

## ANNEXE II

### 10.3 C\_VEN\_calcul des consommations de ventilation des parcs de stationnement fermés

#### 10.3.1 INTRODUCTION

Le modèle calcule la consommation annuelle et horaire en énergie finale du système de ventilation forcée d'un parking fermé si l'utilisateur déclare que le parking est en ventilation forcée.

La consommation des éventuels auxiliaires associés au système de ventilation n'est pas pris en compte ici.

Le modèle prend en compte deux typologies de parking :

- un parking d'habitat soumis à l'arrêté du 31 janvier 1986 ;
- un parking hors habitat soumis à l'instruction du 3 mars 1975.

Si le parking est ouvert sur l'extérieur le modèle de calcul retourne une valeur de consommation nulle :

- **pour les parkings d'habitat, un débit de 600 m<sup>3</sup>/h par véhicule est pris en compte**
- **pour les parkings hors habitat**, le débit est calculé en se basant sur une estimation du besoin en ventilation pour maintenir la concentration en monoxyde de carbone CO du parking sous un seuil fixe de 50 ppm.

Plus précisément :

- **Pour les parkings hors usage d'habitation :**

La consommation des ventilateurs est estimée au pas horaire.

A chaque pas de temps, on estime le besoin de renouvellement d'air nécessaire pour maintenir une concentration en monoxyde de carbone CO sous un seuil de 50 ppm. Ce besoin en renouvellement d'air est calculé en faisant l'hypothèse d'une régulation à deux seuils du fonctionnement des ventilateurs. Le besoin de ventilation intègre à travers la notion d'efficacité de ventilation, et la possibilité que le capteur de CO ne soit pas représentatif du niveau moyen de CO dans le parking.

On part du principe que la ventilation va s'opposer à un terme source de CO qui est calculé à partir d'hypothèses sur les véhicules circulant et la fréquence de déplacement :

- un facteur d'émission de CO conventionnel des véhicules ;
- une vitesse de déplacement conventionnelle des véhicules et donc une durée de déplacement des véhicules ;
- des données topologiques simples du parking qui détermine la longueur de déplacement des véhicules ;
- une typologie simplifiée d'usage du parking qui conditionne le trafic horaire du parking en intensité et en distribution temporelle.

Cette typologie d'usage est traduite par la définition d'un scénario horaire qui quantifie le nombre de mouvements par place (entrée ou bien sortie) moyenné sur l'heure. Ce scénario est une constante interne au modèle. Le scénario horaire est construit sur une hypothèse de durée moyenne de stationnement dans la journée ou alternativement du nombre de mouvements par jour. Ces caractéristiques journalières sont fonctions de la typologie d'usage du parking. Puis dans un second temps la répartition horaire est induite suivant une distribution horaire à trois niveaux (beaucoup moyen aucun) à dire d'expert et qui est propre à chaque typologie d'usage. Un processus de normalisation permet de s'assurer que le scénario horaire journalier est consistant avec les hypothèses journalières.

Les hypothèses simplificatrices sont :

- l'homogénéité spatiale du taux de CO dans le parking à un instant donné quelconque ;
- la ventilation naturelle n'est pas prise en compte ;
- la consommation de veille des ventilateurs ou des auxiliaires au sens large est négligée.

- **Pour les parkings intérieurs en usage d'habitation :**

On considère que :

- soit la ventilation est permanente 24h/24h, il suffit alors de spécifier la puissance électrique de fonctionnement du système de ventilation par nombre de place correspondant à un point de fonctionnement 600 m<sup>3</sup>/h / place ;
- soit la ventilation est régulée dans ce cas le scénario d'usage du parking est exploité pour estimer par heure le nombre de véhicules en mouvement et en conséquence pour activer la puissance de ventilation par nombre de place correspondant à un point de fonctionnement de 600 m<sup>3</sup>/h/place.

Dans tous les cas, les jours où le parking est fermé sont hérités du module parking éclairage.

En termes de scénarisations du nombre de mouvements de véhicules au cours du temps, trois scénarios sont définis selon une valeur relative à l'usage des zones du bâtiment associé, Typeusage. Ce paramètre peut prendre les trois valeurs suivantes : 0) Bureau, 1) Commerce et 2) Habitat.

La valeur à adopter pour Typeusage est déterminée à partir de l'usage de la zone de bâtiment associée au parking.

La passerelle entre Typeusage est l'usage de la zone associée au parking est définie dans le tableau ci-dessous :

N° d'usage	Type d'usage associé	Valeur de Typeusage du parking à appliquer
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle et accolée	<i>Habitat</i>
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	<i>Habitat</i>
3	Bureaux	<i>Bureaux</i>
4	Enseignement primaire	<i>Bureaux</i>
5	Enseignement secondaire (partie jour)	<i>Bureaux</i>
6	Enseignement secondaire (partie nuit)	<i>Bureaux</i>

**Tableau 322 : rapport entre l'usage de la zone et le type d'usage du parking**

### 10.3.2 NOMENCLATURE DU MODELE

Le Tableau suivant donne la nomenclature des différentes variables du modèle.

