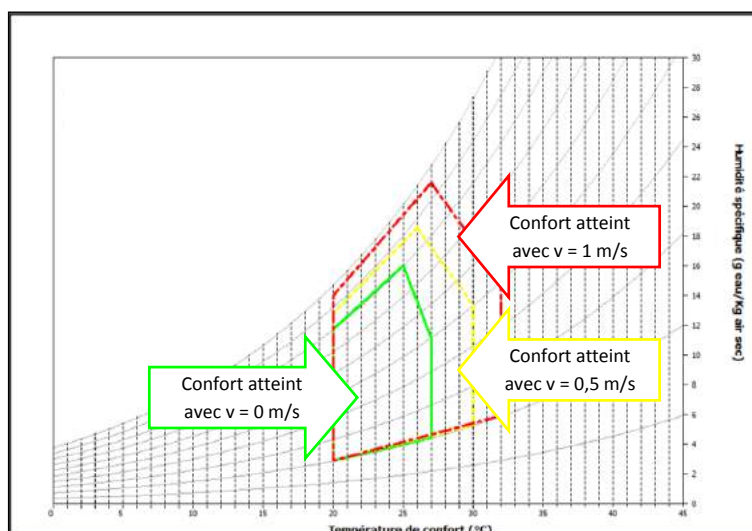


Figure 6-7 : Les trois zones de confort de Givoni pour une vêtue légère (pantalon et chemise manches courtes) et une activité de type bureau. Lorsque la vitesse d'air intérieur est égale à 1 m/s, les conditions de confort sont délimitées par le polygone rouge (jusqu'à 32°C en termes de température et jusqu'à 95% en termes d'humidité).

Vitesses d'air autorisées :

En général, on essaye de limiter, voire de réguler (à l'aide de jalousies par exemple) les vitesses d'air dans le tertiaire à 1 m/s. La limitation vient du fait que les feuilles peuvent commencer à s'envoler au delà de cette limite. Dans le cas où les documents papiers ne sont pas utilisés, on peut avoir des vitesses plus importantes.

Pour le résidentiel, on peut avoir des vitesses supérieures (aux alentours de 2 m/s), ce qui permet d'avoir des couples température/humidité plus élevés sans avoir de risque d'inconfort.

6.3. LISTE NON EXHAUSTIVE DE BRASSEURS D'AIR A HAUTE PERFORMANCE

Type de brasseur d'air

Adresse web

Brasseurs d'air pour gros volumes, halls, entrepôts

<http://www.bigassfans.com/>

Nombreux modèles de brasseurs d'air pour usage résidentiel, tertiaire.

<http://www.deckenventilator.com/>

6.4. DEFINITIONS

Pièce principale ou pièce de vie :

Dans un logement, une pièce principale est une pièce de séjour ou chambre (incluant les bureaux, salles de jeux etc.) de hauteur sous plafond minimum de 2,30 m et d'une surface minimum de 7 m², avec une ouverture (un ouvrant laissant passer la lumière et permettant d'aérer) donnant à l'air libre.

Pièces à occupation prolongée :

Dans le tertiaire, une pièce à occupation prolongée est un bureau, salle de classe et toute pièce dont l'occupation n'est pas occasionnelle. Elle doit bénéficier d'ouverture sur l'extérieur permettant de laisser passer l'air et la lumière.

Baie :

Une baie est une ouverture aménagée dans une paroi extérieure ou intérieure au logement servant à l'éclairage, le passage ou l'aération. Une paroi transparente ou translucide est considérée comme une baie.

Façade, taux d'ouverture de façade et surface d'ouverture libre :

Une façade d'un logement est un ensemble de parois verticales en contact avec l'extérieur composé de parois opaques et de baies ayant le même secteur d'orientation.

Le taux d'ouverture de façade d'un logement est égal au rapport de la surface des ouvertures libre des baies à la surface de la façade du logement considérée.

La surface des ouvertures libre est la surface vue de l'intérieur de la pièce permettant le passage libre de l'air, baies et lames orientables en position ouverte (l'épaisseur des lames orientables ou fixes est négligée dans le calcul de cette surface) et les dispositifs mobiles de protection solaire déployés.

Paroi opaque :

Une paroi est dite opaque lorsqu'elle est ni transparente ni translucide. Une paroi est transparente ou translucide si son facteur de transmission lumineuse (hors protection mobile éventuelle) est égal ou supérieur à 0,05.

Paroi verticale ou horizontale :

Une paroi est dite verticale lorsque l'angle de cette paroi vue de l'intérieur avec le plan horizontal est égal ou supérieur à 60 degrés, elle est dite horizontale lorsque cet angle vu de l'intérieur est inférieur à 60 degrés.

Surface Hors Œuvre Brute (SHOB)

La SHOB des constructions est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau, des surfaces des toitures terrasses, des balcons ou loggias et des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, auxquelles s'ajoutent l'épaisseur des murs et cloisons.

Surface Hors Œuvre Nette (SHON)

La surface hors œuvre nette est égale à la somme des surfaces des planchers de chaque niveau moins tout ce qui n'est pas aménageable (sous-sols et combles non aménageables, toitures-terrasses, balcons, loggias, surfaces non closes du rez-de-chaussée et garages).

Surface utile (brute)

La surface utile est égale à la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) déduction faite des :

- Éléments structuraux: poteaux, murs extérieurs, refends
- Circulations verticales: les parties non déduites dans le cadre de la SHON

La surface utile peut se décomposer en trois éléments:

- Circulations horizontales
- Locaux à caractère social et sanitaire
- Surfaces effectivement réservées aux postes de travail (bureaux, ateliers, laboratoires, etc)

Surface de plancher

La surface de plancher s'entend comme la somme des surfaces de plancher closes et couvertes sous une hauteur sous plafond supérieure à 1 mètre 80, calculée à partir du nu intérieur des murs. Le décret n°2011-2054 du 29 décembre 2011, publié au JO du 31 décembre 2011(en vigueur depuis le 1er mars 2012), fixe les conditions dans lesquelles peuvent être déduites les surfaces des vides et des trémies, des aires de stationnement, des caves ou celliers, des combles et des locaux techniques, ainsi que 10% des surfaces de plancher des immeubles collectifs.

COP

Le COP ou coefficient de performance d'un climatiseur est le rapport entre la puissance thermique et sa consommation électrique.

EER

En climatisation, l'EER ou Energy Efficiency Ratio est le coefficient d'efficacité frigorifique. Il est égal au rapport entre l'énergie thermique prélevée au niveau l'évaporateur et l'énergie utilisée pour faire fonctionner le climatiseur.

EER = énergie absorbée / énergie consommée

6.5. VENTILATION NATURELLE

La recherche d'une capacité de ventilation naturelle efficace constitue une phase essentielle dans la conception des bâtiments performants sur le plan thermique et énergétique.

Cette ventilation permet en effet d'améliorer le confort en créant une vitesse d'air sur la peau qui diminue la température effectivement ressentie. Ainsi avec une vitesse d'air d'1 m/s pour un sujet placé à l'ombre, si les températures de parois sont égales aux températures ambiantes, la température ressentie est égale à la température ambiante moins 4 °C.

$$T_{\text{ressentie}} = T_{\text{ambiante}} - 4 \text{ °C}$$

$$\text{Si } v_{\text{air}} = 1 \text{ m/s}$$

La ventilation permet aussi d'évacuer les charges thermiques internes du bâtiment (équipements techniques, éclairage, occupants, ...).

Cette capacité de ventilation naturelle pour un bâtiment, un site et une orientation donnés, dépendra de la capacité de ses parois extérieures et intérieures à laisser circuler et évacuer les flux d'air extérieur: Lorsque cette ventilation naturelle ne peut pas assurer une vitesse d'air suffisante au confort des occupants (vent insuffisant ou inefficace, bâtiment mal orienté, ouvrants en position fermée, ...) elle peut alors être complétée ou remplacée par des brasseurs d'air.

6.6. IMPLANTATION ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRANTS EXTERIEURS

Le bâtiment doit satisfaire simultanément les prescriptions suivantes :

- Il doit être à chaque niveau ou étage complètement traversant, c'est-à-dire posséder des ouvertures (baies, fenêtres battantes ou coulissantes, jalousies, portes fenêtres, portes, ouvrants spécifiques de ventilation) pour les pièces principales, sur au moins deux façades opposées, permettant une ventilation diurne et nocturne ;
- Chaque pièce principale ou pièce à occupation prolongée doit respecter un pourcentage de d'ouverture supérieur aux valeurs données par la charte ;
- Elle doit être répartie uniformément dans les façades des pièces principales (niveau de porosité et surface minimum des ouvrants).

Nota :

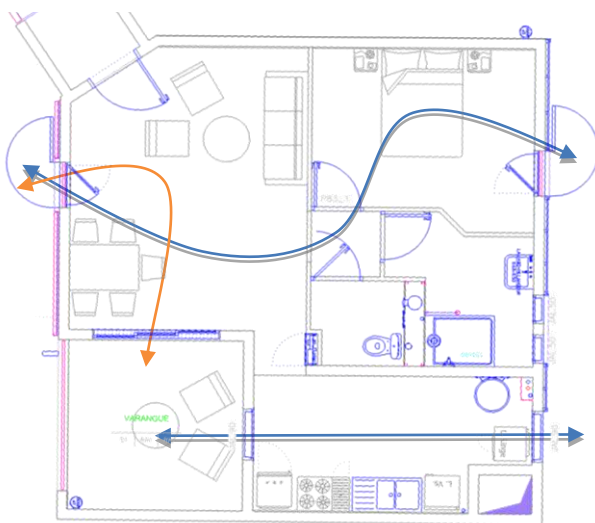
- Lorsqu'une cuisine est intégrée au séjour (cuisine "américaine") elle est considérée comme faisant partie de la pièce principale.
- La porosité d'une paroi (murs extérieurs, cloisons intérieures) est le rapport de la surface ouvrante totale de la paroi So à la surface totale de celle-ci.

Mode de calcul de la porosité

Pour vérifier qu'un bâtiment peut être ventilé naturellement de façon efficace, il faut vérifier les points suivants :

- Vérifier le côté traversant du bâtiment ;
- Vérifier les deux règles de porosité :
 - o **Porosité par pièce** pour les pièces principales : $P \geq 25\%$
 - o **Règle d'équilibre** : la façade principale ne doit pas présenter plus de **60%** de la somme des surfaces d'ouvrants ;
- Vérifier que l'agencement intérieur permet l'écoulement de l'air le cas échéant.
- **Vérification du côté traversant**

On considère qu'un logement ou une pièce est traversant s'il est au moins à double orientation et si au moins deux façades opposées sont percées de baies ouvrantes.



- Vérification des deux règles de porosité :

○ Porosité par pièce :

Chacune des pièces principales / pièces à occupation prolongée, doit présenter une porosité $P \geq 25\%$ par rapport à sa surface extérieure.

Pour une pièce présentant plusieurs ouvertures sur différentes façades, la porosité est la somme de l'ensemble des ouvertures.

- Les cuisines et les salles de bain non équipées de WC participent à la ventilation du logement.
- La **cuisine doit justifier de 1m^2 d'ouverture** contrairement à la salle de bain pour laquelle il n'y a pas de seuil.
- Les ouvertures des sanitaires (WC) et celles des salles de bain équipées de sanitaires n'interviennent pas dans le calcul de la porosité.

Pour tenir compte du type de menuiserie dans le calcul de la porosité, il faut multiplier la surface d'ouvrant par un coefficient M compris entre 0 et 1 donné dans le tableau suivant.

Tableau 6.1 : Coefficient M en fonction du type de menuiserie

Type de menuiserie	Coefficient M
Jalousie	0,8
Coulissant deux vantaux	0,5
Coulissant trois vantaux	0,67
Ouvrant à la française, fenêtre à galandage, porte intérieure et extérieure...	1

La surface d'ouvrant réelle est alors calculée selon :

$$SO = M \times SO_{\text{réservation}}$$

Où $SO_{\text{réservation}}$ est la surface réservée dans la structure pour l'ouvrant.

RECOMMANDATIONS :

Il est recommandé :

- de positionner les sanitaires et les pièces humides en façade de manière à ce qu'elles bénéficient d'une bonne ventilation, indépendante de celle des pièces de vie. Dans ce cas la position des pièces par rapport au vent et/ou à l'étanchéité des ouvrants entre ces pièces et les pièces principales, doit permettre d'éviter un flux des pièces de service vers les pièces principales. Lorsque les pièces de service ne sont pas en façade, ces pièces doivent être équipées de VMC;
- d'utiliser des ouvertures dans les troisième et quatrième façades du bâtiment pour améliorer sa capacité de ventilation naturelle,
- de répartir les ouvrants de ventilation dans chaque façade pour assurer un "balayage" optimal du bâtiment avec une bonne irrigation des zones sensibles. Ainsi des ouvertures à des niveaux différents dans les façades principales au vent et sous le vent amélioreront l'efficacité de la ventilation naturelle ;
- d'améliorer la capacité de ventilation de l'entité par la réalisation d'écopes de toiture. Ces écopas doivent être uniformément réparties dans la toiture. Une écope fonctionnant à l'admission doit être placée dans la moitié de la toiture située au vent, et une écope fonctionnant à l'extraction doit être placée dans la moitié de la toiture située sous le vent ;
- de surdimensionner les ouvrants des façades sous le vent par rapport à ceux au vent : si la façade 1 est au vent et la façade 2 est sous le vent : $P2 > P1$
- de privilégier des constructions sur vide sanitaire très ventilé ;
- de pouvoir gérer les débits de ventilation et l'orientation des flux d'air par utilisation de jalousies et autres lames orientables de préférence à des ouvrants "tout ou rien".

Les ouvertures des parois internes doivent pouvoir être maintenues en position ouverte. Ainsi les portes intérieures seront munies de système de blocage permettant ce maintien.

Exemple de calcul de porosité

Catalogue de menuiseries

Nom menuiserie	Type menuiserie	Largeur (m)	Hauteur (m)	Surface
F 01	Ouvrant à la française	1	1.8	1.8 m ²
PF 01	Porte	1	2.1	2.1 m ²
PF 02	Porte	2.1	2.1	4.41 m ²
Jal 01	Jalousies	1	1.26	1.008 m ²
Jal 02	Jalousies	0.7	0.75	0.42 m ²

Règle de porosité

Pièces principales (ex : chambres, séjour, bureaux)

Nom du local	Façade associée	Mur ext. du local	Ouvrant ext. 1	Ouvrant ext. 2	Ouvrant ext. 3	Surface tot ouvrants	Porosité pièce	Condition (25%)
Chambre 1	1	2.7	2.7	F 01		1.8 m ²	25%	oui
Chambre 2	2	3	2.7	F 01	PF 01	3.9 m ²	48%	oui
Séjour	3	3.2	2.7	PF 02		4.41 m ²	51%	oui

Cuisine

Nom du local	Façade associée	Mur ext. cuisine	Ouvrant ext. 1	Ouvrant ext. 2	Ouvrant ext. 3	Surface tot ouvrants	Condition (1 m ²)
Cuisine	3	2.1	2.7	Jal 01		1.01 m ²	oui

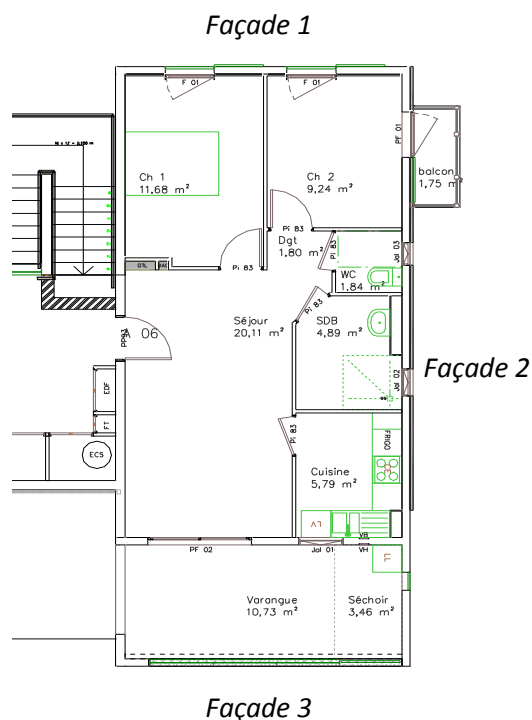
Pièces non principales (ex : salles de bain, buanderie)

Nota: Les WC ne peuvent pas participer à la ventilation naturelle et ne rentrent donc pas dans le calcul

Nom du local	Façade associée	Mur ext. du local	Ouvrant ext. 1	Ouvrant ext. 2	Ouvrant ext. 3	Surface tot ouvrants	
SDB	2			Jal 02		0.42 m ²	

Règle d'équilibre

Façade principale (présentant la plus grande surface d'ouvrants)	Somme ouvrants façade principale (m ²)	Somme totale des ouvrants (m ²)	Condition d'équilibre (60%)
Façade 3	5.42	11.54	oui



Commentaire :

- La porosité de 25% des pièces principales est respectée ;
- La surface d'ouverture de la cuisine respecte l'exigence de 1 m² ;
- La règle d'équilibre est respectée ;
- Il faut une imposte au-dessus de portes des chambres pour respecter la porosité intérieure.

6.7. PROTECTION DES PAROIS OPAQUES HORIZONTALES ET VERTICALES

Facteur solaire des parois horizontales et verticales

La proportion d'énergie solaire qu'une paroi laisse passer est caractérisée par le facteur solaire, appelé S .

Le facteur solaire des parois horizontales et verticales a pour valeur :

$$S = \frac{0,074 \times C_m \times \alpha}{R_{th} + 0,20}$$

Où :

- C_m est le coefficient d'ensoleillement qui tient compte des pare-soleil et dont les valeurs sont données dans les tableaux 6.6.A. et les abaques 6.6.B.
- α est le coefficient d'absorption de la paroi ;
- R_{th} est la résistance thermique de la paroi ;
- 0,074 est la valeur du coefficient d'échange surfacique ;
- 0,20 est la somme des coefficients d'échange surfacique intérieur et extérieur.

Résistance thermique d'une paroi ou d'un matériau

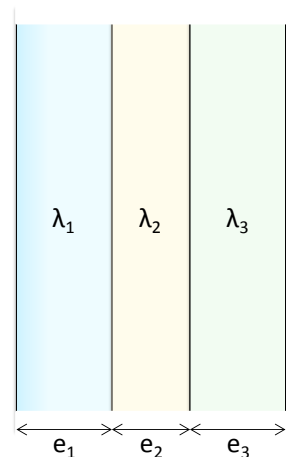
$$R_{th} = \frac{e}{\lambda}$$

Où :

- e est l'épaisseur du matériau (en m)
- λ est la conductivité thermique du matériau (en W/m.K)

Lorsque la paroi est constituée de plusieurs matériaux, la résistance thermique de la paroi est la somme des résistances thermiques de chaque matériau.

$$R_{th} = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \dots$$



Valeurs du coefficient d'absorption α des parois

Tableau 6.2 : Valeurs de α en fonction de la teinte et de la couleur de la paroi. Source : ECODOM

Catégorie de teinte	Couleur	Valeur α à utiliser
Claire	Blanc, jaune, beige clair, crème	Murs : 0,4 Toitures : 0,6 ¹
Moyenne	Rouge sombre, vert clair, bleu clair	0,6
Sombre	Brun, vert sombre, bleu vif, gris clair, bleu sombre	0,8
Noir	Gris foncé, brun sombre, noir	1

S = 80 %	Teinte (T)																		
	360	340	320	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20	0
L = 70 %	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
L = 50 %	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
L = 30 %	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6

S = 40 %	Teinte (T)																		
	360	340	320	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20	0
L = 70 %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
L = 50 %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
L = 30 %	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

S = 10 %	Teinte (T)																		
	360	340	320	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20	0
L = 70 %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
L = 50 %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
L = 30 %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Figure 6-8 : Coefficients d'absorption α pour différents matériaux et différentes couleurs. Source : (RTAA DOM 2009)

Nota : Pour les matériaux réfléchissants type coverib $\alpha = 0,3$

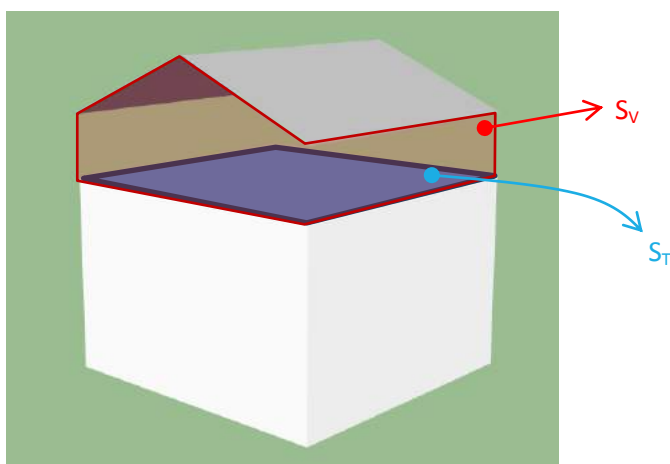
¹ Pour les toitures, la valeur minimale de α est de 0,6 (même pour des matériaux de couleur claire) afin de tenir compte de l'empoussièrement de celles-ci.

Coefficient d'ensoleillement Cm pour des parois opaques horizontales (toitures)

Tableau 6-3 : Valeurs de Cm pour une paroi horizontale

Parois horizontales	Pas de protection	Avec pare soleil ventilé
	Cm = 1	Cm = 0,3

Pare-soleil ventilé : un pare-soleil est considéré comme ventilé si le pourcentage d'ouverture est supérieur ou égale à 15% de la surface de la paroi (% = surface d'ouverture / surface de la paroi).



$$\frac{S_v}{S_T} \geq 15\%$$

Figure 6-9 Définition d'un pare-soleil ventilé (ou sur-toiture)

Coefficient d'ensoleillement C_m pour des parois opaques verticales (murs) avec protection de type débord

On définit la protection de type débord par le ratio d/h , avec :

d : dimension du débord

h : hauteur de la paroi

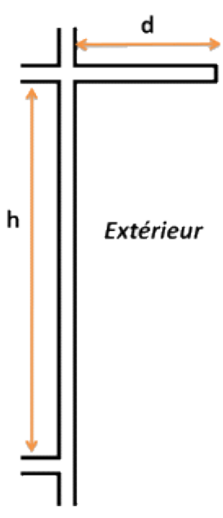
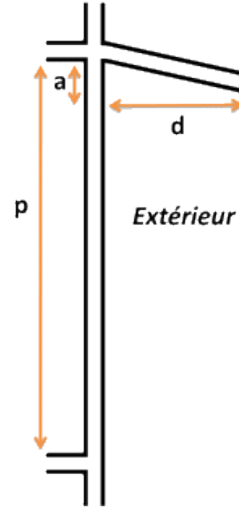
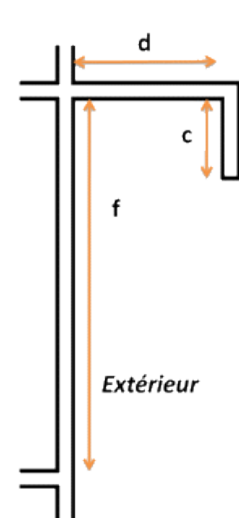
Ratios d/h équivalents pour différents débords		
		
$\ll d/h \gg = d/h$	$\ll d/h \gg = d/(p-a)$	$\ll d/h \gg = d/(f-c)$

Figure 6-10 : Définition du rapport « d/h » dans le cas d'une paroi opaque verticale

L'orientation des parois verticales est déterminée grâce à son azimut en se référant au diagramme de la Figure 6-11.

