

Annexe II : Règles générales pour le calcul de la performance énergétique et environnementale

SOMMAIRE :

1. CADRE GÉNÉRAL DE LA MÉTHODE DE CALCUL DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS NEUFS.....	5
1.1 Champ d'application et périmètre	5
1.2 Principes de la méthode de calcul.....	6
1.2.1 Les différents modes de calcul de la performance énergétique	9
1.2.2 Principes généraux et différents modes de calcul des impacts environnementaux.....	10
1.3 Segmentation spatiale des calculs	11
1.3.1 Cas du calcul énergétique.....	11
1.3.2 Cas de l'analyse de cycle de vie.....	13
1.4 Segmentation temporelle des calculs	14
1.4.1 Cas du calcul énergétique.....	14
1.4.2 Cas du calcul environnemental	16
2. LES DONNEES D'ENTREE DE LA METHODE.....	18
2.1 Généralités sur les données d'entrée.....	18
2.2 Les données conventionnelles.....	18
2.2.1 Les données conventionnelles utilisées pour le calcul énergétique	18
2.2.2 Les scénarios et données conventionnelles pour le calcul environnemental.....	21
2.3 Caractérisation du bâtiment et de ses équipements, Les données d'entrée de la méthode de calcul	23
2.3.1 Introduction.....	23
2.3.2 La composition physique détaillée du bâtiment	24
2.3.3 La surface de référence	24
2.3.4 Le climat	24
2.3.5 L'environnement proche	33
2.3.6 Les scénarios liés à l'occupation des locaux.....	33
2.3.7 L'enveloppe du bâtiment	34
2.3.8 L'inertie thermique.....	34
2.3.9 Le déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment.....	35
2.3.10 La ventilation	35
2.3.11 Le chauffage et le refroidissement.....	36
2.3.12 L'eau chaude sanitaire.....	37
2.3.13 L'éclairage artificiel.....	37
2.3.14 La production d'électricité	38
2.3.15 Données d'entrée de l'ACV pour les contributions Chantier et Eau	38
2.4 Les données d'entrée spécifiques.....	39
2.4.1 Les données spécifiques du calcul énergétique	39
2.4.2 Les données environnementales spécifiques sur les produits de construction et les équipements.....	39

2.5	Les données par défaut	39
2.5.1	Pour le calcul énergétique	39
2.5.2	Pour le calcul environnemental	39
2.6	PRIORITE D'USAGE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES.....	40
3.	CALCUL DES DIFFERENTS POSTES DE CONSOMMATION ET PRODUCTION D'ENERGIE	40
3.1	Calcul de la consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement	40
3.1.1	Energie nécessaire aux bornes de la production pour le chauffage et le refroidissement.....	41
3.1.2	Efficacité des systèmes de production de chaleur et de refroidissement	43
3.2	Calcul de la consommation d'énergie pour l'ECS	45
3.3	Calcul de la consommation d'énergie pour l'éclairage des locaux	46
3.4	Calcul de la consommation d'énergie des auxiliaires de chauffage, refroidissement, ECS et de ventilation.....	47
3.5	Les usages spécifiques de l'électricité	49
3.6	Calcul de la consommation d'énergie liée aux déplacements des occupants à l'intérieur des bâtiments	49
3.7	Calcul de la production locale électrique	50
3.7.1	Principe de fonctionnement du modèle de cogénération.	50
3.7.2	Principe de fonctionnement du modèle de capteurs photovoltaïques.	50
4.	ANALYSE DU CYCLE DE VIE.....	53
4.1	Principe général de calcul d'une contribution aux impacts	53
4.2	Calcul de la contribution aux impacts des composants	54
4.2.1	Calcul détaillé de la contribution aux impacts des composants	54
4.2.2	Calcul simplifié de la contribution aux impacts des composants.....	69
4.3	Calcul de la contribution aux impacts des consommations d'énergie	71
4.3.1	Calcul statique de la contribution aux impacts des consommations d'énergie.....	71
4.3.2	Calcul dynamique de la contribution aux impacts des consommations d'énergie.....	71
4.4	Calcul de la contribution aux impacts des consommations et rejets d'eau	72
4.4.1	Calcul détaillé	72
4.4.2	Calcul simplifié.....	80
4.5	Calcul de la contribution aux impacts du chantier de construction	80
4.5.1	Calcul détaillé	81
4.5.2	Calcul simplifié.....	84
4.6	Calcul de la contribution de la parcelle aux impacts	85
4.6.1	Calcul détaillé	85
4.6.2	Calcul simplifié.....	89
4.7	Calcul des bénéfices et charges liés à l'export d'énergie	89
4.7.1	Calcul statique	89
4.7.2	Calcul dynamique	90

5.	CALCUL DES INDICATEURS DE PERFORMANCE.....	91
5.1	Indicateur de confort d'été - Calcul de l'indicateur degrés-heures	91
5.2	Indicateurs de performance énergétique - Calcul de l'indicateur Bbio et des indicateurs CEp et Cep,nr	92
5.2.1	L'efficacité énergétique du bâti – indicateur Bbio :	92
5.2.2	L'efficacité des systèmes énergétiques – indicateurs Cep et Cep,nr :	93
5.2.3	Consommation par occupant	94
5.3	Indicateurs de performance environnementale	95
5.3.1	Indicateurs d'impacts sur le changement climatique	95
5.3.2	Indicateur de stockage de carbone biogénique	96
5.3.3	Autres indicateurs environnementaux.....	97
5.3.4	Indicateur de l'usage de données par défaut dans l'évaluation	98

1. CADRE GÉNÉRAL DE LA MÉTHODE DE CALCUL DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS NEUFS

La présente annexe décrit la méthode réglementaire de calcul de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs. Cette méthode vise notamment le calcul des indicateurs énergétiques et environnementaux décrits au chapitre 5.

Pour ce faire, elle se base sur des données d'entrée permettant de définir, les éléments descriptifs du bâtiment et de ses composants.

S'agissant d'un calcul réglementaire, elle n'a pas pour vocation de faire une prédiction de consommation réelle ou de confort réel d'été.

La méthode de calcul énergétique est décrite dans ses principes généraux dans la présente annexe, et de manière détaillée en annexe III du présent arrêté. Elle est dénommée « méthode Th-BCE 2020 » (décrivant la méthode de calcul réglementaire des Besoins énergétiques, des Consommations énergétiques et du confort d'Été, pour les différents indicateurs décrits dans le chapitre 5 de la présente annexe), ou « méthode Th-BCE ».

Les modalités d'obtention de certaines des données d'entrée de cette méthode de calcul énergétique sont précisées en annexe IV du présent arrêté, dans un ensemble de règles appelées « Règles Th-Bat 2020 ».

La méthode de calcul environnementale est décrite dans la présente annexe. Elle s'appuie sur une analyse du cycle de vie (ACV) du bâtiment. Les modalités de production des données d'entrée de cette méthode sont décrites au chapitre V du présent arrêté.

1.1 CHAMP D'APPLICATION ET PERIMETRE

Les éléments apportés après la réception du bâtiment, les futurs modes d'occupation du bâtiment, ainsi que certaines contraintes extérieures au bâtiment (météorologie...) intervenant dans la méthode de calcul sont définis de façon conventionnelle.

La méthode permet de calculer les indicateurs de performance énergétique, environnementale et de confort d'été pour une opération de construction sous la responsabilité d'un maître d'ouvrage. Cette opération de construction peut être un bâtiment ou une partie de bâtiment correspondant à une entité programmatique. Une entité programmatique est un ensemble d'espaces d'une même activité sous la responsabilité d'un même maître d'ouvrage.

Périmètre temporel

Lorsque la construction fait suite à la démolition d'un bâtiment existant ou à la dépollution d'une parcelle polluée, ces étapes sont exclues de l'évaluation du bâtiment sur son cycle de vie. Dans ces deux cas, on considère que la remise en l'état de la parcelle pour pouvoir accueillir la nouvelle construction est en dehors du périmètre temporel d'étude. Le début du cycle de vie du bâtiment commence par l'extraction des matières premières destinées à la fabrication des composants qui le constituent (produits de construction et équipements techniques) et se termine par le traitement et la valorisation des déchets qui seront générés par sa démolition lors de sa fin de vie. Le cycle de vie inclut notamment le chantier de construction (y compris terrassement) et la phase d'exploitation du bâtiment (y compris entretien et maintenance). La durée conventionnelle de la phase d'exploitation du bâtiment (« sa durée de vie ») prise en compte dans le calcul est appelée période d'étude de référence (PER). **La période d'étude de référence est de 50 ans pour tous les bâtiments.**

Périmètre physique

Le périmètre retenu est celui du permis de construire. L'évaluation est donc réalisée sur le bâtiment et sa parcelle : aménagements extérieurs, raccordements au réseau, voirie, production d'électricité sur des espaces attenants. Si la parcelle compte plusieurs bâtiments, le calcul peut porter sur plusieurs bâtiments si ceux-ci font l'objet d'un permis de construire unique, mais l'évaluation de la conformité réglementaire reste à l'échelle du bâtiment sauf exceptions (bâtiments accolés).

Périmètre de prise en compte de la phase d'exploitation du bâtiment

Les postes de consommation intégrés dans la méthode de calcul sont les suivants :

- Pour le calcul des indicateurs Cep et Cep,nr :
 - Chauffage des locaux y compris les besoins liés au réchauffement de l'air neuf soufflé dans le bâtiment,
 - Refroidissement des locaux
 - Satisfaction des besoins d'eau chaude sanitaire
 - Consommations d'éclairage artificiel des locaux, y compris des parties communes des logements collectifs (pour les équipements immobiliers et conventionnellement pour certains équipements mobiliers)
 - Auxiliaires utilisés pour la ventilation des bâtiments
 - Auxiliaires liés au fonctionnement des générateurs assurant le chauffage et/ou le refroidissement des locaux, la production d'eau chaude sanitaire, et la distribution hydraulique dans les locaux
 - Déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment lorsque ceux-ci nécessitent une consommation d'énergie (utilisation d'ascenseurs ou d'escalators), intégrant les consommations liées aux éventuels parkings (éclairage et ventilation)
- Pour le calcul du taux d'autoconsommation des productions locales d'électricité
 - Les consommations liées aux usages mobiliers du bâtiment (équipements électriques, éclairage mobilier)

Ces postes de consommation ne tiennent pas compte des consommations d'énergie directement nécessaires au fonctionnement des équipements dits de process.

Les usages de l'énergie pris en compte dans l'analyse de cycle de vie dans la phase d'exploitation du bâtiment sont ceux utilisés pour le calcul des performances énergétiques décrits ci-dessus.

Les usages de l'eau pris en compte sont ceux dus aux installations et équipements prévus par le permis de construire.

Les activités hébergées par le bâtiment ne sont pas prises en compte au-delà des éléments pris en compte dans la méthode de calcul énergétique ou dans les usages de l'eau prévus ci-dessus. Les déchets d'activité (comme par exemple les déchets ménagers ou les déchets industriels) ne sont donc notamment pas pris en compte. Tous les équipements mobiliers liés à l'usage du bâtiment (comme par exemple l'électroménager pour un logement ; les ordinateurs, copieurs pour des bureaux ; les mobiliers de bureau pour un établissement scolaire) ne sont donc pas non plus dans le périmètre de l'évaluation.

1.2 PRINCIPES DE LA METHODE DE CALCUL

Le calcul de la performance énergétique et environnementale est décomposé en deux étapes complémentaires :

- Etape 1 : simulation énergétique et calcul des indicateurs énergétiques,
- Etape 2 : calcul de l'ACV et des indicateurs environnementaux en utilisant certaines données de sortie de la simulation énergétique.

Les figures ci-dessous présentent les grands principes de ces deux étapes.

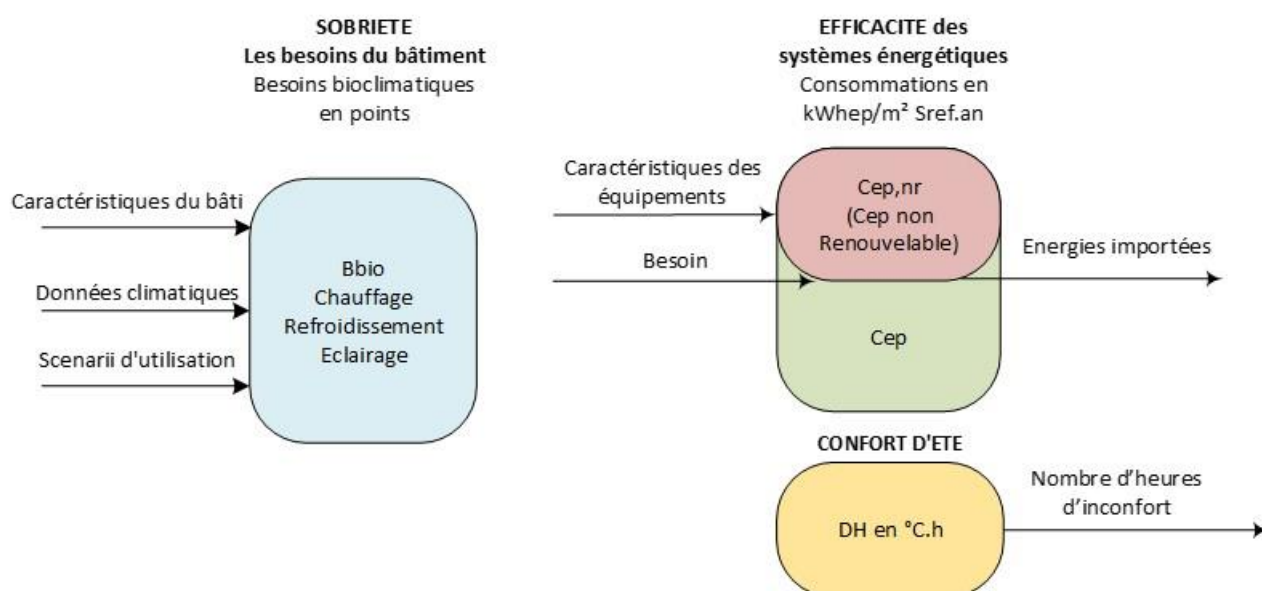


Figure 1 – Principes de la méthode de calcul – Etape 1

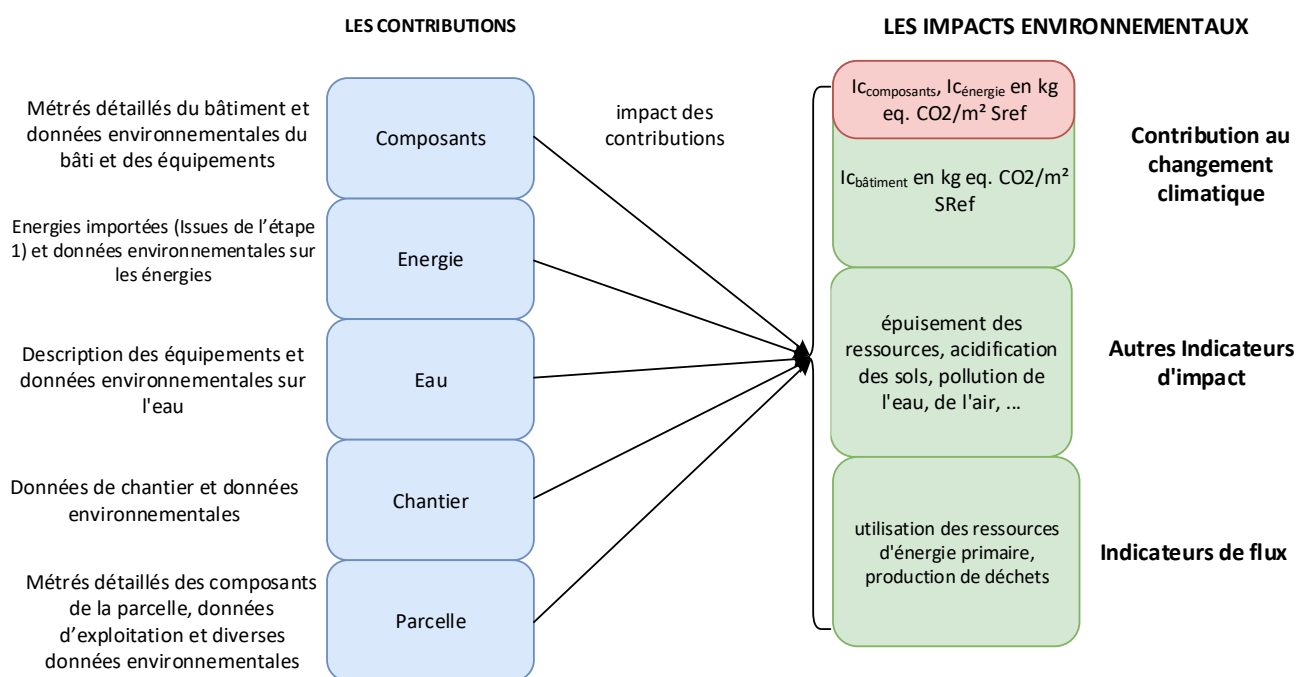


Figure 2 – Principes de la méthode de calcul – Etape 2

Le calcul de la performance environnementale d'un bâtiment prend en compte ses impacts environnementaux tout au long de son cycle de vie et est basée sur une analyse du cycle de vie (ACV).

L'analyse de cycle de vie permet de prendre en compte une grande partie des impacts environnementaux. Elle permet également, en s'appuyant sur une vision globale multicritère, d'éviter les transferts d'impacts entre contributions et phases du cycle de vie et d'identifier les leviers d'actions pour améliorer la performance globale du bâtiment.

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX et CYCLE DE VIE DU BATIMENT							
		Phase de production	Phase d'Edification	Phase d'exploitation		Phase de fin de vie	Bénéfices et charges liés à la valorisation en fin de vie et à l'export d'énergie
				Entretien Maintenance	Opération		
CONTRIBUTIONS	Composants	✓	✓	✓		✓	✓
	Energie				✓		✓
	Eau				✓		
	Chantier		✓				
	Parcelle	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tableau 1 - Cycle de vie du bâtiment et contributions aux impacts

Plus d'information sur les différentes phases du cycle de vie est fournie au paragraphe 1.4.2.

Pour chacune de ces phases du cycle de vie, la méthode prévoit de prendre en compte la contribution aux impacts environnementaux d'un certain nombre de postes spécifiques. Les contributions prises en compte dans la méthode sont :

- Les produits de construction et équipements du bâtiment (composants)
- Les consommations d'énergie du bâtiment en fonctionnement (énergie)
- Les consommations et rejets d'eau (eau)
- Le chantier de construction (chantier)
- Les aménagements et l'usage de la parcelle (parcelle)

La contribution « composants » prend en compte l'ensemble des composants du bâtiment (les produits de construction et équipements) prévus lors de l'édification, y compris ceux des réseaux qui l'alimentent, ainsi que ceux des espaces réservés aux aires de stationnement qui desservent le bâtiment (qu'ils soient physiquement liés ou non à celui-ci) (voir 4.2).

La contribution « énergie » prend en compte les usages de l'énergie dans le bâtiment décrits au 1.1 (voir 4.3).

La contribution « eau » couvre, pour la phase d'exploitation du bâtiment, tous les usages de l'eau à l'échelle du bâtiment et la gestion des eaux pluviales captées par le bâtiment et la parcelle ainsi que leur assainissement. (voir 4.4).

La contribution « chantier » couvre les consommations d'énergie du chantier d'édification, les consommations et rejets d'eau du chantier, l'évacuation et le traitement des déchets du terrassement non pris en compte dans la contribution « composants ». (voir 4.5).

La contribution « parcelle » prend en compte l'ensemble des composants nécessaires aux ouvrages présents sur la parcelle hors bâtiment, réseaux, systèmes de production d'énergie et aires de stationnement. Il s'agit notamment des composants nécessaires à la clôture de la parcelle et à la réalisation des voiries hors aires de stationnement. Elle prend aussi en compte les usages d'eau nécessaires à l'arrosage des espaces végétalisés de la parcelle et aux usages particuliers de l'eau (comme le nettoyage des voiries par exemple) (voir 4.6).

1.2.1 LES DIFFERENTS MODES DE CALCUL DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE

Le calcul de la performance énergétique réglementaire du bâtiment fait intervenir différents modes de calcul, indépendants ou liés les uns aux autres, caractérisés par des conventions d'usage et des caractérisations des systèmes différentes. Ces différents modes de calcul sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Mode de calcul	Principaux indicateurs calculés	Principales spécificités
Th-B	Bbio en points Besoin de chauffage, de refroidissement, et d'éclairage artificiel en kWh _{ef} /m ²	Débits de ventilation : débits hygiéniques réglementaires et système de ventilation prédéfini Fichier climatique sans séquence caniculaire
Th-C	Cep (consommation d'énergie primaire conventionnelle) Cep,nr (consommation d'énergie primaire non renouvelable) Bilan BEPOS (Bilan entre consommation primaire d'énergie non renouvelable et la production électrique exportée)	Fichier climatique sans séquence caniculaire
Th-D	DH – degrés-heures d'inconfort	Fichier climatique avec séquence caniculaire Utilisation renforcée des protections solaires

Tableau 2 – Les différents modes de calcul énergétique

Selon le taux d'inconfort observé dans le bâtiment (lié à la valeur de l'indicateur DH), un forfait de consommations de refroidissement peut être ajouté aux consommations du bâtiment. Le schéma ci-dessous présente les conditions de calcul de ce forfait.

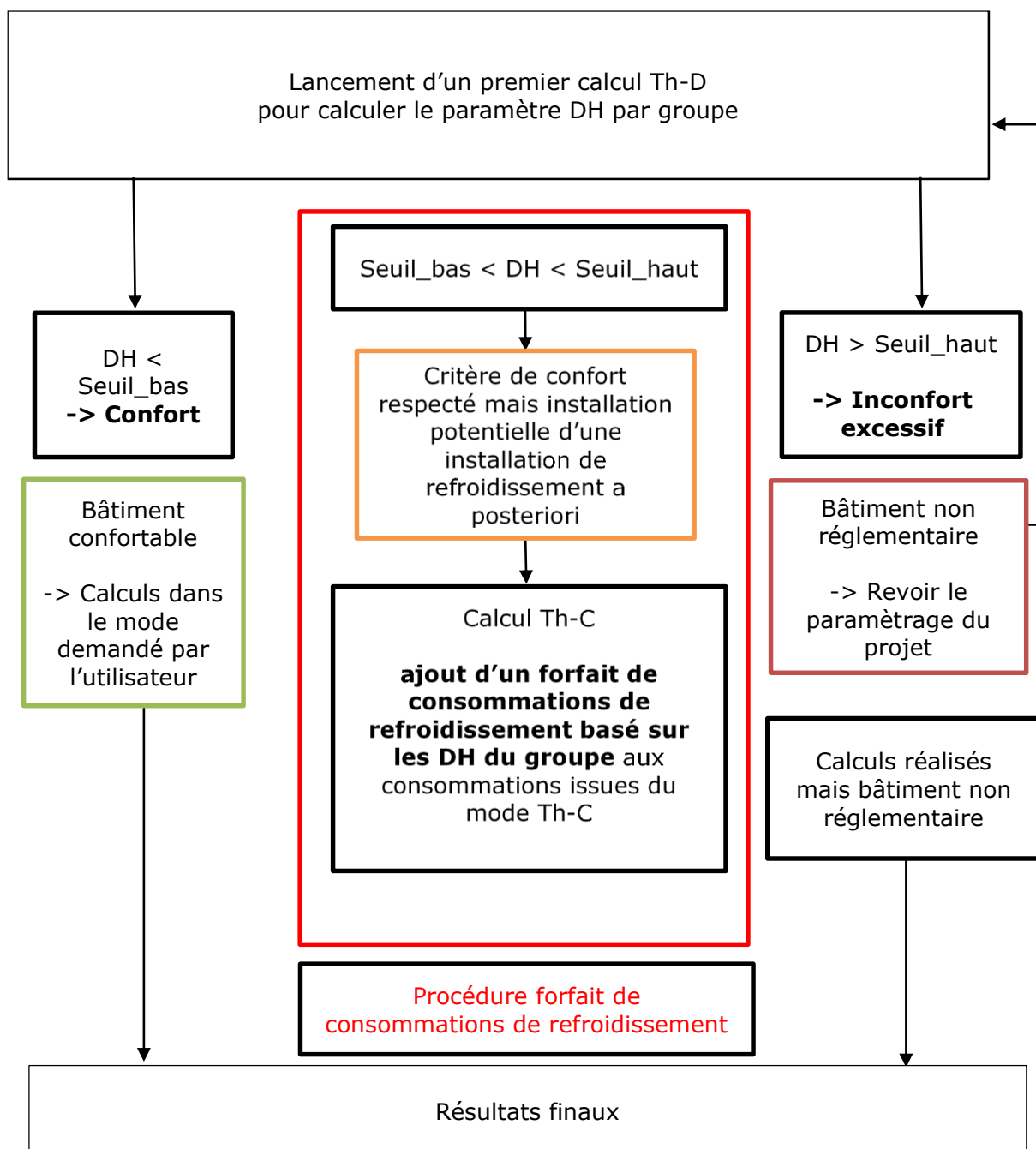


Figure 3 – schéma de principe de la procédure de prise en compte d'un forfait de consommation pour la consommation de refroidissement

1.2.2 PRINCIPES GENERAUX ET DIFFERENTS MODES DE CALCUL DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Conventions de notation

Dans la suite de la présente annexe :

I_x désigne l'ensemble des impacts environnementaux d'un objet X sur l'ensemble du cycle de vie. Il s'agit sauf précision contraire d'un vecteur (voir Tableau 12 pour la liste des impacts environnementaux calculés). L'objet peut être tout ou partie du bâtiment ou de la parcelle ou une contribution.

I_X^Y désigne l'ensemble des impacts environnementaux d'un objet X pour la phase du cycle de vie Y. Il s'agit sauf précision contraire d'un vecteur.

$I_X^{module Z}$ désigne l'ensemble des impacts environnementaux d'un objet X pour le module Z. Il s'agit sauf précision contraire d'un vecteur.

Dans la suite de la présente annexe, chaque formule de calcul des impacts environnementaux traduit le calcul du vecteur constitué de l'ensemble des impacts environnementaux. Les formules sont donc en général et sauf précision contraire des formules vectorielles.

Les principes généraux de calcul de chacune des contributions sont explicités au chapitre 4.1.

La méthode de calcul permet de calculer chacune des contributions décrites au chapitre 1.2 et pour chaque phase du cycle de vie.

Pour chaque contribution, la méthode peut être déclinée en une version :

- Détaillée, elle-même déclinable en version statique ou dynamique
- Simplifiée, elle-même déclinable en version statique ou dynamique.

La méthode dynamique ne s'applique qu'au calcul de l'indicateur d'impact sur le changement climatique. Pour traduire cela, la notation I_X^Y est remplacée par la notation I_{cX}^Y dans le cas de la méthode dynamique .

La description et l'utilisation des différentes méthodes sont décrites au chapitre 4.

Les indicateurs de performance environnementale sont calculés à partir de ces contributions.

1.3 SEGMENTATION SPATIALE DES CALCULS

1.3.1 CAS DU CALCUL ENERGETIQUE

Pour le calcul énergétique, le bâtiment est décrit suivant quatre niveaux :

- a. le niveau « Bâtiment »,
- b. le niveau « Zone »,
- c. le niveau « Groupe »,
- d. le niveau « Local ».

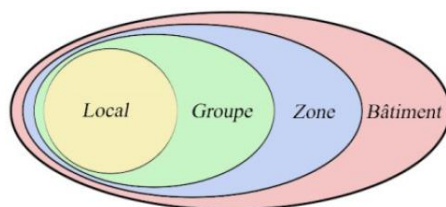


Figure 4 – schéma de principe du découpage du bâtiment pour le calcul énergétique

Le calcul réglementaire peut être réalisé sur plusieurs bâtiments, regroupés au sein d'un projet, mais les exigences réglementaires vont s'appliquer bâtiment par bâtiment, sauf exception.

Le niveau « bâtiment »

C'est le niveau où s'expriment les exigences réglementaires relatives aux besoins et aux consommations d'énergie (indicateurs Bbio, Cep et Cep,nr) et ce, à partir des éléments remontant des groupes et des zones composant le bâtiment. Les éléments communs à tout le bâtiment (par exemple la situation géographique ou l'altitude) sont définis à ce niveau.

Le niveau « zone »

Ce niveau correspond à un regroupement des parties de bâtiment pour lesquelles les scénarios d'utilisation sont identiques : un bâtiment comportant plusieurs typologies d'usage devra avoir autant de zones que de typologies d'usage. A titre d'illustration, un bâtiment mixte possédant au rez-de-chaussée des commerces, et dans ses étages supérieurs des logements collectifs sera modélisé en deux zones d'usage distincts regroupant d'un côté les différents commerces, et de l'autre l'ensemble des logements.

Le niveau « groupe »

Ce niveau regroupe la quasi-totalité des informations requises. C'est en particulier à ce niveau que s'effectue le calcul des températures intérieures, du nombre de degrés-heures d'inconfort, ainsi que des besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage artificiel qui vont être agrégés au niveau bâtiment.

Une même zone sera séparée en différents groupes pour les raisons suivantes :

- a. Les locaux principaux ont des évolutions de température très différentes : c'est par exemple le cas si une partie des locaux principaux d'une même zone est refroidie et les autres non,
- b. Les locaux ont des températures proches mais on veut séparer des besoins de chauffage et / ou de refroidissement pour permettre la prise en compte de systèmes énergétiques réalisant des transferts d'énergie entre locaux.
- c. Pour séparer les locaux selon leur aspect traversant ou non traversant en rapport au confort d'été, dans le cas des logements collectifs. Ils sont différenciés sur ce point selon la répartition des baies du logement sur les différentes orientations.

L'éclairement intérieur est calculé au niveau du groupe après distinction entre parties ayant ou non accès à l'éclairage naturel.

Du fait de la définition de la zone, les différents groupes d'une même zone sont considérés en connexion aéraulique.

Le niveau « local »

Au sens de la présente méthode de calcul le niveau « Local » permet d'affiner les apports internes de chaleur et d'humidité, pris en compte ensuite au niveau du groupe. Les surfaces des locaux sont définies par défaut dans la méthode de calcul, au niveau de la zone.

Il est par exemple prévu des locaux spécifiques « Classes – 55% de la surface du groupe » et « Salle de repos – 15% », pour l'usage « Enseignement Primaire ».



Figure 5 – Représentation de locaux spécifiques de l'usage « enseignement primaire »

D'autres locaux, non spécifiques, sont également présents (Circulations, accueil, Bureau, salle de réunion).

Le schéma ci-dessous rend compte de cette structuration du bâtiment.

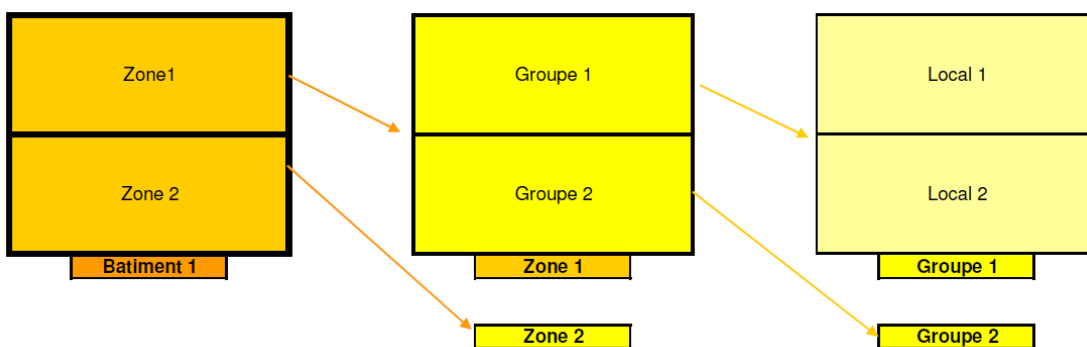


Figure 6 – Schéma récapitulatif de la structuration du bâtiment

1.3.2 CAS DE L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE

Pour l'analyse de cycle de vie, et plus spécifiquement pour le calcul de la contribution « Composants », le bâtiment (et sa parcelle) sont décrits suivant quatre niveaux :

- a. Le niveau « Bâtiment » (ou "Parcelle")
- b. Le niveau « Entité programmatique »
- c. Le niveau « Lot »
- d. Le niveau « Sous-lot »

Note : Dans de nombreux cas, le périmètre du bâtiment et de l'entité programmatique sont identiques.