#### Entrées du composant

Nom	Description	Unité
<i>NbjO(j)</i>	Calendrier annuel des jour ouverts/fermés du parking Hérité du module éclairage parking	.
Type	Type de parking soit intérieur =«int» soit extérieur =«ext». Hérité du module éclairage parking	-

#### Paramètres intrinsèques du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv
IsParamVentilationDef aut	Paramétrage par défaut des débits et puissances de ventilateurs du parking : 0) Non 1) Oui	-	0	1	-
Dvent1	Débit de ventilation total première vitesse	m <sup>3</sup> /h	1	+ ∞	-
Dvent2	Débit de ventilation total seconde vitesse	m <sup>3</sup> /h	Dvent1	+ ∞	-
Pvent1	Puissance électrique <u>active</u> appelée par <u>tous</u> les ventilateurs lorsqu'ils fonctionnent à la première vitesse	W	1	+ ∞	-
Pvent2	Puissance électrique <u>active</u> appelée par <u>tous</u> les ventilateurs lorsqu'ils fonctionnent à la seconde vitesse	W	Pvent1	+ ∞	-
Pvent600	Puissance <u>active</u> totale de l'installation par nombre de place de parking et à 600 m <sup>3</sup> /h/véhicules pour les parkings d'habitations	W/nb de places	1	+ ∞	-
Reg	Applicable uniquement à un parking de typeusage= « habitation » Reg=1 la ventilation est régulée Reg+0 la ventilation n'est pas régulée	-	0	1	-
Vent	Présence (oui) ou pas (non) de ventilation forcée	.	-	-	-

#### Paramètres d'intégration

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv
Typeusage	Typologie de parking 0 : bureau 1 : commerce 2 : habitat	-	0	2	-
Net	Nombre d'étages du parking	-	1	+ ∞	-
Npl	Nombre total de places de stationnement	-	1	+ ∞	-

#### Variables internes

Nom	Description	Unité
ProdCO(h)	Terme source de CO de l'ensemble des véhicules dans le parking (CO à température ambiante) pendant le pas de temps h (h de 1 à 8760)	m <sup>3</sup> CO/h
Dreq(h)	Débit de ventilation mécanique requis pour tout le parking pour assurer une concentration en CO de CCOlim pendant le pas de temps h (de 1 à 8760)	m <sup>3</sup> /h

Nveh(h)	Trafic de véhicule dans tous le parking exprimé en nombre de mouvements de véhicule par heure (une entrée ou une sortie) pendant le pas de temps h (de 1 à 8760)	1/h
Rmvtpl(h)	Ratio moyen horaire de mouvement par place pendant le pas de temps h (de 1 à 8760)	-
Dtraj	durée moyenne de déplacement d'un mouvement de véhicule	h
Lmoytraj	Longueur moyenne d'un déplacement d'un véhicule	m
Dmvm	Durée moyenne de fonctionnement du moteur d'un véhicule	h
Larg	Largeur d'un étage du parking	m
Long	Longueur d'un étage du parking	m
Peri	Périmètre d'un étage du parking	m

## Sorties

Nom	Description	Unité
Pvent(h)	Puissance horaire des ventilateurs du parking pendant le pas de temps h de l'heure dans l'année (i de 1 à 8760)	W
Event	Consommation annuelle en énergie active finale des ventilateurs du parking	Wh
C <sub>ef_park</sub> (h)	Consommation électrique des parkings (éclairage et ventilation) au pas de temps horaire et par zone	Wh

## Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
Effvent	Efficacité de ventilation en termes de ratio point de mesure donnant la valeur maximum / valeur moyenne dans le parc de stationnement.	-	0,5
CCOlim	Valeur seuil maximale de concentration volumique en CO prise en m <sup>3</sup> Co/m <sup>3</sup> Ai compte par le système de ventilation	r	5 10 <sup>-5</sup>
ProdCOveh	Facteur d'émission conventionnel d'un moteur de véhicule en fonctionnement (CO à température ambiante)	m <sup>3</sup> Co /h	0,35
Rutil	Ratio d'utilisation moyen du parking : nombre moyen de places utilisées sur la période/ nombre de place.	-	1
Dfix	Durée moyenne de fonctionnement du moteur d'un véhicule lorsque le véhicule est à l'arrêt	h	0,01
Vmoy	Vitesse moyenne de déplacement des véhicules dans le parking (10 km/h)	m/h	10000
Rl	Allongement de la surface utile du parking : ratio longueur / largeur	.	2
Spl	Surface d'une place de parking	m <sup>2</sup>	12

