

Mission d'étude visant à établir une méthodologie d'audit énergétique dans le cas d'activités opérationnelles (process & mixte).

## Méthodologie d'audit process et mixte

2020-2021

## CONTENU

1	Objet .....	4
2	Audit énergétique .....	4
2.1	Méthodologie process .....	5
2.2	Méthodologie mixte .....	7
3	Champ d'application .....	8
3.1	Unité technique et Géographique (UTG) .....	8
3.2	Entreprises visées .....	8
3.3	Activité industrielle principale .....	10
3.4	Périmètre énergétique .....	11
3.5	Année de référence .....	11
4	Disposition commune des méthodologies process et mixte .....	12
4.1	Identification de l'auditeur .....	12
4.2	Description de l'UTG .....	12
4.3	Energie finale, énergie primaire, CO <sub>2</sub> .....	13
4.3.1	Energie finale .....	13
4.3.2	Energie primaire .....	14
4.3.3	Emissions de CO <sub>2</sub> .....	15
4.4	Analyse des consommations .....	17
4.5	Identification des mesures d'amélioration .....	17
4.6	Evaluation des mesures d'amélioration .....	19
4.6.1	Rentabilité .....	21
4.6.2	Fiabilité .....	21
4.6.3	Liste des améliorations évaluées .....	22
4.7	Plan d'actions énergétique .....	22
4.8	Objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique .....	22
4.8.1	Objectif de résultats .....	24
4.8.2	Objectif de moyens .....	25
5	Méthodologie spécifique à l'audit process .....	26

5.1	Consommation totale d'énergie .....	26
5.2	Analyse des flux énergétiques .....	27
5.2.1	Usages énergétiques .....	27
5.2.2	Indicateurs d'activités .....	30
5.2.3	Energie finale .....	33
5.2.4	Energie primaire .....	34
5.2.5	Emissions de CO <sub>2</sub> .....	35
5.2.6	Consommations et émissions spécifiques de référence .....	36
5.2.7	Validation du modèle énergétique .....	38
5.3	Identification des améliorations .....	41
5.4	Plan d'actions et objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique .....	43
5.4.1	Plan d'actions .....	43
5.4.2	Calcul de l'objectif .....	44
5.5	Vérification que l'objectif est atteint .....	45
6	Méthodologie spécifique à l'audit mixte .....	48
6.1	Description complémentaire de l'UTG .....	48
6.2	Consommation totale d'énergie .....	49
6.3	Campagne de mesures .....	49
6.4	Analyse des flux énergétiques .....	51
6.4.1	Usages énergétiques .....	51
6.4.2	Indicateurs d'activités .....	53
6.4.3	Energie finale .....	54
6.4.4	Energie primaire .....	55
6.4.5	Emissions de CO <sub>2</sub> .....	56
6.4.6	Consommations et émissions spécifiques de référence .....	56
6.5	Identification des améliorations .....	57
6.6	Plan d'actions et objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique .....	58
6.6.1	Plan d'actions .....	58
6.6.2	Calcul de l'objectif .....	59
6.7	Vérification que l'objectif est atteint .....	60
6.7.1	Objectif de résultats .....	60

6.7.2	Objectif de moyens .....	63
7	Documents de référence .....	65

## 1 OBJET

Le présent document présente les méthodologies process et mixte pour les entreprises à l'audit énergétique des grandes entreprises et à l'audit énergétique du permis d'environnement.

## 2 AUDIT ÉNERGÉTIQUE

Au sens de l'article 2.5.7 de l'Ordonnance portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie (Cobrace), l'audit énergétique est « *une procédure systématique visant à acquérir une connaissance adéquate des caractéristiques de consommation énergétique d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments, d'une activité ou d'une installation industrielle ou commerciale ou de services privés ou publics, à déterminer et à quantifier les économies d'énergie qui peuvent être réalisées d'une façon rentable, et à rendre compte des résultats* ».

L'objectif d'amélioration en énergie et en CO<sub>2</sub> pourra être suivi par un indice d'amélioration de l'efficacité énergétique ([AEE](#)) et d'amélioration de l'efficacité en CO<sub>2</sub> ([ACO<sub>2</sub>](#)), établi à partir de l'analyse détaillée des flux énergétiques dans [l'Unité Technique et Géographique](#) (dénommée ci-après UTG) et tenant compte des éléments suivants :

- ✓ l'évolution du type de produit ;
- ✓ l'évolution du type de combustible ;
- ✓ l'évolution des contraintes environnementales, de qualité et de sécurité ;
- ✓ l'évolution de la conjoncture sur les horaires de production ;
- ✓ l'usage des bâtiments ;
- ✓ la production d'énergie alternative et / ou renouvelable ;
- ✓ de tout autre impact pouvant influencer les performances énergétiques ou en CO<sub>2</sub> de l'établissement.

Les audits énergétiques qui seront réalisés en appliquant les présentes méthodologies sont reconnus conformes par les autorités bruxelloises à l'annexe VI de la directive 2012/27/UE « Critères minimaux pour les audits énergétiques, y compris ceux menés dans le cadre de systèmes de management de l'énergie ».

Suivant les critères minimaux de l'annexe VI de la directive, les audits énergétiques sont fondés sur les lignes directrices suivantes :

- *des données opérationnelles actualisées, mesurées et traçables concernant la consommation d'énergie et (pour l'électricité) les profils de charge ;*
- *ils comportent un examen détaillé du profil de consommation énergétique des bâtiments ou groupes de bâtiments, ainsi que des opérations ou installations industrielles, notamment le transport;*

- ils s'appuient, dans la mesure du possible, sur une analyse du coût du cycle de vie plutôt que sur de simples délais d'amortissement pour tenir compte des économies à long terme, des valeurs résiduelles des investissements à long terme et des taux d'actualisation ;
- ils sont proportionnés et suffisamment représentatifs pour permettre de dresser une image fiable de la performance énergétique globale et de recenser de manière sûre les possibilités d'amélioration les plus significatives.