1.4 SEGMENTATION TEMPORELLE DES CALCULS

1.4.1 CAS DU CALCUL ENERGETIQUE

La méthode de calcul énergétique est une méthode au pas de temps horaire. Les calculs sont menés pour une année civile non bissextile, allant du lundi 1^{er} Janvier au 31 décembre.

Les saisons dans le calcul réglementaire

Dans de nombreux cas, le fonctionnement des équipements (qu'ils concernent le bâti ou les systèmes) présente un aspect saisonnier. Ceci peut être lié à la présence d'automatismes mais également à des comportements conventionnels du gestionnaire ou de l'occupant.

Deux catégories de saisons sont définies :

- l'une pour l'autorisation du fonctionnement des équipements de chauffage et de refroidissement,
- l'autre pour la gestion des protections solaires mobiles et la surventilation naturelle par ouverture des baies.

Fonctionnement saisonnier des équipements de chauffage et de refroidissement :

Concernant les équipements, selon leur fonction (chauffage, refroidissement), ils sont soumis à des autorisations de fonctionnement (dites respectivement saison de chauffage et saison de refroidissement pour indiquer respectivement l'autorisation de chauffer ou de refroidir les locaux). Les dates de début et de fin de ces saisons sont déterminées au travers de tests logiques menés à chaque début de jour de simulation :

- L'initiation d'une saison repose sur la comparaison du total cumulé des degrés-heures d'inconfort thermique froid (respectivement chaud) à un seuil de 40 °C.h.
- L'achèvement d'une saison est quant à lui associé à une comparaison de la moyenne glissante des besoins en chaud (respectivement en froid) sur une période de 4 semaines glissantes à une valeur limite de 2 Wh/m².

Par défaut, les 8 premières semaines de l'année sont considérées comme étant de saison de chauffage. De même, par défaut, 10 semaines durant l'été sont considérées comme n'étant pas de la saison de chauffage. En mode Th-D, la saison de confort adaptatif est supposée sans chauffage.

A noter que ces saisons sont définies indépendamment au niveau de chaque groupe (cf. Figure 7 pour le chauffage) puis concaténées pour les générateurs desservant plusieurs groupes (cf. Figure 8).

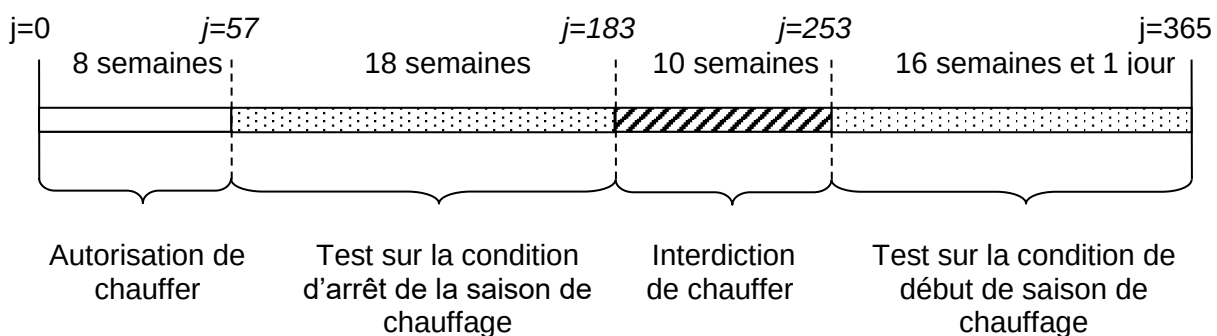


Figure 7- Illustration de la procédure de détermination des saisons au niveau d'un groupe

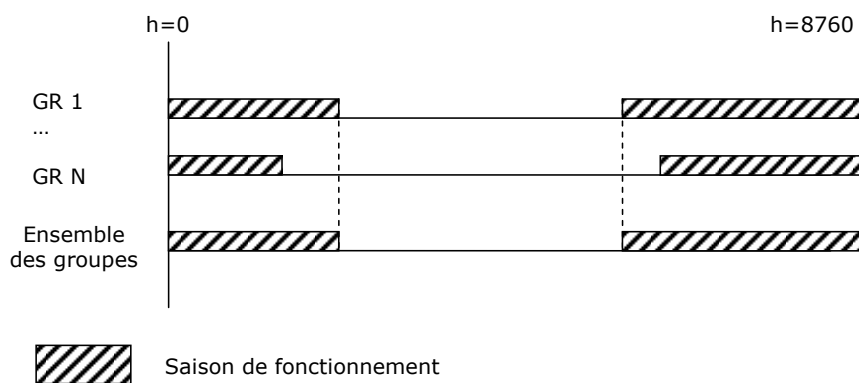


Figure 8 - Illustration de la procédure de détermination des saisons au niveau de la génération

Gestion des protections mobiles des parois vitrées et Gestion de la surventilation naturelle par ouverture des baies :

Pour ces gestions, sont définies quatre saisons sur la base des autorisations de fonctionnement des équipements énergétiques présentées précédemment :

- 1 – saison de chauffage (autorisation de chauffer uniquement)
- 2 – mi-saison (aucune autorisation en cours, ni chauffage ni refroidissement)
- 3 – saison de refroidissement (autorisation de refroidissement uniquement)
- 4 – saison mixte (autorisation de chauffage et de refroidissement)

Saison de chauffe des générateurs	Oui	Non		Oui	
Saison de refroidissement des générateurs	Non		Oui		Non
Saisons pour la gestion des protections solaires mobiles et l'ouverture de baies	Chauf fage	Mi-saison	Refroidissement	Mixte	Chauffage

Tableau 3 - concordance entre les saisons des équipements de génération et les saisons pour la gestion des protection solaires mobiles et l'ouverture des baies

Cela est valable pour les protections solaires mobiles des baies vitrées de l'ensemble du bâtiment (y compris celles des espaces tampons solarisés), ainsi que pour les algorithmes définissant les possibilités de surventilation par ouverture des baies (y compris celles des espaces tampons).

Pour ces gestions, les saisons définies ici ne sont par ailleurs qu'un élément parmi ceux rentrant en compte dans l'algorithme de gestion.

Saisonnalité de présence des feuilles pour les masques solaires :

On peut enfin noter que des valeurs conventionnelles de début et de fin de présence des feuilles sur les arbres sont définies.

1.4.2 CAS DU CALCUL ENVIRONNEMENTAL

Phases du cycle de vie – périmètre et temporalité

Comme indiqué au 1.2, le calcul de la performance environnementale est basé sur une analyse de cycle de vie (ACV).

Le cycle de vie d'un bâtiment est découpé en :

- Phase de Production
- Phase d'Edification
- Phase d'Exploitation , qui peut être séparée en « entretien et maintenance » d'une part et « opération» d'autre part
- Phase de Fin de vie
- Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits en fin de vie et à l'export d'énergie, aussi appelé « Module D ».

Un découpage plus fin du cycle de vie consiste à le découper en modules (voir Tableau 4).

Note : Il est considéré que les modules B2 à B4 regroupent toutes les opérations de nettoyage, entretien et maintenance du bâtiment. Ils sont regroupés, avec le module B1, dans la sous-phase d'entretien/maintenance de la phase d'exploitation.

Phase	Temporalité	Module	Description simplifiée
Production	t=0	A1	Le module A1 couvre l'extraction et la production des matières premières utilisées pour la fabrication des composants du bâtiment
		A2	Le module A2 couvre le transport des matières premières utilisées dans les composants du bâtiment jusqu'au site de fabrication des composants
		A3	Le module A3 couvre la fabrication des composants du bâtiment (produits de construction et équipements techniques)
Edification	t=0	A4	Le module A4 couvre le transport des composants du site de fabrication jusqu'au chantier de construction
		A5	Le module A5 couvre le chantier de construction dont la mise en oeuvre des composants
Exploitation / Entretien et maintenance	t=1 à t=PER (PER années)	B1	Le module B1 couvre les impacts liés à l'utilisation des composants dans le bâtiment (hors usages de l'eau et de l'énergie)
		B2	Le module B2 couvre les opérations d'entretien du bâtiment (voir scénario conventionnel d'usage)
		B3	Le module B3 couvre les opérations de réparation du bâtiment (voir scénario conventionnel d'usage)
		B4	Le module B4 couvre les opérations de remplacement de composants du bâtiment (voir scénario conventionnel d'usage)
Exploitation / Opération	t=1 à t=PER (PER années)	B6	Le module B6 couvre les impacts liés aux consommations d'énergie dans le bâtiment en exploitation
		B7	Le module B7 couvre les impacts liés aux consommations et rejets d'eau dans le bâtiment en exploitation
Fin de vie	t=PER	C1	Le module C1 couvre le chantier de déconstruction (dépose de composants avant démolition) ou de démolition du bâtiment
		C2	Le module C2 couvre le transport des déchets du chantier de déconstruction/démolition soit vers un lieu de valorisation soit vers un lieu d'élimination
		C3	Le module C3 couvre la valorisation des déchets du chantier de déconstruction/démolition (réemploi, réutilisation, recyclage, valorisation énergétique)
		C4	Le module C4 couvre l'élimination des déchets du chantier de déconstruction/démolition (mise en décharge avec ou sans pré-traitement, incinération sans valorisation énergétique au sens de la réglementation sur les déchets)
Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits en fin de vie et à l'export d'énergie (ou « module D »)	A chaque remplacement et t=PER	D	Le module D permet de comptabiliser les bénéfices et charges environnementaux liés à la valorisation des produits en fin de vie (recyclage, valorisation énergétique...) ainsi qu'à l'export d'énergie.

Tableau 4 – Découpage du cycle de vie du bâtiment en modules

2. LES DONNEES D'ENTREE DE LA METHODE

2.1 GENERALITES SUR LES DONNEES D'ENTREE

Les méthodes de calcul énergétique et de réalisation de l'analyse de cycle de vie distinguent quatre types de données d'entrée :

- Des données conventionnelles (voir 2.2)
- Des données d'entrée saisies par l'utilisateur (voir 2.3)
- Des données d'entrée spécifiques (voir 2.4), saisies à partir de données recueillies auprès de fabricants
- Des données génériques par défaut (voir 2.5)

La conformité aux règles du présent arrêté de toutes les données d'entrée du calcul réglementaire doit pouvoir être justifiée.

2.2 LES DONNEES CONVENTIONNELLES

Une donnée conventionnelle est un paramètre de modélisation d'utilisation obligatoire, non modifiable

2.2.1 *LES DONNEES CONVENTIONNELLES UTILISEES POUR LE CALCUL ENERGETIQUE*

Pour le calcul énergétique, les données climatiques et celles relatives à l'occupation et l'usage des bâtiments sont définies de façon conventionnelle

Ces différentes conventions ne sont pas adaptées à la prédiction des consommations énergétiques futures d'un bâtiment donné pour les années suivant sa mise en service. Ces données climatiques et ces conventions d'occupation et d'usage ont été définies de façon à approcher des conditions moyennes sur le segment de bâtiment visé, ou des conditions extrêmes concernant le calcul de confort d'été.

2.2.1.1 *Les données météorologiques utilisées pour le calcul énergétique*

Les variables climatiques prises en compte dans cette méthode de calcul sont les suivantes :

- a. Le rayonnement solaire : il permet de calculer les apports de chaleur pour le bâti, ainsi que l'efficacité des capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques spécifiques.
- b. Le rayonnement lumineux : utilisé pour calculer l'éclairement naturel dans les locaux, il est décrit sous la même forme que le rayonnement solaire et à partir de celui-ci,
- c. Le rayonnement froid vers la voûte céleste,
- d. Les températures et humidité de l'air,
- e. La vitesse du vent pour une altitude de 10 m en zone ouverte,
- f. La température de l'eau froide du réseau.

Les fichiers représentent des années-type dont la constitution a été effectuée sur la base de fichiers annuels des données mesurées par Météo-France sur la période de janvier 2000 à décembre 2018.

En matière de segmentation géographique, il a été retenu 8 zones climatiques, en cohérence avec les exigences réglementaires, dont les stations de référence sont précisées sur la figure ci-après.



Figure 9 - Carte des zones climatiques de la réglementation

2.2.1.2 Les scénarii conventionnels utilisés pour le calcul énergétique

Les conditions d'occupation des bâtiments sont définies de façon conventionnelle puisqu'elles ne peuvent être vérifiées sur la base des caractéristiques du bâtiment et de ses équipements énergétiques.

Afin de se rapprocher des données « moyennes », la méthode de calcul réglementaire prend en compte la destination des locaux du bâtiment de manière générale (logement, enseignement, bureau...) et de manière plus précise au niveau des différents locaux (salle de réunion, circulations, etc.). Cela signifie que les scénarios conventionnels sont définis pour partie au niveau de la zone et pour partie au niveau du local.

Ces données sont décrites sous forme de scénarios temporels horaires. Elles représentent les usages et comportements moyens des occupants d'un bâtiment. L'unité de base est la semaine, avec des modifications liées aux périodes de vacances. Cette méthode de calcul prévoit par exemple pour les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs une absence des occupants pendant une semaine au mois de décembre.

Scénarios conventionnels définis au niveau de la zone :

Les scénarios conventionnels définis au niveau de la zone sont les suivants :

- a. **L'occupation** : le scénario indique si la zone est occupée ou pas.
- b. **Le chauffage et le refroidissement** : le scénario indique les températures de consigne en chauffage et en refroidissement, les périodes d'occupation ou d'inoccupation.
- c. **La ventilation** : le scénario indique l'arrêt ou la mise en marche des systèmes spécifiques de ventilation conformément aux réglementations en vigueur pour les usages autres que d'habitation.
- d. **L'éclairage** : le scénario indique la possibilité ou pas d'utilisation de l'éclairage artificiel. Il est basé sur les scénarios de présence en prenant en compte les périodes de sommeil.
- e. **Les besoins d'eau chaude sanitaire** : le scénario indique la répartition en profils horaires du besoin hebdomadaire, ce dernier est exprimé en litres d'eau à 40 °C qui correspond à la température moyenne d'utilisation finale
- f. **Les scénarios de mobilité des escalators et des ascenseurs** : le scénario indique si l'équipement est mobile ou immobile durant l'heure considérée, puis le niveau de mobilité sur l'heure
- g. **Les usages spécifiques de l'énergie** : le scénario indique la quantité et la répartition horaire de consommation électrique associées aux usages mobiliers dans le bâtiment. Ce scénario est cohérent avec celui des apports internes liés aux équipements mobiliers (cf. ci-dessous)

Scénarios conventionnels définis au niveau des locaux

Les scénarios conventionnels définis au niveau des locaux sont les suivants :

- a. **Apports internes de chaleur** liés à la présence humaine, et aux équipements mobiliers : pour le premier point, le scénario est lié au scénario d'occupation et au nombre d'occupants. Pour le second, une différenciation est opérée selon que le fonctionnement de l'équipement est lié ou pas à la présence humaine. Ces apports internes interagissent avec les besoins de chaleur et de froid.
- b. **Apports internes d'humidité** liés à la présence humaine ou aux équipements : le scénario est lié au scénario d'occupation et au nombre d'occupants.
Le nombre d'occupants et les valeurs d'apport sont des données conventionnelles qui dépendent du type de zone.

2.2.1.3 Les autres conventions d'usage pour le calcul énergétique (gestion des protections mobiles, gestion des ouvertures des baies, gestion des débits d'air dans l'habitat)

Les scénarios de gestion des protections mobiles, d'ouverture des baies et des débits d'air dans l'habitat prennent en compte des possibilités de gestion manuelle (par l'utilisateur) ou automatique.

La gestion des protections mobiles

La méthode de calcul permet de prendre en compte pour les baies du bâtiment deux protections mobiles. La première peut être extérieure ou intérieure, et a une fonction de protection contre les surchauffes liées aux apports solaires, la seconde est par définition intérieure, et a une unique fonction d'anti-éblouissement.

Cette gestion a pour finalité de déterminer la part de surface de la baie qui est protégée par la protection solaire mobile extérieure. Le scénario de gestion varie selon le type d'utilisation des locaux et la période de l'année.

Les gestions conventionnelles sont également différenciées selon le mode de calcul :

- Pour la détermination des besoins bioclimatiques (Th-B) et des consommations énergétiques (modes Th-C),
- Pour la détermination du confort d'été ressenti par les occupants (mode Th-D).

Les finalités sont en effet différentes dans les deux cas.

La gestion des ouvertures des baies

A l'image de la gestion des protections solaires mobiles, l'ouverture des baies (lorsque celle-ci est permise), peut être réalisée de manière manuelle ou automatique. Cette ouverture est alors fonction des conditions climatiques intérieures et extérieures, ainsi que de l'exposition au bruit de la baie, qui peut inciter les occupants à limiter les ouvertures.

En gestion manuelle, les paramètres de gestion sont entièrement conventionnels.

Dans les bâtiments climatisés, la méthode de calcul ne prévoit aucune ouverture de baies pour le mode de calcul Th-C, celle-ci pouvant être incompatible avec le fonctionnement des systèmes de refroidissement. En revanche en mode de calcul Th-B, pour évaluer les besoins de froid, l'ouverture des baies pour surventilation est possible, sous respect de certaines conditions de température intérieure et extérieure.

L'ouverture des baies induit un débit d'air lié à cette ouverture, qui a donc un impact sur la température intérieure.

La gestion des débits de ventilation dans l'habitat

Dans l'habitat, l'occupant a en général la possibilité de passer en grand débit de ventilation en cuisine lors de la préparation des repas. Ce comportement est pris en compte dans cette méthode de calcul par une durée d'utilisation hebdomadaire conventionnelle de ce grand débit.

2.2.2 LES SCENARIOS ET DONNEES CONVENTIONNELS POUR LE CALCUL ENVIRONNEMENTAL

2.2.2.1 Scénarios et conventions

Conventions liées à la réglementation sur les déclarations environnementales des produits de construction et équipements techniques (composants)

La réglementation sur les déclarations environnementales des produits de construction et équipements techniques impose aux déclarants de données environnementales un certain nombre de conventions de calcul. Il a donc été décidé d'en appliquer certaines par cohérence à l'échelle du bâtiment. Ce paragraphe ne reprend que les conventions les plus pertinentes pour comprendre la méthode de calcul.

Pour le transport des composants des usines de fabrication vers le chantier (module A4), ce n'est pas la donnée spécifique au projet évalué qui est utilisée (car difficilement traçable si passage par un intermédiaire de distribution) mais une donnée moyenne (à la fois pour les moyens de transport et pour les distances).

Pour la mise en œuvre des composants (module A5), afin d'éviter les doubles comptages à l'échelle du bâtiment, seuls les consommables et opérations propres aux composants mis en œuvre sont pris en compte dans les déclarations. La contribution chantier permet de couvrir les opérations et consommables communs à plusieurs composants (équipements lourds comme les grues, travaux de terrassement, passages de réseaux communs à plusieurs réseaux...).

Par simplification, les modules B2, B3, B4 et B5 sont souvent regroupés dans les déclarations environnementales. Les modules B6 et B7 doivent être déclarés séparément lorsqu'ils sont non nuls (cas de nombreux équipements techniques) et ne sont pas pris en compte dans le calcul de l'ACV du bâtiment. En effet, le calcul des modules B6 et B7 à l'échelle du bâtiment fait appel à des calculs spécifiques (calcul énergétique décrit par ailleurs par exemple) faisant appel à des scénarios d'usage spécifiques du bâtiment.

La fin de vie des composants doit être estimée en utilisant les scénarios de fin de vie contemporains. Par exemple, si un produit est aujourd'hui mis en décharge à 100% en fin de vie, même si on estime que les pratiques vont changer, c'est ce scénario de mise en décharge à 100% qui doit être utilisé dans la déclaration environnementale du produit.

Conventions à l'échelle du bâtiment

Dans sa vie « réelle », un bâtiment bénéficie de différentes opérations d'entretien, maintenance et réhabilitation pour maintenir ses performances, les améliorer, le remettre en conformité ou encore changer sa destination. Ces opérations conduisent souvent à prolonger la durée de vie du bâtiment ou de certaines parties de l'ouvrage (la structure notamment). Dans cette même « vie réelle », le bâtiment est soumis à des aléas conduisant à des dégradations et à des opérations d'entretien, maintenance et réhabilitation dédiées.

Par mesure de simplification, un scénario conventionnel d'usage du bâtiment est défini. Ce scénario définit :

- des usages et performances initiaux du bâtiment,
- leur maintien pendant la période d'étude de référence (les remplacements de composants en fin de vie avant la fin de la PER sont donc considérés réalisés à l'identique)
- l'estimation de la fin de vie du bâtiment (qui aura lieu dans plusieurs décennies) en utilisant les conditions actuelles de gestion des déchets de la fin de vie (voir ci-dessus les conventions sur les déclarations environnementales).

Le scénario conventionnel d'usage du bâtiment ne prévoit pas de réhabilitation du bâtiment. Par ailleurs, le scénario conventionnel d'usage du bâtiment ne prévoit la prise en compte d'aucun aléa. En conséquence, les opérations d'entretien/ maintenance/réparation liées à d'éventuelles dégradations volontaires, accidents (incendies, explosions,...), catastrophes naturelles (séismes, inondations, chutes d'arbres...) ne sont pas pris en compte dans la méthode.

Convention liée à l'utilisation de composants issus du réemploi ou de la réutilisation

Les composants (produits de construction ou équipements) issus du réemploi ou d'une opération de réutilisation (c'est-à-dire employés une nouvelle fois, pour un usage identique ou un nouvel usage, dans le même ou un autre bâtiment, sans retraitement hormis des opérations de reconditionnement, nettoyage ou réparation) sont considérés comme n'ayant aucun impact. Les valeurs des impacts pour tous les modules du cycle de vie sont donc nuls. Cependant, les impacts environnementaux des produits complémentaires nécessaires à la mise en oeuvre des composants issus du réemploi ou de la réutilisation doivent être comptabilisés.

2.2.2.2 Les données environnementales liées à la simplification des modèles

Ces données sont des données conventionnelles mises à disposition par le ministère en charge de la construction et utilisables uniquement dans les méthodes simplifiées. Ces données sont disponibles publiquement.

Il s'agit notamment des valeurs d'impacts forfaitaires pour les lots et sous lots de la contribution « composants ».

2.2.2.3 Les données environnementales sur les impacts des énergies et autres services

La mise à disposition des différents vecteurs énergétiques et leur utilisation dans le bâtiment ont des impacts environnementaux. Les données utilisées sont conventionnelles. Les impacts environnementaux des énergies sont fixés par le ministère en charge de l'énergie.

Pour les bâtiments reliés à un réseau de chaleur, les émissions de gaz à effet de serre liées à l'énergie consommée sont publiées par arrêté du ministre en charge de l'énergie.

Toutes ces données sont disponibles publiquement.

De même, un certain nombre de procédés et services utilisés dans le calcul des contributions sont traduits par des données conventionnelles, elles concernent notamment :

- les impacts des moyens de transport utilisés dans le contributeur chantier,
- les impacts de la mise à disposition de l'eau potable consommée par le bâtiment,
- les impacts du traitement des eaux usées rejetées par le bâtiment,
- les impacts du traitement des déchets calculés dans le contributeur chantier,
- les impacts des émissions de fluides frigorigènes.

2.3 CARACTERISATION DU BATIMENT ET DE SES EQUIPEMENTS, LES DONNEES D'ENTREE DE LA METHODE DE CALCUL

2.3.1 INTRODUCTION

La méthode de calcul énergétique, d'un point de vue informatique est structurée de la façon suivante :

- a) Un cœur de calcul qui effectue les calculs annuels au pas de temps horaire pour déterminer les différents indicateurs réglementaires
- b) Des pré processeurs utilisés en amont du cœur de calcul, et permettant d'alimenter les objets le composant,
- c) Des post processeurs d'intégration et de traitement des résultats horaires.

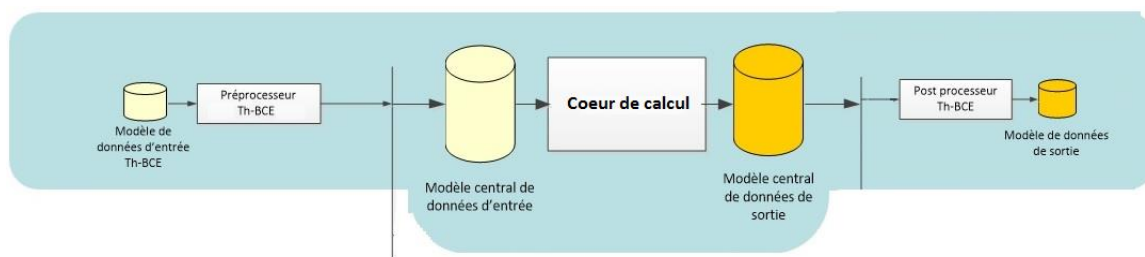


Figure 10 - Structuration de la méthode Th-BCE

Cette méthode de calcul utilise comme données d'entrée tous les éléments descriptifs du bâtiment et de ses équipements qui sont définis de façon opposable. Ces données d'entrée des éléments descriptifs du bâtiment et de ses équipements sont constituées de deux types de paramètres différents :

- Des paramètres dits intrinsèques qui correspondent aux caractéristiques techniques du composant,
- Des paramètres dits d'intégration, dépendant de la mise en œuvre du composant dans le projet étudié.

Par exemple, le coefficient U d'une baie est un paramètre intrinsèque alors que son orientation est un paramètre d'intégration.

Les éléments apportés après la réception du bâtiment ainsi que les paramètres indépendants du bâtiment intervenant dans la méthode de calcul sont définis de façon conventionnelle (voir paragraphe 2.2).

Pour toute valeur de caractéristique utilisée comme donnée d'entrée du calcul réglementaire, sa conformité aux règles du présent arrêté doit pouvoir être justifiée.

2.3.2 LA COMPOSITION PHYSIQUE DETAILLEE DU BATIMENT

Pour l'analyse de cycle de vie, le maître d'ouvrage doit renseigner tous les quantitatifs (métrés, quantités estimées) des produits et équipements utilisés dans le bâtiment ou sur la parcelle et entrant dans le périmètre de la méthode. Pour le calcul de la contribution composants, les produits et équipements doivent être affectés à un ou plusieurs lots et sous-lots (voir Tableau 5).

2.3.3 LA SURFACE DE REFERENCE

Certains calculs et l'expression de nombreux indicateurs requièrent l'utilisation de surfaces de référence.

S_{ref} correspond à la surface (quantité) de référence du bâtiment. Elle est une donnée nécessaire au calcul des performances énergétique et environnementale.

La surface de référence ne doit pas être confondue avec les autres surfaces pouvant être utilisées dans les algorithmes de calcul comme les surfaces de paroi opaques, les surfaces de baie... Ces dernières sont spécifiques à certains calculs et ne dépendent pas de la typologie du bâtiment étudié.

2.3.4 LE CLIMAT

Les données d'entrée pour le climat sont la zone climatique et l'altitude.

La donnée 'zone climatique' génère les données climatiques conventionnelles correspondant à l'année de référence qui lui est associée.

La donnée 'altitude' permet de corriger les données climatiques en fonction de celle-ci.

