

PROPOSITION D'ARBITRAGES CONCERNANT LE CALCUL D'IC_EXPLOITATION

La composante $I_{c_exploitation}$ de l'indicateur correspond (cf cahier des charges de l'indicateur V4) aux « émissions actuelles dues à l'exploitation, selon une exploitation conventionnelle, et hors émissions GES liées au process. » (et hors émissions GES liées à la recharge des véhicules électriques (VEs))¹

La définition d'une méthodologie d'évaluation d' $I_{c_exploitation}$ implique donc :

- Point 1 : Que soient identifiées et délimitées les sources d'émissions GES en exploitation
 - o Energie
 - o Autres éventuelles (émissions liées à la maintenance des équipements ; émissions liées à l'usage de certains gaz réfrigérants ; etc...)
- Point 2 : Que, pour chacune de ces sources, soient définies comment sont évaluées les sources « hors process et VEs » (donc proprement bâtimentaires)
- Point 3 : Que soi(en)t définie(s) une (ou plusieurs) exploitation(s) conventionnelle(s)
- Point 4 : Que soit définie la manière dont, à partir des données d'exploitation ou du bâtiment, sont calculées les « émissions actuelles dues à l'exploitation selon une exploitation conventionnelle »

POINT 1 : IDENTIFICATION DES SOURCES D'EMISSIONS GES

Arbitrage : Dans la version présente du référentiel, on ne considère que les sources d'émission liées à l'énergie (car on suppose que ces sources sont prépondérantes par rapport aux autres sources).

POINT 2 : EVALUATION DES SOURCES « HORS PROCESS ET VES »

L'enjeu ici est d'évaluer, dans la consommation d'énergie, la part de la consommation « hors process et VEs », c'est-à-dire, de « retirer » de la consommation totale d'énergie la part de la consommation correspondant au process (i.e., induite par l'ensemble des équipements du process : chariots et transpalettes, convoyeurs, emballeuses, etc...)², et à la recharge des VEs.

On relève, pour commencer, que la consommation process et VEs porte en général uniquement sur l'énergie électrique (et non sur le gaz ou un réseau de chauffage urbain).

Idéalement, il faudrait que la consommation process et VEs soit évaluée à partir de comptages d'énergie. Dans la réalité, cependant, on constate que, s'agissant de la consommation process, de tels comptages font défaut³ ; et qu'il n'existe pas de manière simple d'estimer la consommation à partir (i) du parc d'équipements installés (dont souvent, par ailleurs, il n'est pas facile d'obtenir la description précise), et (ii) de ses modalités d'exploitation (même remarque).

On est donc conduit à proposer l'arbitrage suivant :

¹ Sont en effet également exclues du périmètre les consommations liées à la recharge des véhicules électriques, qui, du point de vue du présent document, seront considérées de la même manière que la consommation « process ».

² Nota : la consommation process propre aux bureaux (informatique, imprimantes, etc...) est en revanche incluse dans la consommation prise en compte pour le calcul de l'indicateur (en conformité avec les principes généraux du décret tertiaire). Si en revanche le site dispose d'une salle serveur dédiée, alors la consommation propre à cette salle serveur est considérée comme faisant partie du process, et donc est exclue du périmètre (même remarque).

³ On peut en revanche supposer qu'il y aura souvent des compteurs pour la recharge de VEs, notamment parce que la consommation liée à cette recharge est exclue du périmètre du décret tertiaire.

Arbitrage :

- Si l'on dispose de données de comptage des consommations du process et VEs, alors la consommation « hors process et VEs » est égale à la consommation totale moins la consommation process et VEs
- Si l'on ne dispose pas de telles données de comptage, alors
 - o la consommation électrique « hors process et VEs » est évaluée sur la base de ratios conventionnels, et des caractéristiques du système d'éclairage en place dans l'entrepôt
 - Si éclairage fluo : 30 kWh/m²/an (base exploitation conventionnelle)
 - Si éclairage LED : 10 kWh/m²/an
 - o la consommation « process et VEs » gaz ou réseau urbain est supposée égale à 0

Nota important : dans le premier cas, et si le site dispose d'une unité de production ENR fonctionnant au moins pour partie en autoconsommation, alors la consommation totale considérée est égale à

$$\text{Consommation totale} = \text{Consommation au compteur fournisseur} + \text{Autoconsommation}$$

POINT 3 : DEFINITION DE L'EXPLOITATION CONVENTIONNELLE

On observe que les conditions d'exploitation dans les entrepôts sont très variées, sur le plan notamment

- des amplitudes horaires (qui influent sur la consommation d'éclairage, et, dans une moindre mesure, de chauffage)
- de la température d'ambiance appliquée (qui est déterminante pour la consommation liée au chauffage)

On observe aussi que, pour un entrepôt donné, les conditions d'exploitation peuvent varier dans le temps.