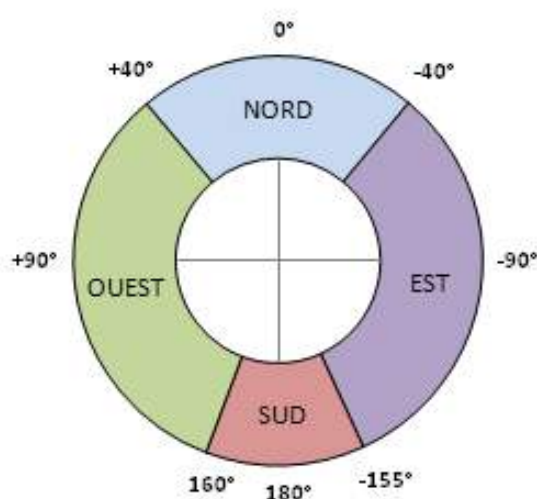


Figure 6-11 : Définition des orientations des baies et parois opaques en fonction de l'azimut

Les valeurs des C_m sont données par les graphiques des Figure 6-12 et Figure 6-13

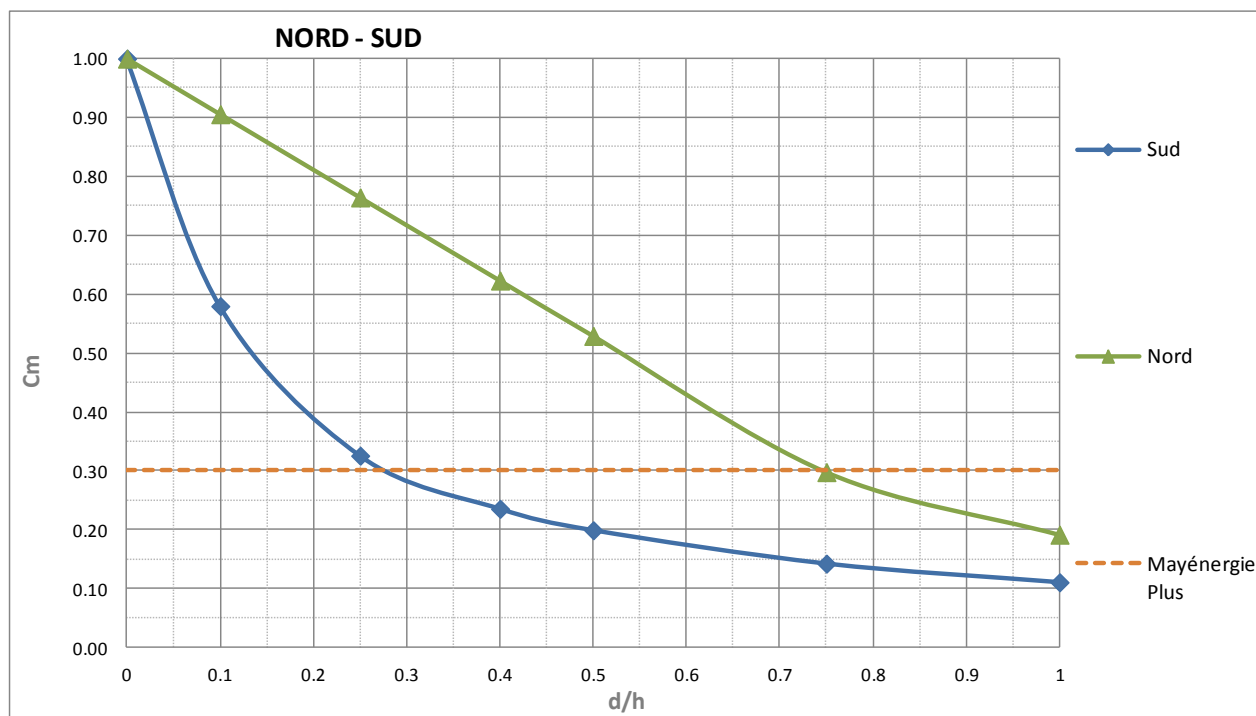


Figure 6-12 : Variation de C_m en fonction de la profondeur du débord pour des parois opaques verticales (murs) orientées nord ou sud

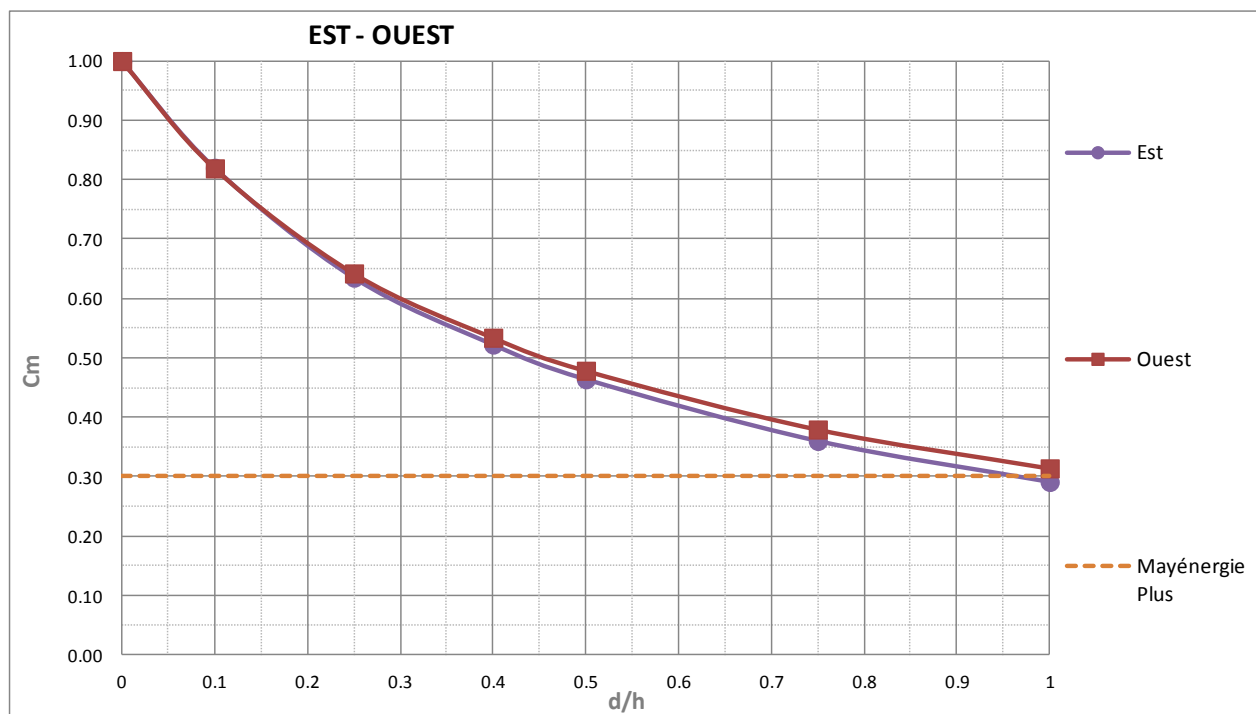


Figure 6-13 : Variation de C_m en fonction de la profondeur du débord pour des parois opaques verticales (murs) orientées est ou ouest

6.8. FACTEURS SOLAIRES DES BAIES

Définition du facteur solaire d'une baie

Le facteur solaire représente la proportion du flux énergétique transmise par le système vitrier (vitrage + protection solaire). Sa valeur est un coefficient compris entre 0 et 1. Il mesure la contribution d'un vitrage à l'échauffement de la pièce. Plus le facteur solaire est petit, plus les apports solaires sont faibles.

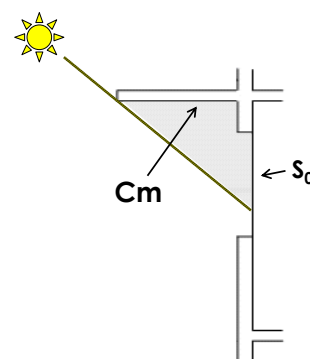
Le facteur solaire équivalent S d'une baie équipée d'une protection solaire a pour valeur :

$$S = C_m \times S_0$$

Où :

- S_0 est le facteur solaire du vitrage ; il dépend du type de vitrage ;
- C_m est le coefficient d'ensoleillement ; il dépend de la protection solaire (type et taille de protection) et de l'orientation.

Une méthodologie pour trouver les valeurs de C_m de différents types de protections solaires est donnée dans l'annexe 6.9



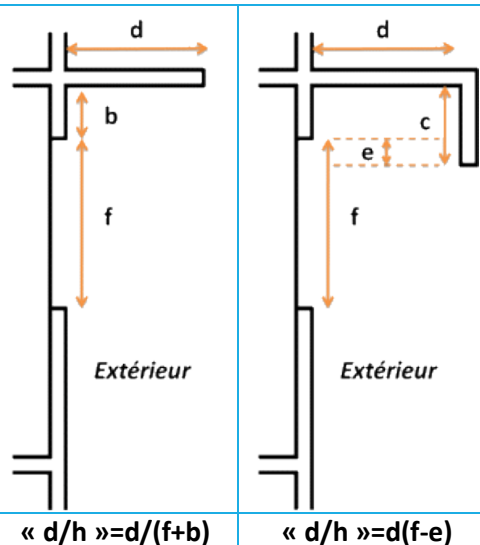
Détermination du coefficient C_m d'une baie avec protection de type débord

Une protection de baie de type débord est caractérisée :

- par son débord « d »
- par la hauteur de fenêtre « f »
- par la distance entre le haut de la fenêtre et le débord « b »

La figure ci-contre donne la définition du ratio « d/h » en fonction de d , f et b et selon la forme du débord.

Il est à noter que le débord « d » est calculé au droit de la baie, comme le montre la figure ci-contre.



Valeurs de S_0 pour différents types de vitrage

REMARQUE IMPORTANTE

Dans le cas d'un bâtiment ventilé naturellement, il faut considérer que les fenêtres sont ouvertes c'est-à-dire $S_0 = 1$ et par conséquent $S = C_m$.

Tableau 6.4 : Valeurs du facteur solaire de vitrage S_0 pour différents types de vitrage. Source : www.outilssolaires.com

Type de vitrage	Coefficient U (W/m ² .°C)	Facteur solaire S_0
Verre clair		
Simple vitrage, 4 mm	6.0	0.83
Double vitrage à lame d'air (4-12-4)	3.0	0.76
Double vitrage avec traitement de surface "low E" à lame d'Argon (4-12-4)	1.5	0.65
Triple vitrage à lame d'air (4-12-4-12-4)	2.0	0.67
Triple vitrage avec traitement de surface "low E" à lame d'Argon	1.2	0.60
Double vitrage à vide avec traitement de surface "low E" (4-12-4)	0.5	0.65
Verre réfléchissant		
Simple vitrage, Antelio, Emeraude, 6 mm	5.7	0.45
Simple vitrage, Antelio, Havane, 6 mm	5.7	0.40
Double vitrage moyennement réfléchissant avec traitement de surface "low E" (6-12-6)	1.6	0.39
Double vitrage, Bronze avec traitement de surface "low E" (6-12-6)	1.6	0.13

Valeurs de facteur solaire pour des protections solaires mobiles

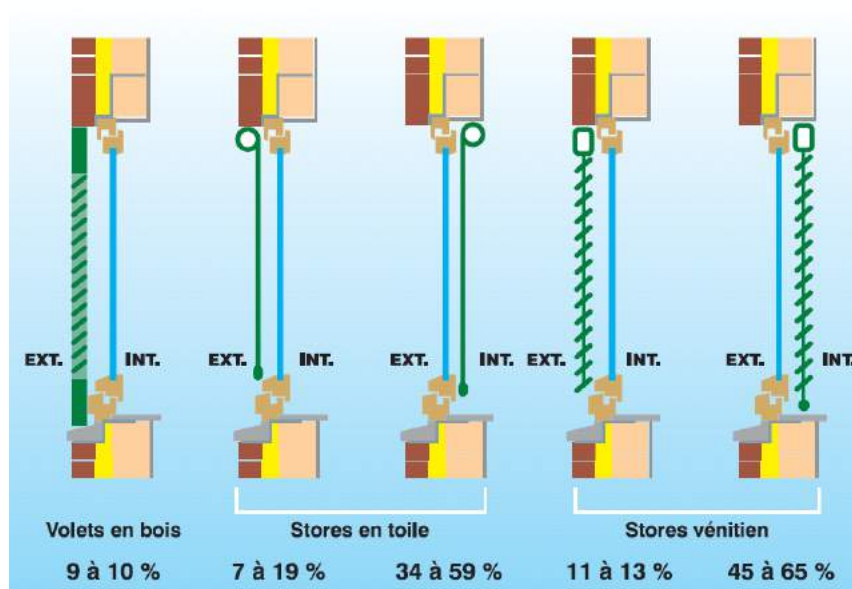
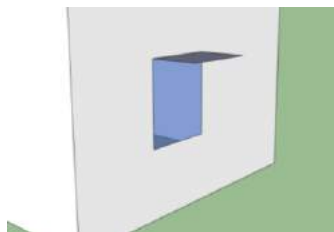


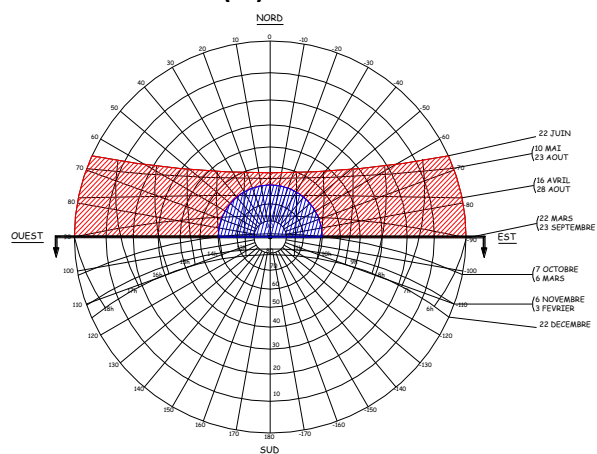
Figure 6-14 Facteurs solaires de différentes protections solaires pour un vitrage simple [Liébard 2005]

Exemple de matérialisation de la protection solaire sur le diagramme solaire en fonction de l'orientation

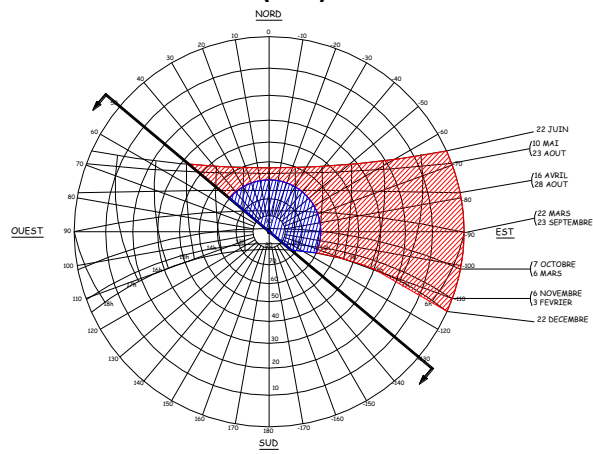


$d=0,7\text{ m}$
 $h=1,2\text{ m}$
 Angle incidence 60°

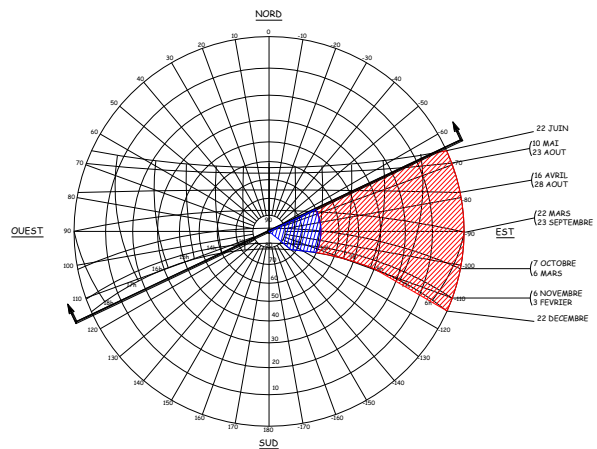
Orientation Nord (0°)



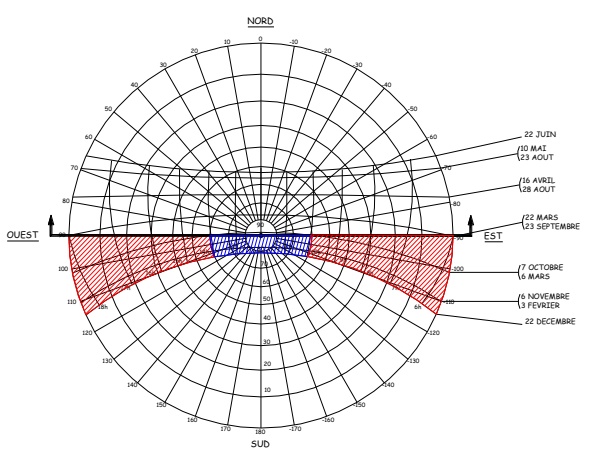
Orientation Nord-Est (-40°)



Orientation Sud-Est (-155°)

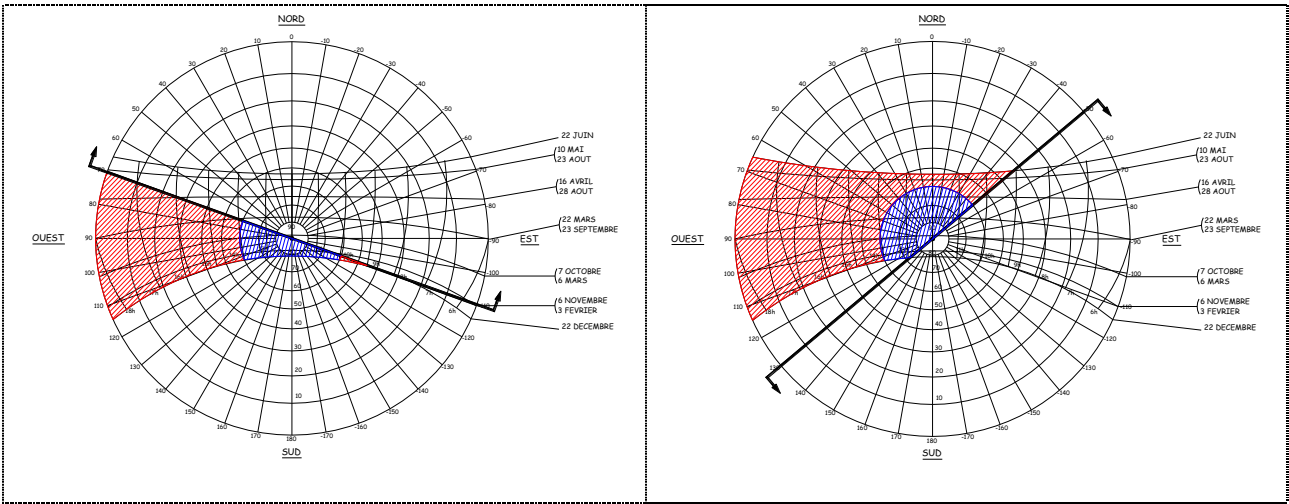


Orientation Sud (180°)



Orientation Sud-Ouest (160°)

Orientation Nord-Ouest (40°)



Méthode de calcul du coefficient d'ensoleillement C_m

Les calculs des coefficients d'ensoleillement ont été réalisés grâce au logiciel EnergyPlus (EnergyPlus V.7.1). Les systèmes étudiés ont tout d'abord été construits grâce à Google SketchUp, puis importés sous EnergyPlus.

Les simulations ont été réalisées sur une journée type par mois (le 15 de chaque mois). On choisit le paramètre *sky clearness* = 0.8 (ce qui correspond à une journée ensoleillée).

Le lieu de simulation est la ville de Dzaoudzi, située à Mayotte dont les paramètres sont :

- Latitude : -12.48 S
- Longitude : 45.16 E
- Altitude : 100 m
- Heure : + 3 (par rapport à GMT)

La sortie choisie est : SURFACE EXT SOLAR BEAM INCIDENT

C'est-à-dire l'énergie directe reçue par la surface (la fenêtre), toutes les heures.

Deux simulations dans chaque cas :

- sans protection solaire $\rightarrow E_{i,j}$
- avec protection solaire $\rightarrow E'_{i,j}$

Pour

- $1 < i < 13$ (nombre d'heures maximum dans une journée)
- $1 < j < 12$ (mois)

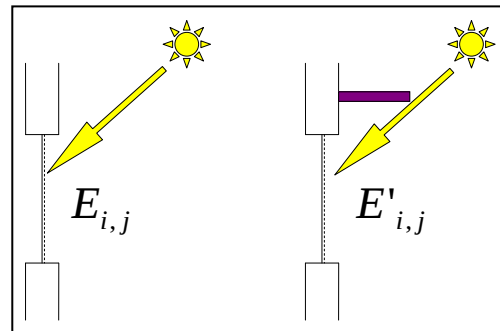


Figure 6-15 : Energies reçues par le vitrage avec (E') et sans (E) protection solaire

Pour tout (i,j) tel que $E_{i,j} \neq 0$

$$R_{i,j} = \frac{E'_{i,j}}{E_{i,j}} \quad \text{Rapport des énergies}$$

Puis $C_{m,j} = \text{MOYENNE}(R_{i,j})$ pour i de 1 à 13.

On obtient donc 12 valeurs de C_m (une par mois).

Le choix de la valeur se fait en fonction des orientations.

Tableau 6.5 : Détermination du C_m et choix de la période de simulation considérée en fonction de l'orientation de la baie

Orientations	Choix de la période de simulation
NORD	Juin
SUD	Moyenne (Novembre ; Décembre ; Janvier ; Février)
EST	Moyenne (Janvier ; Février ; Mars)
OUEST	Moyenne (Janvier ; Février ; Mars)

Paramètres géométriques influant sur le C_m

1 Rapport d/h dans le cas d'une protection de type débord

d/h représente le rapport entre la longueur du débord d et la hauteur de la baie h .

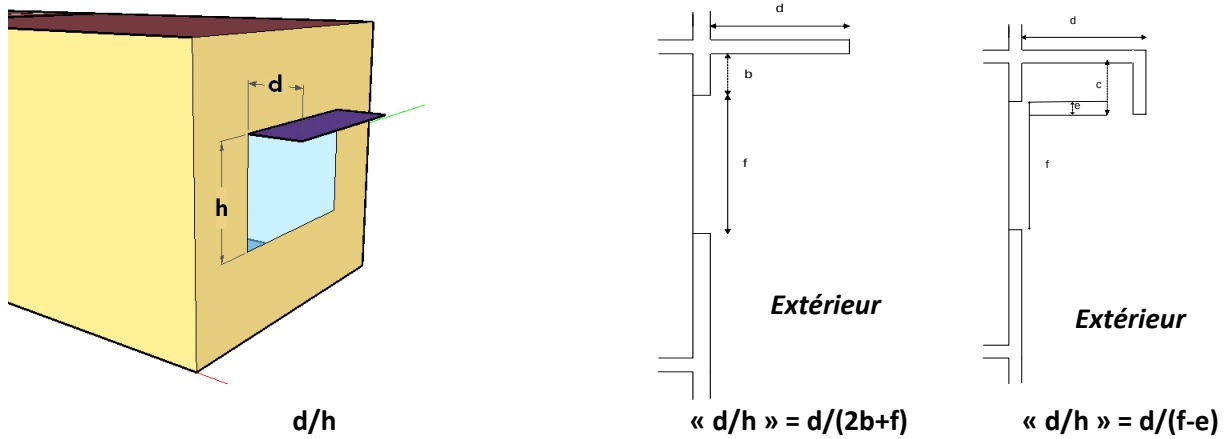


Figure 6-16: Définition du « d/h » équivalent

2 Rapport L/h tenant compte de la forme de la fenêtre

L/h représente le rapport de la largeur de la fenêtre L sur sa hauteur h .

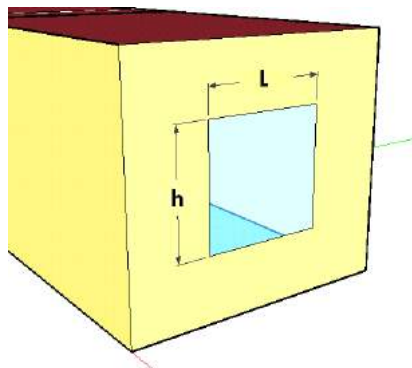
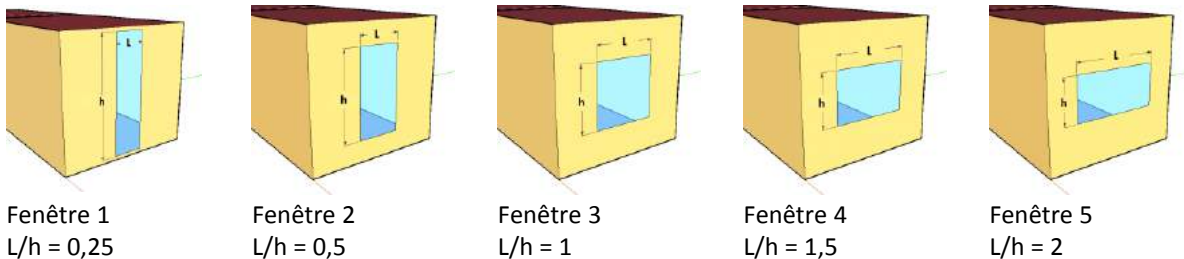


Figure 6-17 : Définition du rapport L/h d'une baie

Nous avons considéré cinq fenêtres ayant un ratio L/h variant de 0,25 à 2.



3 Rapport δ/h

δ/h représente l'extension du débord par rapport à la hauteur de la baie

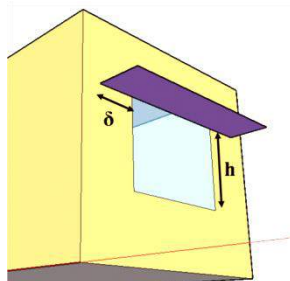


Figure 6-18 : Définition de δ/h

6.9. TYPOLOGIE DES PROTECTIONS SOLAIRES DES BAIES ET PAROIS DANS MAYÉNERGIE

Dans la nouvelle version de Mayénergie, nous avons considéré plusieurs types de protections solaires et déterminé pour chacune d'entre elles les valeurs de coefficients d'ensoleillement C_m en fonction de leur dimension et de leur orientation.

Rappelons qu'une baie est efficace si elle assure deux fonctions en même temps :

- protection solaire ;
- ventilation naturelle.

Les types de protections considérées sont :

- Débord fini ou infini ;
- Débord + joue(s) droite et/ou gauche ;
- Lames ou brises soleil horizontaux.