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)	1.1 Réseaux (extérieurs, jusqu'au domaine public)	Réseau gaz	y compris leur raccordement
		Réseau eau potable	y compris leur raccordement
		Réseau de chaleur ou de froid	y compris leur raccordement au réseau urbain
		Réseau électrique	y compris leur raccordement
			y compris les fourreaux
			hors raccordement des installations de production d'électricité sur site (voir lot 13)
		Réseau de télécommunications	y compris leur raccordement
			y compris les fourreaux
		Puits canadien, réseau de géothermie horizontale	
		Réseau d'évacuation et d'assainissement des eaux pluviales, eaux usées et eaux vannes	y compris leur raccordement
	1.2 Stockage	Éléments pour le pompage d'eau, pour utilisation dans le bâtiment	s'il y a nécessité de pomper l'eau (nappe trop proche) afin de protéger les sous-sols
			y compris équipements hydrauliques, mécaniques et électriques des stations de pompage d'eau
		Système d'assainissement autonome	
	1.3 Aires de stationnement extérieures	Eléments de voirie pour le stationnement des véhicules à l'extérieur	y compris pour les deux-roues
2. Fondations et infrastructure	2.1 Fondations	Fondations des bâtiments	y compris béton de propreté, soubassement, longrines, hérisson, imperméabilisation, traitement anti-termite, drainage périphérique, étanchéité, semelles, pieux, micropieux, puits, murs de soutènement, palplanches, autres fondations spéciales, radiers, cuvelages, fosses, sondes et puits géothermiques, etc.)
			A noter : les volumes de terre excavés pour l'adaptation au sol, terrassements, fouilles sont comptabilisés dans la contribution Chantier

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
	2.2 Murs et structures enterrées (escalier de cave, parc de stationnement...)	Structure porteuse pour parcs de stationnement et locaux souterrains	y compris poteaux, poutres, dalles, etc. A noter: la dalle du 1er niveau du bâtiment, qui fait la séparation entre les locaux souterrains et la superstructure du bâtiment, doit être saisie dans le lot 3, au même titre que les planchers intermédiaires ; il en est de même pour les éventuelles poutres en sous-face de cette dalle. A noter : les parcs de stationnement doivent être pris en compte qu'ils soient ou non intégrés au bâtiment
		Murs de soubassement, murs des sous-sols	
		Éléments permettant l'accès au bâtiment pour véhicules ou piétons	y compris rampes d'accès (pour véhicules), marches permettant l'accès au bâtiment, escaliers des sous-sols, parois de la cage d'ascenseur A noter : les escaliers de secours et les escaliers de façade font partie du lot 3
		Traitements hydrofuges, membranes enterrées	
	2.3 Parcs de stationnement en superstructure à l'exception des garages des maisons individuelles ou accolées	Structure porteuse pour parcs de stationnement couverts et non enterrés, ou semi-enterrés	y compris poteaux, poutres, dalles, etc.
			A noter : les composants des garages des maisons individuelles ou accolées font partie du lot 3 . A noter : les parcs de stationnement doivent être pris en compte qu'ils soient ou non intégrés au bâtiment
3. Superstructure – Maçonnerie	3.1 Éléments horizontaux - Planchers, dalles, balcons	Dallages, planchers, dalles, bacs acier pour planchers (plancher collaborant), dalles de compression, dalles de toiture-terrasse, balcons	y compris armatures si béton armé
			y compris dalle du rez-de-chaussée
			y compris rupteurs de ponts thermiques
	3.2 Éléments horizontaux - Poutres	Éléments porteurs horizontaux : poutres, linteaux, etc.	y compris armatures si béton armé
	3.3 Éléments verticaux - Façades	Murs extérieurs en élévation : maçonnerie, voiles, etc.	y compris armatures, chaînages, joints.
			Les façades porteuses sont à intégrer ici
	3.4 Éléments verticaux - Refends	Murs de refend	y compris armatures si béton armé
	3.5 Éléments verticaux - Poteaux	Poteaux	y compris armatures si béton armé
	3.6 Escaliers et rampes	Escaliers intérieurs et extérieurs, rampes d'accès piétons (accessibilité)	y compris armatures si béton armé. Les escaliers de secours - lourds (béton) ou légers (métal) - sont également à mettre ici

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie	3.7 Éléments d'isolation	Isolants, rupteurs thermiques et acoustiques	y compris isolation extérieure du plancher bas
	3.8 Maçonneries diverses	Appuis de baie	
	4.1 Toitures terrasses	Dallage, revêtement, protection lourde, ombrière de toiture-terrasse	A noter : la toiture-terrasse peut être accessible ou non Hors dalle porteuse, qui est en lot 3
		Isolation et étanchéité de toiture ou de toiture-terrasse	y compris protection de cette étanchéité, pare-vapeur, peintures, etc.
		Complexe pour toiture végétalisée	
	4.2 Toitures en pente	Charpente	y compris éléments d'assemblage
		Étanchéité	
	4.3 Éléments techniques de toiture	Éléments de couverture pour toitures en pente	y compris tuiles, tôles, ardoises, etc.
		Cheminées, lanterneaux, exutoires, désenfumage, etc. en toiture	A noter : les fenêtres de toit font partie du lot 6
			A noter : les panneaux solaires thermique font partie du lot 8
			A noter : les panneaux solaires photovoltaïques font partie du lot 13
		Évacuation d'eau pluviale en limite de bâtiment : chéneaux et descentes de gouttière	
		Autres ouvrages de zinguerie	
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures	5.1 Cloisons et portes intérieures	Portes: intérieures, palières, coupe-feu, en sous-sol, portes des garages individuels en sous-sol	y compris quincaillerie, serrurerie A noter : les peintures des portes font partie du lot 7
		Cloisons de distribution, fixes ou mobiles/amovibles	y compris ossature métallique s'il y a lieu
		Cloisonnement des gaines techniques, divers encloisonnements	y compris ossature métallique s'il y a lieu
			y compris isolant acoustique A noter : les revêtements font partie du lot 7
		Fenêtres ou vitres intérieures	
	5.2 Doublages mur, matériaux de protection, isolants et membranes	Enduits intérieurs et doublages sans isolant des murs et cloisons (plaques de plâtre)	
		Matériaux de protection contre l'incendie	y compris en sous-sol
		Isolation thermique intérieure (combles/toiture, murs extérieurs, planchers bas, dalles, etc.)	A noter : on considère ici l'isolation thermique intérieure, l'isolation extérieure étant en lot 6 (façades), lot 4 (toitures) ou lot 3 (superstructure)

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
			A noter : pour les éléments d'isolation répartie, les éléments ayant une fonction structurelle sont à comptabiliser dans le lot 3
		Pare vapeur, film étanchéité à l'air	
		Isolation acoustique (murs, cloisons, planchers)	pour l'isolement acoustique mais aussi la correction acoustique interne des espaces
	5.3 Plafonds suspendus	Plafonds suspendus et plafonds sous combles	y compris système de fixation / suspension, et remplissage du plénum si non pris en compte ailleurs (isolant thermique ou acoustique, protection au feu) y compris plafonds tendus.
	5.4 Planchers surélevés	Planchers surélevés sur dalles à plots	= faux-planchers (dans les bureaux par exemple, les salles informatiques)
	5.5 Menuiseries, Métalleries et Quincailleries	Coffres de volets roulants	y compris isolation thermique
		Placards préfabriqués ou menuisés	
		Garde-corps, main-courantes	équipant notamment les escaliers, ou les circulations
	6.1 Revêtement, isolation et doublage extérieur	Isolation des murs extérieurs par l'extérieur (ITE)	y compris les protections, renforts et les enduits de façade qui vont avec
		Enduit extérieur	y compris crépis, enduits, etc.
		Façades légères (non porteuses)	y compris fixations, colles et mastics
		Bardages, parements de façade, résilles	y compris fixations, colles et mastics
		Pare-pluie	
		Peintures, lasures et vernis des revêtements	peinture d'éléments de façade (sous-face des balcons par exemple)
6. Façades et menuiseries extérieures	6.2 Portes, fenêtres, fermetures, protections solaires	Fenêtres, portes-fenêtres, fenêtres de toit, baies vitrées fixes	y compris les vitrages associés y compris les vitrines des locaux commerciaux
		Fermetures	y compris volets battants, volets roulants, persiennes
		Protections solaires	y compris brise-soleil, brise-vue, stores, rideaux d'occultation, motorisation qu'elles soient situés à l'extérieur ou à l'intérieur des baies vitrées
		Portes de garage, collectives ou individuelles, donnant sur l'extérieur	
		Portes d'entrée, portes de service sur locaux non chauffés, portes (véhicules et piétons) du parking souterrain, issues de secours	c'est-à-dire toute porte donnant sur l'extérieur, tous matériaux
		Peintures, lasures et vernis des menuiseries extérieures	

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
	6.3 Habillages et ossatures	Habillage des tableaux et voussures	
		Garde-corps, claustras, grilles et barreaux de sécurité	y compris habillage des balcons et terrasses en hauteur
		Vérandas, serres, couvertures vitrées d'atriums, coupoles...	ossature et matériaux de remplissage (verriers le plus souvent)
			toutes parties, ouvrantes ou non
		Peinture d'éléments extérieurs, lasures et vernis des habillages et des ossatures	notamment les éléments métalliques
			y compris protection anti-corrosion
7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Peintures - Produits de décoration	7.1 Revêtement des sols	Chapes flottantes ou désolidarisées	A noter : l'isolation thermo-acoustique sous chape fait partie du lot 5
		Ragréages	
		Sous-couches acoustiques (résilient sous revêtements)	
		Revêtements de sol souples	y compris colle
		Revêtements de sol durs	y compris colle, produits de scellement
		Revêtements de sol coulés, de type industriel, peints...	y compris les sols peints pour les parcs de stationnement souterrains, locaux techniques
		Plinthes, barres de seuils	
	7.2 Revêtement des murs et plafonds	Revêtement muraux (peinture murs intérieurs, parements divers, faïences murales, etc.)	y compris produits de mise en œuvre (colle, joints...) exemples de parements intérieurs : briquettes, lambris...
		Revêtements de plafond	y compris peintures, toiles de verre, etc.
	7.3 Éléments de décoration et revêtements des menuiseries	Lasures & vernis intérieurs	y compris peinture des portes et fenêtres
8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire)	8.1 Équipements de production (chaud/froid) [hors cogénération]	Chauffage et/ou rafraîchissement et/ou production d'eau chaude sanitaire	y compris chaudières gaz, fioul, biomasse ou pompes à chaleur, poêle à bois, cheminée, insert y compris éléments de régulation
		Production et stockage d'eau chaude sanitaire	y compris chauffe-eau thermodynamique, électrique, gaz ou chauffe-eau solaire individuel y compris éléments de régulation
		Production de froid	y compris groupe de production d'eau glacée
			Tour de refroidissement, aéroréfrigérants
			y compris éléments de régulation
		Autres équipements de production	y compris station, systèmes de récupération de chaleur, etc.
			y compris éléments de régulation

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
	8.2 Systèmes de cogénération	Cogénérateur	A noter : les impacts de ces éléments sont affectés au bâtiment au prorata de l'usage de l'énergie utilisée par celui-ci comme décrit plus loin dans la présente annexe.
	8. 3 Systèmes d'émission	Émetteurs à eau chaude	radiateur eau chaude y compris leurs auxiliaires (pompes, tuyauterie chaufferie, vase d'expansion, vannes, régulateur intégré, etc.)
		Émetteurs électriques	y compris convecteur, ventilo-convecteur, rayonnant
			y compris éléments de régulation
	8.4 Traitement de l'air et éléments de désenfumage	Traitement d'air	y compris centrale de traitement d'air, centrale double flux, filtres à air
		Caisson de ventilation	y compris VMC simple flux, VMC double flux, caisson de ventilation
		Diffusion d'air	y compris terminaux passifs, diffuseurs, entrées d'air, bouches d'extraction, grilles vers l'extérieur
		Désenfumage	y compris caisson de désenfumage seul
			Clapets coupe-feu
			Cartouches coupe-feu ou pare flamme
			Grilles ou volets de désenfumage
	8.5 Réseaux et conduits	Conduits de fumée	
		Réseau gaz intérieur	
		Conduits et accessoires de réseaux (pour ventilation, climatisation, chauffage)	réseau à considérer : entre la chaufferie ou les équipements de production et les émetteurs
			y compris conduits flexibles, rigides, coudes et accessoires
			y compris filtres, grilles, pièges à son, organes d'équilibrage, etc.
			y compris les canalisations liées aux systèmes de récupération de chaleur
	8.6 Stockage	Stockage de combustibles	y compris cuves, citernes, silos pour stockage de combustibles solides, liquides ou gazeux (fioul, GPL, granulés de bois, etc.)
	8.7 Fluides frigorigènes	Fluides frigorigènes liés aux systèmes énergétiques, non déjà inclus dans les calculs relatifs au sous-lot 8.1	y compris fluides frigorigènes nécessaires au fonctionnement des PAC / chauffe-eau / groupe de production d'eau glacée / tour de refroidissement
9. Installations sanitaires	9.1 Éléments sanitaires et robinetterie	Toilettes (ensembles cuvette et chasse), urinoirs, bidets	
		Receveurs de douches, baignoires	

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
		Lavabos, éviers, fontaines à eau	
		Robinetterie, boutons poussoirs, systèmes économiseurs d'eau	
		Habillage des douches et baignoires, produits d'étanchéité, meubles fixes, miroiterie	y compris portes et parois de cabine de douche, A noter : les faïences murales font partie des revêtements en lot 7
	9.2 Canalisations, réseaux et systèmes de traitement	Réseau intérieur eau chaude sanitaire et eau froide, calorifugeage éventuel	ECS et eau destinée à la consommation humaine A noter : le réseau d'eau chaude pour le réseau de chauffage fait partie du lot 8
		Réseau intérieur alimenté en eaux pluviales	dans le cas d'un bâtiment avec double réseau, pour l'alimentation des chasses de WC par exemple
		Canalisations d'évacuation des eaux usées et eaux vannes	jusqu'à la sortie du bâtiment (ensuite voir lot 1 VRD)
		Installation de traitement des eaux destinées à la consommation humaine	y compris adoucisseurs, traitements thermiques ou chimiques anti légionellose...
10. Réseaux d'énergie (courant fort)	10.1 Réseaux électriques	Fils et câbles électriques	
		Solutions pour cheminement des câbles	y compris protections, fourreaux, gaines, chemins de câbles, plinthes techniques, goulottes
		Réseaux basse tension dédiés à l'éclairage.	
	10.2 Ensemble de dispositifs pour la sécurité	Paratonnerre	
		Prise de terre et mises à la terre	
	10.3 Éclairage intérieur	Éclairage intérieur général	hors éclairage de sécurité (cf. lot 11)
		Éclairage intérieur secondaire, d'ambiance et d'appoint	y compris systèmes de contrôle et de régulation de l'éclairage
	10.4 Éclairage extérieur sur le bâtiment	Éclairage d'extérieur général	y compris lampadaires, hublots, balises, etc. y compris systèmes de contrôle et de régulation de l'éclairage
		Éclairage d'extérieur architectural et décoratif	
	10.5 Systèmes d'automatisation et de contrôle	Équipements pour la gestion d'énergie (éclairage, chauffage, ECS, stores et volets / GTC et GTB)	appareils de contrôle-commande, réseaux, jusqu'au superviseur
		Motorisation des portes	
	10.6 Tableaux et appareillages	Transformateur électrique	
		Installations et appareillages électriques pour distribution d'énergie électrique	y compris tableaux et armoires
		Fils et câbles de télécommunications	

Lots	Sous-lots	Types de composants devant être intégrés à ce lot	Précisions
11. Réseaux de communication (courant faible)	11.1 Réseaux électriques et de communications	Solutions pour cheminement des câbles	
	11.2 Systèmes de sécurité (personnes et bien)	Système de détection d'intrusion	y compris en sous-sol
		Système de contrôle d'accès	y compris en sous-sol
		Système de vidéosurveillance	y compris en sous-sol
		Système d'éclairage de sécurité	y compris en sous-sol
		Système de sécurité incendie	y compris en sous-sol
	11.3 Installations techniques et appareillages	Installations et appareillages pour réseaux de communication (téléphone, informatique, internet...) filaires ou sans fil	y compris tableaux et armoires
12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur		Ascenseurs, monte-charges	y compris tous leurs auxiliaires (machinerie, sécurité)
		Escaliers mécaniques	y compris tous leurs auxiliaires (machinerie, sécurité)
		Nacelles de nettoyage	y compris tous leurs auxiliaires (machinerie, sécurité)
13. Équipement de production locale d'électricité		Installation associée au bâtiment, dédiée à la production d'électricité	y compris panneaux, onduleur, étanchéité, câbles électriques et raccordement au réseau ...
			y compris les supports de fixation
			A noter : les impacts de ces éléments sont affectés au bâtiment au prorata de l'usage de l'énergie utilisée par celui-ci comme décrit plus loin dans la présente annexe.

Tableau 5 – Description de la composition physique du bâtiment en lots et sous lots

Récupération et stockage des eaux pluviales	y compris structures enterrées ou semi-enterrées telles que bassins de rétention d'eaux pluviales , bassin d'orage, cuves, pompes, canalisations
Éléments pour le pompage d'eau, pour utilisation sur parcelle	y compris équipements hydrauliques, mécaniques et électriques des stations de pompage d'eau
Système de pré-traitement des eaux usées sur site	y compris séparateurs à hydrocarbures
Voie d'accès (sur parcelle)	y compris voies d'accès pour PL, voitures, vélos, chemins piétonniers, etc.

Autres revêtements extérieurs	y compris sous-couches, revêtements, bordures, trottoirs
	y compris sol pour aire de jeu, dallage sur plots, platelage bois, etc.
Ouvrages de soutènement des sols sur la parcelle	y compris murs de soutènement, tirants d'ancrage, etc.
Aménagement paysager : Terrasses et petits murets	petits ouvrages de maçonnerie divers (y compris dalle coulée, dallages, etc)
	hors éléments de clôture de la parcelle
Éléments de clôture de la parcelle	en principe en limite de parcelle, mais pas exclusivement
	y compris grilles, garde-corps, claustras, portillons, portails, murs et murets
Éclairage d'extérieur général sur parcelle	y compris lampadaires, hublots, balises, etc.
	y compris systèmes de contrôle et de régulation de l'éclairage
Éclairage d'extérieur architectural et décoratif;	

Tableau 6 - Description de la composition physique de la parcelle

2.3.5 L'ENVIRONNEMENT PROCHE

La caractérisation de l'environnement proche du bâtiment se fait à travers la description des masques architecturaux ou lointains.

Pour la prise en compte des masques, la méthode de calcul distingue les masques lointains (définis par une hauteur de masque par tranche azimutale, ou par un profil de type rue), les masques végétaux et les masques proches horizontaux et verticaux (profondeur du masque, distance entre la paroi et le masque, hauteur du masque), et distingue donc leurs données d'entrée.

Quelques éléments sont fournis ci-dessous :

- masque lointain défini par tranches azimutales :
- masque lointain constitué d'arbres à feuilles caduques
- masque lointain de type plan vertical éloigné, caractérisé par l'angle sous lequel le masque est vu
- masques proches verticaux droite et/ ou gauche, considérés comme infinis, caractérisés par leur débord et leur distance à la paroi étudiée
- masque proche horizontal considéré comme infini, caractérisé par son débord et sa distance à la paroi étudiée.

2.3.6 LES SCENARIOS LIES A L'OCCUPATION DES LOCAUX

L'organisation interne du bâtiment permet de spécifier le type et la surface des zones et des locaux.

Pour les scénarios liés à l'occupation des locaux, les données d'entrée sont le type de zone.

Les scénarios conventionnels d'occupation et d'usage sont alors générés au niveau de la zone et également au niveau des locaux du groupe.

2.3.7 L'ENVELOPPE DU BATIMENT

Pour les parois (opaques ou vitrées), et les ponts thermiques induits, qui constituent l'enveloppe du bâtiment, les données d'entrée concernent :

- Les caractéristiques dimensionnelles et d'implantation (surface ou longueur, orientation, inclinaison)
- Les caractéristiques thermiques et énergétiques : coefficient de transmission thermique, facteur solaire
- Les caractéristiques lumineuses : transmission solaire et transmission lumineuse (uniquement pour les baies)
- L'ouverture des baies et la fermeture des protections mobiles pour le confort d'été (manuelle ou automatique)

Les données d'entrée sont, pour certaines des caractéristiques physiques ci-dessus, définies dans les règles Th-Bat (annexe IV du présent arrêté).

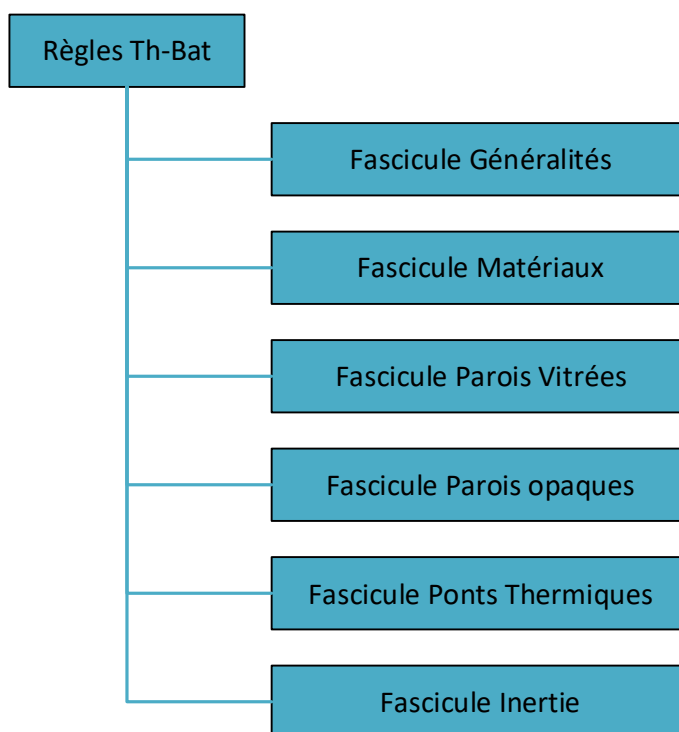


Figure 11 - Organisation des règles Th-Bat

La perméabilité est décrite par le débit d'air traversant l'enveloppe sous une différence de pression de 4 Pa par m² de paroi.

2.3.8 L'INERTIE THERMIQUE

Trois types d'inertie thermique doivent être décrites pour le calcul énergétique, chacune ayant un impact propre sur la réponse du bâtiment aux sollicitations extérieures :

- **l'inertie quotidienne** pour caractériser l'amortissement de l'onde quotidienne de température et d'ensoleillement en saison chaude ainsi que pour caractériser le taux de récupération des apports de chaleur en hiver (période de 24 h) ;
- **l'inertie séquentielle** pour caractériser l'amortissement de l'onde séquentielle de température. Elle permet la prise en compte de l'inertie lors des séquences de chaleur en été. L'onde de température extérieure prise en compte de manière conventionnelle a une période de 14 jours ;
- **l'inertie annuelle** pour caractériser l'amortissement de l'onde annuelle de température (période de 365 jours).

Ces inerties sont caractérisées par des classes (pouvant aller de Très Légère à Très Lourde), qui doivent être déterminées conformément aux règles Th-Bat (Fascicule Inertie), par une méthode soit forfaitaire, soit à point permettant une approche plus fine en fonction des caractéristiques des parois intérieures et extérieures du local.

Il est également possible de caractériser directement l'inertie à partir des coefficients de l'inertie thermique :

- C_{m_surf} : Capacité thermique ramenée à la surface utile du bâtiment considéré.
- A_{m_surf} : Surface d'échange équivalente des parois opaques avec l'ambiance ramenée à la surface utile du bâtiment considéré

Dans le cas de la saisie d'une classe d'inertie, à chacune est alors associée une valeur conventionnelle pour A_{m_surf} et pour C_{m_surf} ,

2.3.9 LE DEPLACEMENT DES OCCUPANTS A L'INTERIEUR DU BATIMENT

Les éléments visés ici concernent essentiellement les déplacements des occupants à l'intérieur du bâtiment qui entraînent des consommations d'énergie. Sont pris en compte les ascenseurs et les escalators présents dans le bâtiment., ainsi que les consommations de ventilation et d'éclairage des parkings associés au bâtiment.

Les données d'entrée regroupent :

- Des éléments de description intrinsèques aux matériels (type d'appareil, masse utile, vitesse nominale, ...)
- Des éléments de description précisant l'intégration dans le bâtiment objet de l'étude (nombre d'étages desservis, hauteur de desserte, zones desservies, calendrier d'occupation, puissance d'éclairage installée...)

2.3.10 LA VENTILATION

Pour chacun des systèmes énergétiques (chauffage, refroidissement, ventilation, eau chaude sanitaire, éclairage) cette méthode de calcul distingue les trois niveaux suivants :

- 1) **L'émission** correspondant à la satisfaction du besoin de l'occupant : chaleur, froid, débits (soufflés et/ou extraits), eau chaude sanitaire, lumière artificielle,
- 2) **La distribution** correspondant aux réseaux alimentant les émetteurs,
- 3) **La génération**, correspondant à l'alimentation énergétique des réseaux de distribution.

Les systèmes de ventilation sont décrits depuis l'entrée de l'air dans le bâtiment (via des entrées d'air dédiées ou par les défauts d'étanchéité ou encore les baies vitrées) en passant par les bouches de reprise, les réseaux aérauliques de distribution, et les centrales de traitement d'air.

Selon le principe défini ci-dessus, les "émetteurs" sont les bouches, ou équivalents, connectés aux débits requis (fournis ou extraits) pour le groupe. Les entrées d'air présentes en façade du bâtiment sont caractérisées par leur module, et la variation de celui-ci en fonction des différences de pression entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur le cas échéant.

Les "réseaux de distribution" sont caractérisés par leurs pertes aérauliques (fuites), et par leur étanchéité à l'air.

Les "générateurs" sont les moteurs : extracteurs, centrales de traitement d'air, dispositifs d'aspiration statique ou hybride, caractérisés par leur puissance absorbée.

Cette méthode de calcul intègre différents systèmes de ventilation spécifique, que ce soit pour l'hygiène ou le confort thermique. Sont ainsi intégrés les systèmes de ventilation simple ou double flux, ainsi que les systèmes dits à débit constant (DAC) ou variable (DAV) permettant également le traitement de l'ambiance.

En complément, les caractéristiques des autres éléments composant la centrale sont demandées (échangeurs, batteries chaudes ou froides, recyclage, etc.), ainsi que les paramètres nécessaires à la régulation de la ventilation (températures autorisant le by-passage par exemple).

2.3.11 LE CHAUFFAGE ET LE REFROIDISSEMENT

L'émission du chauffage et/ou du refroidissement :

Chaque émetteur présent dans un groupe est caractérisé par :

- Sa fonction (chauffage ou refroidissement),
- Son ratio d'émission (%) par rapport au groupe (basé sur la surface relative desservie mais aussi sur une notion d'utilisation partielle dans le temps lorsque plusieurs émetteurs cohabitent),
- Les parts convective et radiative (%) de l'émission
- Sa variation spatiale (K) qui est la différence entre la température dans la zone d'occupation et la température moyenne du local. Elle est représentative des phénomènes de stratification, elle dépend de la classe de l'émetteur utilisé et de la hauteur sous plafond du local desservi.
- Sa variation temporelle (K) exprimant la différence entre la température moyenne de la zone d'occupation et la température de consigne. Elle est représentative de la précision de régulation dans le temps de l'émetteur.
- La présence ou non d'une détection de présence par pièce
- Les éventuelles pertes au dos des émetteurs intégrés aux parois

La distribution du chauffage et/ou du refroidissement

La distribution est séparée en une part secondaire et une part primaire pouvant présenter des taux de pertes récupérables différentes. Les caractéristiques principales d'un réseau sont :

- Ses pertes (en W/K), liées aux caractéristiques d'isolation, de dimension, de localisation (volume chauffé ou non),
- Sa température de distribution,
- Les caractéristiques de puissance absorbée de régulation des auxiliaires de distribution.

La génération du chauffage et/ou du refroidissement

La génération regroupe l'ensemble des dispositifs de stockage, de génération et de composants amont à la génération (énergie renouvelable, tours de refroidissement, boucle primaire, ...). Les systèmes de génération peuvent être constitués d'un ou de plusieurs générateurs, et alimenter un ou plusieurs bâtiments.

Compte tenu de la multiplicité des générateurs, il n'est pas possible de définir une liste exhaustive des données d'entrée de la méthode. On peut cependant retenir les points suivants :

- Fonction du générateur (chauffage, refroidissement, ...)
- Caractéristiques intrinsèques du générateur : puissance nominale et efficacité énergétique.
- Caractéristiques de gestion régulation de la génération (limites de température de fonctionnement, régulation sur une température de distribution fixe ou moyenne, ...)
- Caractéristiques de puissance absorbée et de régulation des auxiliaires

2.3.12 L'EAU CHAUDE SANITAIRE

Emetteurs

Les émetteurs sont les dispositifs finaux de fourniture d'eau chaude sanitaire (robinets, mitigeurs) qui traduisent la transformation du besoin d'eau chaude sanitaire à une demande de couple quantité - température.

Les données d'entrée sont alors :

- les types d'appareil sanitaire installés
- la part des besoins d'eau chaude sanitaire assuré par les différents types d'émetteur

Génération et distribution

La caractérisation du système de production et de distribution de l'ECS est identique aux systèmes de chauffage et de refroidissement.

Les ballons de stockage

Les ballons de stockage sont caractérisés par :

- Leurs caractéristiques dimensionnelles (volume)
- Les pertes thermiques associées à leur fonctionnement fonction du niveau d'isolation du stockage et de la température de stockage
- La gestion associée aux générateurs assurant la production d'eau chaude

Les systèmes de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire peuvent être couplés à un système d'appoint, qui est alors pris en compte conformément à la présente méthode. Ils peuvent également être couplés à un système ne produisant de la chaleur qu'en « secours », qui ne sont alors pas pris en compte dans la présente méthode. Les systèmes de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire considérés comme du secours au sens du présent arrêté sont des systèmes qui ne sont pas nécessaires au bon fonctionnement du chauffage ou de la production d'eau chaude sanitaire en conditions normales d'utilisation, pour lesquels toute mise en fonctionnement ne peut être réalisée que par une action manuelle des occupants, à proximité immédiate du système de chauffage et qui sont automatiquement mis à l'arrêt au plus tard 12H après la dernière action manuelle.

2.3.13 L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Le but de la méthode de calcul est ici de permettre la prise en compte des consommations liées aux différents systèmes d'éclairage artificiels implantés dans les locaux du bâtiment soumis à la

réglementation thermique (y compris l'éclairage des parties communes des logements collectifs de manière entièrement conventionnelle).

Il est ici fait référence à l'éclairage dit immobilier (éclairage général et opposable) mais l'éclairage dit mobilier (apporté après construction) peut être pris en compte si sa présence est jugée nécessaire compte tenu de la puissance et de l'efficacité lumineuse de l'éclairage immobilier.

Afin de permettre la prise en compte de différents modes de gestion et d'accès à l'éclairage naturel, la description des installations d'éclairage est faite selon une notion de local qui lui est propre (espaces ayant des caractéristiques d'éclairage naturel communes), différente de la notion de local lié aux scénarii d'occupation (espaces ayant des caractéristiques d'occupation communes).

Les données d'entrée concernent alors :

- La puissance installée pour l'éclairage des locaux

On distingue ici deux puissances : $P_{\text{ecl_tot}}$ est la puissance surfacique installée pour l'éclairage intérieur des locaux et $P_{\text{ecl_aux}}$ est la puissance surfacique des appareillages et des périphériques de gestion intégrés dans les luminaires ou associés à ces derniers (détecteurs de présence par exemple), lorsque les lampes sont éteintes.

- La part des locaux ayant accès à l'éclairage naturel.
- Les caractéristiques des systèmes de gestion de l'éclairage (type gestion de l'allumage et de l'extinction).

Il est à noter que le système d'éclairage (puissance installée, gestion) est conventionnel pour les bâtiments à usage d'habitation (maisons individuelles ou accolées et logements collectifs).

2.3.14 LA PRODUCTION D'ELECTRICITE

La production locale d'électricité dans la méthode de calcul peut être réalisée par une production à base de capteurs photovoltaïques et/ou par un appareil de micro-cogénération.

Concernant la micro-cogénération, elle est similaire sur de nombreux points aux autres générateurs de chaleur. On retrouve donc des données d'entrée similaires, notamment :

- Fonction du générateur (chauffage, eau chaude sanitaire)
- Type de combustible (fossile, biomasse) et de micro-cogénérateur (combustion interne, stirling, micro turbine)
- Caractéristiques intrinsèques du générateur : puissance nominale et efficacité énergétique des productions thermiques et électriques.
- Caractéristiques de gestion régulation de la génération (limites de température de fonctionnement, régulation sur une température de distribution fixe ou moyenne, ...)
- Caractéristiques de puissance absorbée des auxiliaires.

La modélisation de la production d'électricité d'origine photovoltaïque nécessite de connaître les caractéristiques des modules photovoltaïques et de l'onduleur associé :

- Les caractéristiques technologiques des modules (type de technologie)
- Les propriétés électriques des modules (puissance crête nominale, ...)
- Les caractéristiques d'implantation (orientation, inclinaison, surface)
- Les caractéristiques de l'onduleur (rendement, puissance de sortie)

2.3.15 DONNEES D'ENTREE DE L'ACV POUR LES CONTRIBUTIONS CHANTIER ET EAU

Pour le calcul de la contribution aux impacts du chantier de construction, l'utilisateur de la méthode doit renseigner quelques paramètres relatifs au chantier. La liste de ces paramètres est détaillée dans la description de la méthode de calcul de cette contribution (voir 4.5).

Pour le calcul de la contribution aux impacts des consommations et rejets d'eau, l'utilisateur doit aussi renseigner quelques paramètres supplémentaires pour décrire les équipements consommateurs d'eau et les scénarios d'usage de l'eau de pluie, potentiellement, collectée. La liste de ces paramètres est détaillée dans la description de la méthode de calcul de cette contribution (voir 4.4).

2.4 LES DONNEES D'ENTREE SPECIFIQUES

2.4.1 LES DONNEES SPECIFIQUES DU CALCUL ENERGETIQUE

Les données spécifiques correspondent à des caractéristiques des produits de construction ou des équipements énergétiques obtenues à partir de données fournies par leurs fabricants.

Pour certaines de ces données d'entrée, on fait la distinction sur son statut entre :

- Une donnée certifiée (la valeur utilisée dans le calcul est la valeur certifiée par un organisme indépendant accrédité selon la norme **NF EN ISO/CEI 17065** par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation)
- Une donnée justifiée (par un essai par un laboratoire indépendant et accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 par le COFRAC ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation)
- Une donnée déclarée

Selon le statut de la donnée d'entrée, celle-ci est utilisée dans le calcul sans modification (valeur certifiée) ou avec une pénalisation plus ou moins importante (valeurs justifiées ou déclarées). Les données concernées par ce statut et les pénalisations éventuellement appliquées sont précisées dans la méthode de calcul.

2.4.2 LES DONNEES ENVIRONNEMENTALES SPECIFIQUES SUR LES PRODUITS DE CONSTRUCTION ET LES EQUIPEMENTS

Pour les produits de construction et les équipements techniques du bâtiment (composants), les données environnementales spécifiques qui peuvent être utilisées pour l'évaluation du bâtiment sont définies à la section 6 de la section 4 du chapitre 1er du titre 1er du livre I du code de la construction et de l'habitation.

2.5 LES DONNEES PAR DEFAUT

Une donnée par défaut est une donnée utilisée à défaut de pouvoir utiliser une donnée spécifique au produit ou équipement utilisé dans le bâtiment.

2.5.1 POUR LE CALCUL ENERGETIQUE

Les valeurs par défaut mises à disposition pour le calcul énergétique sont fournies dans la méthode de calcul Th BCE et sont alors utilisables sans justification, pour le paramètre correspondant.

2.5.2 POUR LE CALCUL ENVIRONNEMENTAL

Les données environnementales par défaut (DED) et leurs principes d'élaboration sont disponibles publiquement.

2.6 PRIORITE D'USAGE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Comme expliqué précédemment, lorsque la méthode prévoit l'usage d'une donnée conventionnelle, l'usage de cette donnée est obligatoire.