Pour répondre à l'objectif du cahier des charges (« L'indicateur permet (i) de situer chaque bâtiment sur une échelle en kg eqCO₂, (ii) de repérer l'évolution de ses émissions dans le temps, et (iii) de les comparer avec celles d'autres bâtiments »), il est souhaitable de minimiser le nombre de « modes d'exploitation conventionnels ».

Idéalement, il pourrait sembler préférable de n'avoir qu'un seul mode d'exploitation conventionnel, ce afin de ramener tous les actifs à une échelle unique, permettant de situer chaque actif dans le temps et dans l'espace.

Pour ce qui a trait aux amplitudes horaires, on ne voit pas de raison majeure de ne pas adopter tel un mode d'exploitation conventionnel unique, calé sur une occupation à 12h par jour, 6 jours par semaine, 52 semaines par an, soit 3744 h/an (i.e., idem valeur étalon décret tertiaire)⁴.

Une telle approche s'avère en revanche, pour ce qui a trait à la consigne de chauffage de la partie logistique, difficilement tenable, et ce pour les raisons suivantes :

- si l'on adoptait un mode d'exploitation conventionnel unique de type « hors gel », alors on ne rendrait pas compte des qualités thermiques des (nombreux) actifs qui hébergent une exploitation chauffée, et qui travaillent à décarboner (via l'isolation, les équipements de chauffage ou de régulation) les consommations induites par cette exploitation

⁴ On pourrait objecter que, pour la partie bureau, la durée conventionnelle d'occupation définie dans le décret tertiaire est plutôt de 3120 h/an (5 jours par semaine au lieu de 6) ; on admettra dans la suite que ce point peut être négligé – et donc qu'on ne tient pas compte du fait que la durée d'exploitation des bureaux peut, sur une plate-forme logistique, être différente de celle de la partie logistique -, car la contribution des bureaux à la consommation totale, et surtout aux émissions totales en exploitation, est généralement faible.

- si à l'inverse on adoptait un mode d'exploitation conventionnel unique de type « chauffage 12°C » (ou supérieur), alors on affecterait négativement (du point de vue de la valeur de $I_{c_exploitation}$) ceux des actifs (et il y en a un certain nombre) dont l'exploitation est essentiellement « hors gel »

Ces considérations nous amènent à proposer l'arbitrage suivant :

Arbitrage : pour le calcul de l'indicateur, deux valeurs sont calculées :

- L'indicateur « conventionnel », correspondant à une « exploitation conventionnelle 12°C et occupation à 3744 h/an »
- L'indicateur « brut », reprenant les consommations brutes (donc non corrigées / redressées)

POINT 4 : DEFINITION DE LA METHODE DE CALCUL DES EMISSIONS GES

POINT 4.1 : METHODE DE REDRESSEMENT DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE

Nota : dans ce qui suit, les expressions « *Consommation_chauffagePL...* » s'entendent consommation chauffage partie logistique (donc à l'exclusion des consommations de chauffage éventuelles de la partie bureaux). De la même manière, les expressions « *Consommation_hors_chauffagePL...* » s'entendent consommation hors chauffage de la partie logistique (donc incluant les consommations de chauffage éventuelles de la partie bureaux).

REDRESSEMENT CONSOMMATION CHAUFFAGE DE LA PARTIE LOGISTIQUE

Arbitrage option 1 :

- Si la consommation liée au chauffage de la partie logistique est connue, et si la température moyenne T dans l'entrepôt pendant la période de novembre à mars inclus est supérieure ou égale à 12°C, alors est effectué un « redressement » de la consommation selon la formule suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Consommation_chauffagePL_conventionnelle} \\ &= \text{Consommation_chauffagePL_mesurée} \times \text{DJU_base12(référence)} / \text{DJU_baseT(suivi)} \end{aligned}$$

- Sinon, la consommation conventionnelle est calculée comme suit :

$$\text{Consommation_chauffagePL_conventionnelle} = K \times S \times 24 \text{DJU_base12(référence)}$$