**Tableau 323 : Nomenclature des différentes variables du modèle**

### 10.3.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

La présente fiche algorithme est constituée des paragraphes suivants :

- La définition des valeurs par défaut des paramètres intrinsèques en 10.3.3.1,
- **le calcul des constantes** quelle que soit la typologie d'usage du parking (quelle que soit la valeur de la variable typeusage) est regroupé en 10.3.3.2,
- **le calcul de la consommation horaire** du système de ventilation  $P_{vent}(h)$ . Trois cas de figure se présentent :
  - le cas du parking ouvert (Type=«ext») pour toutes les typologies d'usage (typeusage) en 10.3.3.3, ou le cas d'un parking fermé sans ventilation mécanique en 10.3.3.4,
  - le cas du parking hors usage d'habitation (typeusage=«bureau» ou «commerce») fermé (Type=«int») et équipé d'une ventilation mécanique en 10.3.3.5.
  - le cas du parking habitation (typeusage=«habitat») fermé (Type=«int») et équipé d'une ventilation mécanique en 10.3.3.6.

L'énergie annuelle est calculée de façon identique pour toutes les typologies d'usage en 10.3.3.7 et 10.3.3.8.

Le nombre de place de parking  $N_{pl}$  est obtenu de la manière suivante :

- chaque place de parking dédiées aux véhicules deux-roues motorisés compte pour 0.33 place ; le nombre de places ainsi obtenu est arrondi à l'entier supérieur ;
- les places de parking dédiées aux véhicules deux-roues non motorisés comptent pour 0 place ;
- chaque autre place de parking compte pour 1 place.

Dans le cas d'un parking associé à des bâtiments ou des zones avec différentes typologies d'usages (typeusage) : il faut créer un objet parking pour chaque typologie d'usage différente, en répartissant le nombre de places de la manière suivante :

- si les places peuvent être affectées directement aux différents usages, puisque dédiées à un unique usage (par exemple au travers du programme), le parking de chaque type d'usage comportera le nombre de places correspondantes, dans le respect des règles induites par le plan local d'urbanisme le cas échéant ;
- sinon, les places sont réparties au prorata des surfaces de référence des zones, regroupées par type d'usage, dans la limite des règles induites par le plan local d'urbanisme le cas échéant.

Le nombre de places de parking ( $N_{pl}$ ) peut être saisi comme un nombre réel, pas nécessairement un entier.

#### 10.3.3.1 Valeurs par défauts

Les valeurs par défaut suivantes sont ainsi fixées, si celui-ci fixe  $IsParamVentilationDefaut = 0$  :

$D_{vent\ 2} = 900 \cdot N_{pl}$  en  $m^3/h$

$D_{vent\ 1} = 450 \cdot N_{pl}$  en  $m^3/h$

$P_{vent\ 2} = 40 \cdot N_{pl}$  en W

$P_{vent\ 1} = 5 \cdot N_{pl}$  en W

$P_{vent600} = 40 \cdot W/place$

(1)

### 10.3.3.2 Calcul des constantes

Un ensemble de constantes, fixées pour toute la durée du calcul, sont définies ci-dessous :

- Largeur, longueur et périmètre de chaque étage du parking (identique pour tous les étages du parking) :

$$\text{Larg} = \left( \frac{\text{Spl} \cdot \text{Npl} / \text{Net}}{\text{Rl}} \right)^{1/2} \quad (2)$$

$$\text{Long} = \text{Rl} \cdot \text{Larg} \quad (3)$$

$$\text{Peri} = 2 \cdot \text{Long} + 2 \cdot \text{Larg} \quad (4)$$

- Longueur moyenne (moyenne de l'entrée et de la sortie) d'un trajet (entrée sortie non distinguées) dans le parking :

$$\text{Lmoytraj} = \text{Peri} \cdot \left( \frac{\text{Net}}{4} + \frac{1}{4} \right) \quad (5)$$

- Durée moyenne du trajet moyen

$$\text{Dtraj} = \text{Lmoytraj} / \text{Vmoy} \quad (6)$$

- Durée moyenne de fonctionnement du moteur

$$\text{Dmvmvt} = \text{Dfix} + \text{Dtraj} \quad (7)$$

- Le tableau ci-dessous définit Rmvtpl en fonction du n° de fin de l'heure légale du jour courant sur la plage 8h-24h (quel que soit le jour courant ie L M M J V S D) et ceci pour les différentes typologies d'usage de la zone.

Pour l'heure légale hleg de 0h à 8h, Rmvtpl est toujours nul, quel que soit l'usage.