Lorsqu'il existe une donnée spécifique pour une donnée d'entrée du calcul celle-ci doit être préférée à une donnée par défaut. Dans ce cadre, il est autorisé d'utiliser une donnée spécifique majorante pour couvrir un composant de la même gamme pour lequel une donnée spécifique ne serait pas disponible. Par exemple, si une donnée spécifique existe pour un panneau d'épaisseur 15mm, elle peut être utilisée pour le même panneau d'épaisseur 12mm. Par contre, elle ne peut pas être utilisée pour un panneau de 16mm.

Enfin, en absence de donnée spécifique une donnée par défaut doit être utilisée.

3. CALCUL DES DIFFERENTS POSTES DE CONSOMMATION ET PRODUCTION D'ENERGIE

3.1 CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE ET LE REFROIDISSEMENT

La consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement est obtenue par le calcul du rapport entre :

- L'énergie nécessaire aux bornes de la production pour le chauffage respectivement le refroidissement

Et

- L'efficacité du système de production de l'énergie pour le service considéré.

On va détailler ces éléments ci-après. Le schéma ci-dessous donne une idée générale de l'architecture de calcul des systèmes énergétiques :

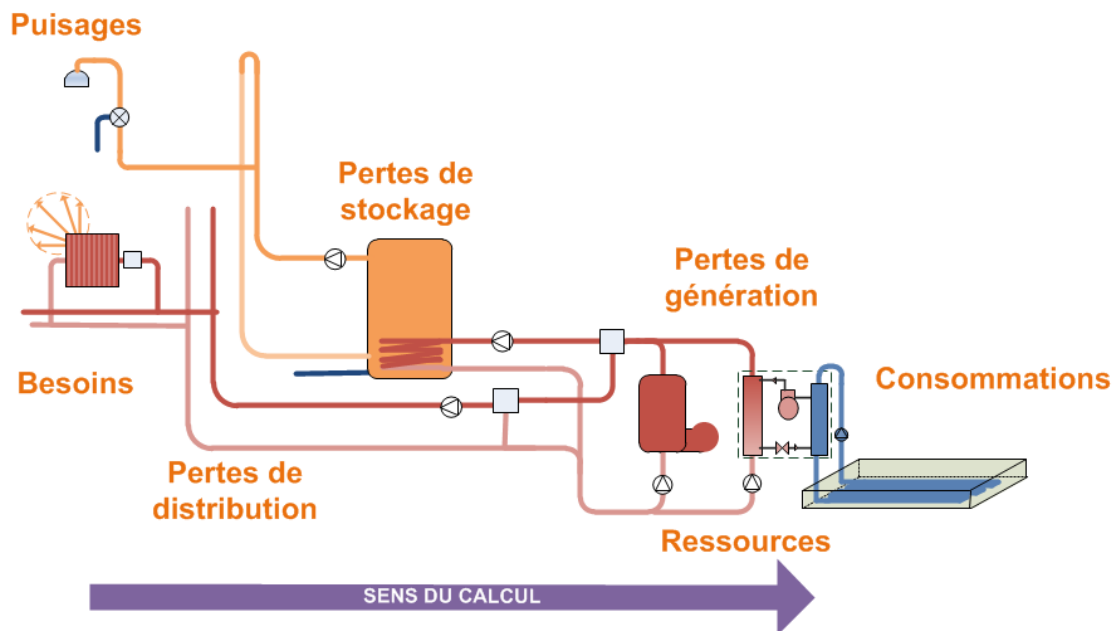


Figure 12 – Architecture des calculs pour les systèmes énergétiques (chauffage, refroidissement, ECS)

3.1.1 ENERGIE NECESSAIRE AUX BORNES DE LA PRODUCTION POUR LE CHAUFFAGE ET LE REFROIDISSEMENT

Cette partie traite du chauffage, les mêmes principes et calculs s'appliquent au refroidissement

L'énergie nécessaire aux bornes de la production pour le chauffage est la somme de :

- L'énergie à fournir par l'émetteur de chaleur pour satisfaire les besoins de chauffage, augmentée des pertes au dos des émetteurs de chauffage.
- Des pertes brutes de distribution du système de chauffage
- Des éventuels besoins liés au préchauffage de l'air utilisé par les centrales de traitement d'air

3.1.1.1 Energie à fournir par l'émetteur pour satisfaire les besoins de chauffage

Pour ce calcul, les éléments suivants sont pris en compte :

- le climat extérieur
- les scénarios d'occupation du local
- la température de consigne conventionnelle du local
- les caractéristiques des parois composant le local
- les débits de renouvellement d'air
- les apports gratuits : apports solaires et apports internes
- des caractéristiques de l'émission de chaleur ou de froid (variations spatio-temporelles et programmation)

La puissance requise par l'émetteur est calculée à partir des températures intérieures du local et de la droite de comportement thermique

Phase 1 : Calcul des températures intérieures

Le calcul des températures intérieures ; température de l'air, température radiante moyenne et température de masse est basé sur un modèle thermique dynamique au pas de temps horaire.

Le modèle thermique est fondé sur les simplifications du transfert de chaleur entre les environnements intérieur et extérieur. Ce calcul se fait en quatre étapes :

Étape 1 : calcul des coefficients de transfert thermiques, de la capacité thermique quotidienne et de la surface d'échange équivalente des parois opaques avec l'ambiance :

- Facteur de transmission thermique dû au renouvellement d'air : son calcul prend en compte les débits de renouvellement d'air et l'humidité spécifique équivalente de l'air

Le calcul des débits de renouvellement d'air ; débits entrants et débits extraits, se fait à l'aide d'un modèle aéraulique qui prend en compte pour un local donné les différentes sources d'entrée d'air : système de ventilation spécifique, débits d'air à travers l'enveloppe selon son étanchéité, débits d'air par ouverture de fenêtres, débits d'air en provenance d'autres groupes, etc. Le modèle aéraulique repose sur la modélisation simplifiée de la norme **EU EN NF 16798**.

- Facteur de transmission thermique dû aux échanges internes par convection et rayonnement
- Facteur de transmission thermique global pour les baies entre les environnements intérieurs et extérieurs
- Facteur de transmission thermique entre les surfaces internes et l'air intérieur
- Facteur de transmission entre l'environnement extérieur et la surface intérieure des parois opaques
- Capacité thermique déterminée selon la méthode décrite dans les règles Th-Bât dans leur fascicule Inertie).
- Surface d'échange équivalente des parois opaques avec l'ambiance

Étape 2 : calcul des températures extérieures équivalentes pour la prise en compte de l'élévation de la température extérieure due au rayonnement solaire sur les composants transparents et opaques de l'enveloppe du bâtiment.

Étape 3 : calcul des flux de chaleurs internes

- Flux de chaleur dû aux sources internes et aux apports de chaleur convectifs dus à la lame d'air intérieure ventilée du vitrage
- Flux de chaleur radiatif dû aux sources internes et au rayonnement solaire direct
- Flux de chaleur convectif dû aux sources internes et au rayonnement solaire direct

Les sources internes sont les apports conventionnels de chaleur liés aux occupants et aux équipements énergétiques et les apports calculés par la méthode, dus à l'éclairage artificiel et aux pertes récupérés des systèmes de distribution et de génération de chauffage.

Étape 4 : calcul des températures intérieures :

À cette étape, la résolution des équations du modèle thermique permet le calcul des températures intérieures.

Phase 2 : Calcul de l'énergie à fournir par l'émetteur pour satisfaire les besoins de chauffage et de refroidissement : puissance requise par l'émetteur de chaleur

Le modèle thermique suppose qu'il existe une relation linéaire entre la puissance émise par l'émetteur et la température moyenne mesurée par la sonde du système de régulation terminale.

On considère deux points de fonctionnement :

- Point de fonctionnement avec évolution libre : pas de flux de chaleur émis par les émetteurs de chauffage et refroidissement,

- Point de fonctionnement avec un flux de chaleur émis par l'émetteur de 10 W/m^2 de surface de plancher utile,

Le modèle thermique permet le calcul des températures intérieures pour ces deux points de fonctionnement. La droite du comportement thermique est alors définie par interpolation entre ces deux points.

Cette droite permet le calcul de la puissance requise par l'émetteur correspondant à une température de consigne et des caractéristiques de l'émetteur données. Ces caractéristiques intègrent des paramètres relatifs à la qualité de l'émission (variations au sein des locaux de la température ambiante) et la précision de régulation (variations dans le temps de la température ambiante), ainsi que les parts convective et radiative de la puissance échangée avec le local.

L'énergie à fournir par l'émetteur pour satisfaire les besoins de chauffage et de refroidissement tient compte des pertes au dos de l'émetteur, lorsque celui-ci est intégré à la paroi extérieure du bâtiment.

3.1.1.2 Pertes thermiques brutes de distribution du système de chauffage et de refroidissement

Dans le cas d'une installation de chauffage et refroidissement à eau, les pertes thermiques brutes du réseau de distribution sont calculées à partir de l'écart entre la température moyenne de l'eau dans les canalisations et la température ambiante, lors des périodes où le chauffage et le refroidissement sont activés.

La température moyenne d'eau est déterminée à partir des fonctions de régulation présentes sur l'installation de chauffage et refroidissement (température de départ variable ou non, débit d'eau variable ou non).

Ces pertes thermiques sont distinguées en deux composants selon qu'elles sont émises dans les espaces chauffés/refroidis ou dans les espaces non chauffés/non-refroidis.

Dans les espaces chauffés/refroidis, une partie des pertes de distribution est récupérée sous forme de chaleur, elle est prise en compte dans le modèle de comportement thermique.

Note : la régulation de la distribution inclut également la gestion des circulateurs, ce qui impacte leur consommation d'énergie : circulateurs à vitesse constante, à vitesse variable avec maintien de la pression différentielle constante ou à vitesse variable évoluant de manière à réduire la pression différentielle dans le réseau.

3.1.2 EFFICACITE DES SYSTEMES DE PRODUCTION DE CHALEUR ET DE REFROIDISSEMENT

L'ultime étape du calcul des consommations consiste à modéliser l'efficacité des générateurs de chaleur et de froid. Pour cela, on distingue les générateurs par type, selon la liste suivante :

Pour le chauffage :

- Générateurs directs à effet joule
- Générateurs à combustion à combustible gazeux, liquide ou solide,
- Systèmes de cogénération,
- Systèmes solaires thermique
- Poêles et inserts
- Générateurs thermodynamiques à compression électrique
- Générateurs thermodynamiques à absorption au gaz naturel,
- Sous-stations de réseau de chaleur

Pour le refroidissement :

- Groupe frigorifique thermodynamique à compression électrique,
- Groupe frigorifique thermodynamique à absorption au gaz naturel,
- Sous-stations de réseau de froid,

Certains systèmes de production de chaleur assurent également la production d'ECS.

D'une manière générale, le calcul de l'efficacité des générateurs se fait de manière dynamique, au pas de temps horaire, en fonction :

- De la charge du générateur, c'est-à-dire le rapport entre les besoins du bâtiment en chaleur ou en refroidissement et la puissance maximale du générateur, à chaque pas de temps,
- De la température de fonctionnement : température d'eau de la distribution, température d'air intérieur, ou d'air soufflé
- Des conditions météorologiques extérieures,
- De la température de source amont, identifiée en fonction de son type (air extérieur, air repris, eau circulant dans le sol...), pour les générateurs thermodynamiques.

Ce calcul d'efficacité est basé sur les caractéristiques de performance à pleine charge et à un ou plusieurs points de charge partielle, identifiées dans les référentiels normatifs des générateurs. L'efficacité au point de fonctionnement sur le pas de temps est obtenue par interpolation / extrapolation entre ces éléments, comme le résume le graphique ci-dessous.

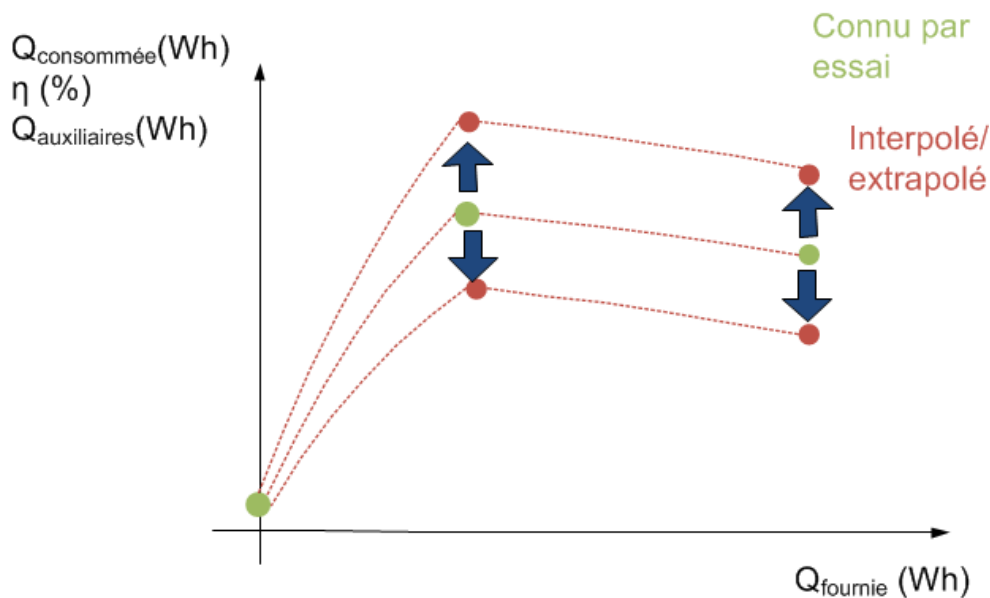


Figure 13 – Principe de modélisation de l'efficacité des systèmes énergétiques

Cette efficacité intègre également les pertes thermiques et consommations d'auxiliaires à l'arrêt du générateur, sur les périodes où la charge du générateur est nulle.

Cas des Installations solaires thermiques :

L'installation solaire est en fonctionnement pendant toute l'année. Les quantités d'énergie fournies par les capteurs solaires interviennent en déduction des besoins totaux du bâtiment, à partir d'une modélisation de l'installation incluant les composants de stockage d'eau chaude.

Le calcul se passe en plusieurs étapes : calcul de la couverture solaire pour le chauffage et/ou l'ECS ; calcul des pertes de transmission de l'installation solaire (entre stockage et appoint) ; calcul des pertes

de stockage de l'appoint, calcul des pertes potentiellement récupérables de l'appoint et enfin calcul des consommations des auxiliaires du système solaire.

Cas des Installations de production par transfert de chaleur et de froid

La méthode de calcul permet la prise en compte d'installations réalisant des transferts de chaleur et de froid via une boucle d'eau (générateurs dit sur boucle d'eau) recueillant les demandes de chaud et de froid de locaux ayant des besoins différents au même moment.

Elle permet également la prise en compte de systèmes (type thermofrigopompe ou DRV) fonctionnant prioritairement en chauffage ou refroidissement (selon le besoin majoritaire) mais rejetant respectivement du froid ou du chaud lors de leur fonctionnement, utilisable pour assurer des besoins concomitants.

Pour ces générateurs, une étape supplémentaire est donc ajoutée : elle consiste à réaliser le bilan des transferts de chaleur et de froid afin de déterminer :

- Pour les générateurs sur boucle d'eau, si un appoint de chauffage ou de refroidissement est nécessaire (cas où les transferts ne permettent pas le maintien de la boucle dans sa plage de température prévue) ou pas (cas où les transferts induisent une compensation permettant le maintien de la boucle dans sa plage de température prévue)
- Pour les générateurs type thermofrigopompe et DRV, le besoin majoritaire (le besoin minoritaire étant alors satisfait intégralement par le rejet du générateur, et les consommations associées annulées).

Cas des réseaux urbains de chaleur et/ou de refroidissement

Les caractéristiques de la génération par réseau urbain de chaleur / froid ne sont à proprement parler pas prises en compte, seules les pertes liées à l'échangeur constituant la sous-station du réseau sont considérées, à partir du niveau d'isolation de ses composants.

Les consommations des auxiliaires du réseau sont considérées nulles en amont de l'échangeur de la sous-station.

3.2 CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE POUR L'ECS

Description des différentes étapes du calcul, à partir de la détermination des besoins jusqu'à leur satisfaction.

Sur le même principe que pour le chauffage, la consommation d'énergie pour la préparation de l'ECS est le rapport entre :

- l'énergie à fournir aux bornes du générateur
- et l'efficacité du générateur

L'énergie à fournir aux bornes du générateur est l'énergie nécessaire pour satisfaire les besoins en ECS augmentée des pertes de distribution de l'ECS et des éventuelles pertes de stockage.

Le calcul peut ainsi être décomposé dans les étapes suivantes.

Calcul des besoins d'eau chaude sanitaire :

Le besoin d'ECS se calcule ainsi, en partant de la valeur hebdomadaire à la valeur horaire :

- Calcul du nombre de litres d'ECS à 40°C hebdomadaires, ce calcul tient compte du besoin unitaire d'ECS (donnée conventionnelle selon type d'usage du bâtiment), et de la taille du

bâtiment (le besoin unitaire étant exprimé par m² de surface, ou en fonction du nombre d'équipements pour certains usages)

- Calcul du nombre de litres d'ECS à 40°C horaire en utilisant la clé de répartition horaire qui est une donnée conventionnelle issus des scénarii
- Calcul des besoins horaires d'ECS en Wh : quantité d'énergie nécessaire à l'élévation en température de l'eau froide à 40°C pour le nombre de litres horaires calculé précédemment

Pour les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs, ces besoins sont calculés en fonction de la densité d'occupation conventionnelle. Ce besoin d'eau chaude sanitaire est pris égal à 392 litres à 40°C/adulte/semaine en moyenne. Il est modulé suivant les périodes d'occupation/inoccupation et la période de l'année (été/hiver et périodes de vacances).

Ces besoins sont exprimés par unité de surface. C'est la raison pour laquelle, en ce qui concerne les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs, le besoin hebdomadaire est calculé en reliant la densité d'occupation à la surface habitable.

Afin de prendre en compte le fait que les enfants possèdent une demande en eau chaude inférieure à celle des adultes, la notion de nombre d'adultes équivalents (Nadeq) a été introduite (le Nadeq peut donc être un nombre non entier).

L'apport de chaleur par une installation solaire est pris en compte comme un apport gratuit qui se soustrait des besoins d'ECS. De même, la présence d'une récupération d'énergie sur les eaux grises permet de réduire le besoin.

Calcul des pertes de distribution et de stockage :

Le calcul des pertes de distribution est analogue à celui réalisé pour le chauffage les pertes de distribution

Les pertes brutes de stockage sont calculées à partir des caractéristiques d'isolation du composant de stockage, et des conditions de températures de part et d'autre du composant.

Calcul de l'efficacité des générateurs :

Pour les générateurs qui assurent à la fois le chauffage et l'ECS, l'efficacité du système de production de l'ECS se calcule de manière analogue au chauffage ; pour les autres générateurs, le principe est le suivant : prise en compte des caractéristiques en conditions nominales et de l'évolution de ces caractéristiques selon la charge et les conditions d'utilisation.

3.3 CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE POUR L'ECLAIRAGE DES LOCAUX

La consommation d'éclairage est déterminée par le produit :

- De la puissance surfacique installée pour l'éclairage des locaux (cf. chapitre 2.3.13 sur les données d'entrée)
- De la gestion de l'éclairage artificiel en fonction de l'occupation (prend la valeur du coefficient C1 en période d'occupation)
- De la gestion de l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairement naturel (caractérisée par le coefficient C2)

Afin de permettre la prise en compte de l'accès à l'éclairage naturel et de différents systèmes de gestion, le calcul se fait au niveau du local (définition spécifique à l'éclairage, et défini par usage réglementaire).

Puissance installée de l'éclairage artificiel :

Pour ce qui concerne les usages maison individuelle ou accolée et logements collectifs, le système d'éclairage est entièrement conventionnel (il est en effet impossible de connaître les « émetteurs » qui seront mis en place par le futur occupant).

Cela signifie que l'impact sur les consommations énergétiques ne résulte donc que des caractéristiques des baies.

Pour les usages « maison individuelle ou accolée » et « logements collectifs », la puissance d'éclairage conventionnelle est prise égale à 1.4 W/m^2 dans cette méthode de calcul. Cette valeur résulte d'une puissance totale installée dans le bâtiment de 14 W/m^2 et d'un facteur de non-simultanéité d'utilisation des différents points d'éclairage. Pour les autres usages, le concepteur définit lui-même les systèmes d'éclairage qui seront installés dans le bâtiment. Ils sont donc caractérisés au moment du projet. Par conséquent, cette méthode de calcul laisse la possibilité au concepteur de prendre en compte la régulation des systèmes d'éclairage ainsi que leurs puissances.

Gestion de l'éclairage artificiel en fonction de l'occupation :

Selon le type de système de gestion (par exemple, interrupteur manuel, détection de présence, ...), la méthode de calcul fournit par local spécifique à l'éclairage, et par usage réglementaire, la valeur du coefficient C1 qui correspond à un pourcentage moyen d'utilisation de l'éclairage artificiel.

Gestion de l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairement naturel :

Les locaux sont d'abord identifiés par rapport à leur accès à la lumière naturelle (effectif, réduit, impossible) ; l'éclairement naturel intérieur est ensuite quantifié à partir de l'éclairement incident sur la baie, des caractéristiques des baies et de leurs protections mobiles ainsi que du type de régulation de l'éclairage

La méthode définit alors, selon le mode de gestion de l'éclairage artificiel par rapport à l'éclairement naturel, et pour les parties ayant et n'ayant pas accès à l'éclairement naturel de chaque local, les coefficients C2 en fonction de l'éclairement naturel E_{nat} . Ce coefficient représente alors un taux moyen d'utilisation de l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairement naturel, en occupation.

Eclairage des locaux communs des logements collectifs :

Dans le cas des bâtiments ou parties de bâtiments à usage de logement collectifs, est intégrée une consommation conventionnelle d'éclairage pour les parties communes. Celle-ci se base:

- sur une puissance d'éclairage installée de $2,19 \text{ W/m}^2$
- Sur un fonctionnement calqué sur celui de la mobilité des ascenseurs.

3.4 CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DES AUXILIAIRES DE CHAUFFAGE, REFROIDISSEMENT, ECS ET DE VENTILATION

La consommation d'énergie des auxiliaires dépend de leur puissance, de leurs caractéristiques thermiques et de leur durée d'utilisation qui dépend des scénarios d'usage et du système de gestion et régulation. On distingue les deux types d'auxiliaires suivants :

- Les auxiliaires qui concernent la génération et la distribution. Ce sont principalement des circulateurs.
- Les auxiliaires de ventilation qui concernent les ventilateurs locaux et centraux pour le chauffage, le refroidissement et la ventilation.

Auxiliaires de génération :

Ils sont bien sûr liés au fonctionnement du générateur dont ils font partie. Ainsi, la consommation de ces auxiliaires (hors puissance minimale de veille) est considérée proportionnelle au taux de charge auquel fonctionne le générateur sur le pas de temps.

Auxiliaires de distribution :

La consommation d'énergie des auxiliaires de distribution dépend de leur puissance, et du système de gestion et régulation qui leur est associé (fonctionnement constant, débit variable, ...).

Auxiliaires de ventilation :

Les consommations des ventilateurs locaux des émetteurs dépendent de leur puissance, de la régulation utilisée qui peut conduire à un fonctionnement permanent, ou proportionnel aux besoins de chauffage ou de refroidissement.

Les consommations ne sont calculées que durant les saisons de fonctionnement des générateurs.

Pour le système de ventilation, la consommation des ventilateurs est liée à leur puissance et à leur période de fonctionnement (continue en résidentiel). On peut ainsi avoir des valeurs de puissance différenciées en occupation et en inoccupation.

3.5 LES USAGES SPECIFIQUES DE L'ELECTRICITE

Dans le cadre de cette méthode de calcul, est réalisée une estimation de la consommation des équipements mobiliers regroupant tous les appareils absents à la livraison du bâtiment et consommant de l'énergie électrique : équipements bureautiques, électroménagers, appareils domestiques... à l'exception des dispositifs d'éclairage mobiliers déjà comptabilisés partiellement dans la méthode Th-BCE pour certains types de locaux (aires de vente, bureaux), et des équipements de process.

Par convention, les consommations des équipements mobiliers sont considérées comme étant électriques et égales aux valeurs d'apports internes de chaleur non dus aux occupants. Leur répartition horaire suit donc la répartition horaire des apports internes des scénarios des différents usages.

Cette consommation est prise en compte uniquement pour le calcul du taux d'autoconsommation et du taux d'autoproduction des productions électriques à demeure.

3.6 CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE LIEE AUX DEPLACEMENTS DES OCCUPANTS A L'INTERIEUR DES BATIMENTS

Est pris ici en compte la consommation d'énergie nécessaire aux déplacements des occupants à l'intérieur du bâtiment pour les équipements ascenseurs et escalators.

Sur la base de scénarios conventionnels définissant, par type d'usage du bâtiment, le nombre de voyages réalisés par an par les ascenseurs et les escalators, et sur la base de la description technique des équipements faites par l'utilisateur, la méthode de calcul détermine une consommation horaire d'électricité nécessaire au déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment.

On intègre également dans ce poste les consommations des éventuels parkings associés au bâtiment pour l'éclairage et la ventilation.

Eclairage des parkings :

Dans le cas de la présence d'un parking associé au bâtiment, ses consommations d'éclairage sont calculées par le produit :

- De la puissance d'éclairage installée
- Des heures durant lesquelles l'éclairage est allumé
- De l'éventuel impact de la gestion par détecteur de présence (abattement conventionnel de consommation de 80%).

Ventilation des parkings :

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

Selon l'usage du bâtiment auquel est associé le parking (habitation ou hors habitation), le débit d'air pris en compte est modifié (débit fixé en habitation et débit estimé hors habitation pour maintenir une concentration en monoxyde de carbone CO sous un seuil de 50 ppm).

Par la suite, la consommation dépend également :

- Du nombre de places de parking pour l'usage habitation
- Du temps d'occupation du parking.

3.7 CALCUL DE LA PRODUCTION LOCALE ELECTRIQUE

Les productions locales d'énergie prises en compte dans la méthode de calcul sont :

- Les micro et mini-cogénérations.
- Les installations solaires photovoltaïques

3.7.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MODELE DE COGENERATION.

Le modèle permet de différencier les micro-cogénérateurs standard et à condensation en termes d'évolution du rendement thermique en fonction de la température aval de fonctionnement.

Le calcul réalisé se base sur une priorité donnée à la satisfaction des besoins d'eau chaude sanitaire (lorsque le micro-cogénérateur est de type double service). Les performances sont alors déterminées en fonction du taux de charge du micro-cogénérateur, par interpolation entre les performances à charge maximale et minimale.

La cogénération d'électricité n'est possible que si le taux de charge est supérieur, sur le pas de temps, à la puissance thermique minimale de fonctionnement.

3.7.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MODELE DE CAPTEURS PHOTOVOLTAÏQUES.

Les installations solaires photovoltaïques indépendantes ne sont pas prises en compte, la méthode de calcul ne vise que les installations photovoltaïques connectées au réseau électrique et qui sont prévues dans le permis de construire.

La quantité d'énergie annuelle produite par le système photovoltaïque est calculée au niveau du bâtiment, elle est le produit de l'énergie incidente annuelle dans le plan des modules photovoltaïques, de la puissance crête et de l'indice de performance.

L'énergie incidente annuelle dans le plan des modules est le produit de la valeur de cette énergie sur un plan horizontal définie par région et du facteur de transposition qui traduit la variation d'énergie incidente dans un plan incliné par rapport à l'énergie incidente dans un plan horizontal

L'indice de performance est un facteur de correction du rendement global des modules PV, il dépend de la température réelle de fonctionnement des modules et du type d'intégration des modules dans le bâtiment

La puissance réellement délivrée est également fonction des propriétés de l'onduleur placé après les modules : évolution du rendement de l'onduleur lié à la puissance produite par les modules en comparaison de la puissance maximale délivrable par l'onduleur ; extinction (protection) de l'onduleur si la puissance d'entrée dépasse de 15% la puissance nominale de l'onduleur.

Il est possible de décrire des capteurs photovoltaïques à deux niveaux :

- Au niveau bâtiment pour les installations supportées par le bâtiment ou par un élément constructif ayant une continuité physique structurelle avec le bâtiment faisant l'objet de l'étude.
- Au niveau projet pour les autres installations.

Répartition des productions électriques décrites au niveau bâtiment :

Toute production électrique par capteurs photovoltaïques décrite au niveau d'un bâtiment est affectée uniquement à ce bâtiment. Le taux d'autoconsommation de cette production est donc calculée également uniquement sur ce bâtiment.

Répartition des productions électriques sur plusieurs bâtiments / répartition des productions électriques autoconsommées sur les postes de consommation :

Dans le cas d'une production électrique décrite au niveau projet, et qui peut donc être associée à plusieurs bâtiments, elle est répartie par bâtiment au prorata des consommations électriques horaires tous usages de chaque bâtiment par rapport aux consommations électriques horaires tous usages du projet.

La répartition de la production autoconsommée entre les différents postes de consommation d'énergie est réalisée heure par heure, au prorata de la consommation électrique des chacun de ces postes.

Taux d'autoconsommation, taux d'autoproduction :

Un calcul du taux d'autoconsommation de l'électricité produite par les systèmes de production électrique à demeure est réalisé dans le cadre de la présente méthode.

Il présente les impacts suivants sur les différents indicateurs :

- Cep et Cep,nr : la part autoconsommée de la production d'électricité vient en déduction des consommations d'énergie pour les usages concernés.
- Indicateur IC_{énergie} : celui-ci ne tient compte que des énergies importées (donc déduction faite de la part autoconsommée pour le vecteur énergétique)
- Impact environnemental des installations de production d'électricité : celles-ci sont prises en compte à hauteur de la part de la production qui est autoconsommée (cf. paragraphe 4.2.1.1.5).

Son principe en est le suivant :

- Toutes les productions électriques du bâtiment ($E_{elec_prod_tot}^{bat}$) sont comptabilisées (quel que soit le vecteur énergétique utilisé).
- Elles sont comparées heure par heure aux consommations électriques tous usages $W_{elec_tous_usages}^{bat}$ (usages intégrés dans les consommations conventionnelles et autres usages spécifiques de l'électricité) du bâtiment selon la formule ci-dessous pour en déduire la part autoconsommée $E_{elec_prod_AC}^{bat}$:

$$E_{elec_prod_AC}^{bat}(h) = MIN(E_{elec_prod_tot}^{bat}(h) ; W_{elec_tous_usages}^{bat}(h)) \quad (1)$$

- La valeur la plus petite est donc retenue comme étant autoconsommée
- Le taux d'autoconsommation au niveau du bâtiment, sur l'année TAC_{elec}^{bat} est déduit en divisant la part autoconsommée $E_{elec_prod_AC}^{bat}$ par la production électrique totale $E_{elec_prod_tot}^{bat}$ selon la formule ci-dessous :

$$TAC_{elec}^{bat} = \frac{E_{elec_prod_AC_annuel}^{bat}}{E_{elec_prod_tot_annuel}^{bat}} \quad (2)$$

Un taux d'autoproduction est également déterminé sur un schéma similaire, avec la variante suivante :

- Le taux d'autoproduction est déduit en divisant la part autoconsommée par la consommation électrique totale tous usages selon la formule ci-dessous :

$$TAP_{elec}^{bat} = \frac{E_{elec_prod_AC_annuel}^{bat}}{W_{elec_annuel_tous_usages}^{bat}} \quad (3)$$

Enfin, pour les besoins des calculs réalisés lors de l'analyse de cycle de vie (cf. 4.2.1.1.4), des taux d'autoconsommation complémentaires sont déterminés spécifiquement pour les installations

photovoltaïques, et pour les modules de cogénération. Ils sont déterminés selon les formules ci-dessous ;

- Pour les installations photovoltaïques, on divise la part de la production de ces installations qui est autoconsommée par la production électrique de ces installations selon la formule ci-dessous :

$$TAC_{PV_{elec}}^{bat} = \frac{E_{elec_prod_PV_AC_annuel}^{bat}}{W_{elec_annuel_tous_usages}^{bat}} \quad (4)$$

- Pour les installations de cogénération, le but est d'obtenir un taux d'autoconsommation global de la chaleur fournie, et de l'électricité produite. Pour ce faire, on divise la part de la production de ces installations qui est autoconsommée (la chaleur produite est autoconsommée à 100%) par la production électrique de ces installations selon la formule ci-dessous :

$$TAC_{cogé}^{bat}_{global} = \frac{Cef_{comb_tot}^{coge,bat} + E_{elec_prod_coge_AC_annuel}^{bat}}{Cef_{comb_tot}^{coge,bat} + E_{elec_prod_coge_annuel}^{bat}} \quad (5)$$

4. ANALYSE DU CYCLE DE VIE

4.1 PRINCIPE GENERAL DE CALCUL D'UNE CONTRIBUTION AUX IMPACTS

Le calcul de toutes les contributions aux impacts environnementaux suit un principe identique : associer une donnée de projet (quantité de produit, quantité d'énergie issue du calcul énergétique, donnée de chantier...) à une donnée environnementale pertinente qui fournit les impacts unitaires liés à cette donnée de projet. Le calcul de l'impact environnemental consiste le plus souvent à simplement multiplier la donnée de projet par la donnée environnementale. Un paramètre d'adaptation de la donnée de projet au bâtiment est parfois nécessaire (calcul d'un nombre de remplacements pour un produit par exemple).