Avec :

- $\text{DJU_base12(référence)}$ = DJU base 12°C pour une année de référence à choisir, et pour le lieu où est situé l'actif
- DJU_baseT(suivi) = DJU base température moyenne T de l'actif pour l'année de suivi, et pour le lieu où est situé l'actif
- S est la surface en m^2 de l'actif
- K : coefficient « conventionnel » de déperdition thermique de l'actif en $W/m^2/^\circ C$; on utilisera la valeur conventionnelle suivante⁵ : $K = 2,5 \text{ W/m}^2/^\circ C$

⁵ Les valeurs de K_1 et K_2 sont discutées en annexe 3

Arbitrage option 2 :

- Si la consommation liée au chauffage de la partie logistique est connue, et
 - o si la température moyenne T dans l'entrepôt pendant la période de novembre à mars inclus est connue « approximativement »⁶, et est supérieure ou égale à 12°C⁷

ou bien

- o si T est connue « précisément », et est supérieure ou égale à 8°C

alors est effectué un « redressement » de la consommation selon la formule suivante :

$$\text{Consommation_chauffagePL_conventionnelle}$$

$$= \text{Consommation_chauffagePL_mesurée} \times \text{DJU_base12(référence)} / \text{DJU_baseT(suivi)}$$

- Si T est connue (approximativement ou précisément), et est inférieure à 8°C, alors :

$$\text{Consommation_chauffagePL_conventionnelle} = K1 \times S \times 24 \text{DJU_base12(référence)}$$

- Dans tous les autres cas :

$$\text{Consommation_chauffagePL_conventionnelle} = K2 \times S \times 24 \text{DJU_base12(référence)}$$

Avec :

- DJU_base12(référence) = DJU base 12°C pour une année de référence à choisir, et pour le lieu où est situé l'actif
- DJU_baseT(suivi) = DJU base température moyenne T de l'actif pour l'année de suivi, et pour le lieu où est situé l'actif
- S est la surface en m² de l'actif
- K1 et K2 : coefficients « conventionnels » de déperdition thermique de l'actif en W/m²/°C ; on utilisera les valeurs conventionnelles suivantes⁸ :
 - o K1 = 2 W/m²/°C
 - o K2 = 3 W/m²/°C

Discussion entre les deux options d'arbitrage

L'option 2 offre une meilleure adéquation de l'indicateur avec la réalité, car il offre la possibilité de calculer l'indicateur de manière (relativement) fiable pour les actifs entre 8 et 12°C, alors que l'option 1 ne le permet pas.

L'option 2 est en revanche significativement plus complexe (à expliquer, notamment), et pourrait avoir des effets de bord (que se passe-t-il quand la température intérieure d'un actif passe de 5 à 9 à 13 puis de nouveau à 9 ?) difficiles à cerner et anticiper...

Donc, dans l'immédiat, nous préconiserions plutôt l'option 1

⁶ Les notions de connaissance « approximative » et « précise » de la température intérieure sont définies en annexe 2.

⁷ La justification des seuils de 12°C et 8°C est présentée en annexe 1

⁸ Les valeurs de K1 et K2 sont discutées en annexe 3

REDRESSEMENT CONSOMMATION HORS CHAUFFAGE DE LA PARTIE LOGISTIQUE

Arbitrage : la consommation (partie logistique et bureaux) hors chauffage de la partie logistique est redressée selon la règle suivante :

Consommation_hors_chauffagePL_redressée =

consommation_hors_chauffagePL_mesurée x 3744 / Nb_h_ouvrées

Où Nb_h_ouvrées est le nombre d'heure d'occupation par an de l'entrepôt (partie logistique) en h/an.

POINT 4.2 : METHODE DE CALCUL DES EMISSIONS GES EN FONCTION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE

Arbitrage : les émissions GES induites par la consommation d'énergie sont calculées selon la formule suivante :

Emission_GES = consommation_chauffagePL_redressée x facteur_émission_énergie_chauffage
+ consommation_hors_chauffagePL_redressée x facteur_émission_énergie_hors_chauffage

Avec les facteurs d'émission pour l'électricité, le gaz et les réseaux d'eau chaude **tels que définis dans un référentiel à déterminer.**