Les audits réalisés suivant la présente méthodologie répondent aux exigences générales des normes belges NBN EN 16247 1 à 4 :

- partie 1 : exigences générales ;
- partie 2 : bâtiments ;
- partie 3 : procédés ;
- partie 4 : transport.

Ces quatre normes reprennent les exigences de qualité attendues au niveau des auditeurs (compétences, confidentialité, objectivité et transparence) et les exigences au niveau de l'audit proprement dit. Elles reprennent ensuite les différents éléments ou étapes constitutifs de l'audit énergétique, pour les parties Bâtiment, Procédés (activité industrielle) et Transport. Pour ce dernier point, les méthodologies d'audit process et mixte prennent en considération le transport interne au périmètre énergétique, mais pas le transport des personnes en dehors de l'entreprise. Le transport des matières en dehors du périmètre, souvent sous-traité, n'est pas pris en compte non plus.

Notons enfin que les méthodologies décrites permettent aux entreprises d'établir l'inventaire des aspects énergétiques, les objectifs et cibles énergétiques, éléments essentiels pour la mise en place d'un système de management de l'énergie suivant la norme ISO 50001.

Les méthodologies process et mixte sont très largement inspirées de la méthodologie d'audit utilisée pour les accords de branche énergie et CO<sub>2</sub> wallons<sup>1</sup>. Cette méthodologie tire ses principes de base, sur la définition d'un indice d'efficacité énergétique, de la méthode EPS (Energie Potential Scan) mise au point aux Pays-Bas avec le soutien de NOVEM (fin des années 80).

## 2.1 MÉTHODOLOGIE PROCESS

Comme l'illustre notre exemple fictif de la *Brasserie de la Maelbeek*, la méthodologie process s'applique particulièrement bien à toute entreprise présentant une [activité industrielle comme activité principale](#) et une consommation d'énergie [primaire](#) supérieure à 0,02 PJp (5,5 GWhp).

**Ces critères sont donnés à titre indicatif, afin de faciliter le choix de la méthode d'audit.**

Pour établir un modèle de performance énergétique pertinent, [l'analyse des flux énergétiques](#) devra prendre en considération un grand nombre [d'indicateurs d'activités](#), lesquels peuvent varier fortement au cours des années.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

*Dans notre exemple la fabrication de la bière met en évidence un grand nombre d'usages énergétiques et d'indicateurs d'activité différents :*

<u>Usage</u>	<u>Indicateurs d'activités</u>
<i>Préparation du malt</i>	<i>Quantité de malt</i>
<i>Empâtage</i>	<i>Volume de mèche</i>
<i>Filtration, ébullition, Clarification et refroidissement</i>	<i>Volume de moût initial</i>
<i>Fermentation</i>	<i>Volume de moût final</i>
<i>Embouteillage (lavage - soutirage)</i>	<i>Nb bouteilles recyclées</i>
<i>Embouteillage (soutirage)</i>	<i>Nb bouteilles neuves</i>
<i>Nettoyage en Place</i>	<i>Temps</i>
<i>Station d'épuration</i>	<i>Volume d'eau traité</i>
<i>Transport</i>	<i>Temps d'utilisation</i>
<i>Eclairage et bureautique des bureaux</i>	<i>Surfaces éclairées</i>
<i>Chauffage des bureaux</i>	<i>Surfaces chauffées pondérées par les degrés-jours</i>
<i>Eclairage des halls</i>	<i>Surfaces éclairées</i>
<i>Labo climatisé</i>	<i>Surfaces climatisées</i>

## 2.2 MÉTHODOLOGIE MIXTE

Comme l'illustre notre exemple fictif du *Supermarché BruSales*, la méthodologie de l'audit mixte s'applique particulièrement bien à toute entreprise présentant une part non-négligeable d'activité tertiaire et d'activité opérationnelle.

**Ces critères sont donnés à titre indicatif, afin de faciliter le choix de la méthode d'audit.** [L'analyse des flux énergétiques](#) est simplifiée et une [campagne de mesures](#) s'avère indispensable. Le suivi de la performance énergétique de l'entreprise ne nécessite qu'un nombre réduit [d'indicateurs d'activités](#), pouvant parfois se limiter uniquement à l'intégration des paramètres climatiques.

*Exemple : Supermarché BruSales*

*Dans notre exemple la vente de marchandise met en évidence un nombre limité d'usages énergétiques et d'indicateurs d'activité différents :*

<u>Usage</u>	<u>Indicateurs d'activités</u>
<i>Cuisson des pains</i>	<i>Nombre de pains cuits</i>
<i>Froid positif</i>	<i>Surface de frigo positif pondérée par les degrés jours d'été</i>
<i>Froid négatif</i>	<i>Surface de frigo négatif pondérée par les degrés jours d'été</i>
<i>Chauffage</i>	<i>Surfaces chauffées pondérée par les degrés jours d'hiver</i>

La méthodologie mixte est donc une méthode simplifiée de la méthodologie process à un nombre réduit d'indicateur d'activités.

## 3 CHAMP D'APPLICATION

### 3.1 UNITÉ TECHNIQUE ET GÉOGRAPHIQUE (UTG)

L'audit est réalisé sur une UTG, ou une partie d'UTG (unité d'établissement – dans le cas d'un audit d'une grande entreprise), couverte par un permis d'environnement. L'audit est réalisé pour le titulaire du permis ou le responsable de grande entreprise.

### 3.2 ENTREPRISES VISÉES

Feront l'objet d'un audit énergétique :

- 1) Les grandes entreprises dont l'unité d'établissement est couverte par un permis d'environnement (« audit grande entreprise ») ;
- 2) Toute UTG considérée comme un gros consommateur, lors de la demande de permis d'environnement (« audit du permis d'environnement »).

Est considérée comme une grande entreprise toute entreprise qui a une unité d'établissement, telle que reprise à la [Banque-Carrefour des Entreprises](#) située sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale avec :

- ✓ soit au moins 250 équivalents temps plein,
- ✓ soit un chiffre d'affaires qui excède 50 millions d'euros et un bilan annuel dont le total excède 43 millions d'euros.