Le principe de calcul d'une contribution à un impact peut être schématisé par la Figure 14.

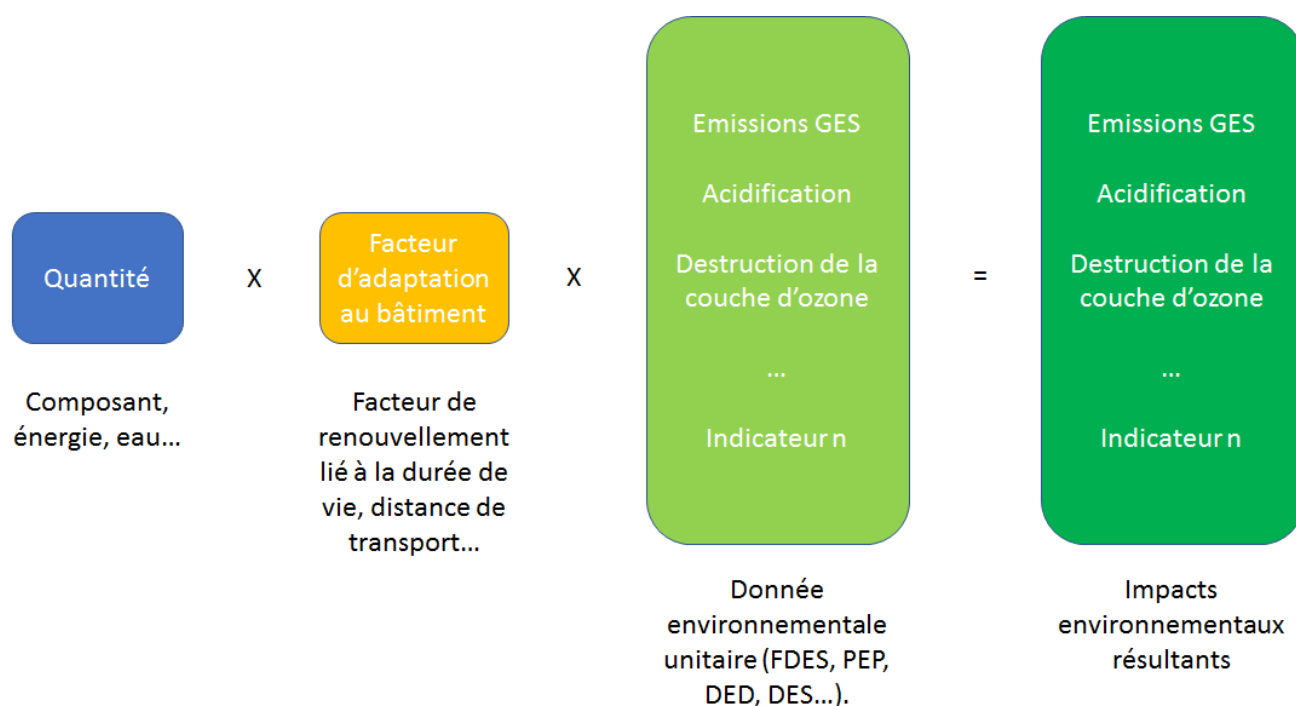


Figure 14 – Principe général de calcul d'une contribution aux impacts environnementaux

Selon la contribution calculée, la quantité peut correspondre par exemple à des quantités de composants (unités, m², ml,...), d'énergie (kWh d'énergie consommée) ou encore d'eau (m³).

Le facteur d'adaptation peut consister par exemple en un facteur de renouvellement lié à la durée de vie, de pondération dynamique, d'adaptation de la quantité à l'unité fonctionnelle utilisée dans la donnée environnementale unitaire (par exemple passage d'une masse à une surface grâce à une densité surfacique), de prise en compte d'une distance propre au chantier, d'un taux d'affectation de la quantité au bâtiment étudié dans le cas de parcelles multibâtiment ou encore d'autoconsommation d'énergie produite localement.

Les données environnementales unitaires sont des données vectorielles. Elles comportent autant de lignes que le nombre d'impacts que l'on souhaite calculer. Il peut s'agir de données issues de déclarations environnementales, de données environnementales par défaut ou de données environnementales de service.

Les impacts résultants du calcul de la contribution (à un module, à un lot, au bâtiment...) sont donc aussi des données vectorielles comportant autant de lignes que d'impacts calculés.

Chaque contribution peut potentiellement être calculée :

- par un calcul détaillé ou par un calcul simplifié,
- par une méthode statique ou par une méthode dynamique.

Dans le cadre de cette méthode, la distinction entre méthode dynamique (ou « calcul dynamique ») et méthode statique (ou « calcul statique ») ne s'applique qu'au calcul des impacts des émissions de gaz à effet de serre sur le changement climatique.

Dans le cadre de la méthode statique, l'impact des émissions de gaz à effet de serre est calculé en intégrant leur contribution au réchauffement climatique (forçage radiatif) sur une période de 100 ans après la date de leur émission (indicateur potentiel de réchauffement global à 100 ans ou PRG100) quelle que soit la date de cette émission. Le calcul statique considère donc qu'une émission a le même impact quelle que soit sa date d'émission durant le cycle de vie du bâtiment, ou, autrement dit, que toutes les émissions du cycle de vie du bâtiment ont lieu au même moment.

La méthode dynamique vise à évaluer la contribution au réchauffement climatique à un horizon temporel donné : l'indicateur calculé correspond à une évaluation du forçage radiatif cumulé sur les 100 ans qui suivent la construction du bâtiment. La méthode considère alors que l'impact d'une émission ou captation dépend de sa date d'émission : pour une émission, plus celle-ci est précoce plus son impact est fort, plus elle est tardive plus son impact est faible ; pour une captation, plus celle-ci est précoce plus la réduction d'impact relative à cette captation est forte, plus elle est tardive plus la réduction d'impact relative à cette captation est faible.

Par ailleurs, la méthode statique et la méthode dynamique, par l'intermédiaire des scénarios conventionnels utilisés pour l'élaboration des données environnementales, fixent un horizon temporel pour la prise en compte des émissions dans l'environnement (pour les centres de stockage de déchets notamment) dans le calcul des impacts des composants et donc des bâtiments. Cet horizon est fixé à 100 ans après la fin de vie du composant.

Pour chacune des contributions, toutes les modalités de calcul pertinentes sont présentées ci-après.

4.2 CALCUL DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES COMPOSANTS

4.2.1 CALCUL DETAILLE DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES COMPOSANTS

4.2.1.1 Calcul statique

La description des produits de construction et équipements, considérés dans la contribution « Composants » est réalisée selon le découpage en lots et sous-lots présenté au 2.3.2. A chaque composant installé dans le bâtiment doivent être associées une donnée environnementale (en suivant les règles du chapitre 2.6) et la quantité précise mise en œuvre.

Le calcul statique est similaire quel que soit l'impact environnemental considéré, les formules suivantes sont donc vectorielles dès lors que qu'il s'agit de calculs d'impacts environnementaux.

4.2.1.1.1 Calcul du facteur de renouvellement du composant p

La première étape pour le calcul de la contribution de chacun des composants p aux impacts du bâtiment est le calcul du facteur de renouvellement de ces composants dans l'ouvrage. En effet, si la durée de vie estimée d'un composant dans l'ouvrage est inférieure à la période d'étude de référence alors ce composant doit faire l'objet d'un renouvellement au cours de la vie du bâtiment. Ce facteur de renouvellement, qui peut être non entier, est obtenu avec la formule suivante :

$$R_p = \text{Max} \left(1, \frac{PER}{DVE_p} \right) \quad (6)$$

Où

PER = Période d'étude de référence du bâtiment en années

DVE_p = Durée de vie estimée du produit ou équipement p en années

Pour la durée de vie estimée, la durée de vie de référence (DVR) de la donnée environnementale associée au produit ou à l'équipement doit être considérée par défaut. La modification à la hausse de la durée de vie d'un composant n'est pas autorisée. La modification à la baisse de la durée de vie d'un composant doit être justifiée. Donc par défaut $DVE_p = DVR_p$.

Note : Pour un composant donné, le facteur de renouvellement est ici considéré identique pour tous les sous-lots dans lesquels il est utilisé. Cependant, si nécessaire, le facteur de renouvellement peut être pris différent d'un sous-lot à l'autre si la durée de vie du composant est affectée par le sous-lot dans lequel il est utilisé.

4.2.1.1.2 Détail des modules d'une donnée environnementale d'un composant p

Pour pouvoir être utilisée dans la méthode de calcul détaillé, toute donnée environnementale du composant p doit pouvoir s'exprimer comme la somme de 5 termes (certains pouvant être nuls), chaque terme correspondant à une phase du cycle de vie :

$$DE_p = DE_p^{Production} + DE_p^{Edification} + DE_p^{Exploitation} + DE_p^{Fin\ de\ vie} + DE_p^{module\ D} \quad (7)$$

Avec pour les composants pour lesquels les modules sont détaillés :

$$DE_p^{PhaseCV} = \sum_m DE_p^m \quad (8)$$

Où

DE_p^m = valeur de l'impact du composant p par unité fonctionnelle pour le module m

$DE_p^{PhaseCV}$ = valeur de l'impact du composant p par unité fonctionnelle pour la phase du cycle de vie considérée du composant

Pour la production, m varie de A1 à A3.

Pour l'édification, m varie de A4 à A5.

Pour l'exploitation, dans le cas général m varie de B1 à B4.

Lorsque pour une donnée environnementale d'un produit ou équipement, les modules B1 à B4 ne sont pas séparés des modules B6 et B7, cette phase du cycle de vie du produit ou de l'équipement est exclue du calcul pour éviter tout double comptage dans le calcul des contributions relatives à l'énergie et à l'eau. On prend alors $DE_p^{Exploitation} = 0$. Dans ce cas, les modules B1 à B4 du composant sont négligés. Si l'équipement utilise un fluide frigorigène, les impacts relatifs à ce fluide ne peuvent pas être négligés et font l'objet d'un calcul spécifique décrit au 4.2.1.1.6.

Pour la fin de vie, m varie de C1 à C4

Pour le module D, m vaut D.

4.2.1.1.3 Calcul de la contribution d'un composant p d'un sous-lot k aux impacts d'une phase du cycle de vie donnée

Pour la phase de production

Sont attribués à la phase de production du bâtiment l'ensemble des impacts relatifs à la phase de production des composants initialement mis en œuvre.

$$I_{p,k}^{Production} = Q_p \times DE_p^{Production} \quad (9)$$

Pour la phase d'édification

Sont attribués à la phase d'édification du bâtiment l'ensemble des impacts relatifs à la phase d'édification des composants initialement mis en œuvre.

$$I_{p,k}^{Edification} = Q_p \times DE_p^{Edification} \quad (10)$$

Pour la phase d'exploitation

Pour les composants pour lesquels R_p est différent de 1 ($DVE_p < PER$), sont attribués à la phase d'exploitation du bâtiment l'ensemble des impacts relatifs à la phase d'exploitation des composants ainsi que les impacts relatifs à la production, l'édification et la fin de vie des composants remplacés pendant l'exploitation.

$$I_{p,k}^{Exploitation} = Q_p \times \left[\frac{PER}{DVE_p} \times DE_p^{Exploitation} + (R_p - 1) \times (DE_p^{Production} + DE_p^{Edification} + DE_p^{Fin de vie}) \right] \quad (11)$$

Pour les composants pour lesquels R_p est égal à 1 ($DVE_p \geq PER$), sont attribués à la phase d'exploitation du bâtiment une partie des impacts relatifs à la phase d'exploitation des composants en utilisant le ratio entre la période d'étude de référence et la durée de vie estimée du composant.

$$I_{p,k}^{Exploitation} = Q_p \times \frac{PER}{DVE_p} \times DE_p^{Exploitation} \quad (12)$$

Pour la phase de fin de vie

Sont attribués à la phase de fin de vie du bâtiment l'ensemble des impacts relatifs à la phase de fin de vie des composants présents dans le bâtiment lors de sa fin de vie

$$I_{p,k}^{Fin de vie} = Q_p \times DE_p^{Fin de vie} \quad (13)$$

Pour le module D

Sont attribués au module D du bâtiment l'ensemble des impacts relatifs aux modules D des composants mis en œuvre initialement ou lors des remplacements.

$$I_{p,k}^{Module D} = Q_p \times R_p \times DE_p^{Module D} \quad (14)$$

Dans toutes ces formules :

$I_{p,k}^{PhaseCV}$ = contribution du composant p aux impacts du sous lot k, pour la phase du cycle de vie considérée du bâtiment

Q_p = quantité initiale du composant p utilisée dans le bâtiment (en multiple de l'unité fonctionnelle utilisée dans la donnée environnementale associée)

$DE_p^{PhaseCV}$ = valeur de l'impact du composant p par unité fonctionnelle pour la phase du cycle de vie considérée

R_p = facteur de renouvellement du composant p

4.2.1.1.4 *Calcul de la contribution des composants d'un sous-lot k aux impacts d'une phase du cycle de vie donnée*

Cas général

Pour obtenir la contribution aux impacts d'un sous-lot k, on réalise uniquement la somme des impacts des composants de ce sous-lot :

$$I_{composants,k}^{PhaseCV} = \sum_p I_{p,k}^{PhaseCV} \quad (15)$$

Où :

$I_{composants,k}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du sous-lot k aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

$I_{p,k}^{PhaseCV}$ = contribution du composant p aux impacts du sous-lot k, pour la phase du cycle de vie considérée du bâtiment

Cas particulier du sous-lot 8.2 (installation de cogénération)

Les impacts des composants du sous-lot 8.2 sont affectés au bâtiment au prorata du taux d'auto-consommation globale d'électricité et de chaleur issues de la cogénération :

$$I_{composants,lot8.2}^{PhaseCV} = \sum_p I_{p,k}^{PhaseCV} \times TAC_{cogé}^{bat}_{global} \quad (16)$$

$I_{composants,lot8.2}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du sous lot 8.2 aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

$I_{p,k}^{PhaseCV}$ = contribution du composant p aux impacts du sous lot 8.2, pour la phase du cycle de vie considérée

$TAC_{cogé}^{bat}_{global}$ = Taux d'autoconsommation globale d'électricité et de chaleur issues de la cogénération (voir 3.7.2 pour son calcul)

Cas particulier d'un bâtiment multiusage ; affectation d'un composant à une entité programmatique

Dans le cas d'un bâtiment multi-usage, plusieurs entités programmatiques peuvent être définies avec leur propre découpage en lots et sous-lots. Lorsqu'un composant ne peut pas être affecté à un sous-lot d'une entité programmatique de manière évidente, alors le composant peut être affecté en utilisant un coefficient d'affectation $F_{p,j}$.

Dans ce cas, les impacts du composant sont affectés à plusieurs sous-lots k de plusieurs entités programmatiques j :

$$I_{composants,k,j}^{PhaseCV} = \sum_p I_{p,k}^{PhaseCV} \times F_{p,j} \quad (17)$$

Avec

$I_{composants,k,j}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du sous lot k aux impacts de la phase du cycle de vie considérée pour une entité programmatique j

$I_{p,k}^{PhaseCV}$ = contribution du composant p aux impacts du sous lot k, pour la phase du cycle de vie considérée

$F_{p,j}$ = coefficient d'affectation du produit p à l'entité programmatique j. Les règles de calcul des coefficients d'affectation sont décrites ci-dessous et on a $\sum_j F_{p,j} = 1$

Pour le sous lot 8.2, on utilise le même taux d'autoconsommation pour toutes les entités programmatiques.

Calcul des coefficients d'affectation $F_{p,j}$ d'un composant à une entité programmatique

Principe 1

Tout composant pouvant être affecté spécifiquement à l'entité programmatique j parce qu'il ne sert que pour cette entité est affecté à cette entité. On a alors : $F_{p,j} = 1$ pour l'entité j et $F_{p,k} = 0$ pour toute autre entité.

Principe 2 : règles applicables aux appareils élévateurs

Règle 1 : Les infrastructures et la machinerie liées aux appareils élévateurs sont affectées au prorata du nombre de niveaux concernés par chaque entité programmatique.

Règle 2 : Pour les étages comprenant plusieurs entités programmatiques : la SDP est utilisée pour pondérer le tantième d'étage affecté à l'activité.

Règle 3 : Pour les étages occupés par des aires de stationnement, il faut utiliser une règle similaire à l'affectation des impacts des aires de stationnement pour chaque entité programmatique (exemple : 1 place de stationnement par logement, 1 place de stationnement pour X m² de bureaux, etc). (idem principe 3)

Règle 4 : Si une entité programmatique est située uniquement en rez-de-chaussée, sans niveaux inférieurs, les appareils élévateurs ne lui sont pas affectés.

Pour un bâtiment avec uniquement des niveaux supérieurs (RDC et plus), la formule générale suivante s'applique alors (avec i=0 pour le RDC) :

$$F_{p,j} = \frac{1}{n-1} \times \left(\sum_{i=1}^n \frac{Sref_{j,i}}{Sref_{Total,i}} + \sum_{i=1}^n \frac{p_{j,i}}{p_{total,i}} \right) \quad (18)$$

Pour un bâtiment avec des niveaux en sous-sol, la formule suivante s'applique alors :

$$F_{p,j} = \frac{1}{n} \times \left(\sum_{i=1}^n \frac{Sref_{j,i}}{Sref_{Total,i}} + \sum_{i=1}^n \frac{p_{j,i}}{p_{total,i}} \right) \quad (19)$$

n = nombre de niveaux (RDC inclus)

$S_{ref,j,i}$ = surface de référence occupé par l'entité programmatique au niveau i (hors aires de stationnement)

$S_{refTotal,i}$ = surface de référence total du niveau i (hors aires de stationnement)

$p_{j,i}$ = Nombre de places de stationnement relatives à l'entité programmatique j au niveau i

$p_{total,i}$ = Nombre total de places de stationnement disponibles au niveau i

Principe 3 : règle applicable aux aires de stationnement

Pour les composants utilisés pour la réalisation des aires de stationnement, il faut à chaque fois que possible utiliser les règles associées à l'opération (règles induites par le plan local d'urbanisme ou le maître d'ouvrage par exemple) pour chaque bâtiment ou chaque entité programmatique. Exemple : 1 place de parking par logement, 1 place de parking tous les X m² de bureaux, etc.

Principe 4 : Règles applicables aux équipements mutualisés de production d'énergie

L'Impact d'un système collectif de production entre bâtiments ou entre entités programmatiques (exemple : chaudière collective) est affecté à chaque bâtiment ou entité programmatique au prorata de ses consommations.

Pour les productions locales d'électricité (production PV par exemple), le choix est laissé au maître d'ouvrage de définir l'affectation des impacts de la production, dans le cadre d'une opération multi-bâtiment, selon l'une des deux méthodes suivantes :

- Affectation des impacts de l'équipement et les bénéfices de la production au bâtiment qui la supporte.
- Répartition des impacts et bénéfices au prorata de la surface de référence de chaque bâtiment.

Principe 5

Lorsqu'aucun des principes précédents ne s'applique, l'impact des composants est rapporté à chaque entité programmatique j au prorata de la surface de référence.

$$F_{p,j} = \frac{S_{ref,j}}{S_{refBâtiment}} \quad (20)$$

Note : pour une affectation à un bâtiment dans une opération multibâtiments, le numérateur est la surface de référence du bâtiment considéré et le dénominateur la surface de référence totale de l'opération.

4.2.1.1.5 Calcul de la contribution des composants d'un lot i aux impacts d'une phase du cycle de vie donnée

Cas général (pour lot 1 à 12)

Pour obtenir la contribution aux impacts des composants d'un lot i, on réalise la somme des impacts des composants des sous-lots k affectés à ce lot :

$$I_{composants,i}^{PhaseCV} = \sum_k I_{composants,k}^{PhaseCV} \quad (21)$$

Où :

$I_{composants,i}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du lot i aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

$I_{composants,k}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du sous-lot k aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

Cas particulier du lot 13

Les impacts des composants du lot 13 sont affectés au bâtiment au prorata du taux d'autoconsommation d'électricité issue des composants du lot 13 :

$$I_{composants,lot13}^{PhaseCV} = \sum_p I_{p,lot13}^{PhaseCV} \times TAC_PV_{elec}^{bat} \quad (22)$$

Avec

$I_{composants,lot13}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du lot 13 aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

$I_{p,lot13}^{PhaseCV}$ = contribution du composant p aux impacts du lot 13 pour la phase du cycle de vie considérée (il n'y a pas de sous-lots dans ce lot)

$TAC_PV_{elec}^{bat}$ = Taux d'autoconsommation d'électricité issue des composants du lot 13 (voir 3.7.2)

Cas particulier d'un bâtiment multiusage

Le principe est le même que dans le cas général mais on ne somme que la part des impacts affectés à chaque sous-lot de l'entité programmatique :

$$I_{composants,i,j}^{PhaseCV} = \sum_k I_{composants,k,j}^{PhaseCV} \quad (23)$$

$I_{composants,i,j}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du lot i aux impacts de la phase du cycle de vie considérée pour une entité programmatique j

$I_{composants,k,j}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du sous-lot k aux impacts de la phase du cycle de vie donnée pour une entité programmatique j

Il faut alors vérifier :

$$\sum_j I_{composants,i,j}^{PhaseCV} = I_{composants,i}^{PhaseCV} \quad (24)$$

4.2.1.1.6 Calcul des impacts liés aux émissions de fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes énergétiques

Normalement, pour l'équipement contenant le fluide frigorigène i, la donnée environnementale de cet équipement, pour la phase d'exploitation, contient les émissions directes de fluide frigorigène (en B1 généralement) et les impacts de la production de fluide équivalente aux fuites en B2. Les émissions de fluides frigorigènes sont alors prises en compte par l'intermédiaire des calculs précédents directement au travers des modules B1 et B2 de la donnée environnementale associée à l'équipement.

Ce paragraphe présente le calcul des impacts des émissions de fluides frigorigènes en phase exploitation dans le cas particulier des composants pour lesquels les modules B1 et B2 ont dû être supprimés car non dissociables des modules B6 et/ou B7 (voir 4.2.1.1.2).

Cette méthode est notamment utilisée pour tous les composants utilisant des fluides frigorigènes et qui sont associés à des données environnementales par défaut (DED) ou au lot forfaitaire 8.1.

Calcul des impacts des émissions de fluides frigorigènes en phase exploitation

La contribution aux impacts des émissions de fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes énergétiques du bâtiment pour la phase d'exploitation du bâtiment est la somme des contributions aux impacts de chaque fluide frigorigène utilisé dans le bâtiment lors de sa phase d'exploitation :

$$I_{\text{fluides frigo}}^{\text{Exploitation}} = \sum_i I_{\text{fluide } i}^{\text{Exploitation}} \quad (25)$$

Où

$I_{\text{fluides frigo}}^{\text{Exploitation}}$ = Contribution aux impacts des émissions de fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes énergétiques du bâtiment pour la phase d'exploitation du bâtiment

$I_{\text{fluide } i}^{\text{Exploitation}}$ = contribution aux impacts du fluide frigorigène i pour la phase d'exploitation du bâtiment.

La contribution aux impacts du fluide frigorigène i pour la phase d'exploitation correspond aux impacts liés aux émissions régulières de fluide i pendant la phase d'exploitation (fuites). Les émissions de fluide frigorigène liées à la production du composant et à sa fin de vie sont déjà intégrées dans la phase d'exploitation via les modules A3 et C4 des données environnementales (voir 4.2.1.1.2)

Cette contribution est calculée en tenant compte de la charge initiale en fluide i de l'équipement et du taux de fuite lors de la phase d'exploitation (fuites d'exploitation nécessitant les recharges).

$$I_{\text{fluide } i}^{\text{Exploitation}} = T_{\text{Exploitation}} \times Ch_i \times DE_i \times PER \quad (26)$$

Cette formule se substitue donc aux modules B1 et B2 des données environnementales des composants pour lesquelles ces modules ne sont pas disponibles séparément des autres modules de la phase d'exploitation du composant.

Où

$T_{\text{Exploitation}}$ = taux de fuite lié à la phase d'exploitation (%) (2% par convention, donnée non modifiable)

Ch_i = charge initiale de l'équipement en fluide i (en kg)

DE_i = Données environnementales conventionnelles sur les impacts du fluide i (/kg). Cette donnée contient non seulement les impacts directs des émissions de fluide i sur le réchauffement climatique mais aussi les impacts indirects liés à la production de ce fluide. Dans les PEP, les émissions directes sont normalement consignées en B1 et indirectes en B2.

Cas particulier du bâtiment multiusage :

Pour l'affectation des émissions des équipements affectés à plusieurs entités programmatiques, on utilise le coefficient d'affectation de l'équipement p ($F_{p,j}$) (voir 4.2.1.1.4).

4.2.1.1.7 Calcul de la contribution des composants aux impacts d'une phase du cycle de vie donnée

Cas général

Pour les phases de production, édification et fin de vie du bâtiment ainsi que pour le module D, la contribution des composants du bâtiment aux impacts de la phase du cycle de vie considérée est obtenue par la somme des contributions des lots. Cette contribution est exprimée par m² de surface de référence du bâtiment.

$$I_{composants}^{PhaseCV} = \frac{1}{S_{ref}} \times \sum_i I_{composants,i}^{PhaseCV} \quad (27)$$

Pour la phase d'exploitation du bâtiment, la contribution des composants du bâtiment aux impacts est obtenue par la somme des contributions des composants des lots et des impacts des fluides frigorigènes. Cette contribution est exprimée par m² de surface de référence du bâtiment.

$$I_{composants}^{Exploitation} = \frac{1}{S_{ref}} \times \left(\sum_i I_{composants,i}^{Exploitation} + I_{fluides\ frigo}^{Exploitation} \right) \quad (28)$$

Où :

$I_{composants}^{Exploitation}$ = contribution des composants du bâtiment aux impacts de la phase d'exploitation du bâtiment (impact/m²)

$I_{composants,i}^{Exploitation}$ = contribution des composants du lot i aux impacts de la phase d'exploitation du bâtiment

$I_{fluides\ frigo}^{Exploitation}$ = Contribution aux impacts des émissions de fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes énergétiques du bâtiment pour la phase d'exploitation

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

Cas d'un bâtiment multi-usage

$$I_{composants}^{PhaseCV} = \frac{1}{S_{ref}} \times \sum_j I_{composants,j}^{PhaseCV} \quad (29)$$

Où :

$I_{composants}^{PhaseCV}$ = contribution des composants du bâtiment aux impacts de la phase du cycle de vie considérée (impact/m²)

$I_{composants,j}^{PhaseCV}$ = contribution des composants de l'entité programmatique j aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

4.2.1.1.8 Calcul de la contribution des composants aux impacts sur tout le cycle de vie du bâtiment

La contribution des composants aux impacts totaux du bâtiment sur l'ensemble du cycle de vie est la somme des contributions aux impacts des composants aux différentes phases du cycle de vie (production, édification, exploitation et fin de vie). Elle peut s'exprimer à l'échelle du sous lot, du lot et du bâtiment complet. Elle est calculée par unité de surface de référence.

En intégrant par étape du cycle de vie ou par sous lot et lot, on peut alors exprimer indifféremment :

$$I_{composants} = (I_{composants}^{Production} + I_{composants}^{Edification} + I_{composants}^{Exploitation} + I_{composants}^{Fin\ de\ vie} + I_{composants}^{Module\ D}) \quad (30)$$

ou

$$I_{composants} = \sum_i I_{composants,i} \quad (31)$$

Avec

$$I_{composants,i} = \sum_k I_{composants,k,i} \quad (32)$$

$$I_{composants,k,i} = \sum_p I_{p,k} \quad (33)$$

et

$$I_{p,k} = \frac{(I_{p,k}^{Production} + I_{p,k}^{Edification} + I_{p,k}^{Exploitation} + I_{p,k}^{Fin\ de\ vie} + I_{p,k}^{Module\ D})}{S_{ref}} \quad (34)$$

où

$I_{composants}$ = contribution des composants aux impacts totaux du bâtiment sur l'ensemble du cycle de vie (impact/m²)

$I_{composants,i}$ = contribution des composants du lot i aux impacts du bâtiment sur l'ensemble du cycle de vie (impact/m²)

$I_{composants,k,i}$ = contribution des composants du sous lot k du lot i aux impacts du bâtiment sur l'ensemble du cycle de vie (impact/m²)

$I_{p,k}$ = Contribution d'un composant p du sous lot k aux impacts du bâtiment sur l'ensemble du cycle de vie (impact/m²)

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

4.2.1.2 Calcul dynamique de l'impact sur le changement climatique

Dans la méthode dynamique, les impacts des émissions des gaz à effet de serre issues des données environnementales sont pondérés par un coefficient de pondération dont la valeur est dépendante de la date des émissions.

L'ensemble de ces coefficients de pondération constitue la fonction f définie pour x entier naturel variant de 0 à 50. Le pas de temps pour la pondération est donc d'une année. Dans la méthode, deux fonctions sont principalement utilisées, f_{CO2} ou f dans la suite pour l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre à l'exception des fluides frigorigènes, et f_{ff} pour les fluides frigorigènes. Ces coefficients sont disponibles à l'article 11 du présent arrêté.

La méthode dynamique décrite ici est une méthode simplifiée. Les facteurs de pondération ne sont pas appliqués directement aux émissions des différents gaz à effet de serre mais au potentiel de réchauffement climatique indiqué dans la déclaration environnementale considérée (exprimé en kg eq CO₂) résultant de ces émissions. Ainsi, les facteurs de pondération du CO₂ sont appliqués quel que soit le gaz émis. Par ailleurs, la chronologie du cycle de vie est ainsi définie : toutes les émissions liées à la mise à disposition initiale des composants sont réputées avoir lieu à t=0 et toutes les émissions liées à la gestion de fin de vie des déchets de démolition sont réputées avoir lieu à t=PER.

Hormis les éléments précisés dans la suite du chapitre 4.2.1.2, l'ensemble des règles et principes du calcul statique s'appliquent au calcul dynamique. En particulier, les règles d'affectation utilisées pour les lots 13 et 8.5 s'appliquent de la même façon au calcul dynamique.

4.2.1.2.1 Calcul de la contribution d'un composant p aux impacts

Cas des composants dont DVE ≥ PER

Les émissions de la production et de l'édification sont par convention considérées émises à t=0. On obtient donc l'impact en multipliant l'impact « statique » par le facteur de pondération dynamique à t=0. Ce facteur étant égal à 1, pour la production et l'édification, les impacts dynamiques sont égaux aux impacts statiques.