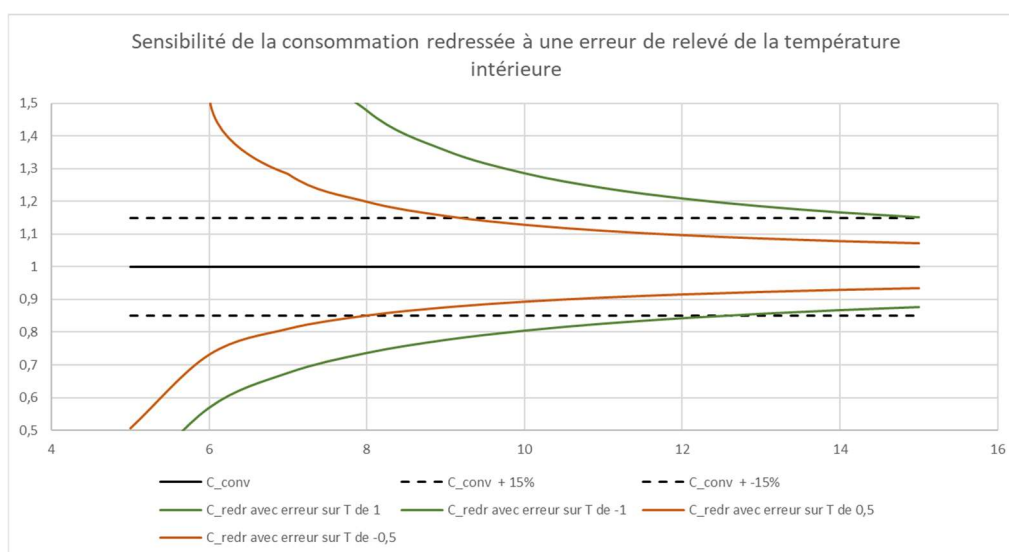
ANNEXE 1 : DETERMINATION DES TEMPERATURES DE SEUIL

La température seuil est définie comme la valeur de la température moyenne dans l'entrepôt pendant la période de novembre à mars en deçà de laquelle le redressement ci-après est trop « imprécis », c'est-à-dire que l'incertitude sur la connaissance exacte de T est de nature à fausser substantiellement la valeur de la consommation de chauffage redressée.

Consommation_chauffagePL_conventionnelle

$$= \text{Consommation_chauffagePL_mesurée} \times \text{DJU_base12(référence)} / \text{DJU_baseT(suivi)}$$

Pour déterminer la valeur de la température de seuil, nous pouvons représenter, ci-dessous, l'impact sur la consommation redressée (via la formule ci-dessus) d'une erreur sur le relevé de la température intérieure, pour différentes valeurs de cette température intérieure (cas d'un actif en IDF) :



Cette figure nous montre que

- si l'erreur est de 1°C, alors l'écart entre la consommation conventionnelle, et la consommation redressée ne descend en dessous de 15% - 20% que pour une température intérieure supérieure à 12°C
- si l'erreur est de 0,5°C, alors cet écart ne descend en dessous de 15% - 20% que pour une température intérieure supérieure à 8°C

Noter que une erreur de 20% sur l'estimation de la consommation redressée se traduit par une erreur de environ 10% sur la valeur de l'indicateur (ce qui n'est déjà pas neutre...).

Ceci montre que :

- Si l'on est dans une situation où il n'y a pas de relevé de température dont on peut se dire qu'il est à moins de 1°C de la réalité, alors on ne peut raisonnablement effectuer le redressement que pour des températures intérieures supérieures à 12°C
- Si, en revanche, on dispose de relevés dont on peut estimer qu'ils sont fiables avec une marge d'erreur inférieure à 0,5°C (par exemple, si l'on dispose d'une GTB avec au moins une sonde par cellule (correctement placée), et si l'on dispose de relevés heure par heure sur l'ensemble de la saison de chauffe), alors on peut raisonnablement effectuer le redressement dès lors que la température intérieure est supérieure à 8°C

ANNEXE 2 : PRECONISATIONS CONCERNANT LES DISPOSITIFS DE MESURE

Les considérations qui précèdent indiquent qu'il peut être utile d'envisager la mise en place, dans les entrepôts, de dispositifs de mesure (qui s'avèreront également utile dans le cadre de la mise en conformité avec le décret tertiaire) :

- mesure de la température intérieure du bâtiment via des sondes installées dans les différentes cellules, et historisées par pas horaire (aligné avec décret BACS et décret tertiaire)
 - o Nota : En cas de chauffage électrique – joule ou PAC -, mesure de la consommation spécifique chauffage
- mesure de la consommation liée au process et à la recharge des VEs, via des compteurs dédiés (aligné avec décret BACS et décret tertiaire)