Illustrations de différents types de protections solaires



Débord fini (limité à la fenêtre)



Débord non limité à la fenêtre



Débord (coursive) infini



Casquette + joue gauche



Brise-soleil

Figure 6-19 Photos de différents types de protections solaires

Remarque importante :



La menuiserie doit pouvoir assurer une bonne protection solaire **ET** permettre la ventilation naturelle traversante.

Les protections suivantes sont donc à proscrire :

- volets pleins,
- volets coulissants
- rideaux et stores intérieurs

Exemples de protections qui ne permettent pas la ventilation traversante



Cas 1 : volets pleins



Cas 2 : volets coulissants



Cas 3 : rideaux intérieurs

Figure 6-20 Cas dans lesquels la protection solaire est assurée, mais la ventilation naturelle n'est pas possible

Cas du volet roulant

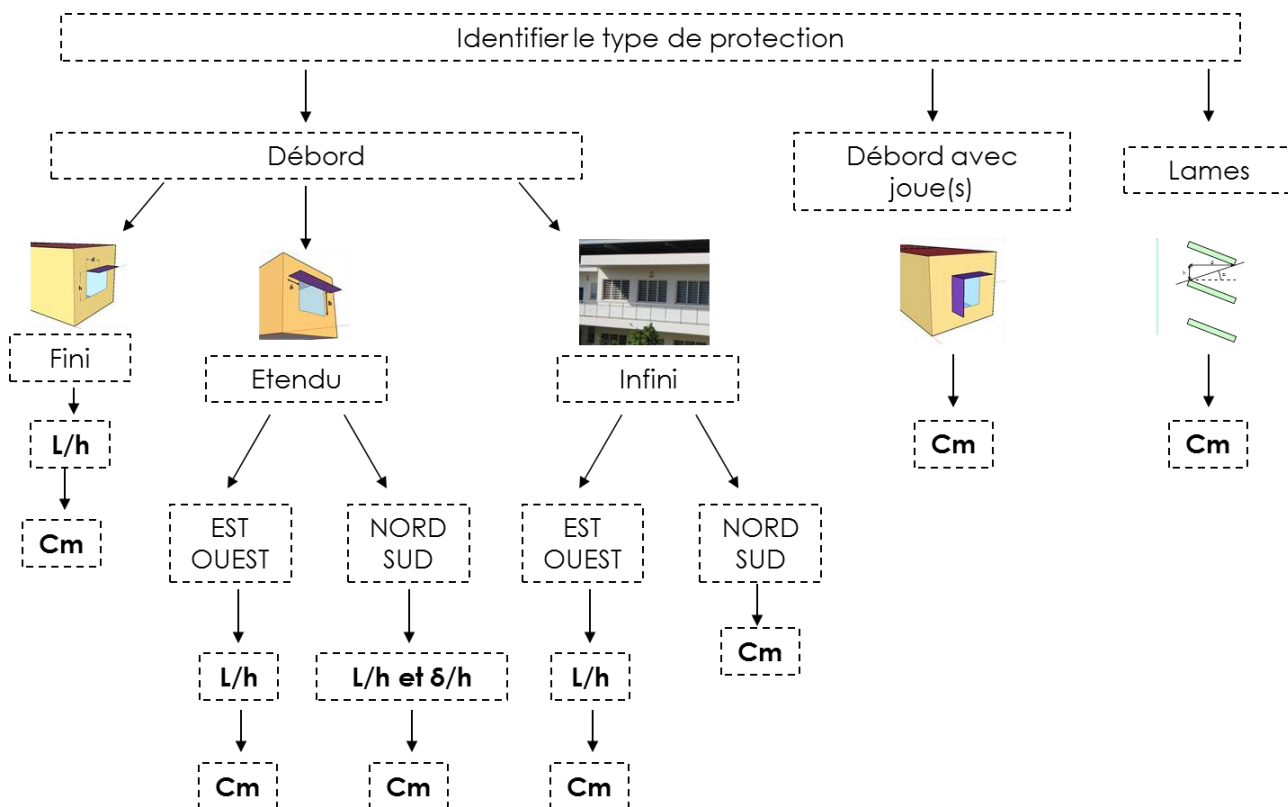
Le volet roulant est effectivement à proscrire car il ne permet pas d'atteindre la porosité requise. Le rôle de la protection solaire est d'assurer à la fois la protection solaire requise tout en gardant le niveau de porosité requis. Pour cela, il vaut mieux utiliser des volets persiennés avec dispositif de blocage à 45° plutôt que d'utiliser le volet roulant qui est une solution technique non adaptée au milieu tropical.



Figure 6-21 : Le quartier moderne des hauts Vallons est l'exemple parfait de protections solaires non adaptées. La protection par volet roulant empêche la ventilation naturelle et rend obligatoire l'utilisation de la climatisation.

Méthodologie de calcul du C_m .

Le dimensionnement de la protection solaire adaptée pour une baie donnée se fait en utilisant la méthodologie suivante :



Valeurs de C_m pour une solution de type débord fini pour différentes tailles de fenêtre L/h

Hypothèses de simulation :

- Type de protection : Débord simple
- Variable(s) :
 - $0 \leq d/h \leq 1$ pour les orientations Nord et Sud
 - $0 \leq d/h \leq 3$ pour les orientations Est et Ouest

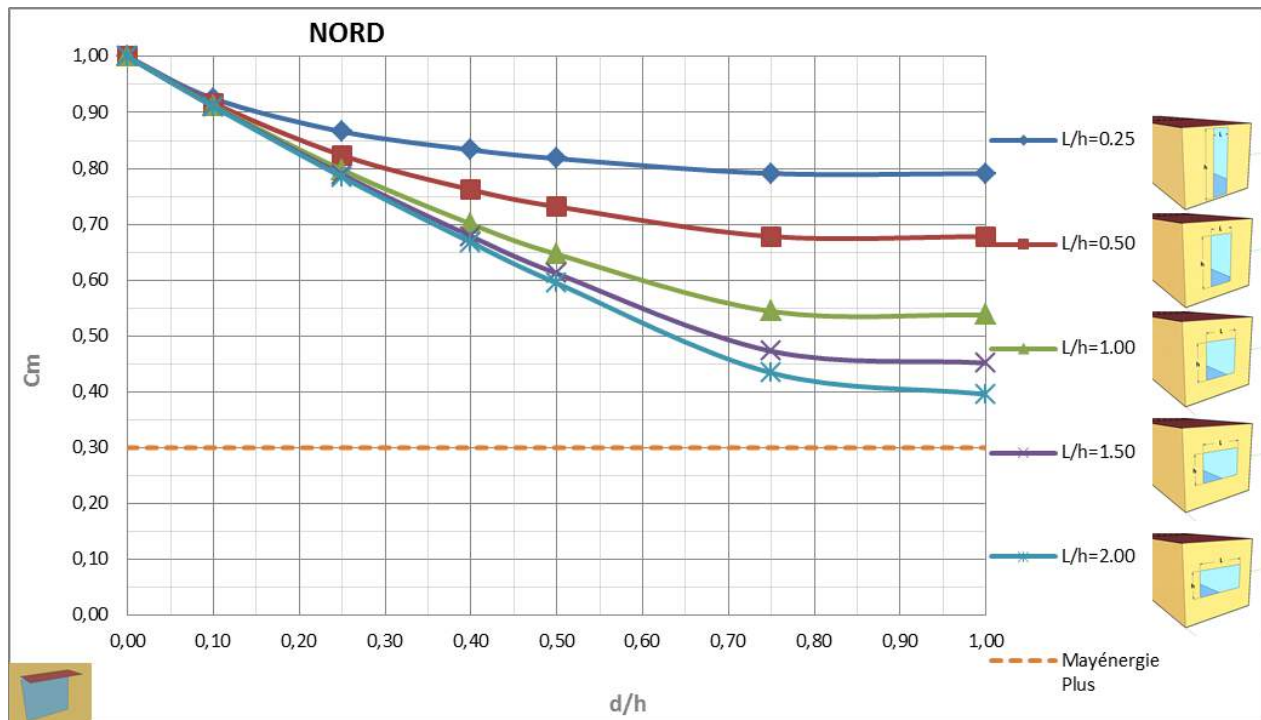


Figure 6-22 : Variations de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Nord

Tableau 6.6 : Valeurs de C_m pour un débord fini, pour une baie orientée Nord

	Mayénergie $C_m = 0.30$			d/h										
	h	L	L/h	0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Nord	2.500 m	0.625 m	$L/h=0.25$	1.00	0.93	0.87	0.83	0.82	0.79	0.79				
	1.800 m	0.900 m	$L/h=0.50$	1.00	0.92	0.82	0.76	0.73	0.68	0.68				
	1.000 m	1.000 m	$L/h=1.00$	1.00	0.91	0.80	0.70	0.65	0.54	0.54				
	1.200 m	1.800 m	$L/h=1.50$	1.00	0.91	0.79	0.68	0.61	0.47	0.45				
	1.000 m	2.000 m	$L/h=2.00$	1.00	0.91	0.78	0.67	0.59	0.43	0.40				

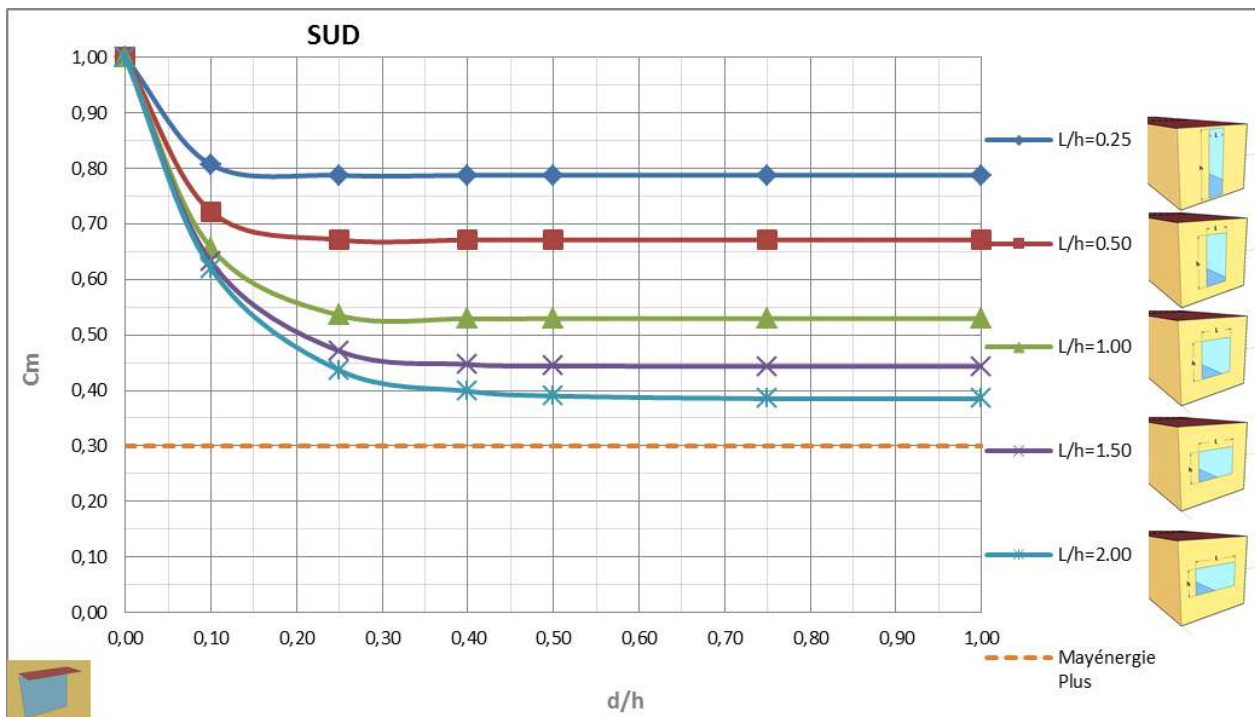
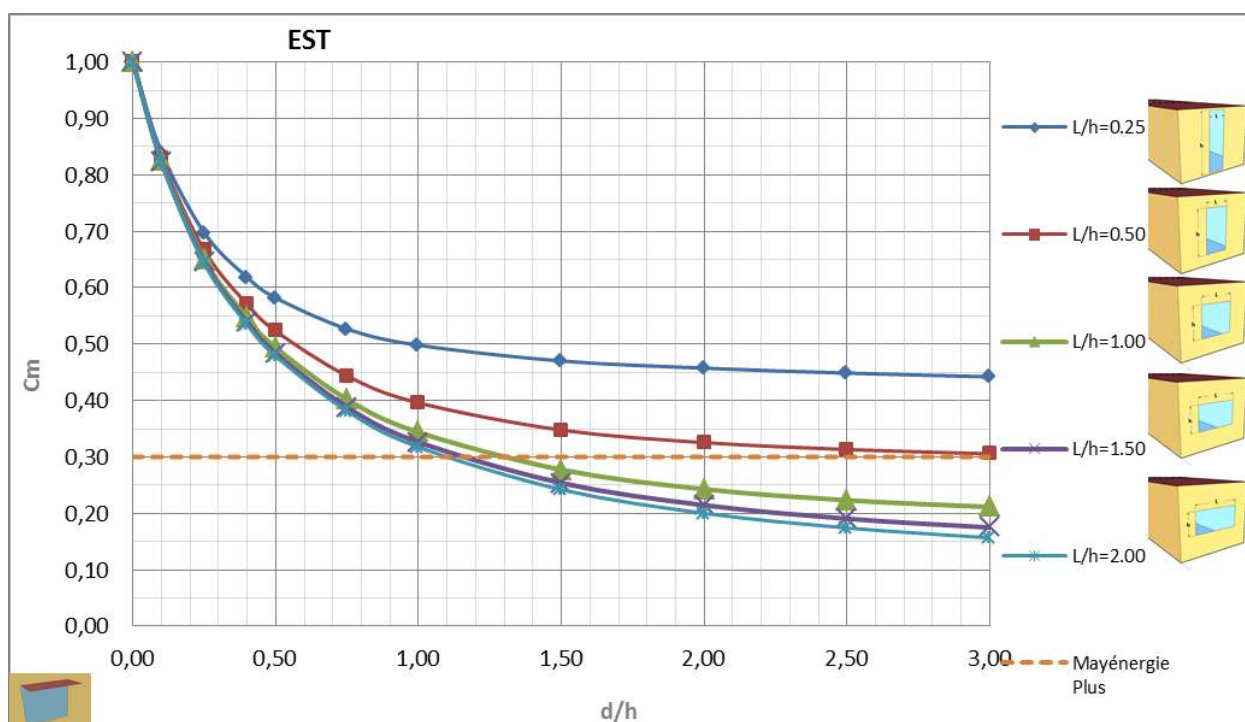


Figure 6-23 : Variations de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Sud

Tableau 6.7 : Valeurs de C_m pour un débord fini, pour une baie orientée Sud

	Mayénergie $C_m = 0.30$			d/h										
	h	L	L/h	0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Sud	2.500 m	0.625 m	$L/h=0.25$	1.00	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79				
	1.800 m	0.900 m	$L/h=0.50$	1.00	0.72	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67				
	1.000 m	1.000 m	$L/h=1.00$	1.00	0.66	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53				
	1.200 m	1.800 m	$L/h=1.50$	1.00	0.63	0.47	0.45	0.44	0.44	0.44				
	1.000 m	2.000 m	$L/h=2.00$	1.00	0.62	0.44	0.40	0.39	0.39	0.39				

Tableau 6.8 : Valeurs de C_m pour un débord fini, pour une baie orientée Est

	Mayénergie $C_m = 0.30$			d/h										
	h	L	L/h	0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Est	2.500 m	0.625 m	L/h=0.25	1.00	0.84	0.70	0.62	0.58	0.53	0.50	0.47	0.46	0.45	0.44
	1.800 m	0.900 m	L/h=0.50	1.00	0.83	0.67	0.57	0.52	0.44	0.40	0.35	0.33	0.31	0.31
	1.000 m	1.000 m	L/h=1.00	1.00	0.83	0.65	0.55	0.49	0.40	0.34	0.28	0.24	0.22	0.21
	1.200 m	1.800 m	L/h=1.50	1.00	0.82	0.65	0.54	0.48	0.39	0.33	0.25	0.21	0.19	0.17
	1.000 m	2.000 m	L/h=2.00	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.32	0.24	0.20	0.17	0.16

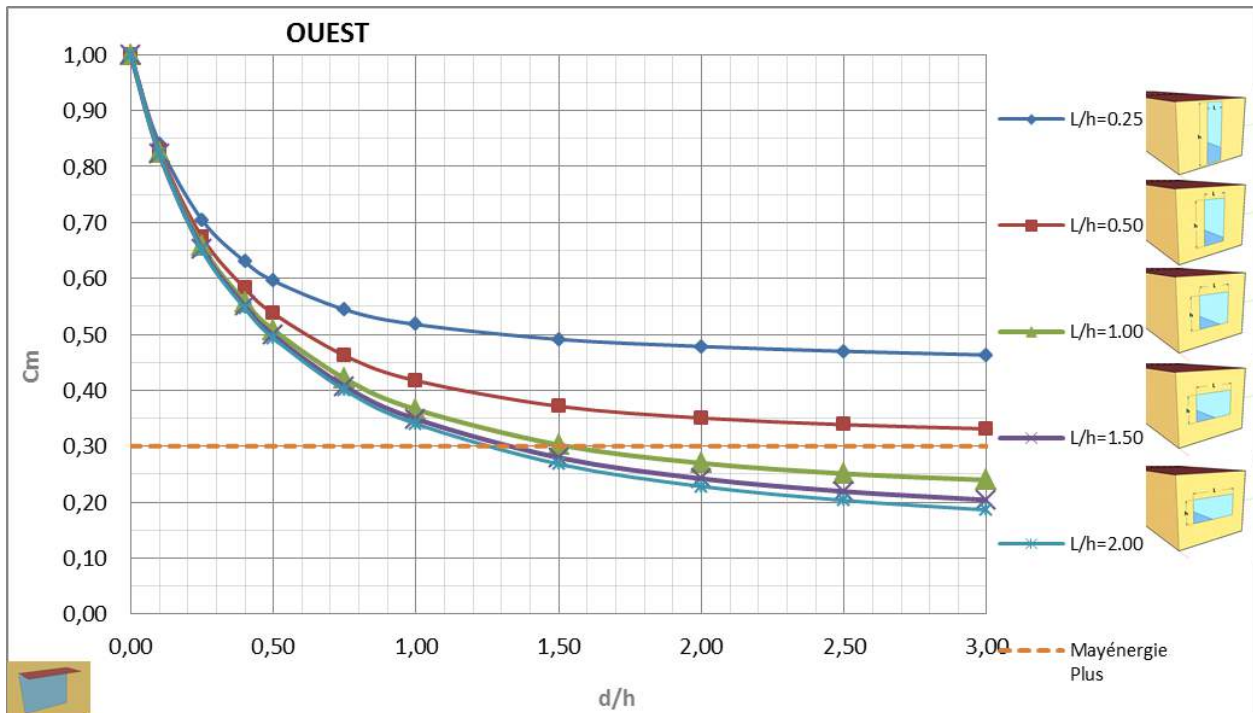


Figure 6-25 : Variations de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Ouest

Tableau 6.9 : Valeurs de C_m pour un débord fini, pour une baie orientée Ouest

	Mayénergie $C_m = 0.30$			d/h										
	h	L	L/h	0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Ouest	2.500 m	0.625 m	$L/h=0.25$	1.00	0.84	0.70	0.63	0.60	0.54	0.52	0.49	0.48	0.47	0.46
	1.800 m	0.900 m	$L/h=0.50$	1.00	0.83	0.67	0.58	0.54	0.46	0.42	0.37	0.35	0.34	0.33
	1.000 m	1.000 m	$L/h=1.00$	1.00	0.82	0.66	0.56	0.51	0.42	0.37	0.30	0.27	0.25	0.24
	1.200 m	1.800 m	$L/h=1.50$	1.00	0.82	0.65	0.55	0.50	0.41	0.35	0.28	0.24	0.22	0.20
	1.000 m	2.000 m	$L/h=2.00$	1.00	0.82	0.65	0.55	0.49	0.40	0.34	0.27	0.23	0.20	0.19

Valeurs de C_m pour une solution de type débord non limité à la largeur de la fenêtre (étendu)

Hypothèses de simulation :

→ Type de protection : Débord simple

→ Variable(s) :

$$* \quad 0 \leq \frac{d}{h} \leq 1.00$$

$$* \quad 0 \leq \frac{\delta}{h} \leq 1.75$$

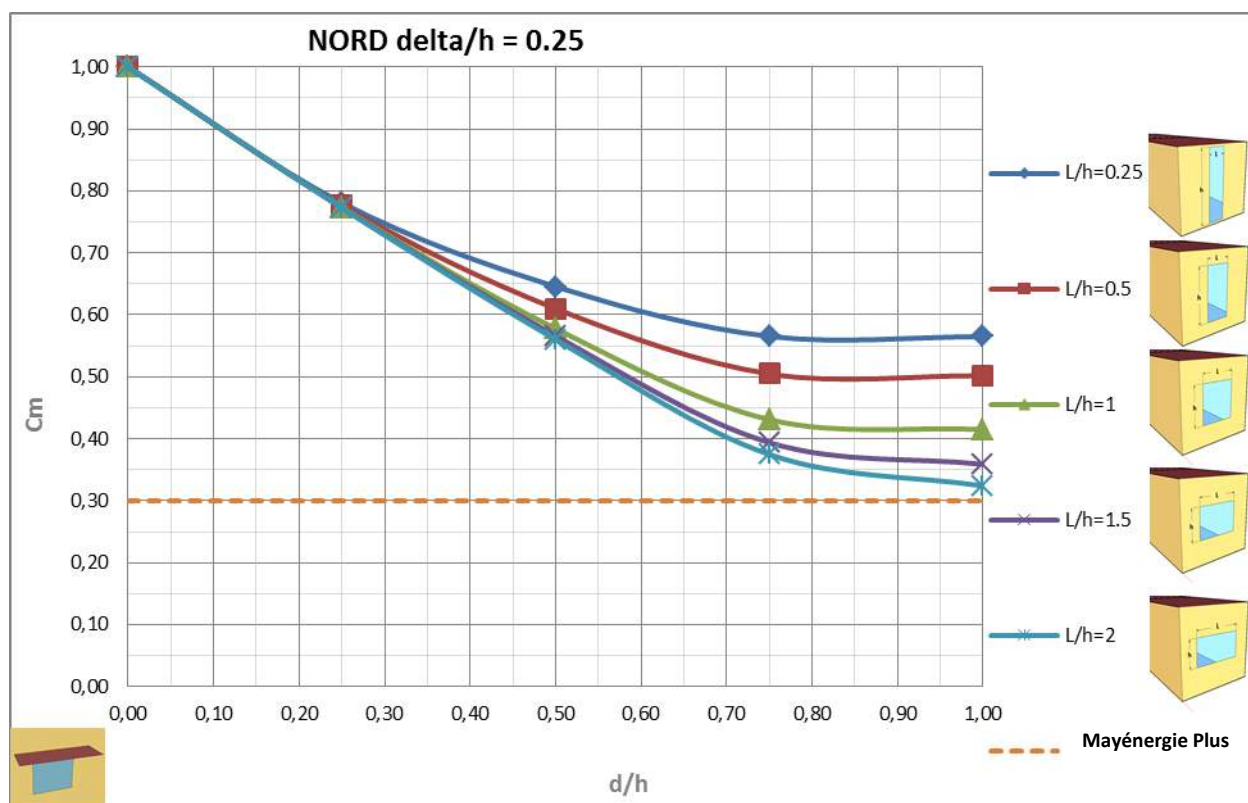


Figure 6-26 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 0.25$, pour des différentes fenêtres orientées Nord

Tableau 6.10 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Nord

Mayénergie		$\delta/h = 0.25$				
$C_m = 0.30$		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
NORD	$d/h=0.25$	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77
	$d/h=0.50$	0.65	0.61	0.58	0.57	0.56
	$d/h=0.75$	0.57	0.5	0.43	0.39	0.37
	$d/h=1.00$	0.56	0.5	0.42	0.36	0.32