Une UTG est considérée comme gros consommateur si elle répond à une des conditions suivantes :

- ✓ elle comporte un magasin visé par la rubrique 90 de la liste des installations classées (cf. arrêté bruxellois du 4 mars 1999), dont les consommations spécifiques en électricité et en combustibles, à climat normalisé, sont supérieures respectivement à 212 kWh/m<sup>2</sup> et

à 102 kWh/m<sup>2</sup>, ou dont la consommation totale est supérieure au seuil fixé à l'annexe pour les commerces ;

- ✓ sa consommation totale primaire est supérieure à 0,1 PJp (27,8 GWhp) si son activité principale est une activité industrielle ;
- ✓ sa superficie plancher est supérieure à 3500 m<sup>2</sup> et sa consommation spécifique est supérieure au seuil de son affectation, fixé en annexe de l'Arrêté du 8 décembre 2016) (*Limites de la consommation énergétique par branche d'activités en dessous de laquelle il y a exemption d'audit énergétique*), si son activité principale n'est pas industrielle.

#### Annexe

#### Seuils de consommation spécifique finale par branche d'activités

Branche d'activités	Seuils de consommation annuelle
Immeuble de bureaux (privé et public)	> 128 kWhf/m <sup>2</sup>
Enseignement	> 107 kWhf/m <sup>2</sup>
Hôpitaux	> 197 kWhf/m <sup>2</sup>
Homes	> 182 kWhf/m <sup>2</sup>
Hôtels	> 206 kWhf/m <sup>2</sup>
Commerces	> 212 kWhf <sub>elec</sub> /m <sup>2</sup> Et > 102 kWhf <sub>comb</sub> /m <sup>2</sup> Ou > 314 kWhf/m <sup>2</sup>
Autres	> 142 kWhf/m <sup>2</sup>
Industrie	> 0,1 PJ <sub>p</sub>

### 3.3 ACTIVITÉ INDUSTRIELLE PRINCIPALE

Par **activité industrielle**, on entend des « activités de production mécanisée portant sur la fabrication ou la transformation de biens meubles ou sur l'exploitation de sources d'énergie ».

Il s'agit essentiellement d'entreprises du secteur de l'industrie suivant les codes NACEBEL 2008 05 à 38 et disposant d'un ensemble d'équipements, de bâtiments et de moyens de transport visant à la production de biens meubles (qui peuvent être déplacés).

Dans une telle entreprise, on trouvera par exemple :

- ✓ des équipements de production, depuis la préparation des matières premières jusqu'aux équipements de conditionnement ;

- ✓ des équipements de production ou de transformation d'énergie (électrique ou combustibles), de traitement de combustible ou d'autoproduction, de transformation ou de redressement de courant ;
- ✓ des bâtiments nécessaires à la production de ces biens, quels que soient leurs usages (bureaux, laboratoires, hall de stockage, de production ou de conditionnement...);
- ✓ des équipements relatifs au transport interne des matières, des produits, de l'eau (pompes, circulateur...) ou des personnes (véhicules de chantier, véhicules utilitaires...). Par transport interne, on entend le transport dont la consommation énergétique entre dans la comptabilité de l'UTG. Le transport du personnel et l'usage des voitures de sociétés sont exclus du périmètre.

Par **activité industrielle principale**, on entend que le poids en énergie (primaire) de cette activité (incluant la consommation des équipements et bâtiments nécessaires à la production de ces biens) représente au moins 70% de l'énergie consommée par l'UTG. Cette valeur est indicative. Ne sont donc pas considérées comme « activité principale » pour l'application de la présente méthodologie les consommations d'énergie liées aux bâtiments administratifs et aux activités de recherche et développement, de tests ou de contrôle-qualité des produits.

### 3.4 PÉRIMÈTRE ÉNERGÉTIQUE

L'audit couvrira au moins 80% de la consommation énergétique totale de l'UTG, exprimée en énergie primaire, selon les **vecteurs énergétiques** suivants :

- ✓ l'électricité qu'elle soit achetée ou autoproduite ;
- ✓ les combustibles, qu'ils soient achetés ou qu'ils résultent de sous-produits de fabrication, qu'ils soient d'origine fossile ou renouvelable ;
- ✓ toute énergie achetée, transformée ou récupérée (vapeur, air comprimé, froid, vide, chaleur, eau chaude, réactions exothermiques...).

L'auditeur veillera à ne pas exclure du périmètre audité une partie d'activité, un bâtiment ou une énergie pour lesquels une amélioration énergétique significative peut être associée.

Les consommations d'eau ne sont pas considérées comme une énergie. Par contre, les consommations électriques des équipements de pompage ou de circulation internes au périmètre seront bien comptabilisés.

Les consommations d'électricité ou de combustible revendues à un tiers en dehors de l'UTG sont déduites des factures d'achats. Par contre l'énergie consommée sur le site, y compris celle mise à disposition des locataires, occupants ou sous-traitants, fait partie du périmètre de l'audit.

### 3.5 ANNÉE DE RÉFÉRENCE

Afin de permettre une consolidation plus aisée par les autorités bruxelloises, l'audit sera réalisé, pour une année de référence, sur les **données énergétiques de l'année bissextile** (2012, 2016...) la plus récente.

## 4 DISPOSITION COMMUNE DES MÉTHODOLOGIES PROCESS ET MIXTE

L'audit énergétique est valable 4 ans à dater de sa validation par l'Institut.

Selon la méthodologie choisie (bâtiment, process ou mixte), l'audit respectera le canevas correspondant, mis à disposition par l'Institut et reprendra au moins les éléments suivants :

- 4.1. l'identification de l'auditeur ;
- 4.2. la description de l'UTG ;
- 4.3. l'historique des consommations et des émissions de CO<sub>2</sub> ;
- 4.4. l'analyse de la consommation énergétique des différents usages de l'UTG ;
- 4.5. l'identification des mesures d'amélioration ;
- 4.6. l'évaluation des mesures d'amélioration ;
- 4.7. le plan d'actions ;
- 4.8. l'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique.