	Heure légale hleg au pas de temps h																
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>Bureaux</b>	0	0,308		0,154	0	0,154	0	0,308	0								
<b>Usage d'habitation</b>	0,19		0,095					0,19		0,095			0				
<b>Commerce</b>	0,278	0,556									0,278		0				

Tableau 324 : Valeurs conventionnelles de Rmvtpl(h) en fonction de l'heure légale et de typeusage

### 10.3.3.3 Calculs de Pvent(h) pour le cas des parking ouverts

Les parkings ouverts ne sont pas munis de dispositifs de ventilation :

Si **Type** = «ext» alors :

$$\text{Pvent}(h) = 0, \text{ pour tout pas de temps h} \quad (8)$$

Les paragraphes suivants sont alors ignorés.

### 10.3.3.4 Calculs de Pvent(h) pour le cas des parkings sans ventilation forcée

Si **Ventilation** = « non » alors :

$$\text{Pvent}(h) = 0, \text{ pour tout pas de temps h} \quad (9)$$

Les paragraphes suivants sont alors ignorés.

### 10.3.3.5 *Calcul de Pvent(h) pour le cas du parking de type d'usage hors usage d'habitation et de type fermé*

Cette section est applicable uniquement pour le cas où **Type**= « int » ET (**typeusage** = «bureaux» OU **typeusage**= «commerce»).

#### 10.3.3.5.1 Calcul du besoin en débit horaire de ventilation Dreq(h)

Pour chaque pas de temps h dans l'année (de 1 à 8760) :

Si pour le numéro du jour dans l'année j  $NbjO(j)=1$  alors : (le parking est ouvert)

Nveh(h) est le nombre de mouvements de véhicules par heure est calculé comme suit :

$$Nveh(h) = Npl \cdot Rutil \cdot Rmvtpl(h) \quad (10)$$

Le terme source prodCO(h) est calculé comme suit :

$$ProdCO(h) = ProdCOveh \cdot Nveh(h) \cdot Dmvmnt \quad (11)$$

Enfin, le débit horaire est le suivant :

$$Dreq(h) = \frac{ProdCO(h)}{CCOlim \cdot Effvent} \quad (12)$$

Sinon (parking fermé) :

$$Dreq(h) = 0 \quad (13)$$

#### 10.3.3.5.2 Calcul de la consommation horaire des ventilateurs Pvent(h)

Pour chaque pas de temps h dans l'année (de 1 à 8760) :

Si **Dreq(h) = 0** alors :

$$Pvent(h) = 0 \quad (14)$$

Sinon :

$$\text{Si } Dvent1 > Dreq(h) \text{ alors} \quad (15)$$

$$Pvent(h) = Dreq(h) \cdot Pvent1/Dvent1 \quad (16)$$

Sinon :

$$Pvent(h) = Dreq(h) \cdot Pvent2/Dvent2 \quad (17)$$

### 10.3.3.6 *Calcul de Pvent(h) et pour le cas d'un parking en usage d'habitation, et fermé*

Cette section s'applique uniquement si **Type**= «int» ET **typeusage**= «habitat»

#### 10.3.3.6.1 Calcul de la puissance électrique absorbée par les ventilateurs P\_vent(h)

Pour chaque pas de temps h dans l'année (de 1 à 8760) :

Si le système est régulé, c'est-à-dire si Reg = 1 alors

Si pour le numéro du jour dans l'année j,  $NbjO(j) = 1$ , alors (le parking est ouvert) :

$$Pvent(h) = Pvent600 \cdot Npl \cdot Rutil \cdot Rmvtpl(h) \quad (18)$$

Sinon :

$$P_{vent}(h) = 0 \quad (19)$$

Sinon (Reg = 0 : le système n'est pas régulé), alors, quelle que soit la valeur de h:

$$P_{vent}(h) = P_{vent600} \cdot N_{pl} \cdot R_{util} \quad (20)$$

### 10.3.3.7 *Calcul de la consommation annuelle du système de ventilation par zone*

Le calcul de la consommation Event (exprimé en Wh) est commun à tous les scénarios d'usage, c'est-à-dire, quelle que soit la valeur de Type ou de typeusage :

$$Event = \sum_1^{8760} P_{vent}(h) \quad (21)$$

La consommation Event est répartie au prorata des surfaces  $S_{RT}$  des différentes zones du bâtiment.

### 10.3.3.8 *Ajout de la consommation de ventilation horaire des parkings à la consommation électrique horaire des parkings répartie par zone*

La puissance absorbée par les ventilateurs  $P_{vent}(h)$  est répartie au prorata des surfaces conventionnelles  $S_{RT}$  des zones, puis ajoutée à la consommation électrique des parkings attribuée à chaque zone  $C_{ef\_park}^z(h)$ .