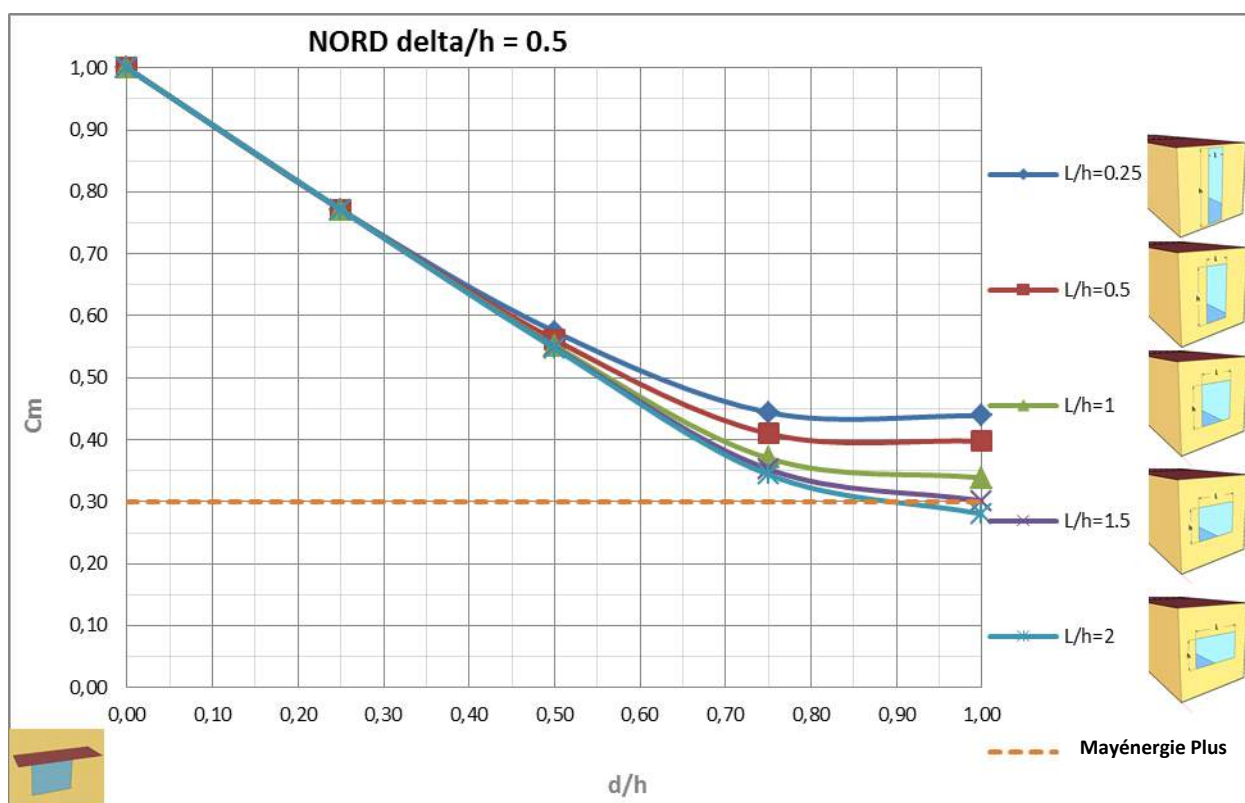


Figure 6-27 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 0.5$, pour différentes fenêtres orientées Nord

Tableau 6.11 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Nord

Mayénergie		$\delta/h = 0.50$				
$C_m = 0.30$		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
NORD	$d/h=0.25$	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
	$d/h=0.50$	0.57	0.56	0.55	0.55	0.55
	$d/h=0.75$	0.44	0.41	0.37	0.35	0.34
	$d/h=1.00$	0.44	0.4	0.34	0.3	0.28

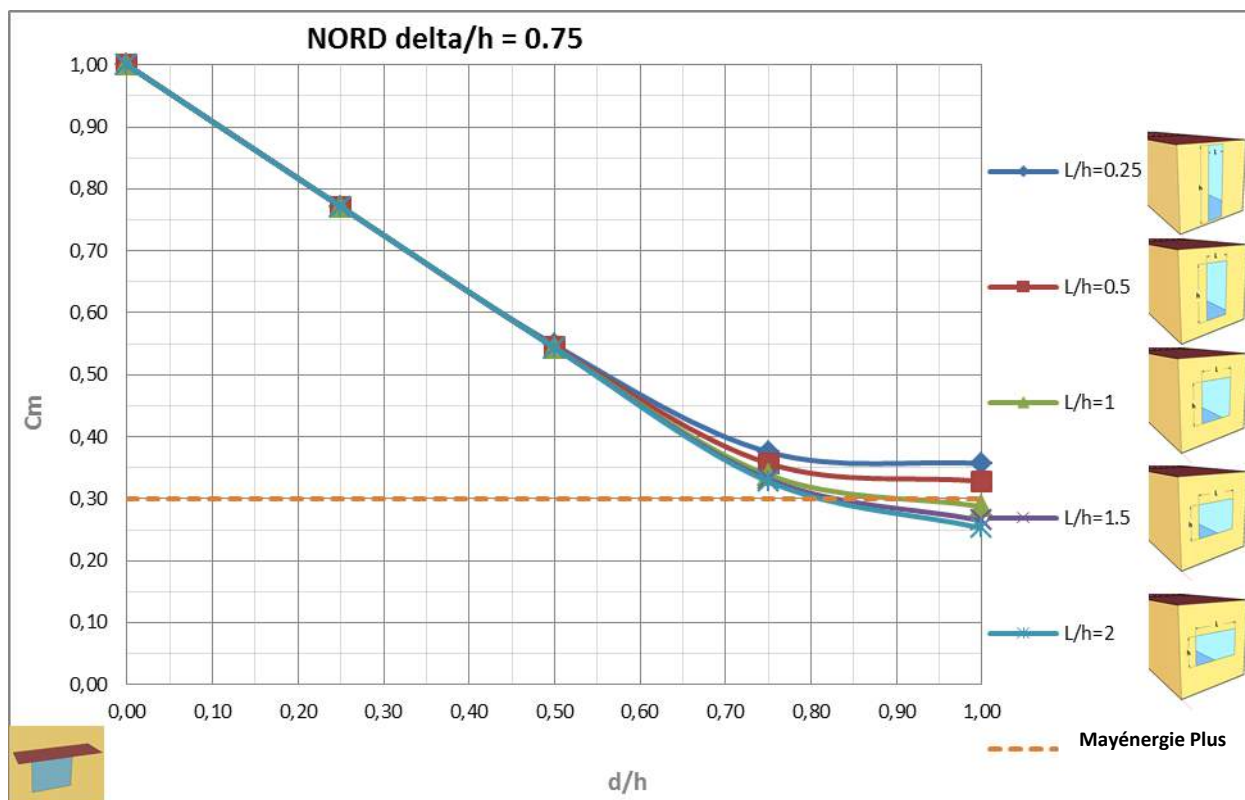


Figure 6-28 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 0.75$, pour différentes fenêtres orientées Nord

Tableau 6.12 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Nord

Mayénergie		$\delta/h = 0.75$				
$C_m = 0.30$		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
NORD	$d/h=0.25$	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
	$d/h=0.50$	0.55	0.55	0.54	0.54	0.54
	$d/h=0.75$	0.38	0.36	0.34	0.33	0.33
	$d/h=1.00$	0.36	0.33	0.29	0.26	0.25

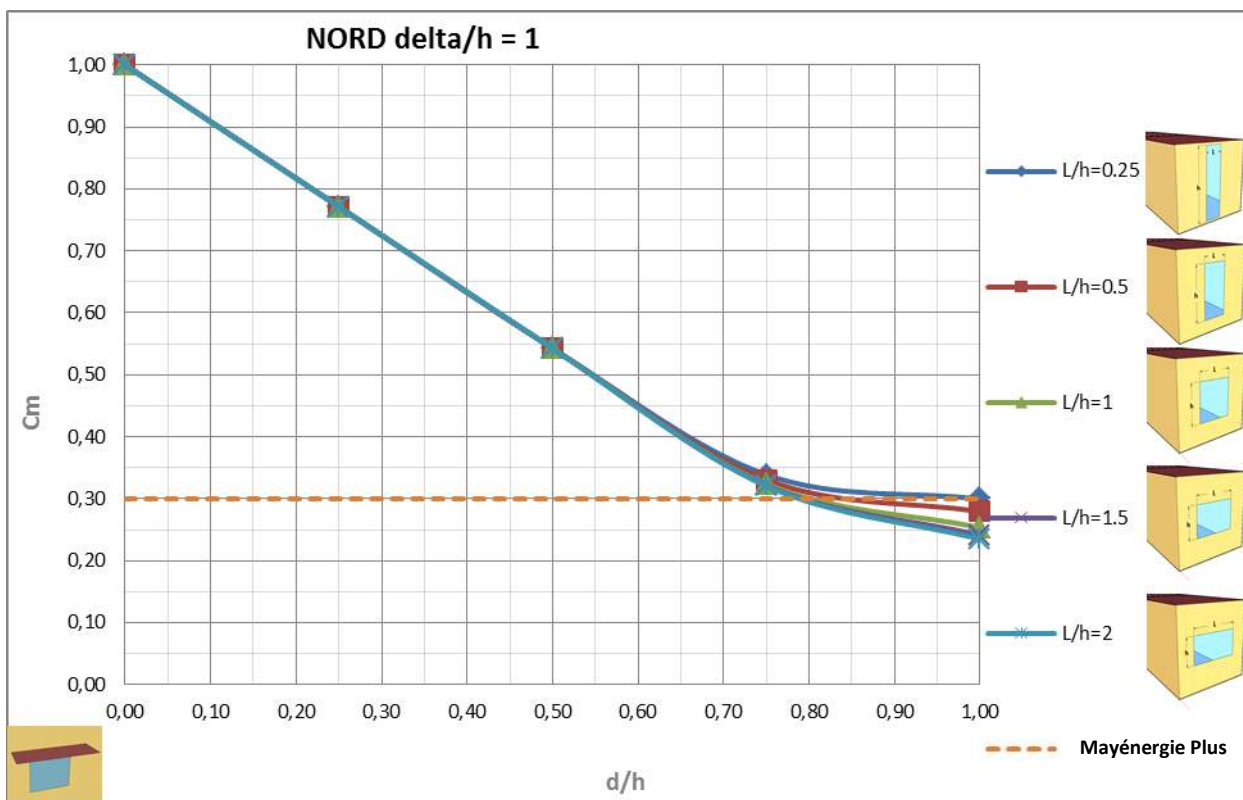


Figure 6-29 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 1$, pour des fenêtres orientées Nord

Tableau 6.13 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Nord

Mayénergie		$\delta/h = 1$				
$C_m = 0.30$		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
NORD	$d/h=0.25$	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
	$d/h=0.50$	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
	$d/h=0.75$	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32
	$d/h=1.00$	0.3	0.28	0.25	0.24	0.24

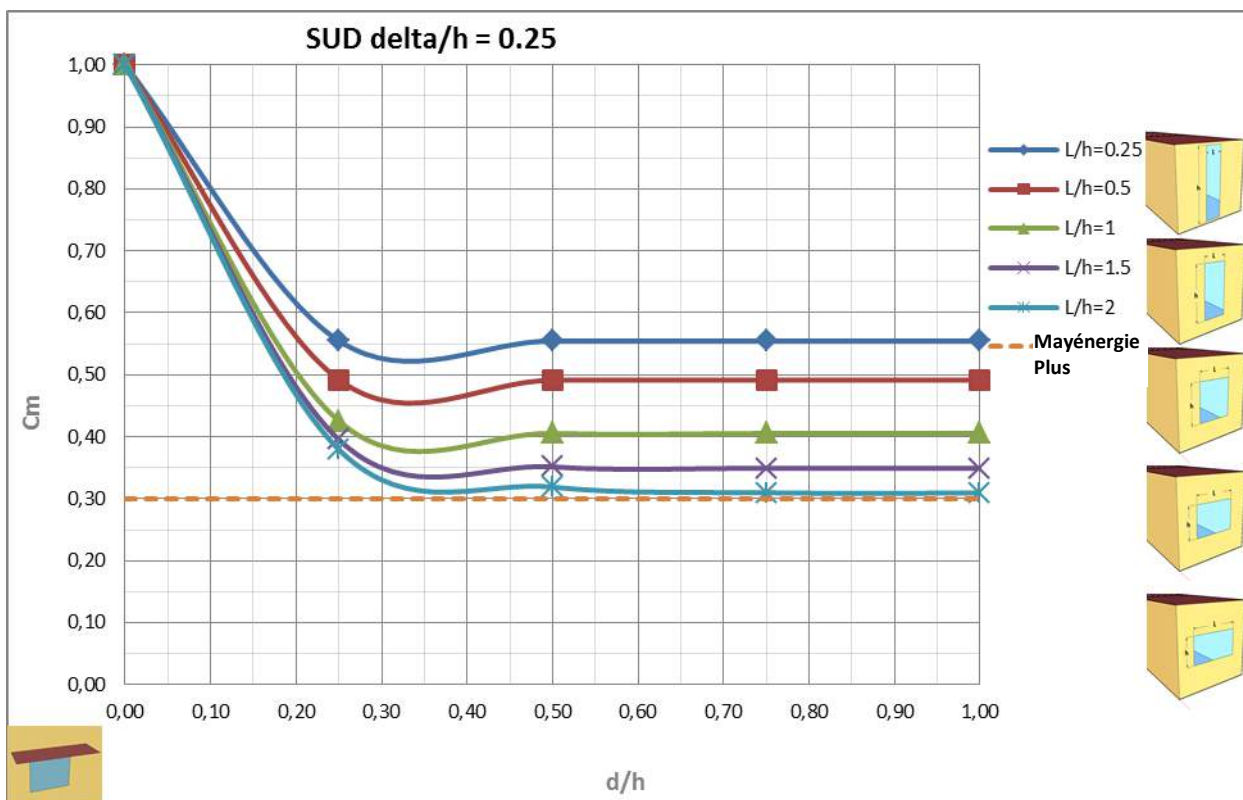


Figure 6-30 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 0.25$, pour des fenêtres orientées Sud

Tableau 6.14 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Sud

Mayénergies $C_m = 0.30$		$\delta/h = 0.25$				
		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
SUD	$d/h=0.25$	0.55	0.49	0.43	0.4	0.38
	$d/h=0.50$	0.55	0.49	0.41	0.35	0.32
	$d/h=0.75$	0.55	0.49	0.41	0.35	0.31
	$d/h=1.00$	0.55	0.49	0.41	0.35	0.31

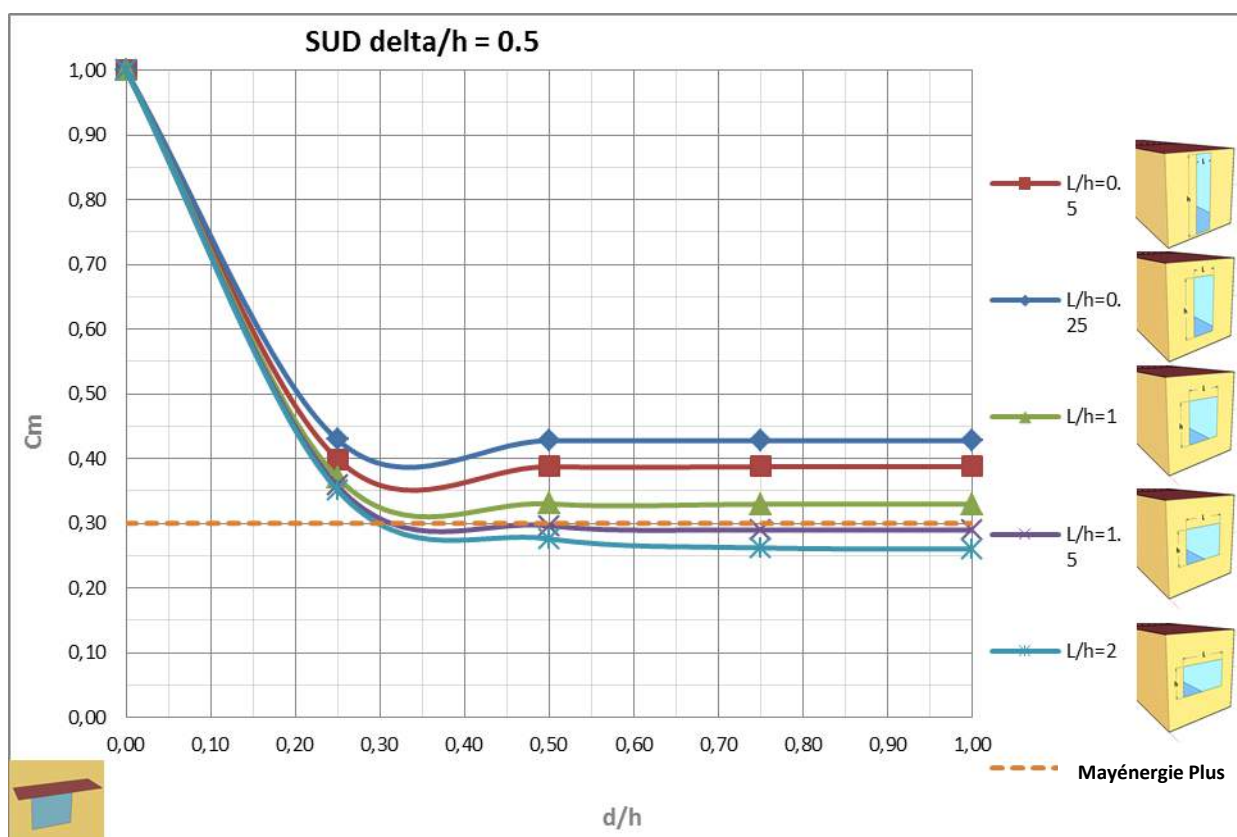


Figure 6-31 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 0.50$, pour des fenêtres orientées Sud

Tableau 6.15 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Sud

Mayénergies		$\delta/h = 0.50$				
$C_m = 0.30$		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
SUD	$d/h=0.25$	0.43	0.4	0.37	0.36	0.35
	$d/h=0.50$	0.43	0.39	0.33	0.3	0.28
	$d/h=0.75$	0.43	0.39	0.33	0.29	0.26
	$d/h=1.00$	0.43	0.39	0.33	0.29	0.26

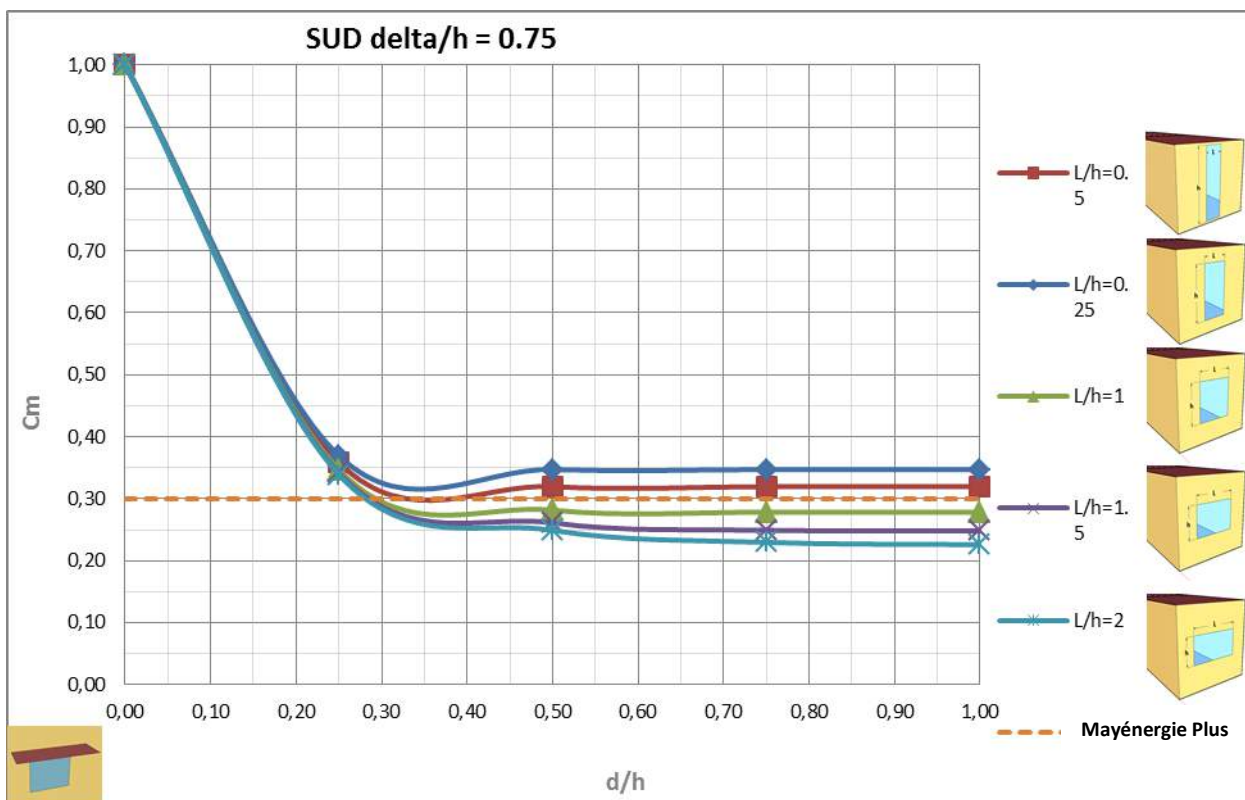


Figure 6-32 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 0.75$, pour des fenêtres orientées Sud

Tableau 6.16 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Sud

Mayénergie $C_m = 0.30$		$\delta/h = 0.75$				
		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
SUD	$d/h=0.25$	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34
	$d/h=0.50$	0.35	0.32	0.28	0.26	0.25
	$d/h=0.75$	0.35	0.32	0.28	0.25	0.23
	$d/h=1.00$	0.35	0.32	0.28	0.25	0.23

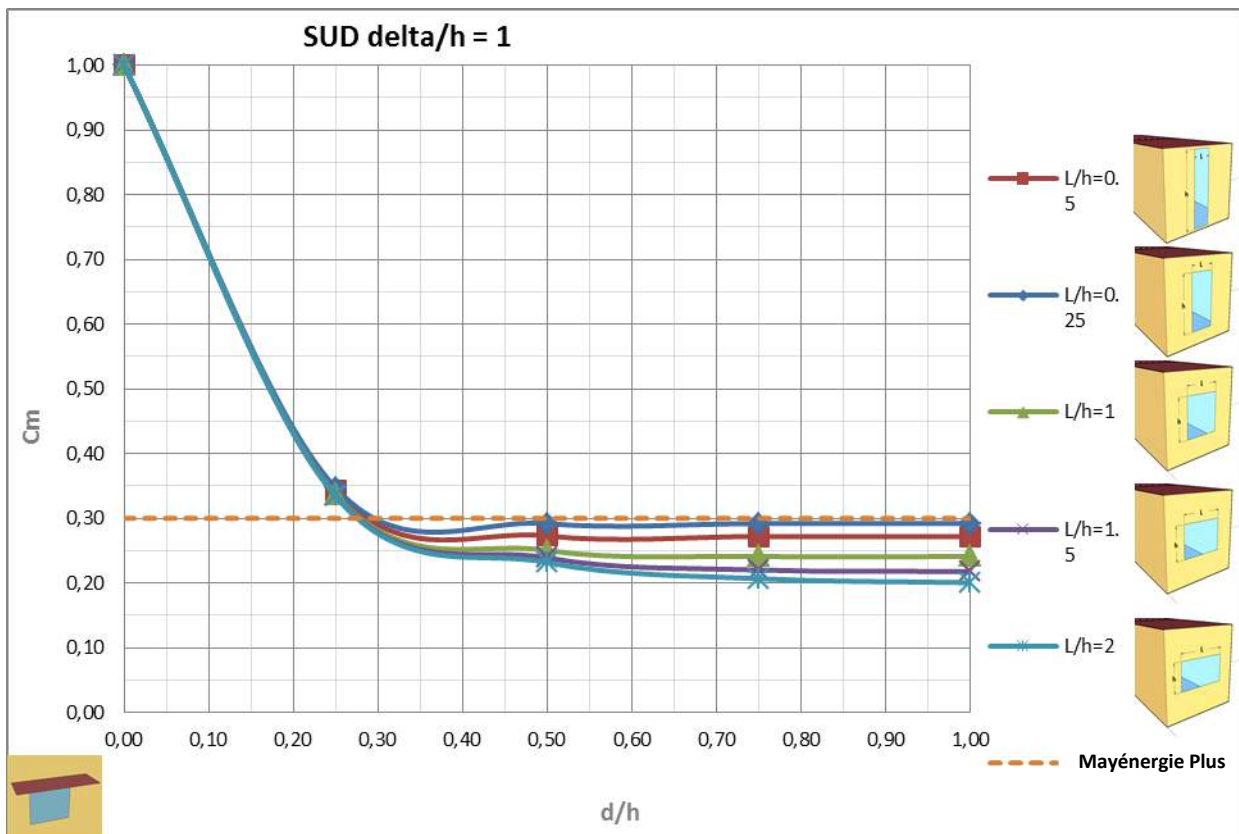


Figure 6-33 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour une extension de débord $\delta/h = 1$, pour des fenêtres orientées Sud

Tableau 6.17 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour une baie orientée Sud

Mayénergie $C_m = 0.30$		$\delta/h = 1.00$				
		$L/h=0.25$	$L/h=0.50$	$L/h=1.00$	$L/h=1.50$	$L/h=2.00$
SUD	$d/h=0.25$	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33
	$d/h=0.50$	0.29	0.27	0.27	0.24	0.23
	$d/h=0.75$	0.29	0.27	0.27	0.22	0.21
	$d/h=1.00$	0.29	0.27	0.27	0.22	0.20

On constate que C_m ne varie pas en fonction de la valeur de l'extension du débord δ/h . On pourra alors utiliser les résultats pour des débords simples sur ce type de baie.