### 4.1 IDENTIFICATION DE L'AUDITEUR

L'audit reprendra les coordonnées de l'auditeur du permis d'environnement, ainsi que son numéro d'agrément.

### 4.2 DESCRIPTION DE L'UTG

L'audit est documenté par un nombre suffisant de visites, réalisées par l'auditeur, afin de lui permettre de se rendre compte du fonctionnement de l'UTG. Au moins une des visites sera accompagnée du responsable technique ou la société de maintenance.

L'audit comprendra une description générale de l'UTG, de sa localisation, de sa taille, de son activité et de son occupation, répartie par activité ou par zone, sans nécessairement entrer dans le détail des équipements, mais de manière à permettre à un lecteur non-averti d'apprécier la complexité technique du périmètre audité. Le niveau de détail de la partie « bâtiment » sera différent suivant la méthodologie choisie et sera dans tous les cas conforme au canevas correspondant à la méthodologie choisie (bâtiment, process ou mixte), mis à disposition par l'Institut.

Il reprendra les chiffres clés tant financiers qu'énergétiques (personnel, chiffre d'affaires, bilan...) ainsi que l'identification des actionnaires disposant de plus de 25% de participation.

## 4.3 ENERGIE FINALE, ENERGIE PRIMAIRE, CO<sub>2</sub>

L'audit reprendra la consommation énergétique annuelle mesurée sur les trois dernières années, exprimée en énergie finale, en énergie primaire et en CO<sub>2</sub>. Les valeurs seront détaillées par vecteur énergétique. Les consommations électriques seront détaillées en heures pleines / heures creuses, si cela s'avère pertinent. Ces résultats seront présentés sous forme de tableau et de graphique.

### 4.3.1 ENERGIE FINALE

La quantité d'énergie consommée dans l'UTG est comptabilisée en énergie finale, telle que reprise dans les factures, en tenant compte des éventuelles variations des stocks de combustible (mazout, bois...) de début et de fin d'année.

*Exemple : kWh d'électricité, des litres de mazout, kWh de gaz naturel, kg ou litres de propane*

Si l'auditeur utilise des kWh ou des GJ<sup>4</sup> pour un combustible, il veillera à exprimer son contenu énergétique en fonction du pouvoir calorifique inférieur (PCI - kWhi).

Un tableau de flux d'énergie sera construit en plaçant les énergies en colonnes et les usages en lignes. On placera dans chaque cellule du tableau les consommations d'énergie finale qui sont associées à chaque usage et à chaque vecteur (voir les chapitres [5.2.3](#) et [6.4.3](#)).

Si l'auditeur se base sur une reconstitution partielle des consommations de l'UTG (minimum 80% du total en énergie primaire), il prévoira un usage « Divers », reprenant le solde des consommations. Le total des énergies consommées sera donc égal au contenu énergétique de l'ensemble des énergies entrant dans le [périmètre](#) du site.

L'auditeur se référera aux différentes techniques d'ingénierie en électricité, en thermique et en thermodynamique pour évaluer chacune des consommations le plus précisément possible.

Cette évaluation sera basée sur :

- les factures ;
- des relevés de compteurs ;
- des mesures ponctuelles de puissances électriques absorbées ou de consommations thermiques ;
- des estimations de temps de fonctionnement des équipements ;
- des calculs de contenu énergétique basés sur la thermique du procédé industriel (enthalpie, air humide, air comprimé...);

<sup>4</sup> 1 kWh = 1 kW \* 1 h = 1 kJ/s \* 3600 s/h \* 1h et donc 1 kWh = 3600 kJ = 0,0036 GJ.

Si 1kWh = 2,5 kWhp, alors 1 kWh = 0,009 GJp

*Exemple : 95 ouvriers se douchent tous les jours (1 douche = 50 litres, rendement 100%, chauffage électrique). La consommation annuelle peut être calculée suivant : 50 litres \* 4.186 kJ/kg/K \* (45°C-10°C) \* 95 ouvriers \* 220 jours / 3600 s/h = 42529 kWh.*

- des clés de répartitions liées à l'expérience des responsables de production, de maintenance de l'UTG.

Les hypothèses de calculs seront très clairement énoncées et seront intégralement reprises dans le rapport d'audit.

#### 4.3.2 ENERGIE PRIMAIRE

Afin de sommer les différentes énergie et pour rendre compte de l'évolution correcte des consommations d'énergie, on veillera à ce que leur contenu énergétique reste constant d'une année à l'autre. Le Nm<sup>3</sup> de gaz naturel dont le pouvoir calorifique varie tous les jours, ou le kg de bois dont le contenu énergétique varie avec le taux d'humidité ou le type de bois, ne peuvent convenir. On utilisera une unité thermique, le kWh ou le kJ, que l'on qualifiera de primaire.

L'énergie primaire est calculée à partir de l'énergie finale multipliée par un coefficient de conversion conventionnel. Le recours à la notion d'énergie primaire pour le suivi de l'efficacité énergétique permet dès lors de calculer les consommations spécifiques des différents usages énergétiques de l'UTG et d'établir ainsi les indices d'amélioration. Il permet également, de manière plus fondamentale, de comptabiliser des projets d'économies d'énergie qui impliquent une concurrence entre l'électricité et les combustibles, tels que la cogénération par exemple.

Lorsqu'il n'est pas mesuré par un laboratoire agréé, le contenu énergétique des combustibles sera celui donné dans l'Annexe IV de la directive 2012/27/UE :

Produit énergétique	Pouvoir calorifique inférieur	
	kJi	kWhi
1 kg de coke	28 500	7,917
1 kg de charbon maigre	17 200 – 30 700	4,778 – 8,528
1 kg de briquettes de lignite	20 000	5,556
1 kg de lignite noir	10 500 – 21 000	2,917 – 5,833
1 kg de lignite	5 600 – 10 500	1,556 – 2,917
1 kg de fioul lourd	40 000	11,111
1 kg de mazout	42 300	11,750
1 kg de carburant (essence)	44 000	12,222
1 kg d'huile de paraffine	40 000	11,111
1 kg de gaz de pétrole liquéfié	46 000	12,778

1 Nm <sup>3</sup> de gaz naturel <sup>2</sup>	33 220	9,228
1 kg de gaz naturel liquéfié	45 190	12,553
1 kg de bois (à 25 % d'humidité)	13 800	3,833
1 kg de granulés de bois (pellets) / de briques de bois	16 800	4,667
1 kg de déchets	7 400 – 10 700	2,056 – 2,972

Conventionnellement, le coefficient de conversion de l'électricité sera de 2,5 kWhp/kWh. Ce coefficient correspond à un rendement moyen de production et de distribution de l'électricité de 40%.