Les émissions de la phase d'exploitation sont par convention considérées émises régulièrement chaque année. On divise donc l'émission totale du composant p pendant la phase d'exploitation par la durée de vie estimée du composant pour obtenir une émission annualisée que l'on pondère, par le coefficient de pondération correspondant à l'année a. On somme ensuite l'ensemble des impacts annuels sur l'ensemble de la PER.

$$I_{c_p}^{Exploitation} = Q_p \times \sum_{a=1}^{PER} \left(\frac{DE_p^{Exploitation}}{DVE} \times f_{CO_2}(a) \right) \quad (35)$$

Les émissions de la fin de vie et pour le module D sont par convention considérées émises à t=PER. On obtient donc l'impact en multipliant l'impact « statique » par le facteur de pondération dynamique à t=PER.

$$I_{c_p}^{Fin\ de\ vie} = Q_p \times DE_p^{Fin\ de\ vie} \times f_{CO_2}(PER) \quad (36)$$

$$I_{c_p, Module\ D} = Q_p \times DE_p^{Module\ D} \times f_{CO_2}(PER) \quad (37)$$

Cas des composants dont DVE < PER

Comme dans le cas précédent, les émissions de la production et de l'édification du produit initialement mis en œuvre sont par convention considérées émises à t=0. On obtient donc l'impact en multipliant l'impact « statique » par le facteur de pondération dynamique à t=0. Ce facteur étant égal à 1, pour la production et l'édification, les impacts dynamiques sont égaux aux impacts statiques.

Pour le calcul de l'impact de la phase d'exploitation du bâtiment, la définition de paramètres supplémentaires est nécessaire :

- α correspondant au nombre de cycles de vie complets du composant incluse dans la période d'étude de référence.

$$\alpha = \text{partie entière} \left(\frac{PER}{DVE_p} \right) \quad (38)$$

- F_{Util} correspondant à la fraction de cycle de vie du composant, postérieure au dernier remplacement et incluse dans la période d'étude de référence

$$F_{Util} = \frac{PER}{DVE_p} - \alpha \quad (39)$$

Les émissions de la phase d'exploitation de tous les produits sont considérées comme étant émises régulièrement chaque année (terme β_1) et les émissions liées à leur remplacement (phase de fin de vie des produits remplacés, phases de production et d'édification des produits les remplaçant) sont considérées comme étant émises à la date du remplacement (terme β_2). On peut alors calculer les impacts des émissions de la phase d'exploitation du bâtiment avec les formules suivantes :

$$\beta_1 = \sum_{a=1}^{PER} \frac{DE_p^{Exploitation}}{DVE_p} \times f_{CO_2}(a) \quad (40)$$

$$\beta_2 = \left[(DE_p^{Production} + DE_p^{Edification} + DE_p^{Fin de vie}) \right. \quad (41)$$

$$\left. \times \left[\sum_{r=1}^{\alpha-1} f_{CO_2}(DVE_p \times r) + F_{Util} \times f_{CO_2}(DVE_p \times \alpha) \right] \right]$$

$$Ic_p^{Exploitation} = Q_p \times (\beta_1 + \beta_2) \quad (42)$$

Les émissions de la fin de vie du produit, lors de la fin de vie du bâtiment sont par convention considérées émises à $t=PER$.

$$I_p^{Fin de vie} = Q_p \times DE_p^{Fin de vie} \times f_{CO_2}(PER) \quad (43)$$

Pour le module D, avec une logique similaire, on calcule :

$$Ic_p^{Module D} = Q_p \times DE_p^{Module D} \times \left[\sum_{r=1}^{\alpha-1} f_{CO_2}(DVE_p \times r) + F_{Util} \times f_{CO_2}(DVE_p \times \alpha) + f_{CO_2}(PER) \right] \quad (44)$$

Où

$Ic_p^{PhaseCV}$ = contribution du composant p aux impacts de la phase du cycle de vie considérée

Q_p = quantité utilisée du composant p (en multiple de l'unité fonctionnelle utilisée dans la donnée environnementale associée)

$DE_p^{PhaseCV}$ = valeur de l'impact du composant p par unité fonctionnelle pour la phase du cycle de vie considérée

DVE_p = Durée de vie estimée du produit (par défaut égale à la durée de vie de référence (DVR) du produit)

$f_{CO_2}(a)$ = coefficient de pondération des impacts d'une émission de gaz à effet de serre émise à $t=a$.

Cas des bâtiments multiusages

Les règles d'affectation des composants aux éventuelles entités programmatiques ne sont pas modifiées par le calcul dynamique.

4.2.1.2.2 Calcul spécifique aux fluides frigorigènes

Comme expliqué précédemment, des émissions directes de fluides frigorigènes ont lieu, à l'échelle du produit en phase de production (module A3), d'exploitation (module B1 quand il est correctement renseigné) et fin de vie (module C4).

Pour la fin de vie, les calculs précédents (voir 4.2.1.2.1) ont déjà pondéré les émissions de fluides frigorigènes (en même temps que les autres émissions de GES) avec le facteur de pondération du CO_2 . Il faut donc apporter un correctif à ce calcul pour associer le bon facteur de pondération dynamique aux émissions de fluides frigorigènes. Pour la production, aucun correctif n'est nécessaire car les facteurs de pondération à $t=0$ sont tous égaux à 1 quel que soit le gaz à effet de serre.

Pour la phase d'exploitation, pour le calcul dynamique des impacts des fluides frigorigènes, deux cas sont à distinguer :

- Cas 1 : les équipements du bâtiment sont associés à des PEP dont le module B n'est pas détaillé ou à des DED dont le module B n'est pas détaillé,
- Cas 2 : les équipements du bâtiment sont associés à des PEP dont le module B est détaillé ou à des DED dont le module B est détaillé.

Lorsqu'une charge de réfrigérant supplémentaire est nécessaire pour permettre le fonctionnement de l'équipement dans le bâtiment, en plus de celle considérée dans le cadre de l'établissement de la donnée environnementale retenue (cas des systèmes DRV par exemple), celle-ci doit être prise en compte.

Pour l'approche dynamique, en phase exploitation, on va donc pour chaque cas devoir distinguer : les émissions directes récurrentes liées aux fuites (module B1 pour le bâtiment), les émissions directes ponctuelles de fluide liées aux remplacements des équipements durant la PER (module B4 du bâtiment) (fin de vie de l'ancien équipement et production du nouveau).

Dans les deux cas, les données d'entrée suivantes sont à considérer :

Ch_i = Charge initiale du composant p en fluide i.

f_{ff} = fonction fournissant les coefficients de pondération dynamique pour les fluides frigorigènes

f_{CO_2} = la fonction fournissant les coefficients de pondération dynamique pour le CO_2

PRG_i = valeur du PRG à 100 ans du fluide i

$T_{Production}$ = taux de fuite lié à la production (%) (2%, donnée conventionnelle non modifiable)

$T_{Exploitation}$ = taux de fuite lié à la phase d'exploitation (%) (2%, donnée conventionnelle non modifiable)

$T_{Fin\ de\ vie}$ = taux de perte en fluide en fin de vie (%) (10%, donnée conventionnelle non modifiable)

Dans les deux cas, on considère aussi que les composants ont une durée de vie inférieure à la période d'étude de référence.

Cas 1 – calcul de $Ic_{fluides\ frigo}^{Exploitation}$ et $Ic_p^{Exploitation}$

Dans ce cas, $Ic_p^{Exploitation}$ calculé précédemment n'intègre pas d'émissions de fluides frigorigènes liés à l'exploitation de l'équipement (module B non disponible ou non pris en compte). Pour les fuites « régulières », on applique simplement la formule suivante :

$$Ic_{fluide\ i}^{B1} = T_{Exploitation} \times Ch_i \times PRG_i \times \sum_{a=1}^{PER} f_{ff}(a) \quad (45)$$

Le calcul dynamique nécessite le calcul de $Ic_{fluide\ i}^{B4}$ correspondant à l'application d'un facteur correctif sur le calcul des impacts relatifs aux émissions de fluide frigorigène lors des remplacements des composants (fuites lors de la production du nouveau composant et la fin de vie de l'ancien). En effet, le calcul général de la phase d'exploitation du bâtiment contient déjà les impacts de production et de fin de vie du composant p liés à ses renouvellements. Il convient donc, comme précédemment, d'associer un correctif avec le bon facteur de pondération à chaque renouvellement du composant. Les émissions à corriger concernent celles relatives à la production du nouveau composant et à la fin de vie du composant remplacé.

$$Ic_{fluide\ i}^{B4} = (T_{Production} + T_{Fin\ de\ vie}) \times Ch_i \times PRG_i \times \gamma_{B4} \quad (46)$$

Avec

$$\gamma_{B4} = \sum_{r=1}^{\alpha-1} [f_{ff}(DVE_p \times r) - f_{CO2}(DVE_p \times r)] + F_{Util} \times [f_{ff}(DVE_p \times \alpha) - f_{CO2}(DVE_p \times \alpha)] \quad (47)$$

Et en sommant les deux termes

$$Ic_{fluide\ i}^{Exploitation} = Ic_{fluide\ i}^{B1} + Ic_{fluide\ i}^{B4} \quad (48)$$

$$Ic_{fluides\ frigo}^{Exploitation} = \sum_i Ic_{fluide\ i}^{EXP} \quad (49)$$

On a alors

$$Ic_p^{Exploitation} = Q_p \times (\beta_1 + \beta_2 + Ic_{fluides\ frigo}^{Exploitation}) \quad (50)$$

Cas 1 – calcul de $Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie}$ et $Ic_p^{Fin\ de\ vie}$

Puisque l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre en fin de vie ont déjà été pondérées par le facteur de pondération du CO₂, il faut apporter un correctif pour pondérer les émissions de fluide frigorigène par le bon facteur. En suivant le même raisonnement que précédemment, on obtient les formules suivantes :

Pour chaque fluide

$$Ic_{fluide\ i}^{Fin\ de\ vie} = T_{Fin\ de\ vie} \times Ch_i \times PRG_i \times (f_{ff}(PER) - f_{CO2}(PER)) \quad (51)$$

$$Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie} = \sum_i Ic_{fluide\ i}^{Fin\ de\ vie} \quad (52)$$

$$Ic_p^{Fin\ de\ vie} = Q_p \times (DE_p^{Fin\ de\ vie} \times f_{CO2}(PER) + Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie}) \quad (53)$$

Cas 2 – calcul de $Ic_{fluides\ frigo}^{Exploitation}$

Comme précédemment, on calcule la contribution des fuites liées à l'utilisation des équipements, en considérant cette fois que les impacts relatifs aux fuites régulières de fluides frigorigènes sont consignés dans le module B1 de la donnée environnementale du composant. On applique alors un correctif puisque ces émissions ont déjà été pondérées du facteur de pondération du CO₂.

$$Ic_{fluide\ i}^{B1} = \frac{DE_p^{B1}}{DVE_p} \times \sum_{a=1}^{PER} (f_{ff}(a) - f_{CO2}(a)) \quad (54)$$

On calcule ensuite un correctif aux émissions liées à la fin de vie des équipements remplacés :

$$\gamma_{B4} = \sum_{r=1}^{\alpha-1} [f_{ff}(DVE_p \times r) - f_{CO2}(DVE_p \times r)] + F_{util} \times (f_{ff}(DVE_p \times \alpha) - f_{CO2}(DVE_p \times \alpha)) \quad (55)$$

La charge en fluide du composant p peut être estimée par $\frac{DE_p^{B1}}{T_{exploitation} \times PRG_i \times DVE_p}$.

Cette charge est ensuite à multiplier par les taux de fuite en production et en fin de vie et par le facteur de caractérisation PRG_i du fluide considéré. On applique enfin le facteur correctif habituel, ce qui donne :

$$Ic_{fluide\ i}^{B4} = (T_{Production} + T_{Fin\ de\ vie}) \times \frac{DE_p^{B1}}{T_{exploitation} \times DVE_p} \times \gamma_{B4} \quad (56)$$

Et en sommant les deux termes

$$Ic_{fluide\ i}^{Exploitation} = Ic_{fluide\ i}^{B1} + Ic_{fluide\ i}^{B4} \quad (57)$$

$$Ic_{fluides\ frigo}^{Exploitation} = \sum_i Ic_{fluide\ i}^{Exploitation} \quad (58)$$

Et on a toujours

$$Ic_p^{Exploitation} = Q_p \times (\beta_1 + \beta_2 + Ic_{fluides\ frigo}^{Exploitation}) \quad (59)$$

Cas 2 – calcul de $Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie}$ et $Ic_p^{Fin\ de\ vie}$

En suivant la même logique que précédemment ; pour chaque fluide, on obtient :

$$Ic_{fluide\ i}^{Fin\ de\ vie} = T_{fin\ de\ vie} \times \frac{DE_p^{B1}}{T_{Exploitation} \times DVE_p} \times (f_{ff}(PER) - f_{CO2}(PER)) \quad (60)$$

$$Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie} = \sum_i Ic_{fluide\ i}^{FDV} \quad (61)$$

$$Ic_p^{Fin\ de\ vie} = Q_p \times (DE_p^{Fin\ de\ vie} \times f_{CO2}(PER) + Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie}) \quad (62)$$

4.2.1.2.3 Calcul des impacts par phase du cycle de vie et à chaque échelle

Les intégrations au niveau des sous-lots, lots, entités programmatiques puis bâtiment ou les intégrations par phase du cycle de vie sont équivalentes à la méthode statique. En particulier, les formules du 4.2.1.1.8 sont applicables.

4.2.2 CALCUL SIMPLIFIE DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES COMPOSANTS

4.2.2.1 Calcul statique

Lors d'une modélisation simplifiée de la contribution «Composants», des valeurs forfaitaires conventionnelles peuvent être utilisées pour certains lots ou sous-lots.

Ces valeurs par destination d'usage du bâtiment, par lot, éventuellement par sous-lot et par phase du cycle de vie sont mises à disposition publiquement et sont notées $I_{forfait,usage,k}^{PhaseCV}$

Pour les lots ou sous lots disposant de valeurs forfaitaires par phase du cycle de vie, celles-ci remplacent le calcul des contributions aux impacts des lots et sous lots prévu dans la méthode détaillée.

Pour chaque lot ou sous-lot k, pris en compte de façon forfaitaire, on a donc

$$I_{composants,k}^{PhaseCV} = I_{forfait,usage,k}^{PhaseCV} \quad (63)$$

$I_{forfait,usage,k}^{PhaseCV}$ correspond aux valeurs forfaitaires des impacts du lot (ou sous-lot) k pour la phase du cycle de vie considérée pour l'usage du bâtiment spécifié.

Si les lots ou les sous-lots comportant les équipements contenant des fluides frigorigènes sont traités de manière forfaitaire, l'impact des fluides frigorigènes est calculé comme dans la méthode détaillée (voir 4.2.1.1.6) car la valeur forfaitaire d'un lot peut être traitée similairement à une donnée environnementale par défaut. Cet impact est ajouté aux valeurs forfaitaires des impacts des lots ou sous-lots correspondant.

4.2.2.2 Calcul dynamique

4.2.2.2.1 Principes

Des valeurs spécifiques à l'approche dynamique sont fournies pour chacun des lots et sous lots potentiellement concernés par l'approche simplifiée, pour l'indicateur portant sur l'impact sur le changement climatique. On a de nouveau :

$$Ic_{Composants,k}^{PhaseCV} = Ic_{forfait,usage,k}^{PhaseCV} \quad (64)$$

Toutefois, ce sont les valeurs des impacts dynamiques forfaitaires qui sont utilisées.

Pour le reste, le calcul simplifié dynamique est équivalent au calcul détaillé.

4.2.2.2.2 Calcul spécifique aux fluides frigorigènes

Les deux cas présentés précédemment restent valables si les lots ou les sous-lots comportant les équipements contenant des fluides frigorigènes ne sont pas traités forfaitairement.

Un troisième cas est à ajouter si les lots ou les sous-lots comportant les équipements contenant des fluides frigorigènes sont traités forfaitairement.

Cas 3 – calcul de $IC_{fluides\ frigo}^{Exploitation}$

Comme précédemment, on calcule d'abord la contribution des fuites liées à la maintenance (recharges et remplacements).

On pondère les fuites annuelles par le facteur de correction dynamique. La fonction des facteurs de correction des fluides frigorigènes est utilisée pour tous les fluides autres que le CO₂.

$$IC_{fluide\ i}^{B1} = T_{Exploitation} \times Ch_i \times PRG_i \times \sum_{a=1}^{PER} f_{ff}(a) \quad (65)$$

On calcule ensuite les émissions liées à la fin de vie des équipements remplacés en pondérant les émissions lors de chaque remplacement par le facteur de correction correspondant à la date du remplacement

$$IC_{fluide\ i}^{B4} = (T_{Production} + T_{Fin\ de\ vie}) \times Ch_i \times PRG_i \times \gamma_{B4} \quad (66)$$

Avec

$$\gamma_{B4} = \sum_{r=1}^{\alpha-1} [f_{ff}(DVE_p \times r) + F_{Util} \times f_{ff}(DVE_p \times \alpha)] \quad (67)$$

Par défaut $DVE_p = 17\ ans$

Et en sommant les deux termes, on obtient :

$$IC_{fluide\ i}^{Exploitation} = IC_{fluide\ i}^{B1} + IC_{fluide\ i}^{B4} \quad (68)$$

$$IC_{fluides\ frigo}^{Exploitation} = \sum_i IC_{fluide\ i}^{Exploitation} \quad (69)$$

Cas 3 – calcul de $IC_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie}$

Pour chaque fluide frigorigène, on a :

$$IC_{fluide\ i}^{Fin\ de\ vie} = T_{Fin\ de\ vie} \times Ch_i \times PRG_i \times f_{ff}(PER) \quad (70)$$

Et on peut finalement calculer

$$Ic_{fluides\ frigo}^{Fin\ de\ vie} = \sum_i Ic_{fluide\ i}^{Fin\ de\ vie} \quad (71)$$

4.3 CALCUL DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Cette contribution n'a des impacts que pour la phase d'exploitation. Il n'y a pas de calcul simplifié pour cette contribution.

4.3.1 CALCUL STATIQUE DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

La contribution aux impacts des consommations d'énergie du bâtiment peut être calculée avec la formule suivante :

$$I_{\text{energie}} = \frac{1}{S_{\text{ref}}} \sum_i \sum_k (Cef_{i,k} \times DE_{i,k} \times PER) \quad (72)$$

Où :

- I_{Energie} = Contribution aux impacts des consommations d'énergie du bâtiment pour tout le cycle de vie (somme sur les usages et sur les différents types d'énergie consommée) (Impact/m²)
- S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)
- $Cef_{i,k}$ = Quantité d'énergie i importée consommée annuellement par le bâtiment pour l'usage k de l'énergie, déterminée suivant la méthode spécifiée au 3. de la présente annexe, et dans les annexes III et IV du présent arrêté,
- $DE_{i,k}$ = Impact issu de la donnée environnementale de mise à disposition de l'énergie i par kWh consommé pour l'usage k ,
- PER = Période d'étude de référence du bâtiment en années.

A titre d'exemple, les $Cef_{i,k}$, peuvent représenter la quantité d'électricité du réseau utilisée pour le chauffage, la quantité de gaz utilisée pour l'eau chaude, la quantité d'électricité du réseau utilisée pour l'éclairage, etc.

Notes : Pour les combustibles, la donnée environnementale de mise à disposition de l'énergie i couvre la mise à disposition du combustible jusqu'au bâtiment (par unité d'énergie consommée) et les données de combustion (par unité d'énergie consommée).

A partir de I_{energie} , on peut calculer :

$$I_{\text{energie_annuel}} = \frac{I_{\text{energie}}}{PER} \quad (73)$$

Cet indicateur s'exprime en (Impact/m²/an).

4.3.2 CALCUL DYNAMIQUE DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Pour cette contribution, le calcul dynamique consiste à pondérer les émissions annuelles de gaz à effet de serre par le facteur de pondération du CO₂ correspondant. Ce calcul n'est valable que pour les émissions de gaz à effet de serre, cette formule n'est donc pas vectorielle :

$$Ic_{\text{energie}} = \frac{1}{S_{\text{ref}}} \sum_i \sum_k [Cef_{i,k} \times DE_{i,k} \times \sum_{a=1}^{PER} f_{CO_2}(a)] \quad (74)$$

Où :

- $Ic_{\text{énergie}}$ = Contribution aux impacts des consommations d'énergie pour tout le cycle de vie du bâtiment (somme sur les usages et sur les différents types d'énergie consommée) (kg CO₂ eq/m²)
- S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)
- $Cef_{i,k}$ = Quantité d'énergie i importée consommée annuellement par le bâtiment pour l'usage k de l'énergie, déterminée suivant la méthode spécifiée au 3. de la présente annexe, et dans les annexes III et IV du présent arrêté,
- $DE_{i,k}$ = Emissions de gaz à effet de serre (en kg eq CO₂) issue de la donnée environnementale de mise à disposition de l'énergie consommée i par kWh pour l'usage k ,
- PER = Période d'étude de référence du bâtiment en années
- f_{CO_2} = fonction de pondération dynamique des émissions de CO₂

A partir de $Ic_{\text{énergie}}$, on peut calculer :

$$Ic_{\text{énergie_annuel}} = \frac{1}{S_{\text{ref}}} \sum_i \sum_k [Cef_{i,k} \times DE_{i,k} \times f_{CO_2}(a)] \quad (75)$$

Cet indicateur s'exprime en (kg CO₂ eq/m²/an).

Cas d'un bâtiment multiusage

Pour la contribution aux impacts des consommations d'énergie, dans le cas d'un bâtiment multiusage, la méthode de calcul énergétique permet d'affecter les consommations d'énergie à chaque entité programmatique. Les formules précédentes sont dans ce cas appliquées à une entité programmatique en ne conservant que les consommations relatives à cette entité.

4.4 CALCUL DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DES CONSOMMATIONS ET REJETS D'EAU

4.4.1 CALCUL DETAILLE

4.4.1.1 Calcul statique

4.4.1.1.1 Principes de calcul

La contribution aux impacts des consommations et rejets d'eau couvre :

- les impacts de la potabilisation de l'eau consommée par un bâtiment,
- les impacts du traitement des eaux usées et de la gestion des eaux pluviales reçues sur la parcelle.

Les quantités d'eau potable consommées prises en compte correspondent aux quantités consommées par les équipements entrants dans le périmètre de l'ACV du bâtiment.

Les quantités d'eaux usées ou pluviales prises en compte correspondent aux quantités rejetées par les équipements entrants dans le périmètre de l'ACV du bâtiment.

Les quantités d'eau potables consommées pour des usages relatifs à l'entretien de la parcelle sont considérées dans le calcul de la contribution de la parcelle.

Les consommations d'eau potable prises en compte dans cette contribution correspondent donc aux usages internes et classiques de l'eau dans le bâtiment ($Q_{eau\ potable}$).

Les autres consommations d'eau potable sont intégrées à la contribution de la Parcelle.

4.4.1.1.2 Calcul de la quantité d'eau potable consommée et impacts associés

La quantité d'eau potable consommée par le bâtiment et prise en compte dans cette contribution est calculée sur la base d'une consommation conventionnelle d'eau potable établie par type de bâtiment. Cette valeur conventionnelle annuelle est multipliée par la période d'étude de référence du bâtiment et un facteur correctif dépendant des équipements utilisés dans le bâtiment. Les consommations d'eau potable pour l'arrosage des surfaces végétalisées sont ensuite ajoutées si le bâtiment comprend ce type de systèmes.

$$Q_{eau\ potable} = Q_{eau\ potable\ conv} \times N_{occ} \times F_{équipements} + Q_{bâtiment, eau\ arrosage} - Q_{eau\ pluie} \quad (76)$$

Où :

$Q_{eau\ potable}$ = Quantité annuelle d'eau potable correspondant aux usages internes et classiques de l'eau dans le bâtiment (m^3/an)

$Q_{eau\ potable\ conv}$ = Quantité conventionnelle d'eau potable consommée annuellement pour tous les usages internes et classiques du bâtiment (en $m^3/an/occupant$), hors arrosage de la parcelle et usages particuliers. Cette quantité est dépendante de la typologie du bâtiment. Les valeurs de cette consommation conventionnelle est fournie dans le Tableau 7.

$F_{équipements}$ = Facteur de correction de la consommation conventionnelle en fonction des équipements disponibles dans le bâtiment. Le calcul de ce facteur de correction est dépendant de la typologie. Son calcul est présenté ci-dessous.

$Q_{eau\ pluie}$ = Quantité annuelle d'eau de pluie utilisée pour les usages intérieurs et l'arrosage des toitures et murs végétalisés (m^3/an) (par défaut 0)

N_{occ} = nombre d'occupants du bâtiment (il s'agit d'une donnée conventionnelle voir 5.2.3)

Type de bâtiment	$Q_{eau\ potable\ conv}$	Unité
Résidentiel	48	$m^3/occupant/an$
Bureaux	5,59	$m^3/employé/an$
Enseignement	1,44	$m^3/élève/an$

Tableau 7 – Quantité conventionnelle d'eau potable consommée annuellement par les utilisateurs des bâtiments

$Q_{bâtiment, eau\ arrosage}$ = quantité annuelle d'eau nécessaire à l'arrosage des toitures et murs végétalisés (m^3/an). Elle est calculée avec la formule suivante :

$$Q_{bâtiment, eau\ arrosage} = S_{végétalisée} \times n_{eau\ arrosage} \times n_{arrosages} \quad (77)$$

Où

$S_{végétalisée}$ = Surface de murs et toitures végétalisés (m^2)

$n_{eau\ arrosage}$ = Quantité d'eau consommée à chaque arrosage (m^3/m^2) (valeur conventionnelle 0,0033)

$n_{arrosages}$ = Nombre annuel d'arrosages (valeur conventionnelle 20)

La contribution des consommations d'eau potable aux impacts de la phase exploitation est alors calculée par la formule :

$$I_{eau,eau\ potable}^{Exploitation} = Q_{eau\ potable} \times DE_{eau\ potable} \times PER \quad (78)$$

Où

$I_{eau,eau\ potable}^{Exploitation}$ = Contribution des consommations d'eau potable aux impacts environnementaux de la phase d'exploitation du bâtiment

$DE_{eau\ potable}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de la mise à disposition de 1 m³ d'eau potable.

Calcul de $F_{équipements}$

Le facteur de correction $F_{équipements}$ est obtenu grâce à la formule :

$$F_{équipement} = 1 - \sum_p (1 - F_p) \times T_p \quad (79)$$

Avec :

T_p = taux ou proportion d'un équipement p dans le bâtiment lorsque plusieurs équipements différents concourent à un même usage. Sinon $T_p = 1$.

F_p = facteur de correction lié à l'équipement p défini dans le Tableau 8, le Tableau 9 ou le Tableau 10. Ces facteurs de correction sont des données conventionnelles.

Exemple : si dans un bâtiment de bureaux, pour l'usage WC, on a 20 urinoirs et 30 WC avec chasse d'eau double flux 3L/6L, $T_{urinoirs} = 0,4$ et $T_{chasse_eauDF} = 0,6$.

Typologie Bâtiment	Equipement	Caractéristique /scénario	Facteur de correction (Fp)
Enseignement – utilisation eau de pluie interdite à l'intérieur des bâtiments (crèches, écoles maternelles et élémentaires)	Robinet lavabo avec régulateur de débit	Débit : 5 L/min	0,91
	Chasse d'eau double flux 3L / 6L	3L (petit débit) / 6L (grand débit) - petit débit utilisé dans 67% des cas	0,75
	Chasse d'eau double flux 2L / 4L	2L (petit débit) / 4L (grand débit) petit débit utilisé dans 67% des cas	0,58
	Urinoir	Remplace la chasse d'eau à 67%	0,58
Enseignement – utilisation eau de pluie autorisée à l'intérieur des bâtiments	Robinet lavabo avec régulateur de débit	Débit : 5 L/min	0,91
	Chasse d'eau double flux 3L / 6L	3L (petit débit) / 6L (grand débit) - petit débit utilisé dans 67% des cas	0,75
	Chasse d'eau double flux 2L / 4L	2L (petit débit) / 4L (grand débit) petit débit utilisé dans 67% des cas	0,58
	Urinoir	Remplace la chasse d'eau à 67%	0,58

Tableau 8 - facteurs conventionnels de correction des équipements pour le calcul des consommations d'eau des bâtiments d'enseignement

Typologie Bâtiment	Equipement	Caractéristique /scénario	Facteur de correction (Fp)
Bureaux	Robinet lavabo avec régulateur de débit	Débit : 5 L/min	0,86
	Chasse d'eau double flux 3L / 6L	3L (petit débit) / 6L (grand débit) - petit débit utilisé dans 67% des cas	0,77
	Chasse d'eau double flux 2L / 4L	2L (petit débit) / 4L (grand débit) - petit débit utilisé dans 67% des cas	0,62
	Urinoir	Remplace la chasse d'eau à 67%	0,61

Tableau 9 – facteurs conventionnels de correction des équipements pour le calcul des consommations d'eau des bâtiments de bureaux

Typologie Bâtiment	Equipement	Caractéristique /scénario	Facteur de correction (Fp)
Résidentiel	Robinet évier avec régulateur de débit	Débit : 6 L/min	0,94
	Robinet lavabo avec régulateur de débit	Débit : 5 L/min	0,97
	Douche économe en eau	Débit : 8 L/min	0,80
	Chasse d'eau double flux 3L / 6L	3L (petit débit) / 6L (grand débit) - petit débit utilisé dans 67% des cas	0,96
	Chasse d'eau double flux 2L / 4L	2L (petit débit) / 4L (grand débit) - petit débit utilisé dans 67% des cas	0,93
	Toilettes sèches pour les maisons individuelles ou accolées uniquement	Pas de chasse d'eau	0,87
	distance point de puisage ECS – point utilisation	inférieure à 8m	0,98

Tableau 10 – facteurs conventionnels de correction des équipements pour le calcul des consommations d'eau des bâtiments résidentiels

4.4.1.1.3 Calcul de la quantité d'eaux usées rejetées et impacts associés

La quantité d'eaux usées rejetées est égal à la quantité d'eau potable consommée plus l'eau de pluie consommée dans des usages intérieurs moins l'eau potable utilisée pour l'arrosage des surfaces végétalisées (hors parcelle) :

$$Q_{\text{eaux usées}} = Q_{\text{eau potable}} + Q_{\text{eau pluie usages intérieurs}} - F_{\text{eau utile}} \times Q_{\text{bâtiment, eau arrosage}} \quad (80)$$

Où

$Q_{\text{eaux usées}}$ = Quantité annuelle d'eaux usées rejetées (m³/an)

$Q_{\text{eau potable}}$ = Quantité annuelle d'eau potable correspondant aux usages internes et classiques de l'eau dans le bâtiment (m³/an)

$Q_{\text{eau pluie usages intérieurs}}$ = Quantité annuelle d'eau de pluie utilisée pour les usages intérieurs du bâtiment (rejoignant ensuite les eaux usées). Par défaut, ce paramètre est pris égal à 0 (m³/an)

$Q_{\text{bâtiment,eau arrosage}}$ = Quantité d'eau destinée à l'arrosage des toitures et murs végétalisées (m³/an)

$F_{\text{eau utile}}$ = fraction d'eau d'arrosage utilisée par les végétaux ou évaporée (valeur conventionnelle 0,5)

On peut alors calculer :

$$I_{\text{eau,eaux usées}}^{\text{Exploitation}} = Q_{\text{eaux usées}} \times DE_{\text{assainissement}} \times PER \quad (81)$$

Où

$I_{\text{eau,eaux usées}}^{\text{Exploitation}}$ = Contribution des rejets d'eaux usées aux impacts environnementaux de la phase d'exploitation du bâtiment

$DE_{\text{assainissement}}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement de 1 m³ d'eaux usées.