Tableau 6.18 : Valeurs de C_m pour un débord étendu, pour des baies orientées Est et Ouest

			delta/h			
			0.25	0.5	0.75	1
EST	L/h=1	d/h=0.25	0.64	0.64	0.64	0.64
		d/h=0.50	0.46	0.46	0.46	0.46
		d/h=0.75	0.36	0.36	0.36	0.36
		d/h=1.00	0.29	0.29	0.29	0.29
OUEST	L/h=1	d/h=0.25	0.64	0.64	0.64	0.64
		d/h=0.50	0.48	0.48	0.48	0.48
		d/h=0.75	0.38	0.38	0.38	0.38
		d/h=2.00	0.32	0.31	0.31	0.31

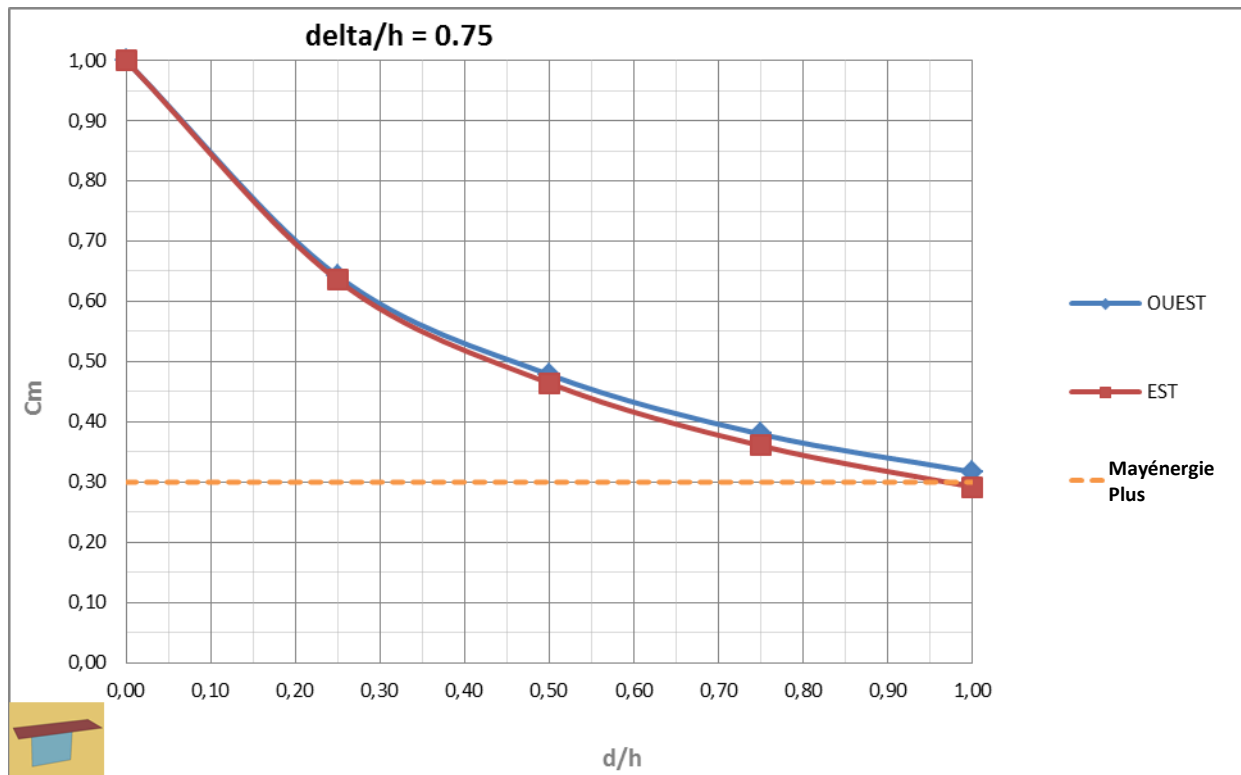


Figure 6-34 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour des fenêtres carrées, orientées Est et Ouest

Valeurs de Cm pour une solution de type débord infini

Pour les orientations **NORD** et **SUD**, on donne dans le tableau suivant les valeurs de Cm lorsque le débord est considéré comme infini (dans le cas d’une coursi ve par exemple).

La condition pour avoir un débord infini est :

$$\frac{\delta}{h} > 2$$

Dans ce cadre, les résultats ci-après ont été obtenus à partir d’un débord étendu dont l’extension δ est supérieure à 6m.

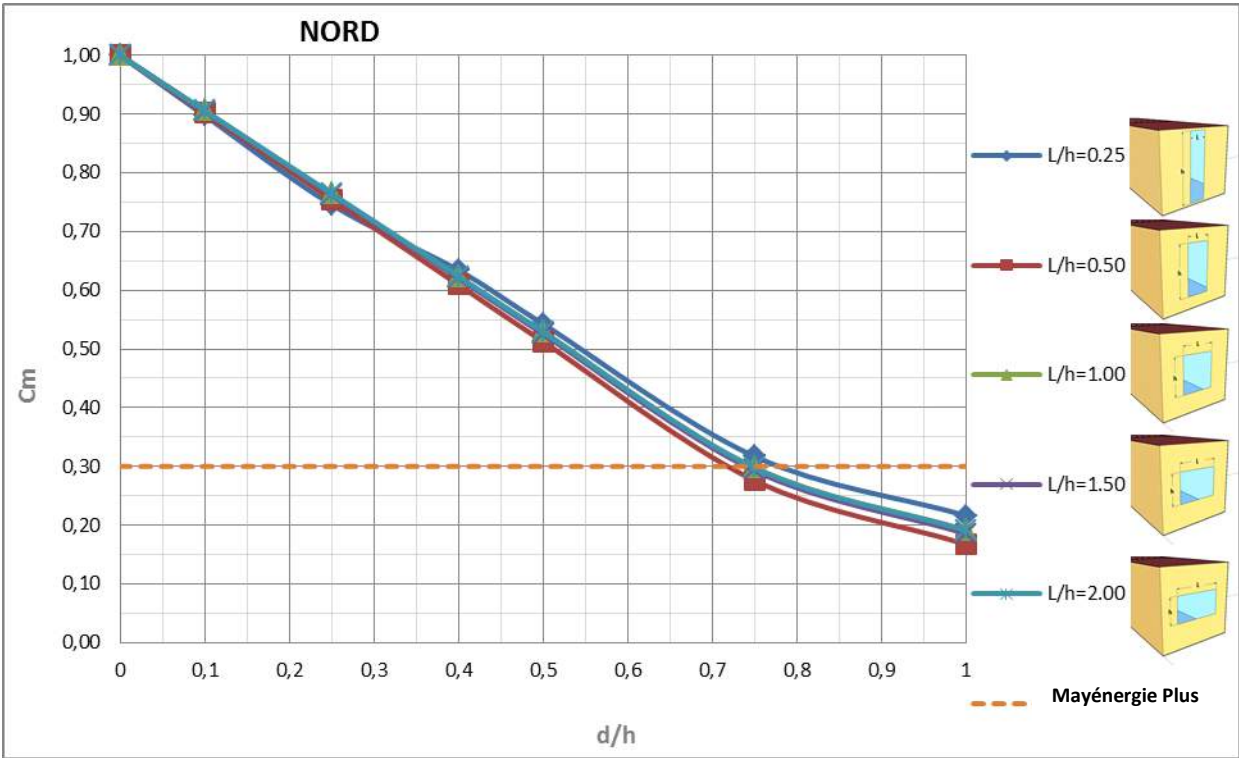


Figure 6-35 : Valeurs de Cm en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Nord

Tableau 6.19 : Valeurs de Cm pour un débord infini, pour une baie orientée Nord

	Exigence RTA Mayotte Cm = 0.30			d/h						
	h	L	L/h	0	0.1	0.25	0.4	0.5	0.75	1
NORD	2.500 m	0.625 m	L/h=0.25	1.00	0.90	0.75	0.63	0.54	0.32	0.22
	1.800 m	0.900 m	L/h=0.50	1.00	0.90	0.75	0.61	0.51	0.28	0.17
	1.000 m	1.000 m	L/h=1.00	1.00	0.91	0.76	0.62	0.53	0.30	0.19
	1.200 m	1.800 m	L/h=1.50	1.00	0.90	0.76	0.62	0.53	0.29	0.19
	1.000 m	2.000 m	L/h=2.00	1.00	0.91	0.76	0.62	0.53	0.30	0.19

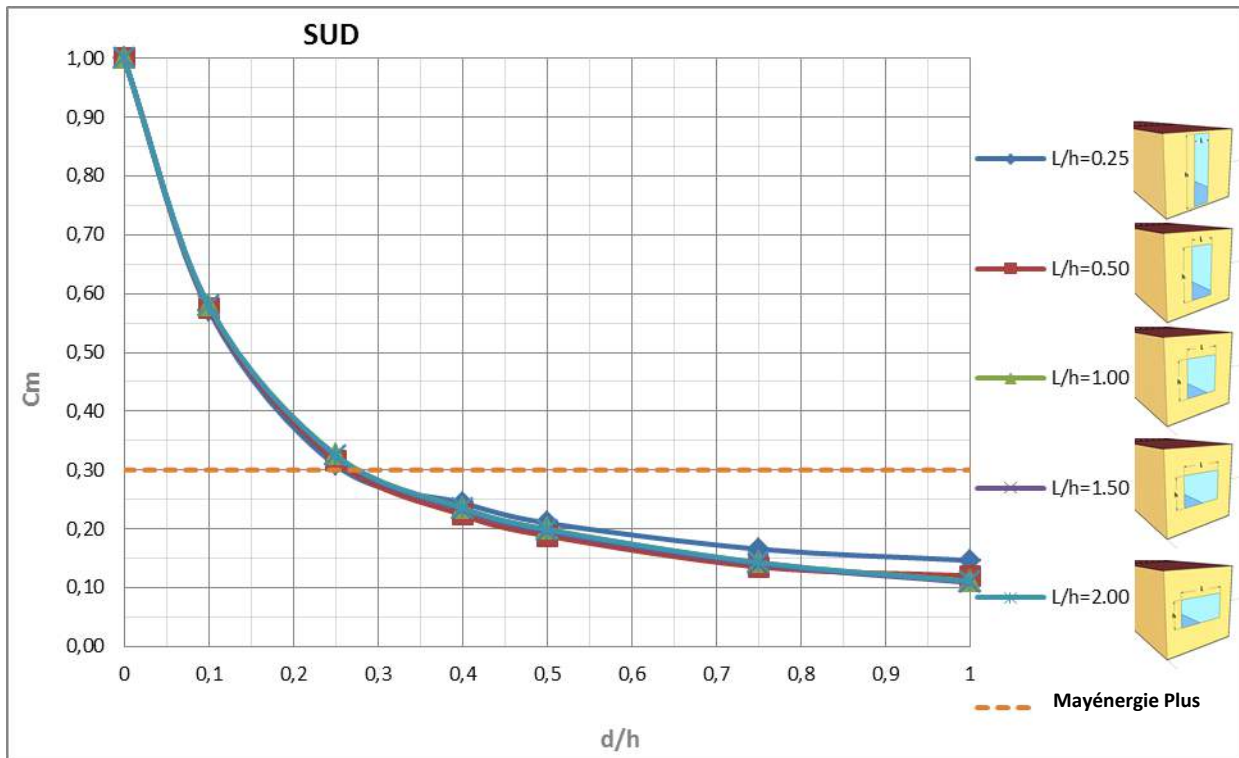


Figure 6-36 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Sud

Tableau 6.20 : Valeurs de C_m pour un débord infini, pour une baie orientée Sud

	Exigence RTA Mayotte $C_m = 0.30$			d/h						
	h	L	L/h	0	0.1	0.25	0.4	0.5	0.75	1
SUD	2.500 m	0.625 m	$L/h=0.25$	1.00	0.57	0.31	0.24	0.21	0.17	0.15
	1.800 m	0.900 m	$L/h=0.50$	1.00	0.58	0.32	0.22	0.19	0.14	0.12
	1.000 m	1.000 m	$L/h=1.00$	1.00	0.58	0.33	0.24	0.20	0.14	0.11
	1.200 m	1.800 m	$L/h=1.50$	1.00	0.58	0.32	0.23	0.20	0.14	0.11
	1.000 m	2.000 m	$L/h=2.00$	1.00	0.58	0.33	0.24	0.20	0.14	0.11

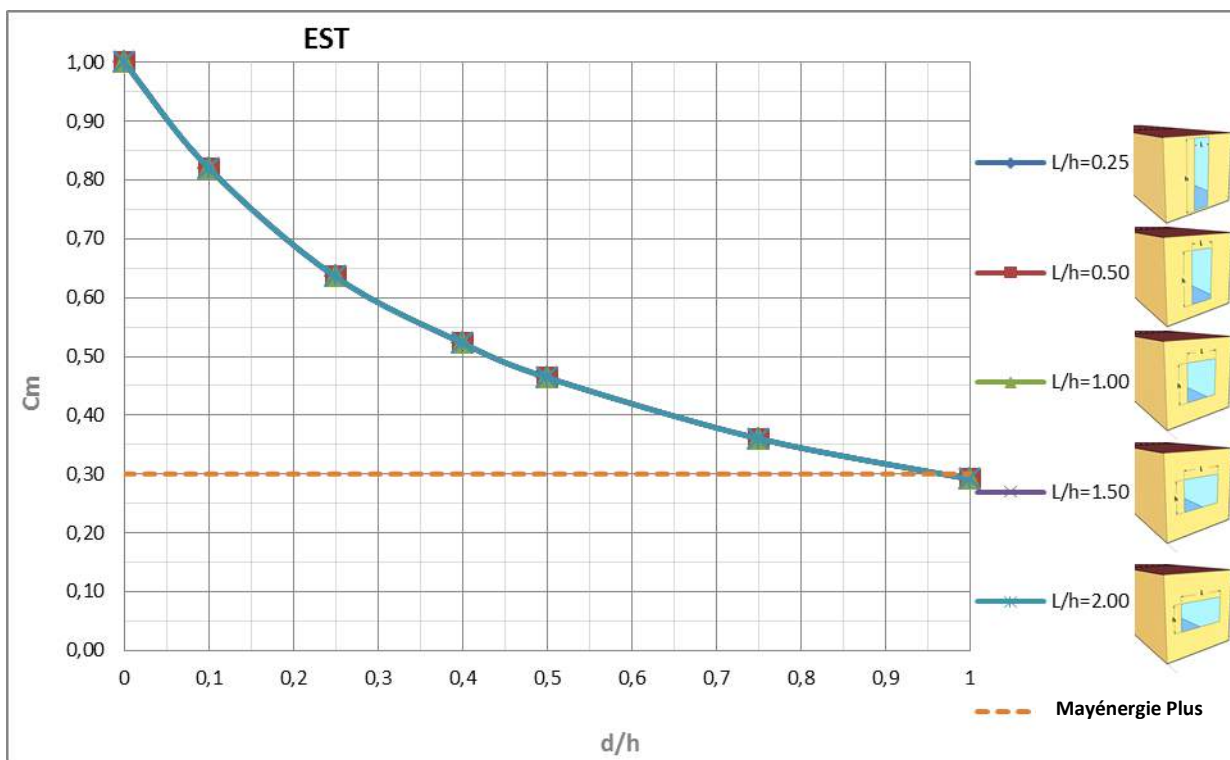


Figure 6-37 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Est

Tableau 6.21 : Valeurs de C_m pour un débord infini, pour une baie orientée Est

	Exigence RTA Mayotte $C_m = 0.30$			d/h						
	h	L	L/h	0	0.1	0.25	0.4	0.5	0.75	1
EST	2.500 m	0.625 m	$L/h=0.25$	1.00	0.82	0.64	0.52	0.46	0.36	0.29
	1.800 m	0.900 m	$L/h=0.50$	1.00	0.82	0.64	0.52	0.46	0.36	0.29
	1.000 m	1.000 m	$L/h=1.00$	1.00	0.82	0.64	0.52	0.46	0.36	0.29
	1.200 m	1.800 m	$L/h=1.50$	1.00	0.82	0.64	0.52	0.46	0.36	0.29
	1.000 m	2.000 m	$L/h=2.00$	1.00	0.82	0.64	0.52	0.46	0.36	0.29

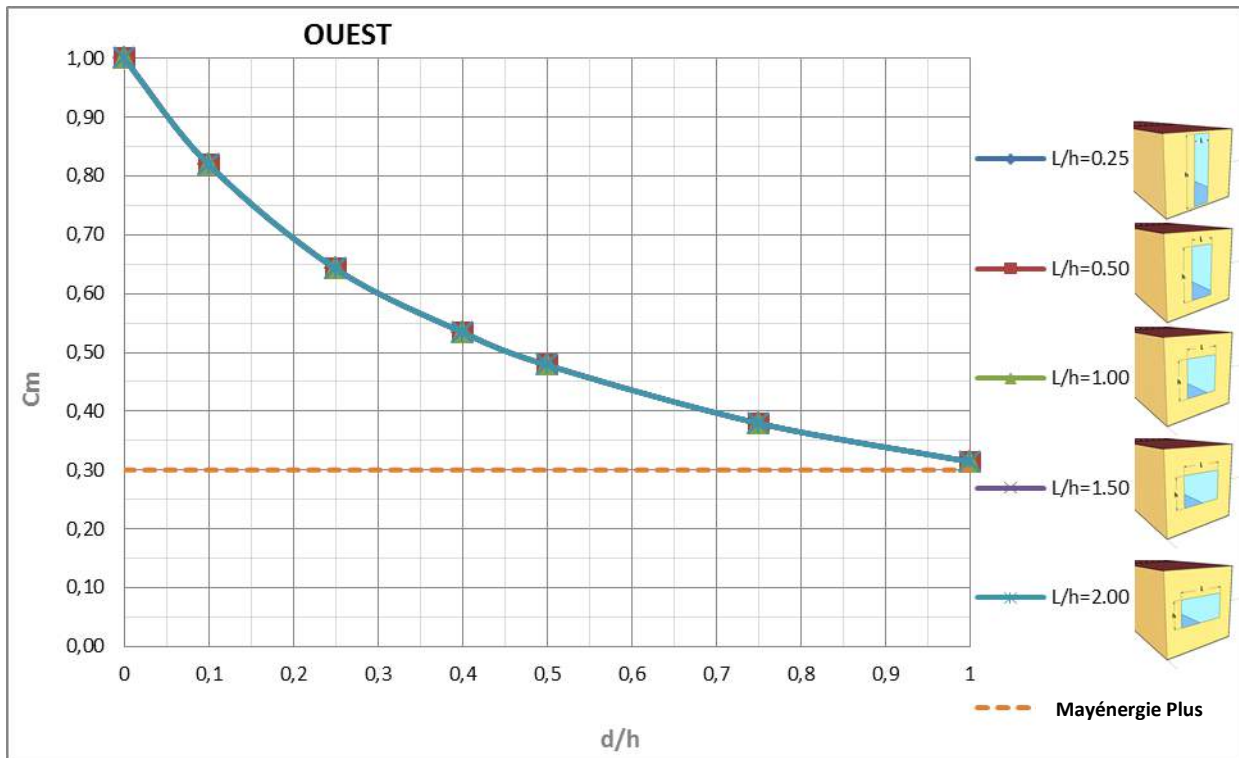


Figure 6-38 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour différentes fenêtres orientées Ouest

Tableau 6-22 : Valeurs de C_m pour un débord infini, pour une baie orientée Ouest

	Exigence RTA Mayotte $C_m = 0.30$			d/h						
	h	L	L/h	0	0.1	0.25	0.4	0.5	0.75	1
OUEST	2.500 m	0.625 m	$L/h=0.25$	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.31
	1.800 m	0.900 m	$L/h=0.50$	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.31
	1.000 m	1.000 m	$L/h=1.00$	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.31
	1.200 m	1.800 m	$L/h=1.50$	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.31
	1.000 m	2.000 m	$L/h=2.00$	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.31

Valeurs de C_m pour une solution de type débord + joue(s)

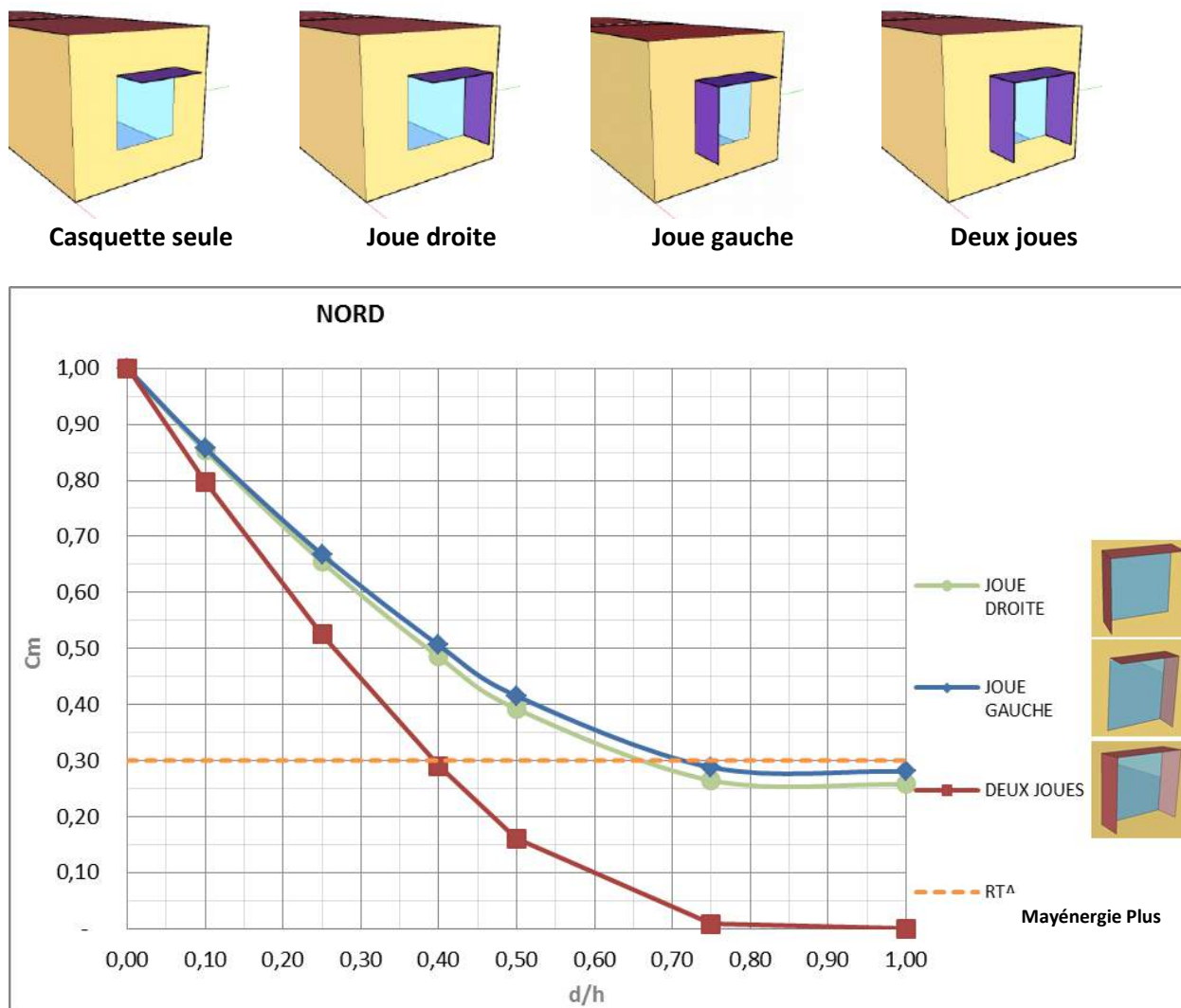


Figure 6-39 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Nord

Tableau 6.23 : Valeurs de C_m pour un débord accompagné de joue(s), pour une baie orientée Nord

Exigence RTA Mayotte $C_m = 0.30$		d/h						
		0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00
NORD	Joue droite	1.00	0.85	0.65	0.48	0.39	0.26	0.26
	Joue Gauche	1.00	0.86	0.67	0.51	0.42	0.29	0.28
	Deux Joes	1.00	0.80	0.52	0.29	0.16	0.01	0.00