La masse volumique du mazout sera prise conventionnellement à 0,84 kg/litre, ce qui donne un PCI de 9,87 kWhi/litre ou 35.532 kJi/litre.

Le coefficient de conversion pour les énergies renouvelables sera pris conventionnellement à 1 kWhp/kWh.

#### 4.3.3 EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

Le tableau<sup>6</sup> suivant reprend les émissions de CO<sub>2</sub> à utiliser pour l'électricité, le gaz et le mazout.

Coefficient d'émissions de CO <sub>2</sub> exprimé en kg d'équivalent de CO <sub>2</sub> par Unité (sur PCI)	Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	
	kgCO <sub>2</sub> /MWhi	kgCO <sub>2</sub> /GJp
<b>Electricité</b>	395	43,9
<b>Gaz Naturel</b>	217	60,3
<b>Mazout</b>	306	85,0

Notons que ces valeurs sont actuellement sensiblement différentes de celles que l'on retrouve au niveau des publications de l'IPCC<sup>3</sup> :

Combustible	Facteur d'émission de CO <sub>2</sub> (kg/GJp)
Gaz Naturel	56,1
Mazout	73,3

<sup>2</sup> Moyenne des valeurs 2015 avec PCI/PCS = 0,903 (<http://www.sibelga.be/fr/secteur/pouvoircalorifique-superieur-gaz/valeurs>) 6 Annexe de l'arrêté ministériel du 24/07/2008 déterminant les hypothèses énergétiques à prendre en considération lors des études de faisabilité technico-économique

<sup>3</sup> IPCC 2006- Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories  
<http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/>

Pour les autres combustibles, si les émissions de CO<sub>2</sub> ne sont pas mesurées par un laboratoire agréé, l'audit reprendra les coefficients de CO<sub>2</sub> suivants (IPCC) :

<b>Combustible</b>	<b>Facteur d'émission de CO<sub>2</sub> (kg/GJp)</b>
anthracite	98,3
charbon sub-bitumineux	96,1
coke de cokerie	107
lignite	101
goudron	80,7
fuel extra-lourd	77,4
kérosène	71,5
essence	69,3
LPG	63,1
gaz de raffineries	57,6
coke de pétrole	97,5
autres produits pétroliers	73,3
recup. pâte & papier	0
autres déchets	91,7
bois de chauffage	0

Pour les énergies renouvelables, on prendra par convention un coefficient de conversion nul (0 kg CO<sub>2</sub>/GJp).

Les émissions de CO<sub>2</sub> qui seront calculées résulteront donc uniquement des énergies consommées (électricité et combustibles). Elles ne représenteront éventuellement qu'une partie des émissions de CO<sub>2</sub> de l'UTG puisqu'on ne tiendra pas compte :

- du CO<sub>2</sub> émis hors périmètre pour le transport des produits ou des personnes ;
- du CO<sub>2</sub> émis par certains procédés industriels (CO<sub>2</sub> résultant de réactions de décarbonatation par exemple) ;
- de la présence de fluide frigorigène ;
- de tout autre gaz à effet de serre (méthane...).

#### 4.4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS

L'audit reprendra une analyse détaillée des flux énergétiques représentée sous forme d'un tableau de répartition des consommations finale, primaire et des émissions de CO<sub>2</sub> par usage énergétique et qui tiendra compte des éléments suivants :

- ✓ l'évolution du type de produit ;
- ✓ l'évolution du type de combustible ;
- ✓ l'évolution des contraintes environnementales, de la qualité et de la sécurité ;

- ✓ l'évolution de la conjoncture sur les horaires de production ;
- ✓ l'usage des bâtiments ;
- ✓ la production d'énergie alternative ou renouvelable ;
- ✓ tout autre impact pouvant influencer les performances énergétiques ou en CO<sub>2</sub> de l'UTG.

Pour l'audit process, voir le chapitre 5.2.

Pour l'audit mixte, voir le chapitre 6.4.

## 4.5 IDENTIFICATION DES MESURES D'AMÉLIORATION

Pour chacun des usages significatifs, l'auditeur identifiera les mesures d'amélioration incluses au périmètre. Pour ce faire, il réalisera un brainstorming avec une équipe « énergie » issue du personnel de l'UTG, composée idéalement d'au moins :

- ✓ un responsable de la production ;
- ✓ un responsable de maintenance ;
- ✓ un responsable environnement, qualité, sécurité ou énergie.

Avant la tenue du brainstorming proprement dit, l'auditeur visitera les installations techniques et les bâtiments, lui permettant d'établir sa propre évaluation énergétique.

Sur base de ses observations et des explications obtenues au cours de sa(ses) visite(s), l'auditeur dressera la liste détaillée des améliorations potentielles.

En parallèle à la liste détaillée des améliorations potentielles définies par l'auditeur, celui-ci demandera à recevoir la liste des améliorations énergétiques déjà identifiées par l'UTG au cours d'audits énergétiques ou de plans d'actions précédents.