PER = période d'étude de référence du bâtiment (années)

Concernant l'assainissement, il peut s'agir d'un assainissement collectif (AC), on a alors :

$$DE_{\text{assainissement}} = DE_{\text{assainissement AC}} \quad (82)$$

ou d'un assainissement non collectif (ANC), dans ce cas, on a :

$$DE_{\text{assainissement}} = DE_{\text{assainissement ANC}} \quad (83)$$

Les composants du bâtiment et de la parcelle relatifs à l'assainissement non collectif sont pris en compte dans la contribution « composants ». Pour éviter tout double comptage avec $DE_{\text{assainissement ANC}}$ les modules B1 à B7 des données environnementales de ces composants ne sont pas considérés dans le calcul de la contribution composants.

4.4.1.1.4 Calcul de la quantité d'eaux pluviales rejetées et impacts associés

Les impacts relatifs à la gestion des eaux pluviales sont calculés comme les autres contributions en multipliant la quantité d'eaux pluviales collectées annuellement par la période d'étude de référence et la donnée environnementale conventionnelle correspondante.

(84)

$$I_{\text{eau,eaux pluviales}}^{\text{Exploitation}} = Q_{\text{eaux pluviales}} \times DE_{\text{eaux pluviales}} \times PER$$

Où

$Q_{\text{eaux pluviales}}$ = Quantité annuelle des eaux pluviales reçues sur les toitures, couvertures d'aires de stationnement et aires de stationnement imperméabilisées non couvertes, ayant ruisselé et devant être infiltrées sur place ou collectées dans un réseau, en m³/an,

$DE_{\text{eaux pluviales}}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement de 1 m³ d'eaux pluviales. Cette donnée dépend du type de gestion des eaux pluviales.

Pour la gestion des eaux pluviales, trois cas peuvent se présenter :

- Gestion des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle du bâtiment par infiltration (puits perdus, noues, etc.) ; l'eau de pluie est rendue au milieu naturel *in situ* et sans traitement ; Dans ce cas, $DE_{\text{eaux pluviales}} = 0$.

- Collecte et traitement via un réseau séparatif, sauf cas spécifiques, les eaux de pluie (provenant notamment des toitures non accessibles) sont rendues au milieu naturel sans traitement ($DE_{eaux\text{ pluviales}} = 0$)
- Collecte et traitement via un réseau unitaire ; les eaux usées et les eaux pluviales sont acheminées ensemble vers une station d'épuration en assainissement collectif (AC)
 $DE_{eaux\text{ pluviales}} = DE_{assainissement\text{ AC}}$

$Q_{eaux\text{ pluviales}}$ ne doit donc être estimée que dans le cas d'un traitement via un réseau unitaire. Pour cette contribution, on peut calculer cette quantité en multipliant la pluviométrie moyenne annuelle du site par les surfaces de toitures/couvertures (bâtiments et parkings couverts) et les surfaces imperméabilisées de la parcelle occupées par des parkings et non couvertes.

$$Q_{eaux\text{ pluviales}} = \frac{Q_{pluviométrie}}{1000} \times (S_{toitures} + S_{parkings\text{ imperméabilisés non couverts}}) \quad (85)$$

Où

$Q_{pluviométrie}$ = pluviométrie moyenne annuelle du site (mm d'eau/an soit L/m²/an)

$S_{toitures}$ = surfaces de toitures/couvertures (bâtiments et aires de stationnement couvertes) (m²)

$S_{parkings\text{ imperméabilisés non couverts}}$ = surfaces imperméabilisées de la parcelle occupées par des aires de stationnement non couvertes (m²)

Note : Les eaux issues du ruissellement des eaux d'arrosage et de lavage des voies publiques et privées, des cours d'immeubles, des aires de stationnement découvertes sont assimilées par la réglementation à des eaux pluviales devant être traitées (dans ce cas $DE_{eaux\text{ pluviales}} \neq 0$) et considérées comme des eaux usées et associées à une donnée environnementale d'assainissement.

$DE_{assainissement\text{ AC}}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement collectif (AC) de 1 m³ d'eaux usées.

Pour chacun de ces 3 cas, une partie des eaux de pluie (provenant notamment des toitures non accessibles) peut être collectée en vue d'une utilisation pour les usages domestiques autorisés par la réglementation (cf. arrêté du 21 août 2008 sur l'utilisation des eaux de pluie) (voir paragraphe précédent). Les impacts environnementaux liés aux composants nécessaires à la récupération de l'eau de pluie sont inclus dans le lot 9 - Plomberie-sanitaire de la contribution « composants » (système de récupération, pompe, réseaux dédiés, etc.). Les impacts environnementaux des composants du bâtiment liés à la gestion de l'eau de pluie par un réseau unitaire ou séparatif sont inclus dans le lot 1 VRD de la contribution composants.

4.4.1.1.5 Calcul des impacts environnementaux de la contribution de l'eau

A partir des paramètres précédents, la contribution de l'eau aux impacts environnementaux (I_{eau}) est calculée selon la formule suivante :

$$I_{eau} = I_{eau}^{Exploitation} = \frac{I_{eau,eau\text{ potable}}^{Exploitation} + I_{eau,eaux\text{ usées}}^{Exploitation} + I_{eau,eaux\text{ pluviales}}^{Exploitation}}{S_{ref}} \quad (86)$$

I_{eau} = contribution de l'eau aux impacts environnementaux du bâtiment (Impact/m²)

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

4.4.1.2 Calcul dynamique

4.4.1.2.1 Calcul de la quantité d'eau potable consommée et impacts associés

On reprend les mêmes notations que pour le calcul statique. Seul le calcul des impacts est modifié, et n'est valable que pour les émissions de gaz à effet de serre :

$$Ic_{eau,eau\ potable}^{Exploitation} = Q_{eau\ potable} \times DE_{eau\ potable} \times \sum_{a=1}^{PER} f_{CO2}(a) \quad (87)$$

Où

$Q_{eau\ potable}$ = Quantité annuelle d'eau potable correspondant aux usages internes et classiques de l'eau dans le bâtiment (m³/an)

$DE_{eau\ potable}$ = Donnée environnementale (émissions de GES uniquement) conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de la mise à disposition de 1 m³ d'eau potable.

f_{CO2} = fonction de pondération dynamique des émissions de CO₂

4.4.1.2.2 Calcul de la quantité d'eaux usées rejetées et impacts associés

Le principe du calcul dynamique de ces impacts consiste à multiplier les quantités annuelles d'eaux usées pour les pondérer par le facteur de pondération annuel correspondant

$$Ic_{eaux,eaux\ usées}^{Exploitation} = Q_{eaux\ usées} \times DE_{assainissement} \times \sum_{a=1}^{PER} f_{CO2}(a) \quad (88)$$

$Ic_{eaux,eaux\ usées}^{Exploitation}$ = Contribution des rejets d'eaux usées aux impacts environnementaux de la phase d'exploitation du bâtiment

$Q_{eaux\ usées}$ = Quantité annuelle d'eaux usées rejetées (m³/an)

$DE_{assainissement}$ = donnée environnementale (émissions de GES uniquement) conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement de 1 m³ d'eaux usées

Comme pour le calcul statique, il peut s'agir d'un assainissement collectif (AC)
 $DE_{assainissement} = DE_{assainissementAC}$ ou d'un assainissement non collectif (ANC)
 $DE_{assainissement} = DE_{assainissementANC}$.

f_{CO2} = fonction de pondération dynamique des émissions de CO₂

4.4.1.2.3 Calcul de la quantité d'eaux pluviales rejetées et impacts associés

En utilisant la même logique que précédemment, on obtient la formule suivante :

$$Ic_{eau,eaux\ pluviales}^{Exploitation} = Q_{eaux\ pluviales} \times DE_{eaux\ pluviales} \times \sum_{a=1}^{PER} f_{CO2}(a) \quad (89)$$

$Q_{eaux\ pluviales}$ = Quantité annuelle des eaux pluviales reçues sur les toitures, couvertures d'aires de stationnement et aires de stationnement imperméabilisées non couvertes, ayant ruisselé et devant être infiltrées sur place ou collectées dans un réseau, en m³/an,

$DE_{eaux\ pluviales}$ = Donnée environnementale (émissions de GES uniquement) conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement de 1 m³ d'eaux pluviales. Cette donnée dépend du type de gestion des eaux pluviales.(voir calcul statique)

f_{CO_2} = fonction de pondération dynamique des émissions de CO₂

Les autres règles de calcul sont identiques au calcul statique.

4.4.1.2.4 Calcul des impacts environnementaux de la contribution de l'eau

A partir des paramètres précédents, la contribution de l'eau aux impacts environnementaux par la méthode dynamique ($I_{C_{eau}}$) est calculée selon la formule suivante :

$$I_{C_{eau}} = I_{C_{eau}}^{Exploitation} = \frac{I_{C_{eau,eau\ potable}}^{Exploitation} + I_{C_{eau,eaux\ usées}}^{Exploitation} + I_{C_{eau,eaux\ pluviales}}^{Exploitation}}{S_{ref}} \quad (90)$$

$I_{C_{eau}}$ = contribution de l'eau aux impacts environnementaux du bâtiment calculée par la méthode dynamique (kg CO₂ eq/m²)

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

4.4.2 CALCUL SIMPLIFIÉ

4.4.2.1 Calcul statique

La méthode de calcul simplifiée de la contribution de l'eau aux impacts environnementaux du bâtiment consiste à simplifier le calcul de la consommation d'eau potable en ne calculant aucun facteur de correction lié aux équipements et en négligeant l'eau potable utilisée pour arroser les toitures et murs végétalisés :

$$Q_{eau\ potable} = Q_{eau\ potable\ conv} \times N_{occ} \quad (91)$$

et le calcul des rejets d'eau en simplifiant le calcul des quantités d'eaux usées :

$$Q_{eaux\ usées} = Q_{eau\ potable} \quad (92)$$

Dans la méthode simplifiée, il est tenu compte de la typologie du bâtiment, mais les dispositifs économes ne sont pas pris en compte. On ne considère pas non plus l'utilisation d'eau de pluie pour les usages autorisés. Le reste de la méthode reste identique à la méthode détaillée.

4.4.2.2 Calcul dynamique

Les formules du calcul dynamique simplifié de cette contribution sont identiques aux formules utilisées pour le calcul dynamique détaillé (voir 4.4.1.2). Toutefois, les calculs simplifiés des consommations d'eau potable et de rejets d'eaux usées doivent être utilisés à la place des calculs détaillés (voir 4.4.2.1).

4.5 CALCUL DE LA CONTRIBUTION AUX IMPACTS DU CHANTIER DE CONSTRUCTION

Pour cette contribution, le calcul statique et le calcul dynamique sont identiques. En effet, cette contribution n'a des impacts qu'en phase d'édification pour laquelle par convention les émissions ont toutes lieu à $t=0$, or $f_{CO_2}(0) = 1$.

Seuls sont donc distingués les calculs détaillé et simplifié.

4.5.1 CALCUL DETAILLE

La contribution aux impacts environnementaux du chantier de construction du bâtiment intègre les impacts :

- des consommations d'énergie du chantier (base vie, grues et engins de chantier),
- des consommations et rejets d'eau du chantier,
- de l'évacuation et le traitement des déchets du terrassement
- des composants utilisés pour réaliser des ouvrages provisoires nécessaires au chantier ou pour protéger certaines parties de l'ouvrage pendant le chantier.

Les déplacements des acteurs du chantier pour se rendre sur le chantier ne sont pas pris en compte dans le calcul de cette contribution..

Les calculs suivants requièrent l'utilisation de données réelles relatives au projet. Une note de calcul doit expliquer comment ces données ont été collectées ou obtenues par calcul.

4.5.1.1.1 Calcul des impacts liés aux consommations d'énergie du chantier de construction

Les impacts liés aux consommations d'énergie sur le chantier sont calculés par la formule suivante :

$$I_{\text{chantier,énergie}}^{\text{Edification}} = \sum_i Q_{\text{énergie},i} \times DE_{\text{énergie},i} \quad (93)$$

$I_{\text{chantier,énergie}}^{\text{Edification}}$ = Impacts liés aux consommations d'énergie du chantier de construction (affectées à la phase d'édification du bâtiment)

$Q_{\text{énergie},i}$ = Quantité d'énergie de type i consommée sur le chantier de construction (donnée réelle issue du projet) (kWh ou L)

$DE_{\text{énergie},i}$ = Donnée environnementale relative à la mise à disposition de l'énergie de type i. (/kWh ou /L)

4.5.1.1.2 Calcul des impacts liés aux consommations et rejets d'eau du chantier de construction

Les impacts liés aux consommations et rejets d'eau sur le chantier sont calculés par la formule suivante :

$$I_{\text{chantier,eau}}^{\text{Edification}} = Q_{\text{chantier,eau potable}} \times DE_{\text{eau potable}} + Q_{\text{chantier,eaux usées}} \times DE_{\text{assainissementAC}} \quad (94)$$

Où

$I_{\text{chantier,eau}}^{\text{Edification}}$ = Impacts liés aux consommations et rejets d'eau du chantier de construction (affectées à la phase d'édification du bâtiment)

$Q_{\text{chantier,eau potable}}$ = Quantité d'eau potable consommée par le chantier de construction (m³) (donnée réelle issue du projet)

$DE_{\text{eau potable}}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de la potabilisation de 1 m³ d'eau.

$Q_{\text{chantier,eaux usées}}$ = Quantité d'eaux usées rejetées par le chantier de construction (m³) (donnée réelle issue du projet)

$DE_{assainissementAC}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement collectif (AC) de 1 m³ d'eaux usées.

4.5.1.1.3 Calcul des impacts liés aux imports de terres et à l'évacuation et au traitement des déchets de terrassement du chantier de construction

Les impacts liés aux imports de terres et à l'évacuation et au traitement des déchets de terrassement du chantier de construction sont calculés par la formule suivante :

$$I_{chantier,terres}^{Edification} = \sum_i Q_{terres imp,i} \times d_i \times DE_{Trans} + \sum_j Q_{terres évac,j} \times (d_j \times DE_{Trans} + DE_{trait,j}) \quad (95)$$

Où :

$I_{chantier,terres}^{Edification}$ = Impacts liés aux imports, évacuations et traitements des terres du chantier de construction (affectés à la phase d'édification du bâtiment)

$Q_{terres imp,i}$ = Quantité de terres importées de la destination i (tonnes) (donnée réelle issue du projet)

d_i, d_j = Distance entre le chantier de construction et le lieu d'import des terres i ou distance entre le chantier et le lieu de traitement des terres j (km) (données réelles issues du projet).

DE_{Trans} = Donnée environnementale conventionnelle relative au transport de terres par camion (par tonne.km)

$Q_{terres évac,j}$ = Quantité de terres évacuées pour un traitement de type j lors du chantier de construction (tonne)

$DE_{trait,j}$ = Donnée environnementale conventionnelle relative au type de traitement des terres j (tonne).

4.5.1.1.4 Calcul des impacts liés aux composants spécifiques au chantier de construction

La méthode est identique au calcul des impacts des composants présenté au 4.2 mais ne concerne que quelques composants spécifiques. Par ailleurs, en raison de la durée du chantier, le facteur de renouvellement des composants spécifiques au chantier est pris égal à 1 ($R_{p,chantier}=1$) et les modules B1 à B7 des données environnementales associées à ces composants sont ignorés parce qu'ils ne sont pas représentatifs d'un usage sur chantier. Il s'agit de composants utilisés pour réaliser des ouvrages provisoires (voies de livraison, plateformes de terrassement,...) nécessaires au chantier ou pour protéger certaines parties de l'ouvrage ou composants pendant le chantier. Pour ce second cas, il convient de s'assurer que ces composants ne sont pas déjà pris en compte dans la donnée environnementale du composant protégé. Par exemple, certaines données environnementales tiennent déjà compte de bâches de protection lors de la mise en œuvre.

4.5.1.1.5 Calcul des impacts totaux du chantier de construction

La contribution totale aux impacts du chantier de construction ($I_{Chantier}^{Edification} = I_{Chantier}$) est calculée selon la formule suivante :

$$I_{chantier} = I_{Chantier} = \frac{I_{chantier,énergie}^{Edification} + I_{chantier,eau}^{Edification} + I_{chantier,terres}^{Edification} + I_{chantier,composants}^{Edification}}{S_{ref}} \quad (96)$$

$I_{Chantier}$ = contribution du chantier aux impacts environnementaux du bâtiment (Impact/m²)

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

4.5.2 CALCUL SIMPLIFIÉ

Le calcul simplifié de la contribution aux impacts environnementaux du chantier de construction du bâtiment permet de connaître les consommations et rejets (énergie, eau, transport, etc.) à partir d'un nombre restreint de paramètres.

Pour le transport des terres importées, la distance d'approvisionnement du chantier peut être prise par défaut à 30km.

Ce calcul dépend de la typologie du bâtiment. Seuls les calculs qui diffèrent du calcul détaillé sont repris ci-dessous. Les composants spécifiques au chantier ne sont pas pris en compte dans le calcul simplifié.

4.5.2.1.1 Cas des maisons individuelles en mode diffus ou groupées

La quantité d'énergie consommée sur le chantier est jugée négligeable

$$I_{\text{chantier}, \text{énergie}}^{\text{Edification}} = 0 \quad (97)$$

Les volumes d'eau potable consommée et d'eau usée rejetée par le chantier sont fixés conventionnellement :

$$Q_{\text{chantier}, \text{eau potable}} = Q_{\text{chantier}, \text{eaux usées}} = 10 \text{ m}^3 \quad (98)$$

La surface de la parcelle du projet détermine le volume de terres évacuées $Q_{\text{terres évacuées}}$

Si la surface de la parcelle est strictement supérieure à 500 m² alors aucune terre n'est évacuée du chantier puisqu'il est considéré que ces terres peuvent être réparties sur la parcelle. On a alors

$$Q_{\text{terres évacuées}} = 0 \quad (99)$$

Si la surface de la parcelle est inférieure ou égale à 500 m², on utilise la formule

$$Q_{\text{terres évacuées}} = 1,12 \times \mu_{\text{terres}} \times S_{\text{emprise au sol}} \quad (100)$$

Où :

$Q_{\text{terres évacuées}}$ = Quantité de terres évacuées lors du chantier de construction (t)

$S_{\text{emprise au sol}}$ = Surface d'emprise au sol du bâtiment (m²)

μ_{terres} = Masse volumique des terres (1,45 t/m³, donnée conventionnelle)

L'évacuation des terres vers un centre de traitement nécessite un transport et le traitement du déchet. Les hypothèses suivantes sont considérées : l'évacuation des terres se fait vers un centre de traitement des déchets inertes (par défaut le transport se fait par camion sur une distance de 30km). La donnée environnementale du traitement et du transport sont des données conventionnelles.

4.5.2.1.2 Cas des autres typologies

Le calcul simplifié de la quantité d'électricité consommée lors du chantier ($Q_{\text{chantier}, \text{élec}}$) est réalisé selon la formule suivante :

$$Q_{\text{chantier}, \text{élec}} = 10400n_{\text{été}, \text{grue}} + 19500n_{\text{hiver}, \text{grue}} + 5200n_{\text{été}, \text{sans grue}} + 10400n_{\text{hiver}, \text{sans grue}} \quad (101)$$

Où :

$Q_{chantier,elec}$ = quantité d'électricité consommée sur le chantier de construction (kWh)

$n_{été,grue}$ = Nombre de mois d'été (d'avril à septembre) de chantier avec présence de grue

$n_{hiver,grue}$ = Nombre de mois d'hiver (d'octobre à mars) de chantier avec présence de grue

$n_{été,sans grue}$ = Nombre de mois d'été (d'avril à septembre) de chantier sans présence de grue

$n_{hiver,sans grue}$ = Nombre de mois d'hiver (d'octobre à mars) de chantier sans présence de grue

Le calcul simplifié de la quantité de carburant ($Q_{chantier,carburant}$) consommée lors du chantier est réalisé selon la formule suivante :

$$Q_{chantier,carburant} = \varepsilon_1 \times Q_{terres excavées} \quad (102)$$

Où :

$Q_{chantier,carburant}$ = Quantité de carburant consommée lors du chantier (L)

$Q_{terres excavées}$ = Volume de terres excavées (en m³) lors du chantier

ε_1 = Consommation de carburant par m³ de terres excavées (par défaut égal à 1L/m³)

Le calcul simplifié des volumes d'eau consommés et rejetés lors du chantier est réalisé selon la formule suivante :

$$Q_{chantier,eau potable} = Q_{chantier,eaux usées} = 60n_{grue} + 40n_{sans grue} \quad (103)$$

Où :

$Q_{chantier,eau potable}$ = Volume d'eau potable (en m³) consommé lors du chantier

$Q_{chantier,eaux usées}$ = Volume d'eau (en m³) rejeté lors du chantier

n_{grue} = Nombre de mois de chantier avec présence de grue

$n_{sans grue}$ = Nombre de mois de chantier sans présence de grue

4.6 CALCUL DE LA CONTRIBUTION DE LA PARCELLE AUX IMPACTS

Cette contribution comprend les impacts relatifs :

- aux composants constituant les ouvrages de la parcelle, y compris les ouvrages de franchissement d'infrastructures de transport et les éléments de protection de la parcelle vis-à-vis des nuisances acoustiques liées à des infrastructures de transport,
- au comblement des cavités souterraines,
- aux usages de l'eau potable pour l'arrosage,
- aux usages de l'eau potable pour les usages particuliers (nettoyage des voies publiques et privées ou des cours d'immeuble, piscine par exemple),
- aux rejets d'eaux issues du ruissellement des eaux d'arrosage et de lavage des voies publiques et privées, des cours d'immeubles.

4.6.1 CALCUL DETAILLE

4.6.1.1 Calcul statique

4.6.1.1.1 Impacts relatifs aux composants

La méthode est identique au calcul des impacts des composants présenté au 4.2 mais ne s'applique donc qu'aux composants affectés à la parcelle. Ces composants concernent notamment les clôtures et la voirie hors aires de stationnement. La liste des composants concernés est disponible dans le Tableau 6 page 33.

On peut ainsi obtenir les impacts souhaités, décomposés par phase du cycle de vie.

$$I_{\text{parcelle,composants}} = I_{\text{parcelle,composants}}^{\text{Production}} + I_{\text{parcelle,composants}}^{\text{Edification}} + I_{\text{parcelle,composants}}^{\text{Exploitation}} + I_{\text{parcelle,composants}}^{\text{Fin de vie}} + I_{\text{Module D}}^{\text{parcelle,composants}} \quad (104)$$

4.6.1.1.2 Impacts relatifs au chantier

Les impacts relatifs au chantier affectés à la contribution parcelle concernent les comblements de cavité (préparation de la parcelle avant construction). Cet impact comprend donc un transport des matériaux de comblement et leur mise en œuvre.

$$I_{\text{parcelle,chantier}}^{\text{Edification}} = \sum_i (Q_{\text{Mat imp},i} \times d_i \times DE_{\text{Trans}}) + \sum_i (\varepsilon_2 \times Q_{\text{Mat imp},i} \times DE_{\text{carbu}}) \quad (105)$$

Où :

$I_{\text{parcelle,chantier}}^{\text{Edification}}$ = Impacts liés au comblement de cavités sous la parcelle

$Q_{\text{Mat imp},i}$ = Quantité de matériaux importés de la destination i (tonnes) (donnée réelle issue du projet)

d_i = Distance entre le chantier de construction et le lieu d'import i des matériaux (km) (données réelles issues du projet).

DE_{Trans} = Donnée environnementale conventionnelle relative au transport de terres par camion (par tonne.km)

ε_2 = Consommation de carburant par tonne de matériau utilisé en comblement (par défaut pris égal à 0,7L/tonne)

DE_{carbu} = Donnée environnementale conventionnelle relative à la production et la combustion d'un L de carburant.

4.6.1.1.3 Impacts relatifs aux usages de l'eau sur la parcelle

En adaptant les formules précédentes, on obtient les formules suivantes

$$Q_{\text{parcelle,eau potable}} = Q_{\text{parcelle,eau potable arrosage}} + Q_{\text{parcelle,eau potable particulière}} - Q_{\text{eaux pluv usages parcelle}} \quad (106)$$

Avec :

$Q_{\text{parcelle,eau potable}}$ = Quantité annuelle d'eau potable consommée par les usages relatifs à la parcelle (m³/an)

$Q_{\text{parcelle,eau potable arrosage}}$ = Quantité annuelle d'eau potable consommée par l'arrosage des surfaces végétalisées de la parcelle (m³/an)

$Q_{\text{parcelle,eau potable particulière}}$ = Quantité annuelle d'eau potable consommée par les usages particuliers d'eau sur la parcelle (m³/an)

$Q_{\text{eaux pluv usages parcelle}}$ = Quantité annuelle d'eaux pluviales utilisée pour couvrir les besoins d'arrosage et les usages particuliers de l'eau sur la parcelle (m³/an). Par défaut, cette quantité est nulle. (m³/an)

La quantité d'eau potable consommée par l'arrosage des surfaces végétalisées de la parcelle peut être obtenue par la formule suivante :

$$Q_{\text{parcelle,eau potable arrosage}} = S_{\text{parcelle végétalisée}} \times n_{\text{eau arrosage}} \times n_{\text{arrosages}} \quad (107)$$

Pour les usages particuliers de l'eau sur la parcelle, la méthode permet notamment de prendre en compte le nettoyage des voiries et espaces communs extérieurs, la formule suivante peut être utilisée :

$$Q_{\text{parcelle,eau potable nettoyage}} = S_{\text{nettoyée}} \times n_{\text{eau nettoyage}} \times n_{\text{nettoyages}} \quad (108)$$

Avec

$S_{\text{parcelle végétalisée}}$ = Surface végétalisée de la parcelle (m²) (hors toitures et façades végétalisées). Pour rappel ces surfaces ne comprennent pas les toitures et façades végétalisées, dont l'arrosage est affecté à la contribution eau.

$n_{\text{eau arrosage}}$ = Quantité d'eau consommée à chaque arrosage (m³/m²) (par convention 0,0033)

$n_{\text{arrosages}}$ = Nombre annuel d'arrosages (par convention 20)

$S_{\text{nettoyée}}$ = Surfaces extérieures nettoyées (hors aires de stationnement) (m²)

$n_{\text{eau nettoyage}}$ = Quantité d'eau consommée à chaque nettoyage (m³/m²) (par convention 0,001)

$n_{\text{nettoyages}}$ = Nombre annuel de nettoyages (par convention 4)

Si l'eau fait l'objet d'autres usages particuliers sur la parcelle, une note de calcul doit être fournie pour justifier les calculs réalisés en tenant compte si nécessaire des dispositifs d'utilisation des eaux pluviales.

On calcule ensuite les impacts relatifs aux consommations d'eau potable sur la parcelle par la formule :

$$I_{\text{parcelle,eau potable}}^{\text{Exploitation}} = Q_{\text{parcelle,eau potable}} \times DE_{\text{eau potable}} \times PER \quad (109)$$

Avec :

$I_{\text{parcelle,eau potable}}^{\text{Exploitation}}$ = Contribution aux impacts relatifs aux usages de l'eau potable sur la parcelle en phase d'exploitation

$Q_{\text{parcelle,eau potable}}$ = Quantité d'eau potable consommée par les usages liées à la parcelle (m³/an)

$DE_{\text{eau potable}}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de la mise à disposition de 1 m³ d'eau potable.

PER = Période d'étude de référence du bâtiment (années)

Concernant les impacts relatifs aux rejets d'eaux liés aux usages précédents, les rejets par ruissellement d'eau d'arrosage sont considérés faibles et négligés. L'eau utilisée pour le nettoyage des surfaces, ainsi que l'eau destinée aux usages particuliers est considérée intégralement collectée et traitée par un système d'assainissement collectif (qu'elle soit à l'origine, de l'eau potable ou de l'eau pluviale).

On peut alors utiliser les formules suivantes :

$$Q_{\text{parcelle, eaux usées}} = Q_{\text{parcelle, eaux pluviales}} + Q_{\text{parcelle, eau potable particulière}} \quad (110)$$

$$Q_{\text{parcelle, eaux pluviales}} = \frac{Q_{\text{pluviométrie}}}{1000} \times S_{\text{Surfaces imperméabilisées hors parkings}} \quad (111)$$

$$I_{\text{parcelle, eaux usées}}^{\text{Exploitation}} = Q_{\text{parcelle, eaux usées}} \times DE_{\text{Assainissement AC}} \times PER \quad (112)$$

Avec

$I_{\text{parcelle, eaux usées}}^{\text{Exploitation}}$ = Contribution aux impacts relatifs aux rejets d'eaux usées par la parcelle en phase d'exploitation

$Q_{\text{parcelle, eaux usées}}$ = Quantité annuelle d'eaux usées rejetées par la parcelle (hors aires de stationnement et usages internes du bâtiment) (m³/an)

$Q_{\text{parcelle, eaux pluviales}}$ = Quantité annuelle d'eaux pluviales collectées sur la parcelle (hors toitures et aires de stationnement) (m³/an) et devant faire l'objet d'un assainissement collectif.

$Q_{\text{parcelle, eau particulière}}$ = Quantité annuelle d'eau consommée par les usages particuliers d'eau sur la parcelle (m³/an)

$Q_{\text{pluviométrie}}$ = pluviométrie moyenne annuelle du site (mm d'eau/an soit L/m²/an)

$S_{\text{Surfaces imperméabilisées hors parkings}}$ = surfaces imperméabilisées sur la parcelle hors aires de stationnement et emprise au sol du bâtiment (m²)

$DE_{\text{assainissement AC}}$ = Donnée environnementale conventionnelle correspondant aux impacts environnementaux de l'assainissement collectif (AC) de 1 m³ d'eaux usées.

PER = Période d'étude de référence du bâtiment (années)

4.6.1.1.4 Calcul de la contribution parcelle

Pour la phase de production, seuls les composants contribuent aux impacts :

$$I_{\text{parcelle}}^{\text{Production}} = I_{\text{parcelle, composants}}^{\text{Production}} \quad (113)$$

Pour la phase d'édification, la contribution parcelle est la somme d'une contribution composants et d'une contribution chantier :

$$I_{\text{parcelle}}^{\text{Edification}} = I_{\text{parcelle, composants}}^{\text{Edification}} + I_{\text{parcelle, chantier}}^{\text{Edification}} \quad (114)$$

Pour la phase d'exploitation, la contribution parcelle est la somme d'une contribution composant, et des contributions relatives aux usages de l'eau :

$$I_{\text{parcelle}}^{\text{Exploitation}} = I_{\text{parcelle, composants}}^{\text{Exploitation}} + I_{\text{parcelle, eau potable}}^{\text{Exploitation}} + I_{\text{parcelle, eaux usées}}^{\text{Exploitation}} \quad (115)$$

Enfin, pour la phase de fin de vie, seuls les composants contribuent aux impacts :

$$I_{\text{parcelle}}^{\text{Fin de vie}} = I_{\text{parcelle, composants}}^{\text{Fin de vie}} \quad (116)$$

On peut donc calculer

$$I_{\text{parcelle}} = \frac{I_{\text{parcelle}}^{\text{Production}} + I_{\text{parcelle}}^{\text{Edification}} + I_{\text{parcelle}}^{\text{Exploitation}} + I_{\text{parcelle}}^{\text{Fin de vie}}}{S_{\text{ref}}} \quad (117)$$

I_{parcelle} = contribution du chantier aux impacts environnementaux du bâtiment (Impact/m²)

S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m^2)

4.6.1.2 Calcul dynamique

Pour le calcul dynamique des impacts des composants affectés à la contribution parcelle, la méthode est identique à la méthode dynamique utilisée pour le calcul de la contribution composants. Pour le calcul dynamique des impacts relatifs aux usages de l'eau affectés à la parcelle, en utilisant les mêmes principes que précédemment, les formules suivantes remplacent les formules du calcul statique :

$$I_{parcelle,eau\ potable}^{Exploitation} = Q_{parcelle,eau\ potable} \times DE_{eau\ potable} \times \sum_{a=1}^{PER} f_{CO2}(a) \quad (118)$$

$$I_{parcelle,eaux\ usées}^{Exploitation} = Q_{parcelle,eaux\ usées} \times DE_{AssainissementAC} \times \sum_{a=1}^{PER} f_{CO2}(a) \quad (119)$$

Les autres formules restent identiques au calcul statique (voir 4.6.1.1).