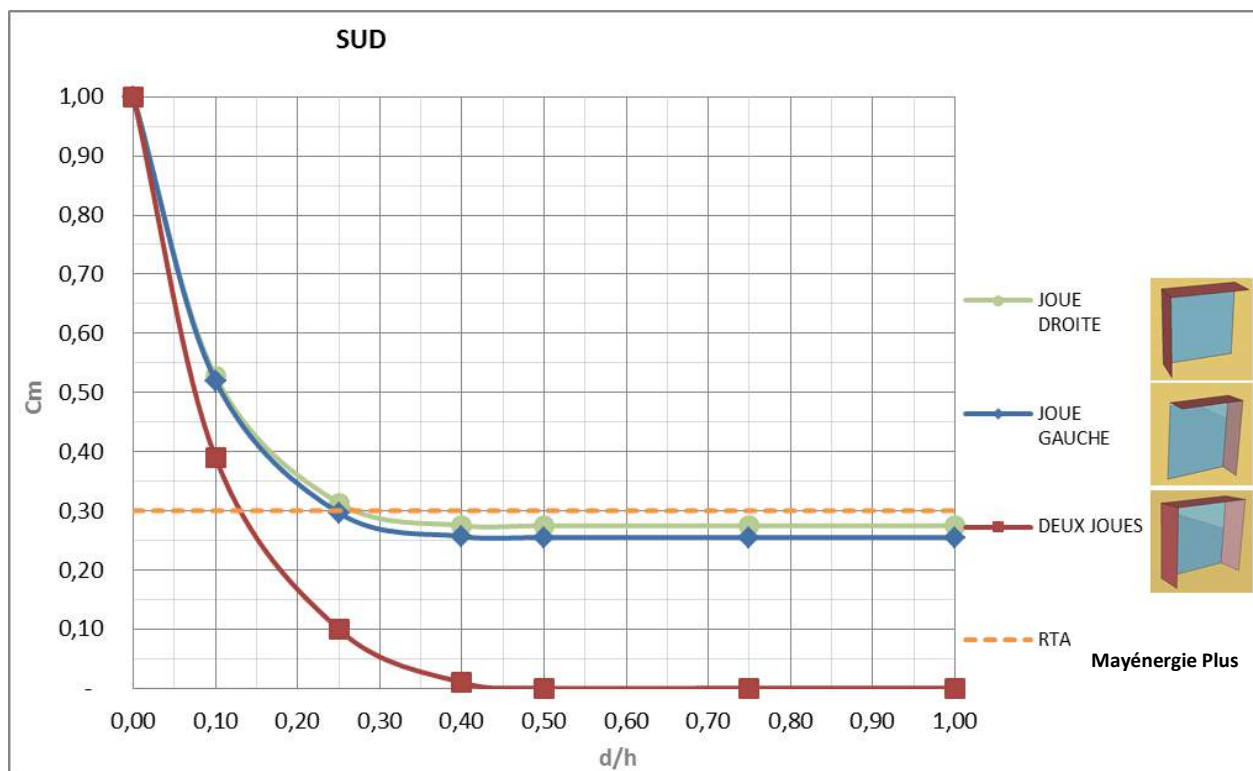


Figure 6-40 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Sud

Tableau 6.24 : Valeurs de C_m pour un débord accompagné de joue(s), pour une baie orientée Sud

Exigence RTA Mayotte $C_m = 0.30$		d/h						
		0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00
SUD	Joue droite	1.00	0.53	0.31	0.28	0.27	0.27	0.27
	Joue Gauche	1.00	0.52	0.30	0.26	0.25	0.25	0.25
	Deux Joes	1.00	0.39	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00

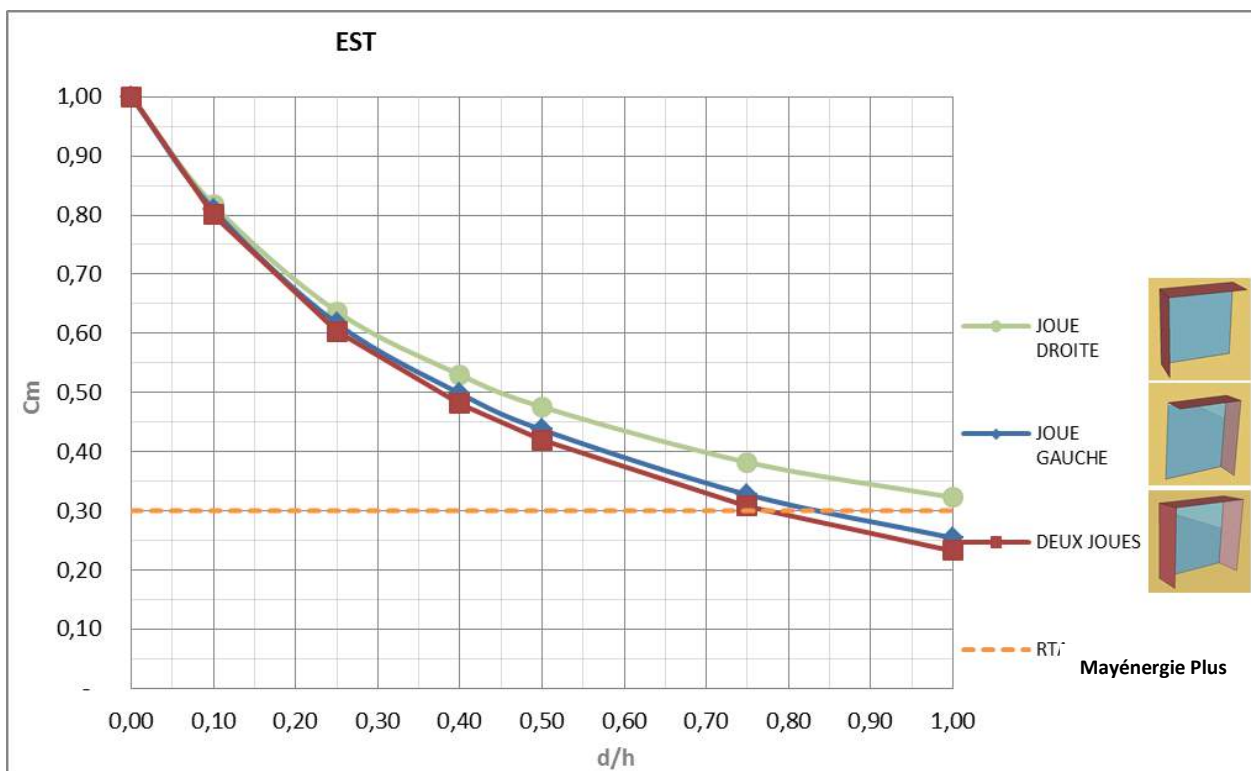


Figure 6-41 : Valeurs de Cm en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Est

Tableau 6.25 : Valeurs de Cm pour un débord accompagné de joue(s), pour une baie orientée Est

Exigence RTA Mayotte $C_m = 0.30$		d/h						
		0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00
EST	Joue droite	1.00	0.82	0.64	0.53	0.48	0.38	0.32
	Joue Gauche	1.00	0.81	0.62	0.50	0.44	0.33	0.25
	Deux Joues	1.00	0.80	0.60	0.48	0.42	0.31	0.23

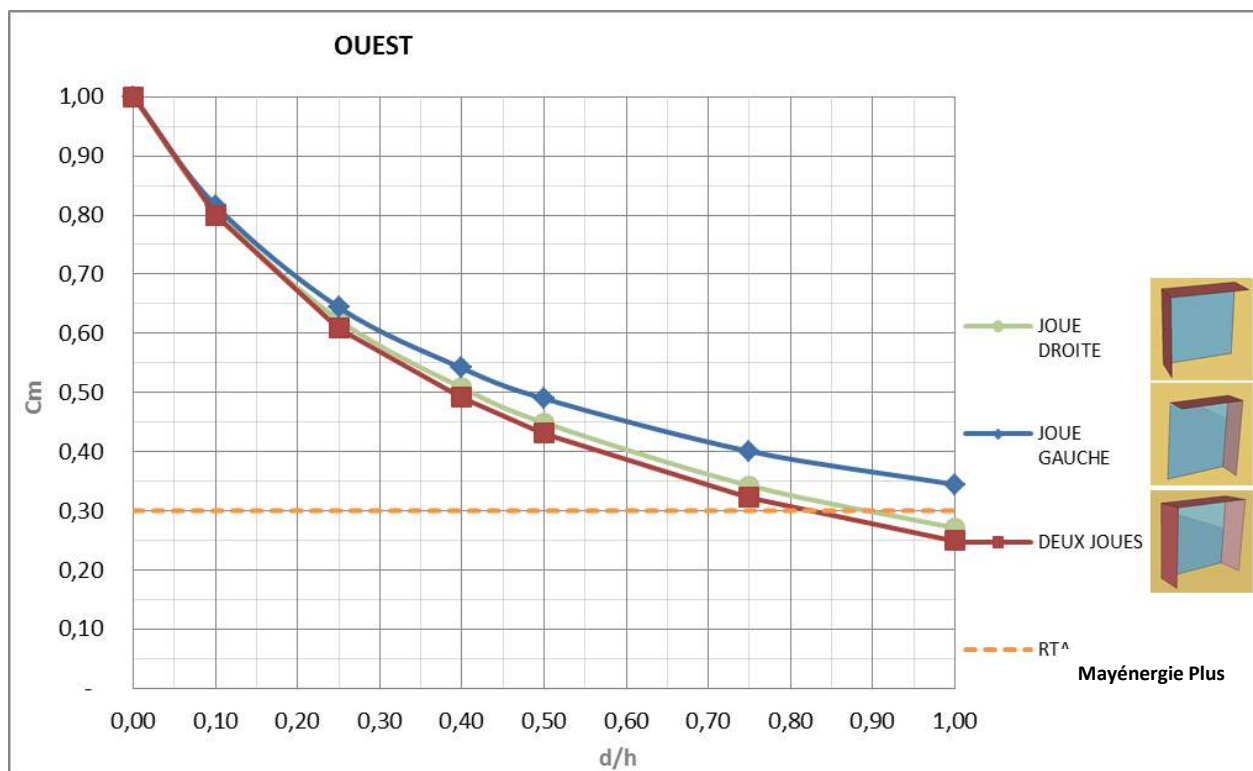


Figure 6-42 : Valeurs de Cm en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Ouest

Tableau 6.26 : Valeurs de Cm pour un débord accompagné de joue(s), pour une baie orientée Ouest

Exigence RTA Mayotte Cm = 0.30		d/h						
		0.00	0.10	0.25	0.40	0.50	0.75	1.00
EST	Joue droite	1.00	0.81	0.62	0.51	0.45	0.34	0.27
	Joue Gauche	1.00	0.82	0.64	0.54	0.49	0.40	0.34
	Deux Joues	1.00	0.80	0.61	0.49	0.43	0.32	0.25

Valeurs de C_m pour une solution de type lames horizontales ou brise-soleils

Les protections de type lames sont préconisées pour des orientations **Est** et **Ouest**.

Les brise-soleils ou lames sont caractérisés par leur angle α .

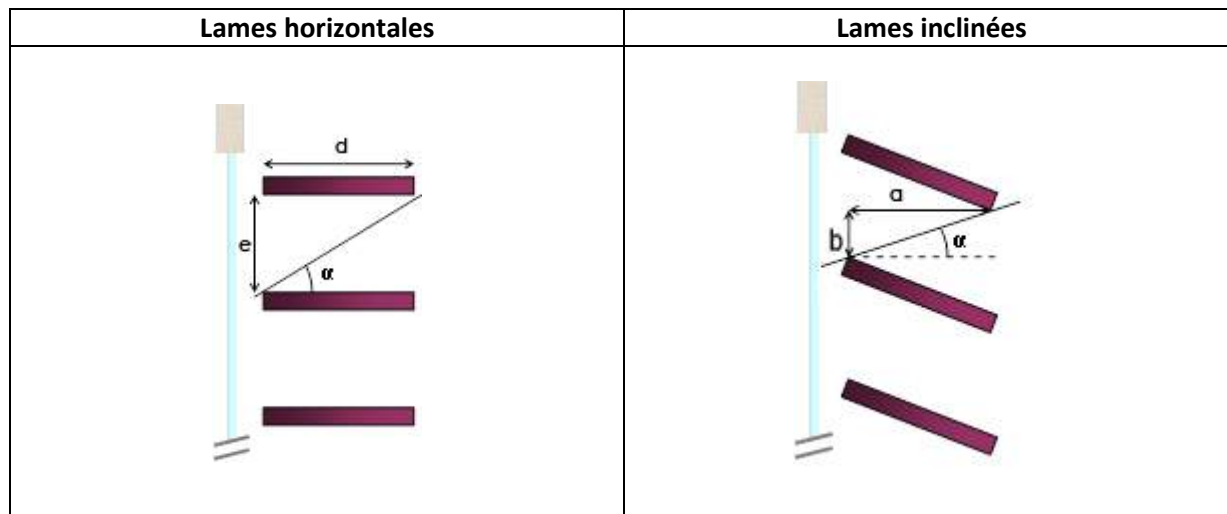


Figure 6-43 Définition de l'angle α pour des lames horizontales et inclinées

Les lames peuvent être aussi déportées par rapport à la fenêtre, comme le montre la Figure 6-44. Dans ce cas, on préconise la mise en œuvre d'un débord simple au-dessus de la baie afin de protéger celle-ci de façon optimale.

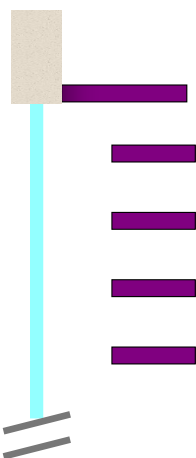


Figure 6-44 Cas où les lames sont déportées de la façade à protéger

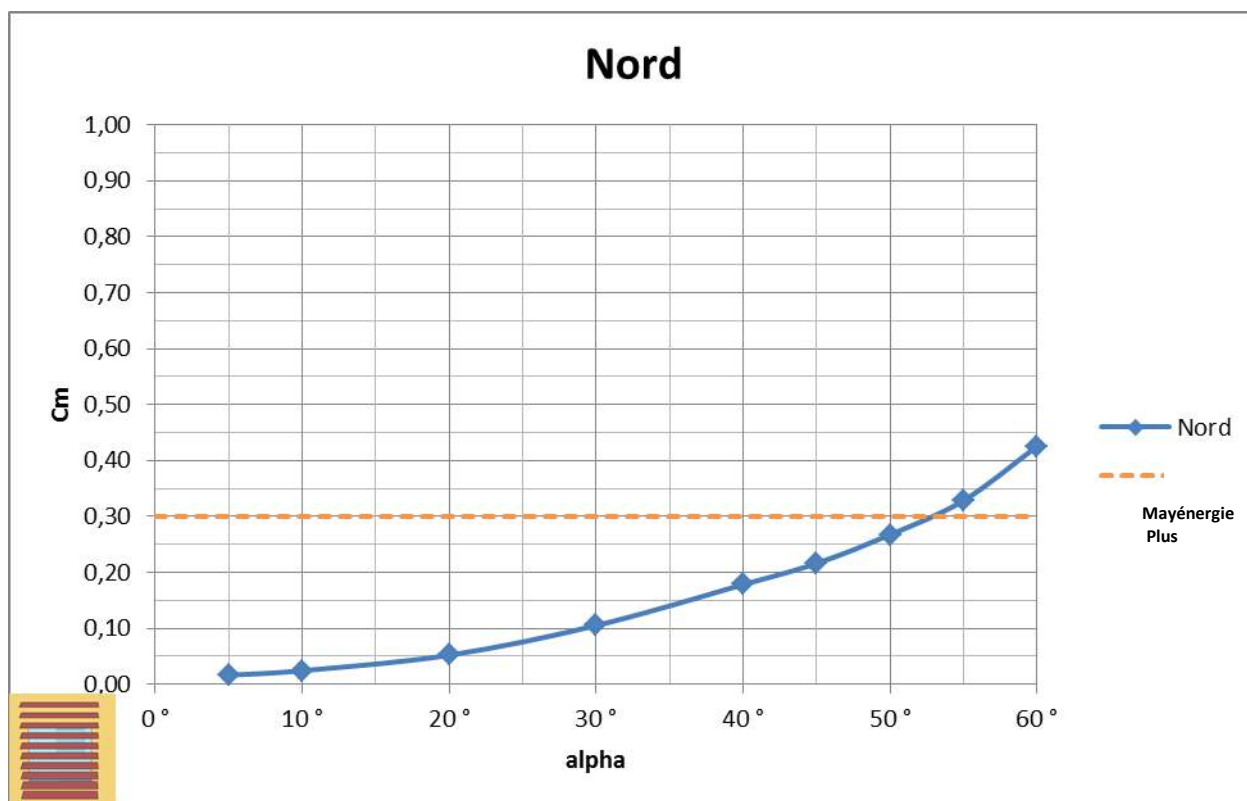


Figure 6-45 : Valeurs de Cm en fonction de l'orientation des lames pour une fenêtre carrée, orientée Nord

Tableau 6.27 : Valeurs de Cm pour des lames orientables, pour une baie orientée Nord

Exigence RTA Mayotte Cm = 0.30		Cm
Nord	5 °	0.02
	10 °	0.02
	20 °	0.05
	30 °	0.11
	40 °	0.18
	45 °	0.22
	50 °	0.27
	55 °	0.33
	60 °	0.43

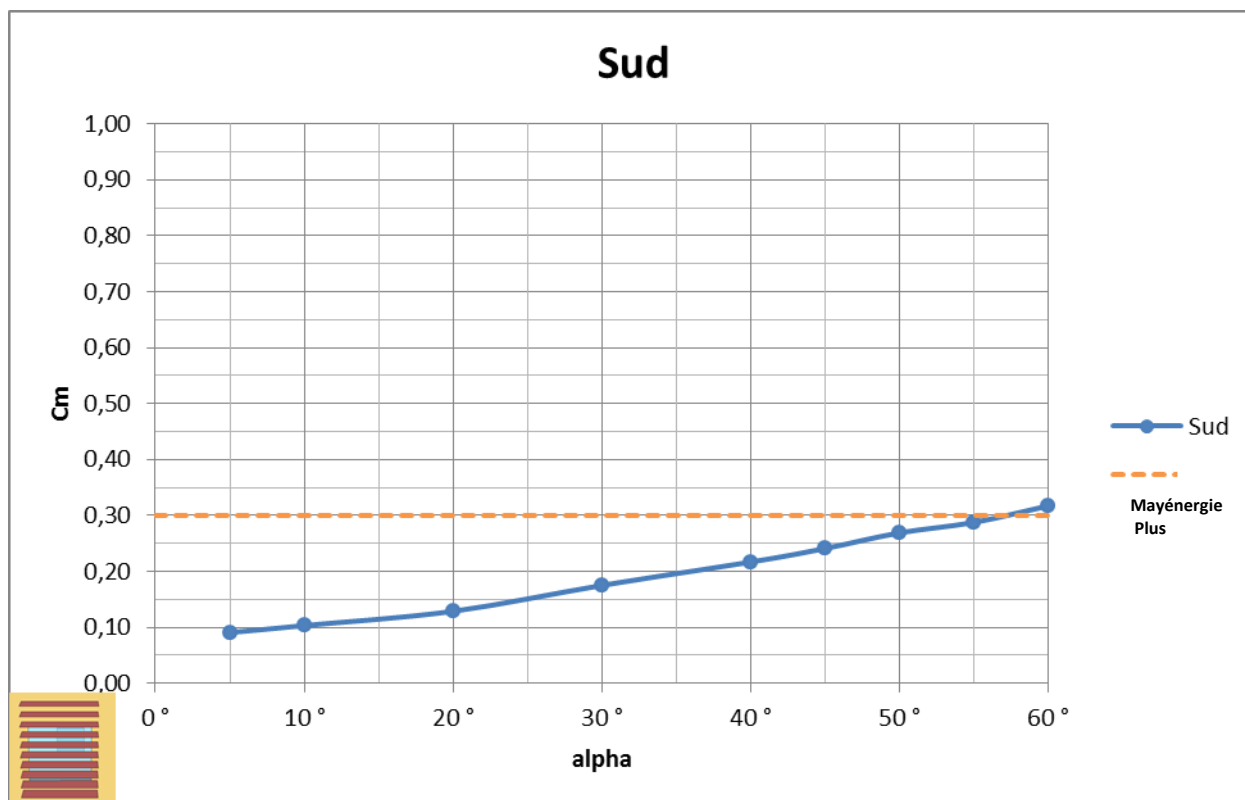


Figure 6-46 : Valeurs de Cm en fonction de l'orientation des lames pour une fenêtre carrée, orientée Sud

Tableau 6.28 : Valeurs de Cm pour des lames orientables, pour une baie orientée Sud

Exigence RTA Mayotte Cm = 0.30		Cm
Sud	5 °	0.09
	10 °	0.10
	20 °	0.13
	30 °	0.18
	40 °	0.22
	45 °	0.24
	50 °	0.27
	55 °	0.29
	60 °	0.32

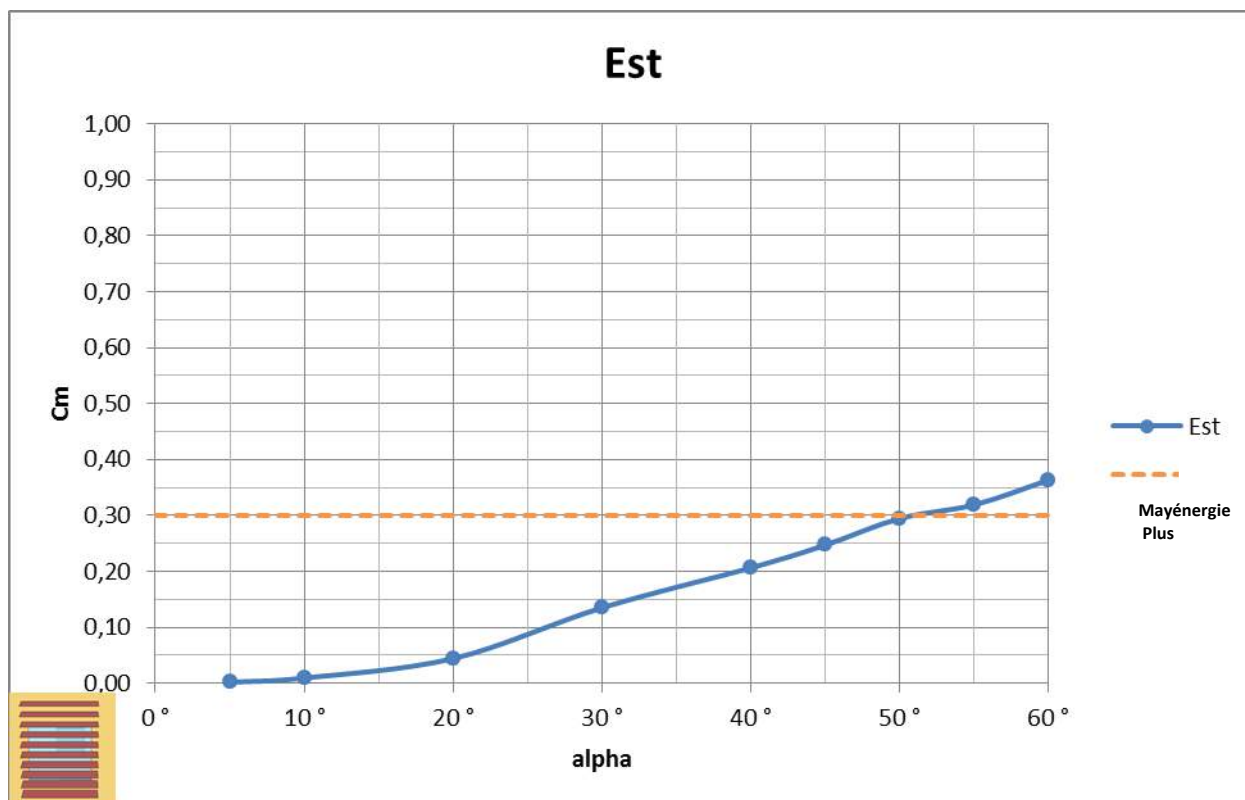


Figure 6-47 : Valeurs de Cm en fonction de l'orientation des lames pour une fenêtre carrée, orientée Est

Tableau 6.29 : Valeurs de Cm pour des lames orientables, pour une baie orientée Est

Exigence RTA Mayotte Cm = 0.30		Cm
Est	5 °	0.00
	10 °	0.01
	20 °	0.04
	30 °	0.14
	40 °	0.21
	45 °	0.25
	50 °	0.29
	55 °	0.32
	60 °	0.36

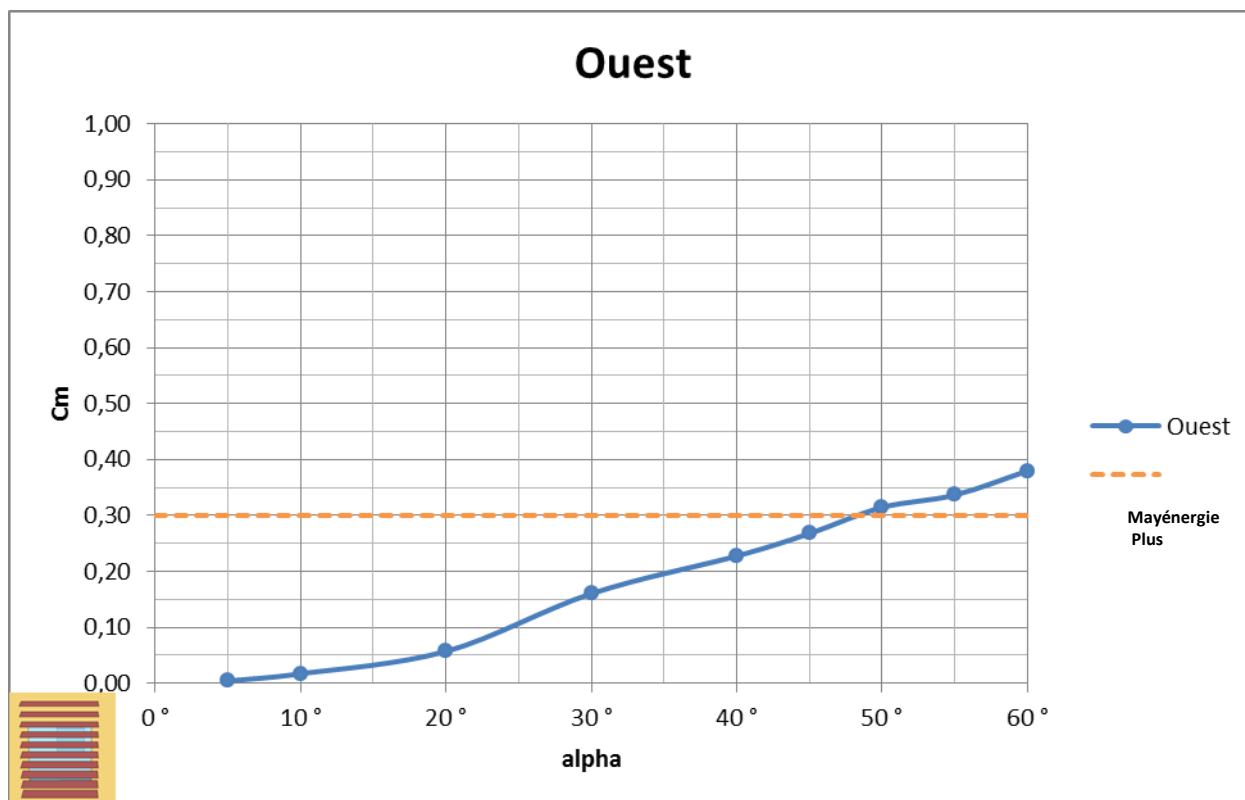


Figure 6-48 : Valeurs de Cm en fonction de l'orientation des lames pour une fenêtre carrée, orientée Ouest

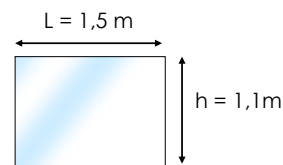
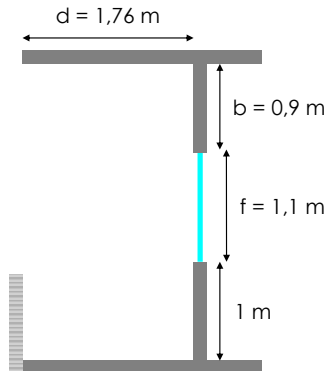
Tableau 6.30 : Valeurs de Cm pour des lames orientables, pour une baie orientée Ouest

Exigence RTA Mayotte Cm = 0.30		Cm
Ouest	5 °	0.00
	10 °	0.02
	20 °	0.06
	30 °	0.16
	40 °	0.23
	45 °	0.27
	50 °	0.31
	55 °	0.34
	60 °	0.38

Exemples de calcul de C_m

1. Cas d'une salle de classe avec coursive et débord au-dessus de coursive

Le débord mesure 1,76 m et la hauteur coursive/débord est de 3m.