Pour le bon déroulement d'un brainstorming, nous suggérons à l'auditeur de faire respecter les règles suivantes :

1. Les idées seront volontairement limitées aux économies d'énergie. Ne seront, par exemple, pas retenues :
  - des économies financières liées à la différence de prix entre l'électricité de nuit et de jour ;
  - la gestion de la pointe quart horaire ;
  - des économies de matières premières, d'eau, de produits de nettoyage ;
  - la récupération d'eau de pluie ou toute économie financière liée à l'utilisation d'eau de ville ;

- des économies financières liées à la gestion du personnel.
- 2. Dans le cadre des améliorations énergétiques, aucune idée ne sera écartée *a priori*, sous prétexte qu'elle a déjà été évoquée / rejetée dans un plan d'actions précédent. On ne juge pas encore de la rentabilité de l'amélioration. Il n'y a pas de mauvaises idées.
- 3. Les améliorations déjà réalisées depuis l'année de référence seront listées.

Afin de pouvoir évaluer le plus précisément possible l'amélioration identifiée, l'auditeur devra veiller à être précis dans sa description.

*Une amélioration liée à une meilleure efficacité énergétique d'une chaufferie sera décrite de façon détaillée. Par exemple : « Amélioration du rendement de combustion de la chaudière n°1 en préchauffant l'air de combustion ».*

L'auditeur compilera enfin ses différentes sources de travail (visite, plan existant, brainstorming, attestations de contrôle des installations, certificats PEB...) et établira la liste des améliorations énergétiques qui en résultent. Il évaluera ensuite chacune des mesures représentant un potentiel d'amélioration important ou ayant un impact significatif sur le fonctionnement de l'équipement.

A titre d'illustration, le tableau suivant reprend une liste indicative des points d'attention sur le bâtiment, l'URE et les énergies alternatives et / ou renouvelables (analyse commune à l'audit process et l'audit mixte). Une énergie alternative possède généralement des coefficients d'émissions en CO<sub>2</sub> plus faibles que l'énergie initialement utilisée. Par exemple le gaz naturel est une énergie alternative au fuel lourd ; l'électricité produite par une cogénération de qualité au gaz est une énergie alternative à l'électricité du réseau.

<b>Bâtiment</b>	
Bat_01	Isolation du bâtiment
Bat_02	Etanchéité du bâtiment
Bat_03	Eclairage
Bat_04	Isolation des tuyauteries
Bat_05	Régulation thermique
Bat_06	HVAC (production, renouvellement d'air, climatisation)
<b>Energie Alternative ou Renouvelable</b>	
COGEN	Cogénération
SER	Recours aux sources d'énergies renouvelables

<b>Autres</b>	
	Sensibilisation du personnel aux économies d'énergie

Notons que les améliorations relatives à la sensibilisation du personnel aux économies d'énergie peuvent être reprises. Leur évaluation technique et financière reste imprécise mais ces améliorations ne devraient pas être négligées.

L'audit reprendra la liste des améliorations issues de cette 1<sup>ère</sup> étape de compilation.

## 4.6 EVALUATION DES MESURES D'AMÉLIORATION

L'auditeur évaluera les conséquences en termes énergétiques, CO<sub>2</sub> et financiers de chacune des améliorations identifiées.

Pour chacune de ces améliorations, il donnera :

- ✓ une description technique ;
- ✓ le coût d'investissement ;
- ✓ l'économie d'énergie totale et par vecteur énergétique, exprimée en énergie finale, en énergie primaire, en CO<sub>2</sub> et en euros ;
- ✓ le temps de retour simple ;
- ✓ le temps de retour simple intégrant les aides à l'investissement et autres réductions d'impôt possibles ;
- ✓ une estimation de la fiabilité des résultats.

L'évaluation doit fournir les résultats suivants, à compiler dans un tableau prenant la forme indicative suivante :

<b>MESURE D'AMÉLIORATION n° XX</b>	
<b><u>Référence:</u></b>	
<b><u>Objet :</u></b>	
<b><u>Sources des données et hypothèses du calcul :</u></b>	
Économie d'énergie finale annuelle - totale - combustibles - électricité	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire totale annuelle	[kWhp/an] [%]

Réduction d'émissions de CO <sub>2</sub>	[t CO <sub>2</sub> /an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	[€/an]
Coût de l'investissement	[€]
Temps de retour simple	[Ans]
Temps de retour simple avec primes et avantages fiscaux	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie	1 à 5 (1= peu fiable)
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement	1 à 5 (1= peu fiable)
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	Oui / Non

La quantification des économies d'énergie ne sera pas effectuée si l'effort à consentir pour cette évaluation est disproportionné par rapport à l'ensemble de la mission d'audit (obtention très difficile des données nécessaires au calcul, calcul faisant intervenir un nombre trop élevé de paramètres). Dans ce cas, une justification et une estimation qualitative de la rentabilité sera fournie.

Les calculs énergétiques et financiers des mesures d'amélioration tiendront compte des interactions entre les mesures.

*Exemple : Le temps de retour sur investissement pour le remplacement du brûleur d'une chaudière est moins rentable si le plan d'actions inclut une mesure relative au préchauffage de l'air de combustion.*

#### 4.6.1 RENTABILITÉ

Le **temps de retour simple** (TRS) est le rapport exprimé en année entre le montant brut d'un investissement exprimé en euro (€) HTVA et le montant du gain énergétique annuel exprimé en euro (€), engendré par cet investissement.

- ✓ L'investissement est comptabilisé en ne tenant pas compte des incitants financiers (les primes, aides à l'investissement, déductions fiscales, ...).
- ✓ Le gain énergétique est calculé en tenant compte de l'ensemble des économies provoquées par l'investissement (énergie, matière, maintenance...) en excluant les primes, incitants financiers, certificats verts.

Le **temps de retour simple** (TRS) tenant compte des primes et avantages fiscaux est également calculé à titre informatif pour le client.

Si l'investissement est réalisé pour d'autres raisons que l'énergie, seul le surcoût énergétique de l'investissement sera comptabilisé.

*Exemple : Remplacement d'un groupe de froid fonctionnant au R22 par un groupe au CO<sub>2</sub> avec récupération de chaleur. Seul l'investissement lié à la récupération de chaleur sera comptabilisé et rapporté à l'économie énergétique.*

Le prix des énergies considéré est le prix moyen des énergies des 12 derniers mois, payé par l'entreprise.