4.6.2 CALCUL SIMPLIFIE

4.6.2.1 Calcul statique

Il est possible de simplifier les calculs des impacts relatifs aux usages de l'eau en ne considérant aucun usage d'eau de pluie en substitution de l'eau potable et en ne prenant en compte que les usages liés au nettoyage pour les usages particuliers.

Les formules suivantes remplacent alors les formules du calcul détaillé :

$$Q_{parcelle,eau\ potable} = Q_{parcelle,eau\ potable\ arrosage} + Q_{parcelle,eau\ potable\ particulière} \quad (120)$$

$$Q_{parcelle,eau\ potable\ particulière} = Q_{parcelle,eau\ potable\ nettoyage} \quad (121)$$

$$Q_{parcelle,eaux\ usées} = Q_{parcelle,eaux\ pluviales} + Q_{parcelle,eau\ potable\ particulière} \quad (122)$$

Les autres formules utilisées pour le calcul détaillé restent inchangées (voir 4.6.1.1).

4.6.2.2 Calcul dynamique

Le calcul dynamique simplifié reprend intégralement les formules du calcul dynamique détaillé en utilisant dans les formules les termes du calcul simplifié définis au 4.6.2.1.

4.7 CALCUL DES BENEFICES ET CHARGES LIES A L'EXPORT D'ENERGIE

Pour ce calcul, la distinction entre calcul simplifié et détaillé ne s'applique plus car le calcul s'appuie sur les mêmes données qu'elles soient calculées avec la méthode détaillée ou avec la méthode simplifiée.

4.7.1 CALCUL STATIQUE

Les bénéfices et charges environnementales liés à l'export d'énergie se calculent en faisant la différence entre d'une part l'impact évité de l'énergie exportée (non production de l'énergie équivalente

par d'autres moyens), et d'autre part les impacts de l'énergie consommée (énergie solaire, électricité ou combustible) nécessaire à produire cette énergie exportée complétés de la partie de l'impact des composants affectée à cette production d'énergie exportée. Cela se traduit par la formule :

$$B_{export\ énergie} = \frac{1}{S_{ref}} \times \left(\sum_p \sum_j [P_{ef, exp_{pj}} \times (DE_{ref_j} - \frac{DE_p}{\rho_j})] \times PER \right. \\ \left. - \sum_p \sum_j (P_{ef, exp_{pj}} \times \frac{I_p}{P_{ef, tot_p}}) \right) \quad (123)$$

Où :

- $P_{ef, exp_{pj}}$ = est la quantité totale d'énergie j produite et exportée annuellement par l'équipement p. Les équipements concernés sont ceux des sous-lots 8.2 (cogénération chaleur/électricité) et lot 13 (production d'électricité uniquement)
- DE_{ref_j} = Impact de mise à disposition par un moyen, de production et de distribution, de référence de l'énergie j produite par l'équipement p. Par exemple, pour l'électricité produite par le bâtiment et exportée, les impacts moyens de l'électricité du réseau national sont utilisés par défaut, ces données sont mises à disposition par le ministère en charge de l'énergie.
- DE_p = Impact de mise à disposition (par kwh d'énergie consommée) de l'énergie utilisée par l'équipement p pour produire l'énergie exportée. Dans le cas du photovoltaïque, l'énergie solaire n'a pas d'impact. Dans le cas d'une cogénération, l'impact considéré est celui du combustible consommé.
- ρ_j = rendement de transformation de l'énergie consommée en énergie j pour l'équipement p. Pour la production d'électricité photovoltaïque, le rendement est pris par convention égal à 1.
- I_p = Impact environnemental total (cycle de vie complet et sur la PER) des composants du lot 13 ou sous-lot 8.2 contenant l'équipement p qui produit l'énergie exportée (y inclus part affectée au bâtiment), cela représente l'impact total des équipements du lot 13 ou sous-lot 8.2 avant application du coefficient d'autoconsommation (cf 4.2.1.1.5)
- P_{ef, tot_p} = Quantité totale d'énergie produite annuellement (chaleur et l'électricité) par l'équipement p.
- PER = Période d'étude de référence (années)
- S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m²)

Les valeurs résultantes de $B_{export\ énergie}$ peuvent être positives ou négatives. Les valeurs positives traduisent un bénéfice environnemental au-delà du cycle de vie du bâtiment sur les indicateurs concernés.

4.7.2 CALCUL DYNAMIQUE

$$BC_{export\ énergie} \quad (124) \\ = \frac{1}{S_{ref}} \times \left(\sum_p \sum_j [P_{ef, exp_{pj}} \times (DE_{ref_j} - \frac{DE_p}{\rho_j})] \times \sum_{a=1}^{PER} f_{co2}(a) \right. \\ \left. - \sum_p \sum_j (P_{ef, exp_{pj}} \times \frac{I_{p, dyn}}{P_{ef, tot_p}}) \right)$$

Où :

- $P_{ef,exp_{pj}}$ = est la quantité totale d'énergie j produite et exportée annuellement par l'équipement p. Les équipements concernés sont ceux des sous-lots 8.2 (cogénération chaleur/électricité) et lot 13 (production d'électricité uniquement)
- DE_{ref_j} = Impact de mise à disposition par un moyen, de production et de distribution, de référence de l'énergie j produite par l'équipement p. Par exemple, pour l'électricité produite par le bâtiment et exportée, les impacts moyens de l'électricité du réseau national sont utilisés par défaut, ces données sont mises à disposition par le ministère en charge de l'énergie.
- DE_p = Impact de mise à disposition (par kwh d'énergie consommée) de l'énergie utilisée par l'équipement p pour produire l'énergie exportée. Dans le cas du photovoltaïque, l'énergie solaire n'a pas d'impact. Dans le cas d'une cogénération, l'impact considéré est celui du combustible consommé.
- ρ_j = rendement de transformation de l'énergie consommée en énergie j pour l'équipement p. Pour la production d'électricité photovoltaïque, le rendement est pris par convention égal à 1.
- $I_{p,dyn}$ = Impact environnemental total (cycle de vie complet et sur la PER) des composants du lot ou sous-lot contenant l'équipement p qui produit l'énergie exportée calculé par la méthode dynamique (y inclus la part affectée au bâtiment).
- P_{ef,tot_p} = Quantité totale d'énergie produite annuellement (chaleur et l'électricité) par l'équipement p.
- S_{ref} = surface de référence du bâtiment (m^2)

5. CALCUL DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

5.1 INDICATEUR DE CONFORT D'ETE - CALCUL DE L'INDICATEUR DEGRES-HEURES

Le niveau d'inconfort perçu par les occupants – indicateur degrés-heures :

L'objectif de l'indicateur degrés-heures (DH) est d'évaluer l'inconfort ressenti en été par les occupants. Selon la valeur de cet indicateur, le groupe peut être considéré comme ayant un confort assuré sans refroidissement complémentaire (valeur inférieure au seuil bas), être non réglementaire (valeur dépassant le seuil maximal), ou présenter un niveau d'inconfort significatif en cas de période caniculaire. Dans ce dernier cas, le calcul de consommation énergétique tient compte de consommations forfaitaires de froid. Ces principes sont résumés dans le graphique ci-dessous.

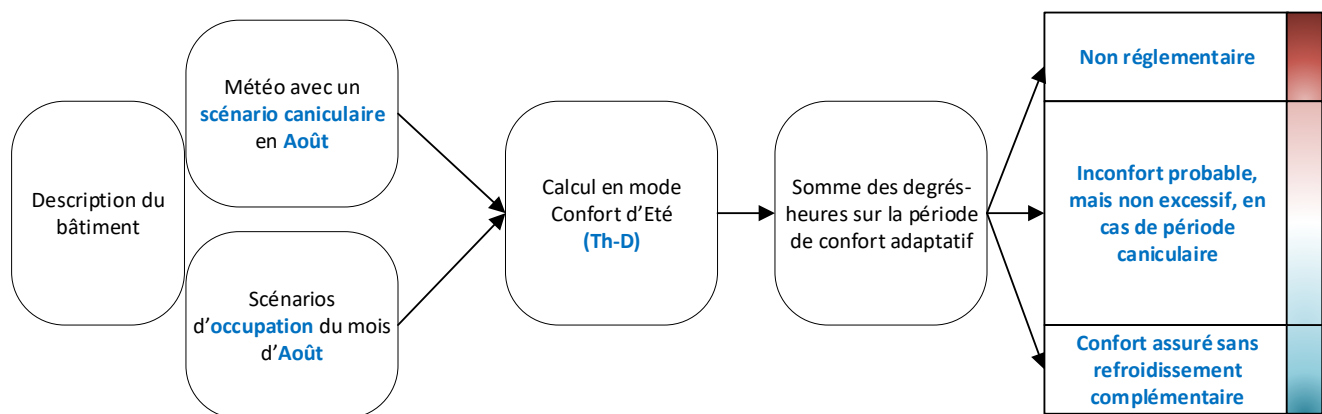


Figure 15 – Approche du confort d'été en RE 2020

Méthode de calcul de l'indicateur :

Il est calculé heure par heure, sur l'année, en comparant la température opérative du groupe θ_{op} , et la température seuil opérative de confort, éventuellement corrigée $\theta_{op_conf_ch_corr}$.

Si la température du groupe est supérieure au seuil durant les heures d'occupation du bâtiment ($Is_{occzone(h)} = 1$), l'indicateur est incrémenté de l'écart observé. On obtient donc un nombre de degrés-heures annuels de dépassement de la température seuil de confort, correspondant à l'indicateur DH, selon la formule ci-dessous :

$$DH = \sum_{\substack{h \text{ telle que} \\ (Is_{occzone(h)}=1 \text{ et} \\ Is_{conf_adapt(h)}=1)}} \max(0; \theta_{op}(h) - \theta_{op_conf_ch_corr}(h)) \quad (125)$$

La température seuil opérative de confort est basée sur la notion de température de confort adaptatif. C'est-à-dire que ce n'est pas une valeur constante. Le confort adaptatif ($Is_{conf_adapt}(\square) = 1$) implique en effet que, en fonction de la température extérieure moyenne glissante des derniers jours la température seuil de confort peut être augmentée ou pas. S'il fait chaud depuis plusieurs jours, cette notion considère que l'occupant ne sera en situation d'inconfort qu'avec une température intérieure plus élevée ; la température seuil est alors augmentée.

On notera que le confort adaptatif n'est pas utilisé la nuit, et que certains systèmes (type brasseurs d'air) peuvent également venir corriger cette valeur, pour tenir compte de leur impact sur le ressenti des occupants.

Des indicateurs complémentaires à cet indicateur fournissent des éléments d'appréciation de l'intensité du dépassement de la température seuil de confort (nombre d'heures de dépassement de la valeur seuil de plus de 1°C, de plus de 2°C).

5.2 INDICATEURS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE - CALCUL DE L'INDICATEUR BBIO ET DES INDICATEURS CEP ET CEP,NR

Pour la performance énergétique, l'efficacité du bâti (indicateur Bbio) et celle de l'ensemble bâti et systèmes énergétiques (indicateurs Cep et Cep,nr, qui diffèrent selon la façon de prendre en compte les énergies renouvelables extérieures au projet de construction) sont évaluées séparément.

5.2.1 L'EFFICACITE ENERGETIQUE DU BATI – INDICATEUR BBIO :

L'indicateur de besoin bioclimatique Bbio est calculé au niveau du bâtiment sur la base d'un calcul annuel (mode de calcul Th-B) dans lequel les équipements énergétiques sont absents, afin de mesurer l'efficacité énergétique propre du bâti sur les besoins de chauffage, de refroidissement, et d'éclairage artificiel des locaux.

Il prend en compte les éléments suivants :

- La conception architecturale du bâti (implantation, forme, aires et orientation des baies, accès à l'éclairage naturel des locaux ...),
- Les caractéristiques de l'enveloppe en termes d'isolation, de transmission solaire, de transmission lumineuse, d'ouverture des baies et d'étanchéité à l'air,
- Les caractéristiques d'inertie du bâti.

Les besoins de refroidissement sont calculés même si le bâtiment ne comporte pas de système de refroidissement.

Le système de ventilation retenu est de type double flux à débit soufflé et extrait constants intégrant un récupérateur de chaleur d'efficacité 50%. Les débits de ventilation retenus sont les débits hygiéniques réglementaires.

Pour les autres éléments, les conventions de calcul utilisées par ailleurs s'appliquent (température de consigne par exemple mais hors impact des systèmes énergétiques – variations spatiales et temporelles nulles).

L'indicateur Bbio est ainsi basé sur les besoins de chauffage, refroidissement et d'éclairage artificiel (déterminés en kWh/m²) et convertis en point selon la formule ci-dessous :

$$Bbio_pts = \alpha_1.Bes_Chauffage + \alpha_2.Bes_Froid + \beta.Bes_Eclairage \quad (126)$$

Avec :

α_1 - Constante associée aux besoins de chaud qui a pour valeur 2

α_2 - Constante associée aux besoins de froid qui a pour valeur 2

β - Constante associée aux besoins d'éclairage artificiel qui a pour valeur 5.

5.2.2 L'EFFICACITE DES SYSTEMES ENERGETIQUES – INDICATEURS CEP ET CEP,NR :

L'indicateur Cep, exprimé en kWh/(m².an) d'énergie primaire (ou kWh_{ep}/(m².an) représente la somme des consommations conventionnelles d'énergie primaire du bâtiment pour les différents postes de consommation :

- le chauffage $C_{ep_ch}^{bat}$,
- le refroidissement $C_{ep_fr}^{bat}$,
- la production d'eau chaude sanitaire $C_{ep_ecs}^{bat}$;
- la consommation pour assurer les besoins d'éclairage artificiels $C_{ep_ecl}^{bat}$
- les auxiliaires de ventilation $C_{ep_auxv}^{bat}$,
- les auxiliaires de distribution $C_{ep_auxs}^{bat}$
- ainsi que le déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment si cela nécessite une consommation d'énergie $C_{ep_asc}^{bat}$ et $C_{ep_esc}^{bat}$

Pour les postes chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire sont incluses les consommations des auxiliaires associés au fonctionnement des générateurs assurant ces fonctions.

Ces informations sont remontées des différents groupes composant le bâtiment, eux-mêmes regroupés en zone, ainsi que des systèmes énergétiques assurant la satisfaction des besoins.

La consommation conventionnelle en énergie primaire de chaque poste est calculée à partir des consommations d'énergie de ce poste, multipliée par le coefficient de conversion en énergie primaire, propre à chaque énergie (cf. Tableau 11).

$$Cep = \sum_{energie}^{bat} [Cef_energie] \times CoefEP[energie] \quad (127)$$

L'indicateur Cep,nr exprimé en kWh_{ep}/m² d'énergie primaire non renouvelable représente la consommation conventionnelle du bâtiment pour les mêmes usages que l'indicateur Cep ci-dessus, en ne conservant que la part non renouvelable de ces consommations.

Pour l'indicateur Cep,nr (consommation d'énergie primaire non renouvelable), on utilise alors les coefficients de conversion en énergie primaire non renouvelable suivant la relation :

$$Cepnr = \sum_{\text{energie}}^{bat} [Cef_energie] \times CoefEPnr[energie] \quad (128)$$

La part non-renouvelable d'énergie prise en compte selon le vecteur énergétique est déduite du tableau ci-dessous avec :

- Coef EP : coefficient de conversion de l'énergie finale en énergie primaire totale
- CoefEPnr : coefficient de conversion de l'énergie finale en énergie primaire non renouvelable

Type d'énergie	CoefEP	CoefEPnr
Gaz naturel	1	1
Fioul	1	1
Bois	1	0
Electricité	2,3	2,3
Réseau urbain (chauffage)	1	1 - RatENR_rdch
Réseau urbain (froid)	1	1

Tableau 11 : coefficients de conversion de l'énergie finale en énergie primaire (totale et non-renouvelable) pour les différents types d'énergie

Pour les réseaux urbains, la valeur du coefficient CoefEPnr pour les réseaux de chauffage/ECS est fonction du ratio d'énergie renouvelable RatENR du réseau, défini au niveau du bâtiment.

Les consommations d'énergie retenues $Cef_energie$ sont les consommations d'énergie importées, c'est-à-dire après déduction de la part d'électricité produite sur site et autoconsommée sur les usages concernés.

5.2.3 CONSOMMATION PAR OCCUPANT

La méthode introduit un indicateur présentant la consommation totale d'énergie primaire par occupant.

Il est calculé par la formule suivante :

$$Cep_{occ} = \frac{Cep \times S_{ref}}{Nocc} \quad (129)$$

Le nombre d'occupants est une donnée conventionnelle.

- Pour les maisons individuelles et les bâtiments résidentiels collectifs:

$$Nocc = \sum_i (i \times n_i) \quad (130)$$

Avec n_i le nombre de logements de type T_i dans le bâtiment.

- Pour les bâtiments d'enseignement N_{occ} est pris égal au nombre d'élèves prévu lors de la programmation de la construction.
- Pour les autres typologies de bâtiments, cette donnée est définie dans le programme du bâtiment.

5.3 INDICATEURS DE PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

Les conventions de notation sont celles utilisées au chapitre 4.

5.3.1 *INDICATEURS D'IMPACTS SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE*

Le chapitre 4 définit le calcul par la méthode dynamique de plusieurs indicateurs de l'impact sur le changement climatique, notamment les indicateurs suivants :

- Un indicateur d'impact sur le changement climatique relatif aux composants du bâtiment, noté $I_{composants}$;
- Un indicateur d'impact sur le changement climatique relatif au chantier de construction, noté $I_{chantier}$;
- Un indicateur d'impact sur le changement climatique relatif aux consommations et rejets d'eau en exploitation du bâtiment, noté I_{eau} ;
- Un indicateur d'impact sur le changement climatique relatif aux consommations d'énergie en exploitation du bâtiment, noté $I_{énergie}$;
- Un indicateur d'impact sur le changement climatique relatif à la parcelle, noté $I_{parcelle}$;
- Les indicateurs d'impact sur le changement climatique de chacun des lots 1 à 13, notés I_{lotk} (où k est le numéro du lot).

Ces indicateurs, tels que décrits dans le chapitre 4, sont exprimés en $kg\ eq.CO_2/m^2$. Ils peuvent aussi être exprimés au nombre d'occupants du bâtiment (voir calcul du nombre d'occupants N_{occ} au chapitre 5.2.3).

5.3.1.1 *Indicateurs d'impact sur le changement climatique relatif à la construction*

Cet indicateur, noté $I_{construction}$ est calculé par la formule suivante :

$$I_{construction} = I_{composants} + I_{chantier} \quad (131)$$

Il s'exprime $kg\ eq.CO_2/m^2$.

On peut aussi calculer l'indicateur $I_{construction,occ}$

$$I_{construction,occ} = I_{construction} \times \frac{S_{ref}}{N_{occ}} \quad (132)$$

Il s'exprime $kg\ eq.CO_2/occupant$.

5.3.1.2 *Indicateur d'impact sur le changement climatique relatif à l'énergie*

Le calcul de cet indicateur noté $I_{énergie}$ est explicité au chapitre 4.3.2 . Il s'exprime en $(kg\ CO_2\ eq/m^2)$.

5.3.1.3 *Indicateurs d'impacts sur le changement climatique relatif au bâtiment*

Cet indicateur, noté $I_{bâtiment}$ est calculé par la formule suivante :

$$Ic_{bâtiment} = Ic_{construction} + Ic_{énergie} + Ic_{eau} \quad (133)$$

Il s'exprime en kg eq.CO₂/m²

On peut aussi calculer l'indicateur $Ic_{bâtiment,occ}$

$$Ic_{bâtiment,occ} = Ic_{bâtiment} \times \frac{S_{ref}}{N_{occ}} \quad (134)$$

Il s'exprime kg eq.CO₂/occupant.

5.3.1.4 Indicateurs d'impacts sur le changement climatique relatif au projet

Cet indicateur noté Ic_{projet} est calculé par la formule suivante :

$$Ic_{projet} = Ic_{bâtiment} + Ic_{parcelle} \quad (135)$$

Il s'exprime kg eq.CO₂/m².

Dans le cas d'une parcelle comportant plusieurs bâtiments, il est calculé un Ic_{projet} pour chaque bâtiment en affectant les impacts de la parcelle à chacun des bâtiments de la parcelle au prorata de leurs surfaces.

On peut aussi calculer l'indicateur $Ic_{projet,occ}$

$$Ic_{projet,occ} = Ic_{projet} \times \frac{S_{ref}}{N_{occ}} \quad (136)$$

Il s'exprime kg eq.CO₂/occupant.

5.3.2 INDICATEUR DE STOCKAGE DE CARBONE BIOGENIQUE

5.3.2.1 Calcul des données environnementales nécessaires au calcul de cet indicateur

La valeur environnementale relative au stockage de carbone biogénique d'un composant p est notée $StockC_p$. Il s'agit d'une quantité de carbone biogénique stockée dans le composant pendant sa vie en œuvre.

Il existe trois cas pour calculer cette valeur.

Cas 1 : la valeur est renseignée dans une donnée environnementale spécifique ou par défaut, disponible sur le composant p. Cette valeur est alors utilisée pour le calcul de l'indicateur de stockage de carbone biogénique.

Cas 2a : la valeur n'est pas renseignée dans une donnée environnementale spécifique ou par défaut, disponible sur le composant p. Si les modules A1 à A3 de la donnée environnementale utilisée pour le composant p ne sont pas dissociés alors :

$$Si GES_p^{Production} < 0 \text{ alors } StockC_p = -GES_p^{Production} \times \frac{12}{44} \text{ sinon } StockC_p = 0 \quad (137)$$

Cas 2b : la valeur n'est pas renseignée dans une donnée environnementale spécifique ou par défaut disponible sur le composant p. Si le module A1 de la donnée environnementale utilisée pour le composant p peut être dissocié alors :

$$Si GES_p^{A1} < 0 \text{ alors } StockC_p = -GES_p^{A1} \times \frac{12}{44} \text{ sinon } StockC_p = 0 \quad (138)$$

Dans ces formules GES_p^m désigne la valeur de l'indicateur de réchauffement climatique pour le produit p relatif au module ou à la phase du cycle de vie m.

5.3.2.2 Calcul de l'indicateur de stockage de carbone biogénique du bâtiment

L'indicateur StockC est calculé à l'échelle des sous lots et des lots et du bâtiment.

$$StockC_{sous\ lot\ k} = \frac{1}{S_{ref}} \times \sum_p (Q_p \times StockC_{p,k}) \quad (139)$$

$$StockC_{lot\ i} = \sum_k StockC_{sous\ lot\ k} \quad (140)$$

$$StockC_{bâtiment} = \sum_{i=1}^{13} StockC_{lot\ i} \quad (141)$$

Avec :

$StockC_{bâtiment}$ = Indicateur de stockage de carbone biogénique du bâtiment (exprimé en kg C/m²)

$StockC_{p,k}$ = Masse de carbone biogénique stockée dans le composant p appartenant au sous lot k (en kg C)

Pour l'agrégation à l'échelle du lot et du sous lot, les règles d'affectation applicables au calcul de la contribution « composants » s'appliquent au calcul de l'indicateur de stockage de carbone biogénique.

Pour tous les calculs de stockC, le renouvellement des composants n'est pas pris en compte ($R_p=1$).

5.3.2.3 Calcul de l'indicateur de stockage de carbone biogénique de la parcelle

Pour les composants de la parcelle, il est possible de calculer StockC à l'échelle de la parcelle :

$$StockC_{parcelle} = \frac{\sum_p (Q_p \times StockC_p)}{S_{ref}} \quad (142)$$

$StockC_{parcelle}$ = Indicateur de stockage de carbone biogénique du bâtiment (exprimé en kg C/m²)

$StockC_p$ = Masse de carbone biogénique stockée dans le composant p (en kg C)

S_{ref} est la surface de référence utilisée pour le bâtiment.

Pour tous les calculs de stockC, le renouvellement des composants n'est pas pris en compte ($R_p=1$).

5.3.3 AUTRES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Tous ces indicateurs sont calculés par la méthode statique. Les conventions de notation sont celles du chapitre 4.

5.3.3.1 Indicateurs à l'échelle du bâtiment

Les indicateurs à l'échelle du bâtiment sont calculés en faisant la somme des impacts des contributions « composants », « énergie », « eau » et « chantier »

$$I_{\text{bâtiment}} = I_{\text{composants}} + I_{\text{énergie}} + I_{\text{eau}} + I_{\text{chantier}} \quad (143)$$

avec

- $I_{\text{composants}}$ = impacts de la contribution « composants », voir formule (30)
- $I_{\text{énergie}}$ = Impacts de la contribution « énergie »,
- I_{eau} = Impacts de la contribution « eau ».
- I_{chantier} = Impacts de la contribution « chantier ».

5.3.3.2 Indicateurs à l'échelle du projet

Les indicateurs à l'échelle du projet sont obtenus en ajoutant les impacts de la contribution « parcelle » à l'impact du bâtiment.

$$I_{\text{projet}} = I_{\text{bâtiment}} + I_{\text{parcelle}} \quad (144)$$

- $I_{\text{bâtiment}}$ = impacts du bâtiment
- I_{parcelle} = Impacts de la contribution de la « parcelle »,

5.3.3.3 Liste des indicateurs

La méthode de calcul associée aux données mises à disposition permet de calculer l'ensemble des indicateurs environnementaux du Tableau 12 page 101. Ces indicateurs sont calculés à l'échelle du projet, à l'échelle du bâtiment et pour chaque contribution, et cela pour chacune des phases du cycle de vie du bâtiment. Ces indicateurs sont exprimés par rapport à la surface de référence et au nombre d'occupants du bâtiment.

5.3.4 INDICATEUR DE L'USAGE DE DONNEES PAR DEFAUT DANS L'EVALUATION

Le calcul d' $I_{\text{composants}}$ fait appel à des données environnementales spécifiques, des données environnementales par défaut et des lots forfaitaires.

On introduit les indicateurs suivants :

- $I_{\text{ded_total}}$ correspondant à la contribution à l'impact sur le changement climatique de l'ensemble des composants associés à des données environnementales par défaut ou des lots forfaitaires,
- $I_{\text{ded,k}}$ correspondant à la contribution à l'impact sur le changement climatique des composants du lot k (ou du sous-lot k) associés à des données environnementales par défaut ou à la valeur du lot (ou sous-lot) forfaitaire si le lot k (ou sous-lot k) est calculé au travers de la méthode simplifiée,

On définit l'indicateur d'usage des données par défaut, à l'échelle du bâtiment, par la formule :

$$UDD_{\text{bâtiment}} = \frac{Ic_{ded_total}}{Ic_{composants}} \quad (145)$$

Cet indicateur est calculé à l'échelle des lots et des sous lots, k.

$$UDD_k = \frac{Ic_{ded,k}}{Ic_{composants,k}} \quad (146)$$

Cet indicateur est calculé à l'échelle de la parcelle :

$$UDD_{\text{parcelle}} = \frac{Ic_{\text{parcelle,DED}}}{Ic_{\text{parcelle,composants}}} \quad (147)$$

avec $Ic_{\text{parcelle,DED}}$ correspondant à la contribution à l'impact sur le changement climatique des composants de la parcelle associés à des données environnementales par défaut.

Dans le cas du calcul dynamique, on définit l'indicateur de l'impact des données environnementales par défaut et des lots forfaitaires hors lots 1 et 2 par :

$$Ic_{ded} = \frac{\sum_{k=3}^{13} Ic_{ded,k}}{S_{ref}}$$

Toutefois, si le bâtiment est à usage de bureau et a une surface d'emprise au sol supérieure à 1000m², au sens de l'article R. 420-1 du code de l'urbanisme, on définit l'indicateur de l'impact des données environnementales par défaut et des lots forfaitaires hors lots 1, 2 et 13 par :

$$Ic_{ded} = \frac{\sum_{k=3}^{12} Ic_{ded,k}}{S_{ref}}$$

Avec

$Ic_{ded,k}$ correspondant à la contribution à l'impact sur le changement climatique des composants du lot k (ou du sous-lot k) associés à des données environnementales par défaut ou à la valeur du lot (ou sous-lot) forfaitaire si le lot k (ou sous-lot k) est calculé au travers de la méthode simplifiée (calcul avec la méthode dynamique)

Il s'exprime en kg eq.CO₂/m².

Indicateurs	Nom	Unité
Indicateurs décrivant les impacts environnementaux		
Emissions de gaz à effet de serre - total	GES - total	kg éq. CO ₂
Emissions de gaz à effet de serre - fossile	GES - fossile	kg éq. CO ₂
Emissions de gaz à effet de serre - biogénique	GES biogénique	-kg éq. CO ₂
Emissions de gaz à effet de serre - occupation des sols et transformation de l'occupation des sols	GES - luluc	kg éq. CO ₂
Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique (ODP)	ODP	kg éq. CFC 11
Potentiel d'acidification, dépassement cumulé (AP)	AP	mole H+.éq
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final eaux douces (EP-eaux douces)	EP - eaux douces	kg de P.éq
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final marine (EP-marine)	EP - marine	kg de N.éq
Potentiel d'eutrophisation, dépassement cumulé (EP-terrestre)	EP - terrestre	mole de N.éq
Potentiel de formation d'ozone troposphérique (POCP)	POCP	kg de COVNM
Potentiel d'épuisement pour les ressources abiotiques non fossiles (ADP-minéraux + métaux)	ADP - minéraux + métaux	kg Sb.éq
Potentiel d'épuisement pour les ressources abiotiques fossiles (ADP-fossile)	ADP - fossile	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Potentiel de privation en eau (des utilisateurs), consommation d'eau pondérée en fonction de la privation (WDP)	WDP	m ³ de privation équiv. dans le monde
Incidence potentielle de maladies dues aux émissions de particules fines	EPF	Incidence de maladies
Efficacité potentielle de l'exposition humaine à l'isotope U235 (PIR)	PIR	kBq de U235.éq
Unité toxique comparative potentielle pour les écosystèmes (ETP-fw)	ETP-fw	CTUe
Unité toxique comparative potentielle pour les êtres humains (HTP-c)	HTP-c	CTUh
Unité toxique comparative potentielle pour les êtres humains (HTP-nc)	HTP-nc	CTUh
Indice potentiel de qualité des sols (SQP)	SQP	sans unité
Indicateurs décrivant l'utilisation des ressources		
Utilisation de l'énergie primaire renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie employées en tant que matière première	UEP _{pro,ren}	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Utilisation de ressources énergétiques primaires renouvelables employées en tant que matière première	UEP _{mat,ren}	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire employées en tant que matières premières)	UEP _{ren}	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie primaire employées en tant que matière première	UEP _{pro,nren}	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Utilisation de ressources énergétiques primaires non renouvelables employées en tant que matière première	UEP _{mat,nren}	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (énergie primaire et ressources d'énergie primaire employées en tant que matières premières)	UEP _{nren}	MJ, pouvoir calorifique inférieur
Utilisation de matières secondaires	C _{MS}	kg
Utilisation de combustibles secondaires renouvelables	C _{CSRen}	MJ
Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables	C _{CSNRen}	MJ

Utilisation nette d'eau douce	C _{eau}	m ³
Indicateurs décrivant les catégories de déchets		
Déchets dangereux éliminés	DD	kg
Déchets non dangereux éliminés	DND	kg
Déchets radioactifs	DR	kg
Indicateurs décrivant les flux sortants du système		
Composants destinés à la réutilisation	M _{Réu}	kg
Matières pour le recyclage	M _{Recy}	kg
Matières pour la récupération d'énergie (à l'exception de l'incinération)	M _{VE}	kg
Énergie fournie à l'extérieur	E _{ex}	MJ pour chaque vecteur énergétique

Tableau 12 – Liste des indicateurs environnementaux calculés sur la base de l'analyse du cycle de vie