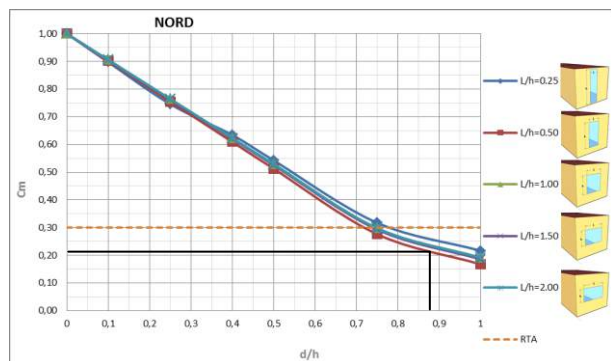
Type de protection : débord infini

ORIENTATION NORD

Voir Figure 6-35 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Nord

On trouve $C_m = 0,23$

=> Le débord NORD seul est conforme à MAYÉNERGIE

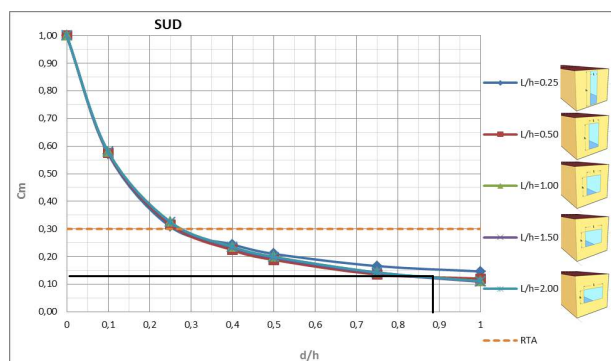


ORIENTATION SUD

Voir Figure 6-36 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Sud

On trouve $C_m = 0,13$

=> Le débord SUD seul est conforme à MAYÉNERGIE

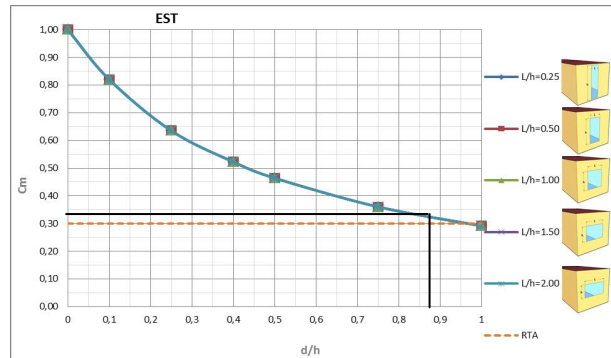


ORIENTATION EST

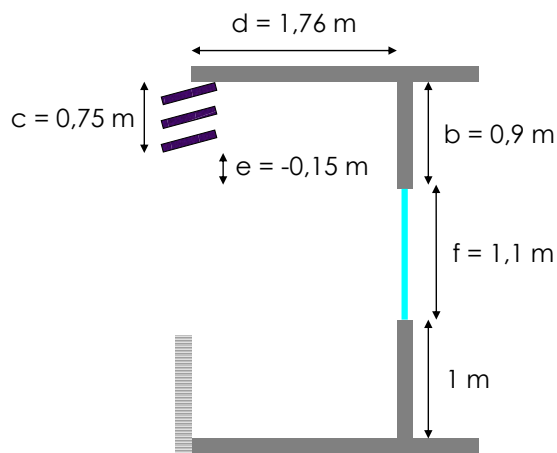
Dimensions de la fenêtre : $\frac{L}{h} = \frac{1,5}{1,1} = 1,4$

Voir Figure 6-37 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Est

On trouve $C_m = 0,34$



=> Le débord EST seul est donc **NON-CONFORME** à MAYÉNERGIE



Pour être conforme à MAYÉNERGIE, il faudrait

avoir $\frac{d}{h} = 1,8$

Dans le cas ci-contre :

$$\frac{d}{h} = \frac{d}{f - e} = \frac{1,76}{1,1 - (-0,15)} = 1,85$$

=> Le débord EST est donc conforme à MAYÉNERGIE avec une retombée de 75 cm de type brise soleil.

Attention : angle α des lames conseillé = 30°

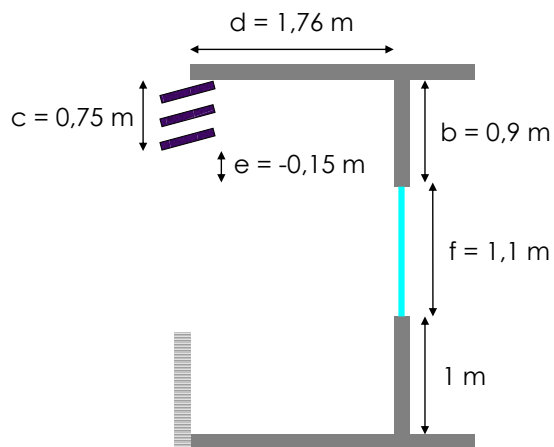
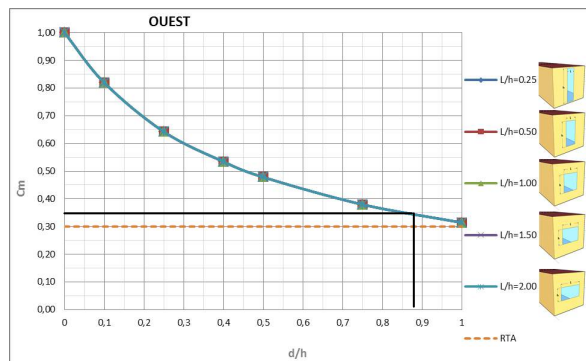
ORIENTATION OUEST

Dimensions de la fenêtre : $\frac{L}{h} = \frac{1,5}{1,1} = 1,4$

Voir Figure 6-38 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord pour différentes fenêtres orientées Ouest

On trouve $C_m = 0,35$

=> Le débord OUEST seul est donc NON-CONFORME à MAYÉNERGIE



Pour être conforme à MAYÉNERGIE, il faudrait avoir $\frac{d}{h} = 1,8$

Dans le cas ci-contre :

$$\frac{d}{h} = \frac{d}{f - e} = \frac{1,76}{1,1 - (-0,15)} = 1,85$$

=> Le débord OUEST est donc conforme à MAYÉNERGIE avec une retombée de 75 cm de type brise-soleil.

Attention : angle α des lames conseillé = 30°

2. Cas d'une fenêtre de chambre : exemples de solutions techniques possibles en fonction de l'orientation

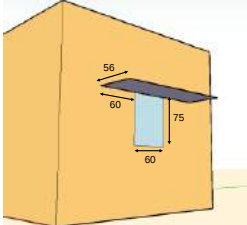
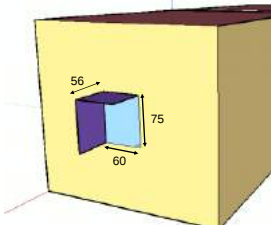
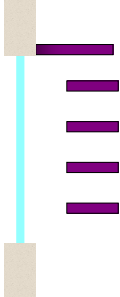
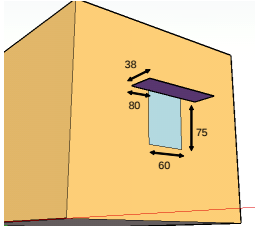
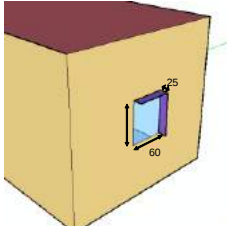
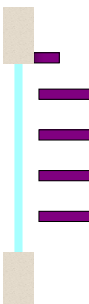
Volets persiennés avec système de blocage à 45°

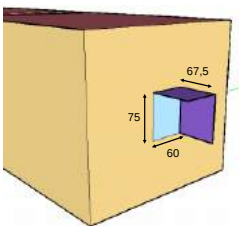
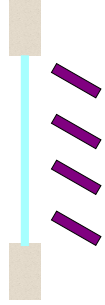
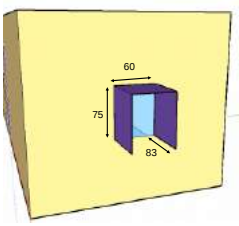
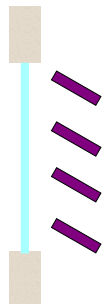
$$C_m = 0,1$$

CONFORME à MAYÉNERGIE
quel que soit l'orientation



Pour une fenêtre de hauteur $h = 75$ cm et de largeur $L = 60$ cm soit $\frac{L}{h} = 0,8$

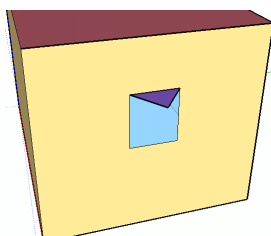
	Débord	Casquette et joue(s)	Lames
NORD	 Débord avec $\frac{d}{h} = 0,75$ et $\frac{\delta}{h} = 0,8$ $C_{m_{eq}} = C_m(\text{fini}) \times K = 0,68 \times 0,48$ $C_{m_{eq}} = 0,33$	 Débord et joue gauche avec $\frac{d}{h} = 0,75$ $C_{m_{eq}} = 0,29$	 Lames avec $\alpha = 45^\circ$ + débord avec $\frac{d}{h} = 0,4$ $C_{m_{eq}} = C_{m_{lames}} \times C_{m_{débord}}$ $C_{m_{eq}} = 0,17$
SUD	 Débord avec $\frac{d}{h} = 0,5$ et $\frac{\delta}{h} = 1,07$ $C_{m_{eq}} = 0,68 \times 0,40$ $C_{m_{eq}} = 0,27$	 Débord et joue droite avec $\frac{d}{h} = 0,25$ $C_{m_{eq}} = 0,29$	 Lames avec $\alpha = 45^\circ$ + débord avec $\frac{d}{h} = 0,4$ $C_{m_{eq}} = C_{m_{lames}} \times C_{m_{débord}}$ $C_{m_{eq}} = 0,14$

	Casquette et joue(s)	Lames
EST	 Débord et joue gauche avec $\frac{d}{h} = 0,9$ Cm_{eq} = 0,28	 Lames avec $\alpha = 45^\circ$ Cm_{eq} = 0,25
OUEST	 Débord et joue gauche avec $\frac{d}{h} = 1,1$ Cm_{eq} = 0,25	 Lames avec $\alpha = 40^\circ$ Cm_{eq} = 0,24

3. Cas d'une protection non rectangulaire

Si la protection n'est pas rectangulaire, on considère une protection rectangulaire de même surface. On calcule alors le $\frac{d}{h}$ équivalent pour connaître la valeur de Cm.

Par exemple : cas d'une protection triangulaire



Vue de dessus

=



4. Exemples de calcul de C_m pour des protections fixes et mobiles

Varangue



Orientation NORD

Fenêtre de gauche : $L/h \approx 0,4$

Solution technique équivalente : Casquette + joue gauche => Figure 6-39 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Nord

$d/h \approx 0,75$

=> $C_m = 0,25$

=> $S < S_{ref} = 0,3$ **CONFORME**

Fenêtre de droite :

Solution technique équivalente : Casquette + joue droite => Figure 6-39 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Nord

=> $C_m = 0,28$

=> $S < S_{ref} = 0,3$ **CONFORME**

Coursive



Orientation NORD

Solution technique équivalente : Débord infini => Figure 6-35 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Nord

$d/h \approx 0,6$

=> $C_m = 0,27$

=> $S < S_{ref} = 0,3$ **CONFORME**

Remarque : photo prise en juin à 10h

Casquette sur la fenêtre



Orientation NORD

Solution technique équivalente : Débord fini => Figure 6-22 : Variations de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour différentes fenêtres orientées Nord

$L/h \approx 2$

$d/h \approx 1$

=> $C_m = 0,48$

=> $S > S_{ref} = 0,3$ **NON-CONFORME**

Remarque : Photo prise en avril à 17h

Casquette et joue



Orientation SUD

Solution technique équivalente : Casquette + joue droite => Figure 6-40 : Valeurs de C_m en fonction de la profondeur du débord, pour une fenêtre carrée, orientée Sud

$d/h \approx 0,25$

=> $C_m = 0,3$

=> $S < S_{ref} = 0,4$ **CONFORME**

Lames**Orientation NORD**

Solution technique équivalente : Lames inclinées (+ débord) => Figure 6-45 : Valeurs de C_m en fonction de l'orientation des lames pour une fenêtre carrée, orientée Nord

$$\alpha = 10^\circ$$

$$\Rightarrow C_m = 0,17$$

$$\Rightarrow S < S_{ref} = 0,3 \text{ CONFORME}$$

Brises soleil**Orientation NORD**

Solution technique équivalente : Lames inclinées

=> Figure 6-45 : Valeurs de C_m en fonction de l'orientation des lames pour une fenêtre carrée, orientée Nord

$$\alpha = 35^\circ$$

$$\Rightarrow C_m = 0,18$$

$$\Rightarrow S < S_{ref} = 0,3 \text{ CONFORME}$$

Volets persiennés**Orientation OUEST**

$$C_m = 0,1$$

$$\Rightarrow S < S_{ref} = 0,25 \text{ CONFORME}$$

Volets persiennés**Orientation NORD**

$$C_m = 0,1$$

$$\Rightarrow S < S_{ref} = 0,3 \text{ CONFORME}$$

6.10. CHARTE CESI

CHARTRE DE QUALITE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFE-EAU SOLAIRES A MAYOTTE

PREAMBULE

Le signataire de la présente convention certifie qu'il respectera ou fera respecter à ses sous-traitants, l'ensemble des préconisations de cette charte.

Article 1 : Préconisations

D'une façon générale, le respect du Document Technique Unifié N° 65-12 et de la norme NF P50-601-1 sera nécessaire pour l'attribution de subventions. Toutefois certains points précisés ci-dessous pourront assouplir ou renforcer ces contraintes :

Orientation des capteurs

- Les panneaux seront orientés de telle sorte à respecter un taux de couverture moyen annuel supérieur à 70%.

Inclinaison des capteurs

- Les panneaux auront une inclinaison par rapport à l'horizontale comprise entre 10 et 40° avec un optimum à 15°.

TOLERANCE: si le taux de couverture moyen annuel ne peut atteindre un minimum de 70 %, l'ajout de surface de captage supplémentaire sera envisagé pour atteindre ces taux (en s'aidant des abaques CESI Mayotte).

Implantation des capteurs

- Les orifices d'évacuation des condensats seront en partie basse des capteurs.

Les ballons de stockage et les capteurs

- Les ballons de stockage devront bénéficier d'un avis technique du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) ou Solar Keymark européenne ou toute autre procédure équivalente dans l'Union Européenne. Cet avis doit être en cours de validité.

La visserie

- D'une façon générale, les éléments de visserie utilisés pour la structure et la fixation des matériels seront en matériau compatible avec le support (compatibilité électrolytique) et traité contre la corrosion (tableau de compatibilité des matériaux disponible en annexe de la charte) allant jusqu'à 8 mm de diamètre.

Les accessoires

- Les accessoires liés à l'installation, notamment limiteurs de pression et groupe de sécurité devront être homologués NF ou CE. Le limiteur de pression pourra ne pas être posé si un limiteur de pression fonctionnel à 3 bars est déjà présent en amont du réseau d'eau froide alimentant le CESI et le logement.

Les réseaux hydrauliques

- Les matériels employés devront être homologués NF ou CE. Les tuyauteries seront fixées tous les mètres avec des fixations en acier super-chromé ou autre système de fixation présentant les garanties suivantes :

- Résistance aux UV sur la période conventionnelle d'usage du CESI (12 ans)²
- Résistance à la température
- Résistance aux intempéries sous les conditions normalisées en vigueur de la zone
- Préservation de l'étanchéité de la toiture
- On évitera le contact entre matériaux de nature différente. Pour satisfaire à cette exigence, le DTU 65.12 recommande la mise en place de bandes feutre bitumé entre les matériaux.
- Le diamètre d'alimentation doit être adapté au nombre et à la nature des appareils de consommation d'eau chaude selon le même DTU, et ne peut être inférieur à 12 mm (CU 12/14) selon le DTU 60.11.

Les structures

- L'entreprise prend les précautions d'usage en fonction du type de toit. Le type de toit et notamment de tôle conditionne le type de visserie à utiliser, les charges maximales supportables et le type de support à mettre en œuvre. Dans le cas des toits de tôle l'entreprise prendra les précautions d'usage selon qu'il s'agit de tôle galva, tôle zinc, tôle aluminium.
- Les structures seront en acier galvanisé à chaud de type Z350. L'entreprise limitera au strict minimum les usinages réalisés lors du montage pour éviter d'altérer la protection galvanisée. Les parties dont la protection galvanisée aura subi de telles dégradations devront être protégées par application d'un traitement adapté.
- La pose en travers de toiture est interdite pour des raisons d'intégration architecturale et de risques d'arrachement en cas de cyclone.
- L'entreprise veille à l'intégrité du ballon et des capteurs au moment où ils sont montés sur le toit (absence d'enfoncement ou de point de corrosion, retrait du film plastique de protection le cas échéant). Les impacts sur la cuve sont traités de façon à prévenir les attaques de rouille.

Tenue au vent

- L'entreprise devra respecter les prescriptions des avis techniques pour la pose des CESI. Le cas échéant, si le mode de pose ne respecte pas ceux-ci, l'entreprise devra réaliser une note de calcul afin de justifier la tenue au vent (la note de calcul devra être tenue à disposition en cas de vérification).
- D'une façon générale, il devra y avoir respect des règles et normes en vigueur (Eurocode, Neige et Vent 65, Neige et Vent 84, CB 71 et CM 66).

Hauteur minimale des supports sur toiture inclinée

- Les capteurs devront être positionnés à une hauteur minimale de 0,05m de la toiture pour éviter tout risque de confinement et de dégradation de la toiture.

Étanchéité et liaison support/structure porteuse de la toiture

- Sur ces deux points particuliers, le strict respect des DTU correspondants est nécessaire.
- L'entreprise assure un traitement particulier des points spécifiques (faîtière, arêtier, noue)
- La fixation des matériaux de couverture est effectuée avec des rondelles d'étanchéité pour réduire les risques d'infiltration. Les fixations inox sont placées en sommet d'onde ou de nervure de l'élément de couverture.
- Le perçage du faux plafond pour la fixation du support doit se faire en premier lieu avec le recours à des entretoises de manière à ce que le support du CESI ne soit pas en contact avec la tôle. (DTU 65-12)
- Pas de pose de CESI sur bardage, ni toit végétal

Groupe de sécurité

- L'entreprise veillera à installer le groupe de sécurité, ainsi que les vannes d'isolement du chauffe-eau, de manière à les rendre accessibles.
- Une évacuation d'eau sera mise en place à partir du groupe de sécurité jusqu'à un point bas sans détériorer le bâti et sans risque de brûlure.

² Le solariste s'engage alors à intervenir sur cette période si la fixation s'avère défectueuse.

Appoint électrique :

- La connexion de l'appoint électrique du ballon pour les chauffe-eau individuels est interdite sauf si la législation l'oblige.
- Si l'anode sacrificielle est intégrée au bloc de la résistance électrique, il est nécessaire de connecter l'anode à la terre afin de diminuer les risques de corrosion.

Installations en thermosiphon

- L'entreprise s'assurera que le côté sortie eau chaude du capteur (partie haute) est surélevé de 2 cm par rapport au côté entrée eau froide (partie basse), afin de faciliter la circulation de l'eau dans le capteur.

Cas des systèmes dissociés

- Le support accueillant le ballon est dimensionné de façon à pouvoir supporter le poids du matériel installé.
- Les travaux préparatoires comprennent deux attentes eau et deux attentes électriques.
- Dans le cas où les travaux d'attentes et de support ne sont pas réalisés par l'entreprise celui-ci a un rôle de conseil vis à vis du client.

Précautions à prendre concernant les CESI dissociés à circulation forcée :

- L'entreprise maîtrise le fonctionnement d'un système de régulation (localisation, fixation et isolation des sondes, paramétrage du régulateur), ainsi que du circulateur (choix de l'implantation et du mode de fonctionnement).
- Elle prévoit la fourniture et la pose d'un clapet anti-retour ; ce dernier est obligatoire lorsque la cuve est à un niveau identique ou plus bas que les capteurs

Précautions à prendre concernant les CESI en thermosiphon dissocié:

- Un bac de rétention et une évacuation sont prévus.
- En cas de ballon installés sous comble, l'entreprise veille à ce que l'extrémité basse du ballon soit à minima 20 cm plus haut que le haut du capteur. Concernant la tuyauterie, sa pente doit rester supérieure à 5° sans portion horizontale ou contre-pente, le plus direct possible en évitant les coudes et les réductions.

Réglage de la température

Le réglage de la température de l'eau chaude sera fait de manière à respecter la réglementation en vigueur.

Pour les CESI thermosiphon non pourvus de limiteur de température intégré permettant de satisfaire cette réglementation, un mitigeur thermostatique (réglage de la température manuel) sera mis en place sur la sortie eau chaude du CESI. Il devra être accessible au client, au même titre que le groupe de sécurité ou les vannes d'isolement, sans échelle et sans risque de chute.

La température de consigne (par défaut) ne devra pas dépasser 60°C.

Rappel de la réglementation au 01/01/2012 :

Pour un **volume total de stockage d'ECS supérieur à 400 litres**, l'arrêté du 30 novembre 2005 complété par la circulaire du 3/04/2007 demande des précautions pour se prémunir des risques de légionnelles à savoir :

- Soit un maintien en température à 55°C minimum au point de mise en distribution,
- Soit porter à une température suffisante le volume d'eau dans sa totalité au moins une fois par jour tel que :

Temps minimum de maintien de la température	Température de l'eau (°C)
2 minutes	≥ 70°C
4 minutes	65°C
60 minutes	60°C

De plus, on notera que lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50°C **en tout point du système de distribution**, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage. Le volume de ces tubes finaux d'alimentation est le plus faible possible, et dans tous les cas inférieur ou égal à 3 litres.

Pour ces installations, un appoint au solaire thermique est donc nécessaire ainsi qu'une maîtrise de la température distribuée.

Enfin, la réglementation pour la prévention de la légionellose notamment dans les Etablissements Recevant du Public, a été complétée récemment par l'arrêté du 01/02/2010 obligeant pour le 01/01/2012 à la mise en place d'un fichier sanitaire avec les plans des installations d'eau chaude sanitaire et les résultats de la surveillance et un contrôle selon la fréquence suivante :

POINTS de surveillance	MESURES OBLIGATOIRES pour chacun des réseaux d'eau chaude sanitaire
Sortie de la/des production(s) d'eau chaude sanitaire (mise en distribution).	Température de l'eau : 1 fois par mois.
Fond de ballon(s) de production et de stockage d'eau chaude sanitaire, le cas échéant.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. - dans le dernier ballon si les ballons sont installés en série. - dans l'un d'entre eux si les ballons sont installés en parallèle.
Point(s) d'usage à risque le(s) plus représentatif(s) du réseau ou à défaut le(s) point(s) d'usage le(s) plus éloigné(s) de la production d'eau chaude sanitaire.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. Température de l'eau : 1 fois par mois.
Retour de boucle (retour général), le cas échéant.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. Température de l'eau : 1 fois par mois au niveau de chaque boucle.