#### 4.6.2 FIABILITÉ

Chacune des améliorations identifiées est évaluée qualitativement sur une échelle de 1 à 5 (1= peu fiable) en termes de:

- ✓ fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie ; ✓
- fiabilité de l'évaluation de l'investissement.

Une mesure est réputée fiable si le produit des fiabilités de l'évaluation de l'économie d'énergie et de l'investissement est supérieur ou égal à 9.

Seules les améliorations réalisées depuis l'année de référence ont une fiabilité globale fixée conventionnellement à 25.

#### 4.6.3 LISTE DES AMÉLIORATIONS ÉVALUÉES

L'audit reprendra un tableau résumé de l'ensemble des améliorations évaluées avec et sans primes ou avantages fiscaux.

### 4.7 PLAN D' ACTIONS ÉNERGÉTIQUE

Après avoir été évaluées, les améliorations énergétiques seront référencées comme « retenues » ou « écartées » suivant les critères de rentabilité et de fiabilité permettant de fixer l'objectif ([Chapitre 4.8](#)).

Les améliorations qui ont été écartées sont reprises dans un tableau qui reprend pour chacune d'elle les résultats de leur évaluation en énergie finale, en énergie primaire, en CO<sub>2</sub>, en euros, ainsi que le montant de l'investissement estimé. Les améliorations issues du brainstorming et qui n'ont pas été évaluées sont également listées. L'ensemble des améliorations écartées est ainsi conservé puisqu'elles pourraient s'avérer rentables ou faisables ultérieurement.

Le **plan d'actions** est donc la liste des améliorations rentables (sans primes ni avantages fiscaux) et fiables, sélectionnées suivant la méthodologie appliquée.

## 4.8 OBJECTIF D'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Si l'UTG concernée répond aux critères de gros consommateur, le titulaire du permis d'environnement dispose de quatre ans pour :

- ✓ soit mettre en œuvre les mesures rentables ;
- ✓ soit atteindre l'objectif d'économie en énergie primaire découlant du plan d'actions de l'audit énergétique.

**L'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique et d'efficacité en CO<sub>2</sub> est celui qui découle du plan d'actions.**

Cet objectif d'amélioration est rapporté en énergie finale (GJf / kWhf, %), en énergie primaire (GJp / kWhp, %), en CO<sub>2</sub> (tonnes de CO<sub>2</sub>, %), en euros.

L'objectif peut être établi de 2 manières laissées au choix du titulaire du permis d'environnement :

- a) un objectif dit « de résultats », basé sur l'atteinte d'un % d'amélioration découlant du plan d'actions, au plus tard 4 ans après la validation de l'audit.
- b) un objectif dit « de moyens », basé sur la réalisation des mesures d'améliorations du plan d'actions, au plus tard 4 ans après la validation de l'audit.

#### 4.8.1 OBJECTIF DE RÉSULTATS

Lorsque l'entreprise choisit un objectif de résultats, elle s'engage à atteindre tant en énergie qu'en CO<sub>2</sub>, un pourcentage ou une quantité d'énergie et de CO<sub>2</sub> économisée. Ces valeurs sont calculées par rapport aux données de l'année de référence et donc par rapport à un périmètre énergétique donné.

Dans les méthodologies mixte et process, ce périmètre peut évoluer au cours des années en fonction de l'activité de l'entreprise. L'amélioration n'est donc pas mesurée par une réduction des factures énergétiques, mais par rapport à une énergie de référence. Ce calcul est détaillé aux chapitres 5.4.2 pour la méthodologie process et 6.6.2 pour la méthodologie mixte.

L'indice d'amélioration de l'efficacité énergétique « **AEE** » et l'indice d'amélioration en CO<sub>2</sub> « **ACO<sub>2</sub>** » seront calculés, sur base des consommations et émissions spécifiques de l'année de référence, en identifiant :

- les indicateurs d'activités de l'année t ;
- les énergies primaires consommées et les émissions de CO<sub>2</sub> lors de l'année t.

L'**AEE** pour l'année « t » est défini de la manière suivante :

$$AEE (\text{année } t) = \left[ 1 - \frac{\text{Consommation réelle de l'année } t}{\text{Consommation théorique de l'année } t} \right]$$

Où les consommations réelles et théoriques sont calculées en énergie primaire

$$\text{la consommation théorique de l'année } t = \sum_i [CS_i(\text{réf}) * IA_i(t)]$$

i est le nombre d'usages

CS<sub>i</sub>(réf) est la consommation spécifique de référence de l'usage i

IA<sub>i</sub>(t) est l'indicateur d'activités de l'usage i pour l'année de validation t Un indice d'amélioration de l'efficacité en CO<sub>2</sub> « **ACO<sub>2</sub>** » est calculé de manière similaire à partir des émissions en CO<sub>2</sub>.

L'objectif de résultats est particulièrement bien adapté à la **méthodologie process**. L'auditeur a établi un plan d'actions reprenant les améliorations rentables pour lesquelles une fiabilité a été jugée suffisante en cours d'audit. L'audit sera valable durant 4 ans et il n'est pas rare de voir le périmètre de l'activité industrielle se transformer significativement dans cet intervalle. Certaines améliorations deviennent moins stratégiques, suite au développement de nouveaux produits, à la disparition de lignes de production, à de nouvelles contraintes de qualité ou environnementales lesquelles influencent les consommations et émissions de référence, etc. Dans cette situation, l'entreprise a intérêt à se donner la liberté de réaliser l'une ou l'autre amélioration, pas nécessairement reprise dans le plan d'actions et qui, après étude

complémentaire, peut s'avérer nettement plus pertinente. Dans ce cas, le calcul des indices d'amélioration (AEE et ACO<sub>2</sub>) après 4 ans permettra de vérifier que l'UTG a atteint ses objectifs et respecté les obligations de son permis d'environnement. Une incertitude sur ce calcul d'indice de 10% sera généralement tolérée.