Si l'on retient l'option d'arbitrage 2 (cf section « 0 Redressement consommation chauffage de la partie logistique » ci-dessus), alors :

- On considèrera que la mesure de la température intérieure est « approximative » (au sens de la section « 0 Redressement consommation chauffage de la partie logistique » ci-dessus) si la température est connue via les réglages des thermostats d'ambiance des terminaux de chauffage dans les différentes cellules.
- On considèrera que la mesure de la température intérieure est « précise » si elle est calculée sur la base d'un historique complet de relevés de température par pas horaire sur l'ensemble des cellules et sur l'ensemble de la période de novembre à mars, avec des sondes de températures installées de telle sorte que la mesure est représentative de la température moyenne de la cellule.

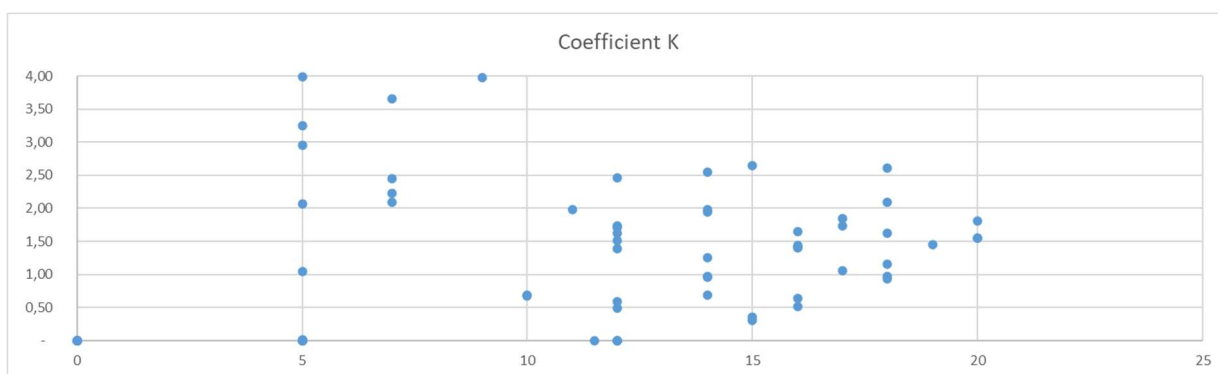
ANNEXE 3 : DETERMINATION DES COEFFICIENTS K / K1 ET K2

Afin de déterminer une valeur ajustée pour les coefficients K / K1 et K2 (selon l'option d'arbitrage retenue), on a étudié un échantillon d'environ 80 entrepôts situés en France et dans d'autres pays d'Europe.

Sur ces entrepôts, pour lesquels la collecte d'information a été réalisée sur la base du même formulaire de recueil d'informations, on a pu, pour la plupart des sites, collecter (entre autres) les données suivantes :

- consommation de chauffage
- température moyenne intérieure T (a priori mesurée de manière « approximative », au sens ci-dessus)

On a pu alors obtenir le nuage de points suivants, qui représente, en fonction de T, la valeur K pour chaque site (avec $K = \text{consommation de chauffage} / (S \times 24 \times \text{DJUbaseT})$, où T est la température moyenne intérieure) :



Ce graphe nous indique que, pour les sites dont la température moyenne intérieure T est supérieure ou égale à 12°C, la valeur de K est toujours inférieure ou égale à 2,5.

Par ailleurs, on a mesuré que la moyenne, pour les sites dont la température T est supérieure ou égale à 12°C, du coefficient K s'établit à 1,4 W/m²/K.

Si l'on est dans l'option d'arbitrage 1 (cf section « 0 Redressement consommation chauffage de la partie logistique » ci-dessus), on peut donc considérer que la valeur de K pourrait valablement être fixée à 2,5

Si l'on est dans l'option d'arbitrage 2, on peut considérer

- que la valeur de K2, qui se veut « un peu pénalisante » pour inciter les acteurs à s'équiper de dispositifs de mesure tels que définis en annexe 2, peut valablement être fixée à 3.
- que la valeur de K1, qui est réservée aux sites « hors gel », donc pour lesquels la notion de pénalité n'a pas lieu d'être, pourrait valablement être fixée à 2