Figure 6-49 Fréquences minimales des analyses de légionnelle et des mesures de la température de l'eau chaude sanitaire dans les Etablissement Recevant du public (Hors-santé) - Extrait de l'arrêté du 01/02/2010

Article 2 : Intégration architecturale

Toiture tôle inclinée de pente >10°: les panneaux seront installés dans le sens de la pente de toiture et dans le plan de la toiture.

Toiture terrasse en tôle ou béton de pente <10° : les panneaux seront fixés sur la structure suivant l'inclinaison et l'orientation optimales. (cf article 1) Le lestage nécessaire à la bonne tenue au vent (respect de la règle NV 65 aux conditions locales) doit être validé par une note de calcul d'arrachement, réalisée par un BET Structures.

Dans le cas d'une fixation sur dalle béton, il est indispensable que les installations soient réalisées dans le respect des DTU en vigueur, notamment concernant la remontée d'étanchéité minimum de 15 cm sur les plots. L'entreprise doit faire le nécessaire auprès de ses équipes de pose de manière à respecter la réglementation.

Couleur des cuves : Dans la mesure du possible, l'entreprise proposera une couleur de cuve proche de celle de la toiture.

Le choix de l'implantation devra permettre dans la mesure du possible de limiter la visibilité du CESI vis-à-vis du voisinage.

Article 3 : Contrôle interne et suivi des installations

Le signataire s'engage à mettre en place un contrôle interne de la qualité des prestations réalisées pour les installations chauffe-eau solaires par lui ou par ses sous-traitants. Une fiche récapitulant les points visés à l'article 1 sera remplie et visée par l'entreprise (auto contrôle) et conservée au sein de l'entreprise dans le dossier relatif à chacune des installations. L'entreprise s'engage alors à tenir à disposition des partenaires financiers concernés ces fiches récapitulatives, qu'il fournira à la demande de ceux-ci.

Article 4 : Information au client

Pour conseiller le client, l'entreprise doit connaître les matériaux et leur mise en œuvre, elle doit être capable de refuser un chantier si elle estime qu'il est infaisable.

Avant la réalisation des installations, le signataire de la charte informe ses clients sur les points suivants:

- Elle préconise l'installation de matériels solaires bénéficiant de certifications reconnues à l'échelle européenne (CSTBat, Solar Keymark,.....)
- Elle doit montrer au client des références de matériaux, lui expliquer les différences en ce qui concerne la mise en œuvre et le coût.
- Elle propose le système lui paraissant le mieux adapté (thermosiphon, monobloc ou dissocié, chauffe-eau à circulation forcée).
- L'entreprise connaît et est en mesure de proposer les différentes options permettant une bonne intégration architecturale du CESI.
 - a. plaqué
 - b. dissocié
 - c. et les options au sol
- Pour des raisons esthétiques, de durée de vie du CESI et de protection contre les cyclones l'entreprise favorise l'intégration architecturale et préconise du dissocié. Dans le cas des constructions neuves elle préconise de l'intégrer au bâti.
- Le dimensionnement du CESI est une étape centrale de la prestation qui doit reposer sur une analyse précise des éléments suivants :
 - a. orientation du toit
 - b. taille de la famille et besoins en eau chaude (nombre et type de puisages - douche ou bain, fréquence des puisages)
 - c. appoints électriques existants il peut aussi s'agir d'appoint gaz voire bois, à brancher en série en sortie du CESI.
- L'entreprise devra informer le client des risques liés au surdimensionnement du CESI ou de la non-utilisation prolongée de l'ECS: vieillissement prématuré des composants hydrauliques du CESI et notamment des risques de fuites accrus.

- Sur tous les aspects techniques relatifs au fonctionnement et à l'utilisation du CESI (maintenance, nettoyage des vitrages, utilisation éventuelle de l'appoint, ...),
- Sur les obligations d'urbanisme en particulier celles liées à la déclaration de travaux nécessaire à la modification de l'aspect extérieur des bâtiments,
- Sur les aides publiques dont bénéficie l'installation.
- L'entreprise vérifie la garantie décennale des produits mis en œuvre (épaisseur et revêtement de protection)
- Le devis doit comporter les éléments suivants :
 - Nom et logo de l'entreprise
 - Nom du client
 - Objet, n° devis, date
 - Descriptif
 - Prix détaillé, incluant le détail des subventions octroyées
 - Délais de validité
 - Conditions de paiement
 - Signature du chef d'entreprise et du client
 - Délais d'exécution
 - L'entreprise s'engage sur le délai de réalisation en fonction de sa charge de travail
 - Le descriptif doit mentionner la nature de la prestation avec la description et les références des matériaux utilisés.

Outre les mentions obligatoires, le devis comporte :

- la clause des 16 jours
- un schéma de l'installation complète

Le devis soumis au client est descriptif écrit, détaillé et complet, il fixe un délai de réalisation, des termes de paiement et des conditions de garantie légale. Il comprend les éléments suivants :

- les équipements prévus (Pour chaque équipement la référence technique, sa marque et sa certification). Sera précisé la présence des éléments suivants : bloc sécurité, appoint électrique éventuel...
- la capacité et couleur du ballon et la superficie du capteur
- le type de support (matériaux)
- Le devis précisera le prix de la main d'œuvre pour la pose et des travaux complémentaires prévus :
- travaux de raccordement de plomberie, de support sous comble dans le cas des dissociés enfin la mise en eau.

Après réalisation de l'installation, l'entreprise règle et met en service l'installation puis procède à la réception des travaux en présence du client. Elle lui remet tous les documents relatifs aux conditions de garantie, d'entretien et de maintenance de l'installation.

Article 5 : Maintenance

En cas d'anomalie ou d'incidence de fonctionnement de l'installation signalé par le client, l'entreprise s'engage à intervenir dans des délais rapides et procède aux vérifications et remise en état nécessaire dans le cadre de la garantie biennale.

Article 6 : Règles de l'art pour la pose des CESI

Rappel des règles principales des travaux de mise en place des CESI :

- Baliser et sécuriser son chantier ;
- Privilégier la protection collective lors de la pose du CESI ;
- Le cas échéant, mettre à disposition du personnel des EPI, dont le port est obligatoire lors de la pose du CESI ;
- Attester de la formation au travail en hauteur du personnel de l'entreprise de pose ;

- Mettre à place les moyens de levage des capteurs et cuve en toiture permettant une pose en toute sécurité ;
- Nettoyage des toitures en cas d'usinage ou de perçage afin d'éviter la corrosion de limaille et la dégradation prématurée de la couverture ;
- Veiller à la gestion environnementale des déchets.

Sources

- Norme NF P50-601-1 - Document Technique Unifié N°65-12 (réalisation des installations de capteurs solaires plans)
- Document Technique Unifié N°60.11 (règles de calcul des installations de plomberie sanitaire)
- Norme NF C15-100 (Installations électriques à basse tension)
- Règles Neige et Vent 65, Neige et Vent 84, CB 71 et CM 66.
- Arrêté Eau Chaude Sanitaire :
 - Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978
 - Arrêté du 1er février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire
- Etude sur la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments publics et les équipements publics et sportifs à Mayotte (2006)
- Charte Qualisol
- Charte du Conseil Régional de la Réunion pour la pose des chauffe-eau solaires

Fiche-type pour le recensement des installations de chauffe-eau solaires

Informations sur l'installateur et les sous-traitants éventuels (Nom, adresse, téléphone, email)

Informations sur le client (Nom, prénom, adresse, téléphone, email)

Type d'installation et marque (thermosiphon, dissocié, non-dissocié, ...)

Orientation des capteurs :

Inclinaison des capteurs

Origine de l'avis technique que les capteurs et le ballon

Type de visserie

Type d'accessoire mis en œuvre :

Type de réseau hydraulique

Type de toit et de structure :

Traitements éventuels du ballon et des capteurs

Hauteur des supports sur la toiture

Type d'installation pour le réglage de la température

Note de calcul attestant de la tenue au vent sous une pression de 4 000 Pa de la structure type mise en oeuvre pour les toitures terrasses.

TYPE DE MATERIAUX TYPE OF MATERIALS	DPP / Potential difference (VOLT)														
	+0,25	+0,20	0,00	-0,15	-0,20	-0,30	-0,35	-0,45	-0,50	-0,55	-0,70	-0,75	-1,05	-1,10	-1,60
Platine (Pt), Or (Au), Graphite (C)	+0,25	0	0,05	0,25	0,4	0,45	0,55	0,6	0,7	0,75	0,8	0,95	1	1,3	1,85
Rhodium	+0,20	0,05	0	0,2	0,35	0,4	0,5	0,55	0,65	0,7	0,75	0,9	0,95	1,25	1,8
Argent (Ag)	0,00	0,25	0,2	0	0,15	0,2	0,3	0,35	0,45	0,5	0,55	0,7	0,75	1,05	1,6
Titane (Ti)	-0,15	0,4	0,35	0,15	0	0,05	0,15	0,2	0,3	0,35	0,4	0,55	0,6	0,9	1,45
Acier, inox - 18% Chrome, 8% nickel (passif) (Cr)	-0,20	0,45	0,4	0,2	0,05	0	0,1	0,15	0,25	0,3	0,35	0,6	0,55	0,85	1,4
Monel, Nickel (Ni), Cuivre (Cu)	-0,30	0,55	0,5	0,3	0,15	0,1	0	0,05	0,15	0,2	0,25	0,4	0,45	0,75	1,3
Acier chromé (18%), Laton (La)	-0,35	0,6	0,55	0,35	0,2	0,15	0,05	0	0,1	0,15	0,2	0,35	0,4	0,7	1,25
Chrome / Acier, inox - 13% chrome (passif) (Cr)	-0,45	0,7	0,65	0,45	0,3	0,25	0,15	0,1	0	0,05	0,1	0,25	0,3	0,6	1,15
Etain (Sn)	-0,50	0,75	0,7	0,5	0,35	0,3	0,2	0,15	0,05	0	0,05	0,2	0,25	0,55	1,1
Acier, inox - 13% Chrome (actif)	-0,55	0,8	0,75	0,55	0,4	0,35	0,25	0,2	0,1	0,05	0	0,2	0,25	0,55	1,1
Fer (Fe)	-0,70	0,95	0,9	0,7	0,55	0,5	0,4	0,35	0,25	0,2	0,2	0	0,05	0,35	0,9
Aluminium (Al)	-0,75	1	0,95	0,75	0,6	0,55	0,45	0,4	0,3	0,25	0,25	0,05	0	0,3	0,85
Acier galvanisé / Galvanic steel	-1,05	1,3	1,25	1,05	0,9	0,85	0,75	0,7	0,6	0,55	0,55	0,35	0,3	0	0,55
Zinc (Zn)	-1,10	1,35	1,3	1,1	0,95	0,9	0,8	0,75	0,65	0,6	0,6	0,4	0,35	0,05	0,5
Alliages de Magnésium / Magnesium alloys	-1,60	1,85	1,8	1,6	1,45	1,4	1,3	1,25	1,15	1,1	1,1	0,9	0,85	0,55	0

DIRECTION OF CORROSION
 CATHODE
 ANODE

Adapté à des environnements rigoureux et salin, fort niveau d'humidité

Adapté à des environnements plus rigoureux, niveau moyen d'humidité

Adapté à des conditions "intérieures", Faible niveau d'humidité

Figure 6-50 Tableau de compatibilité des matériaux. Source : CSTB - Octobre 2010 - Ile de La Réunion

6.11. GESTION DES DECHETS DE CHANTIER

LIVRET D'ACCUEIL

GESTION DES DECHETS
DE CHANTIER

édition 2012

CER_{btp}
CELLULE ECONOMIQUE DU BTP
DE LA REUNION

INTRODUCTION

Pour les professionnels du secteur du BTP, la gestion des déchets constitue un enjeu important. Conscientes du défi à relever, les entreprises continuent de s'inscrire dans une démarche de gestion des déchets respectueuse de la réglementation et de l'environnement.

Généralisation du tri, sensibilisation du personnel de chantier aux bons gestes du tri, évacuation optimisée selon les filières existantes sont autant d'objectifs à atteindre.

Conçu pour accompagner les entreprises à relever le pari de la sensibilisation au tri des déchets, ce livret, destiné particulièrement au personnel de chantiers permettra de :

- reconnaître les catégories de déchets
- adopter les bons gestes de tri
- informer sur les interdictions
- être sensibilisé à la valorisation des déchets.

Triés, les déchets pourront avoir une seconde vie après transformation !

Alors, adoptons les bons gestes de tri sur les chantiers !

SOMMAIRE :

1. Pourquoi gérer ses déchets ?
2. La zone de tri sélectif
3. Que met-on dans les bennes de la zone de tri sélectif ?
4. Interdictions et sanctions
5. Trier pour valoriser !

1. Pourquoi gérer ses déchets ?

Pour respecter la loi



Pour lutter contre les risques sanitaires



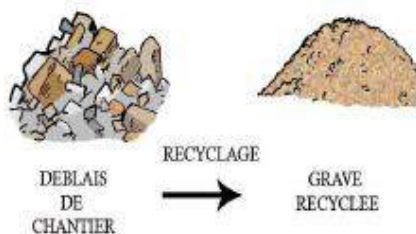
Pour préserver les ressources naturelles par l'utilisation des matériaux recyclés



Pour réaliser des économies



Pour valoriser les déchets

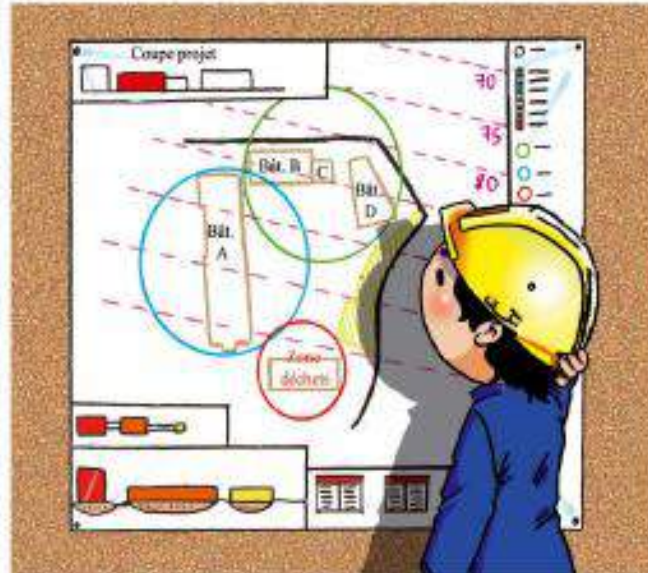


Pour lutter contre les pollutions visuelles



2. La zone de tri sélectif

Repérer la zone de tri sélectif sur le chantier



Où commence le tri ?



Commencer le tri au poste de travail

La zone de tri sélectif

Déposer les déchets dans la zone de tri sélectif
en respectant les consignes de sécurité



Les déchets inertes

Stockage en benne ou sur un emplacement délimité



Les déchets non dangereux

La benne Papier/Carton/Plastique



Les déchets non dangereux

La benne Bois



OU



Les déchets non dangereux

La benne Métaux



OU



Les déchets non dangereux

La benne Plâtre



Les déchets non dangereux

Certains déchets générés en grande quantité sur les chantiers ne sont pas valorisables actuellement en local, ils sont dit "ultimes" et partent à la benne "DND non valorisables".

Éviter autant que possible de les mélanger aux autres déchets valorisables.

Quelques exemples :

Polystyrène



PVC



Sacs de ciment



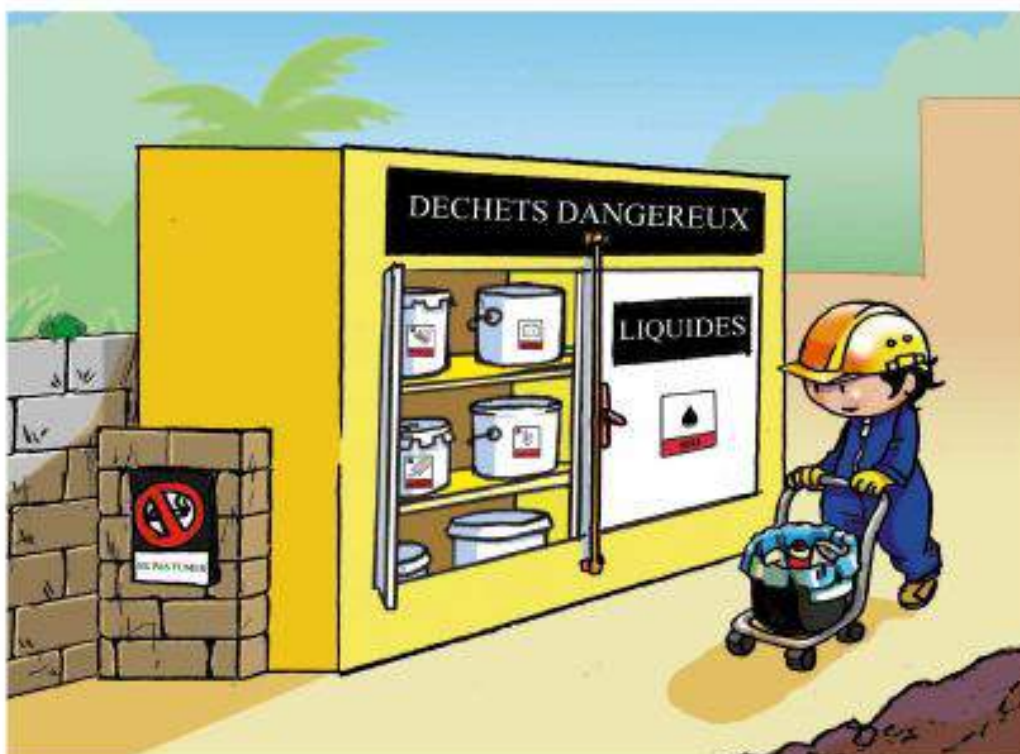
L'ECO-GESTE : LA REUTILISATION

Beaucoup d'éléments sanitaires issus de chantier de déconstruction ou de réhabilitation peuvent faire l'objet de réutilisation, de dons voire de revente, s'ils sont retirés avec soin et sont en bon état.



Les déchets dangereux

L'emplacement des déchets dangereux



OU

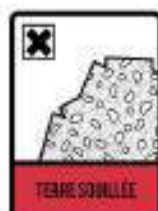
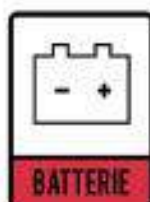


OU



Les déchets dangereux

Signalétiques et déchets dangereux



4. Interdictions et Sanctions



NE PAS ENFOUIR

SANCTIONS :

- Jusqu'à 75000 € d'amende
- Jusqu'à 2 ans de prison
- Saisie des véhicules ayant servi à commettre l'infraction

5. Trier pour valoriser !



Livret réalisé dans le cadre de la mission d'animation
et de gestion des déchets du BTP de la CER BTP



CER BTP
Mission déchets
0262 40 28 25
<http://dechets.btp-reunion.net>
cerbtp@i-carre.net

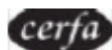
Avec le soutien financier de :



La collaboration technique de :



6.12. BORDEREAU DE SUIVI DES DECHETS



Formulaire CERFA n° 12571*01

Décret n°2005-635 du 30 mai 2005
Arrêté du 29 juillet 2005

Bordereau de suivi des déchets

Page n° /

- À REMPLIR PAR L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -

Bordereau n° : 1. Émetteur du bordereau ☐ Producteur du déchet ☐ Collecteur de petites quantités de déchets relevant d'une même rubrique (joindre annexe 1) ☐ Personne ayant transformé ou réalisé un traitement dont la provenance des déchets reste identifiable (joindre annexe 2) ☐ Autre détenteur N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____ 2. Installation de destination ou d'entreposage ou de reconditionnement prévue Entreposage provisoire ou reconditionnement ☐ oui (cadres 13 à 19 à remplir) ☐ non N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____ N° de CAP (le cas échéant) : _____ Opération d'élimination / valorisation prévue (code D/R) : _____	
3. Dénomination du déchet Rubrique déchet : [] [] [] [] [] [] [] [] Consistance : ☐ solide ☐ liquide ☐ gazeux Dénomination usuelle : _____	
4. Mentions au titre des règlements ADR, RID, ADN, IMDG (le cas échéant)	
5. Conditionnement: ☐ benne ☐ citerne ☐ GRV ☐ fût ☐ autre (préciser) _____ Nombre de colis : _____	
6. Quantité ☐ réelle ☐ estimée tonne(s) : _____	
7. Négociant (le cas échéant) N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] Récépissé n° : _____ Département : _____ NOM : _____ Limite de validité : _____ Adresse : _____ Personne à contacter : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____	
- À REMPLIR PAR LE COLLECTEUR-TRANSPORTEUR -	
8. Collecteur-transporteur N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] Récépissé n° : _____ Département : _____ NOM : _____ Limite de validité : _____ Adresse : _____ Mode de transport : _____ Date de prise en charge : / / Tél. : _____ Fax : _____ Signature : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____ ☐ Transport multimodal (Cadres 20 et 21 à remplir)	
- DÉCLARATION GÉNÉRALE DE L'ÉMETTEUR DU BORDEREAU -	
9. Déclaration générale de l'émetteur du bordereau : Je soussigné certifie que les renseignements portés dans les cadres ci-dessus sont exacts et établis de bonne foi. NOM : _____ Date : / /	
- À REMPLIR PAR L'INSTALLATION DE DESTINATION -	
10. Expédition reçue à l'installation de destination N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Personne à contacter : _____ Quantité réelle présentée : _____ tonne(s) Date de présentation : / / Lot accepté : ☐ oui ☐ non Motif de refus : _____ Signature : _____ Signature et cachet : _____ Date : / /	11. Réalisation de l'opération : Code D/R : _____ Description : _____ Je soussigné certifie que l'opération ci-dessus a été effectuée NOM : _____ Date : / / Signature et cachet : _____
12. Destination ultérieure prévue (dans le cas d'une transformation ou d'un traitement aboutissant à des déchets dont la provenance reste identifiable le nouveau bordereau sera accompagné de l'annexe 2 du formulaire CERFA n°12571*01) : Traitement prévu (code D/R) : _____ N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] Personne à contacter : _____ NOM : _____ Tél. : _____ Adresse : _____ Mél : _____	

L'original du bordereau suit le déchet.



Formulaire CERFA n° 12571*01

Décret n°2005-635 du 30 mai 2005
Arrêté du 29 juillet 2005

Bordereau de suivi des déchets (suite)

Page n° /

N° du bordereau de rattachement :

- À REMPLIR EN CAS D'ENTREPOSAGE PROVISOIRE OU DE RECONDITIONNEMENT -

13. Réception dans l'installation d'entreposage ou de reconditionnement N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Quantité présentée : ☐ réelle ☐ estimée tonne(s) Date de présentation : / / Lot accepté : ☐ oui ☐ non Motif de refus : _____ Date : / / Signature et cachet : _____	14. Installation de destination prévue N° SIRET : [] [] [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____ N° de CAP (le cas échéant) : _____ Opération d'élimination / valorisation prévue (code D/R) : _____ Cadre 14 rempli par : ☐ Emetteur du bordereau (cf cadre 1) ☐ Installation d'entreposage ou de reconditionnement (cf cadre 13)
15. Mentions au titre des règlements ADR, RID, ADN, IMDG (le cas échéant) : (à remplir en cas de reconditionnement uniquement)	
16. Conditionnement : ☐ benne ☐ citerne ☐ GRV ☐ fût ☐ autre (préciser) _____ Nombre de colis : _____ (à remplir en cas de reconditionnement uniquement)	
17. Quantité ☐ réelle ☐ estimée tonne(s) (à remplir en cas de reconditionnement uniquement)	
18. Collecteur-transporteur après entreposage ou reconditionnement N° SIREN : [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____	Récépissé n° _____ Département : _____ Limite de validité : _____ Mode de transport : _____ Date de la prise en charge : / / Signature : _____ ☐ Transport multimodal (Cadres 20 et 21 à remplir)
19. Déclaration de l'exploitant du site d'entreposage ou de reconditionnement : Je soussigné certifie que les renseignements portés ci-dessus sont exacts et établis de bonne foi. NOM : _____ Date : / / Signature et cachet : _____	

- À REMPLIR EN CAS DE TRANSPORT MULTIMODAL -

20. Collecteur-transporteur n° N° SIREN : [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____	Récépissé N° : _____ Département : _____ Limite de validité : _____ Mode de transport : _____ Date de prise en charge : / / Signature : _____
21. Collecteur-transporteur n° N° SIREN : [] [] [] [] [] [] NOM : _____ Adresse : _____ Tél. : _____ Fax : _____ Mél : _____ Personne à contacter : _____	Récépissé N° : _____ Département : _____ Limite de validité : _____ Mode de transport : _____ Date de prise en charge : / / Signature : _____

Ce feuillet n'est à joindre que lorsqu'une des cases est remplie.