On pourra également choisir ce type d'objectif dans le cadre de la **méthodologie mixte**, lorsque l'activité industrielle n'est pas la principale. (cf. 3.3 Activité industrielle principale), mais que le périmètre énergétique est susceptible d'évoluer significativement suite au marché économique. Il s'agira donc par exemple d'entreprises qui comportent une activité significative de service, de validation de procédé, de recherche et développement, etc. (tels que les magasins, les hôpitaux ou les centres de R&D par exemple).

#### 4.8.2 OBJECTIF DE MOYENS

Lorsque l'entreprise choisit un objectif de moyens, elle s'engage à réaliser les améliorations rentables sélectionnées dans son plan d'actions.

- ✓ le plan d'actions est constitué d'une liste d'améliorations qui permettent d'atteindre l'économie d'énergie primaire (et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>) qui a été identifiée comme rentable (c'est-à-dire ayant un TRS < à 5 ans pour l'audit mixte ou < à 3 ans pour l'audit process) pour l'UTG auditée.
- ✓ Les objectifs sont inscrits dans le rapport d'audit à titre indicatif.
- ✓ endéans ces 4 années de mise en œuvre, l'exploitant réalise les mesures d'amélioration identifiées par le plan d'actions et imposées dans son permis d'environnement ;
- ✓ à l'échéance des 4 ans, lors de la vérification des résultats, il calcule les gains énergétiques qui résultent de la mise en œuvre du plan d'actions.

L'objectif de moyens pourrait être choisi lorsque les améliorations ont été identifiées et évaluées avec une très grande fiabilité. Il est néanmoins plus contraignant que l'objectif de résultats, puisque, dans ce cas, l'entreprise doit mettre en œuvre l'amélioration elle-même. Si elle identifie par la suite d'autres améliorations plus rentables et qui pourraient avoir la même efficacité énergétique, l'entreprise devra faire modifier son permis d'environnement pour pouvoir intégrer cette mesure. La démarche est donc plus fastidieuse que si elle avait choisi un objectif de résultats.

## 5 MÉTHODOLOGIE SPÉCIFIQUE À L'AUDIT PROCESS

En complément du contenu général décrit au [chapitre 4](#), la méthodologie process comporte les informations suivantes :

- 5.1. la consommation totale d'énergie annuelle de l'UTG, répartie entre le(s) bâtiment(s) et l'activité industrielle, exprimée en énergie finale, en énergie primaire et en CO<sub>2</sub> ;

- 5.2. une analyse détaillée des flux énergétiques de l'UTG ;
- 5.3. l'identification de toutes les mesures significatives d'amélioration ;
- 5.4. le plan d'actions ;
- 5.5. la validation de l'objectif.

*Pour expliquer la méthodologie de l'audit process, nous illustrerons la démarche à travers l'exemple (fictif) de la Brasserie de la Maelbeek.*

*La Brasserie a choisi l'année 2012 comme année de référence. Elle consomme de l'électricité, du gaz naturel, du mazout et du bois (pellets). Elle produit de la bière à partir de malt, qu'elle achète comme matière première. Elle embouteille la bière sur place. En 2014, elle met en service une station d'épuration des eaux usées.*

*L'audit porte sur plus de 90% des consommations de l'UTG. Les bâtiments représentent moins de 5% de la consommation totale en énergie primaire. Avec une consommation totale de plus de 30.000 GJp, la méthodologie process semble particulièrement bien adaptée.*

## 5.1 CONSOMMATION TOTALE D'ÉNERGIE

Pour [l'année de référence](#), l'audit reprendra la consommation totale d'énergie annuelle de l'UTG et cette consommation sera répartie entre le bâtiment et l'activité industrielle, exprimée en énergie finale, en énergie primaire et en CO<sub>2</sub>.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

2012	Electricité	Gaz Naturel	Mazout	Pellets	Totaux
Energie finale (Unités)	kWh	kWhi	litre	kg	
Activité Opérationnelle	1.630.000	0	305.000	250.000	
Bâtiments	106.000	75.000	0	0	
Energie facturée	1.736.000	75.000	305.000	250.000	
Energie primaire (GJp)	15.624	270	10.837	4.500	<b>31.231</b>
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> )	685.720	16.275	921.167	0	<b>1.623.162</b>

*Energie primaire : 31.231 GJp (= 0,03 PJp), dont l'activité opérationnelle (87%), bâtiment (4%), non audité (9%).*

## 5.2 ANALYSE DES FLUX ÉNERGÉTIQUES

L'audit reprendra pour l'année de référence une analyse détaillée des flux énergétiques représentée sous forme d'un tableau de répartition des consommations finale, primaire et des émissions de CO<sub>2</sub> par usage énergétique suivant les éléments décrits au [chapitre 4.4](#).

L'analyse de la consommation énergétique reprendra les éléments suivants :

- ✓ la consommation finale et primaire par usage ; ✓ un indicateur d'activités identifié pour chaque usage ; ✓ une consommation spécifique propre à chaque usage.

## 5.2.1 USAGES ÉNERGÉTIQUES

La décomposition de l'activité de l'UTG en un nombre d'usages significatifs est un travail d'apparence très simple mais qui dans la réalité s'avère particulièrement délicat. La créativité et l'expérience de l'auditeur seront un atout majeur pour établir un modèle d'efficacité énergétique pertinent.

On commencera par répartir les usages en 2 catégories :

- ✓ l'activité opérationnelle ; ✓ le bâtiment.

Dans chacune de ces catégories, il convient d'identifier les usages significatifs. Suivant la norme ISO 50001 relative aux Systèmes de Management de l'Énergie, un *aspect énergétique* est significatif « *s'il intervient dans une forte proportion dans la consommation d'énergie totale et a un potentiel dans (...) l'utilisation plus efficace de l'énergie* ». La notion d'*aspect* énergétique reprise dans la norme recouvre donc le même concept que la notion d'*usage* de la présente méthodologie.

Dès lors, nous définirons un **usage significatif** comme celui présentant au moins 5% de l'énergie totale de l'UTG ou un usage pour lequel une amélioration énergétique par rapport à l'année de référence d'au moins 25% est envisagée.

La consommation d'un usage qui n'est pas significatif pourra être incluse dans la consommation d'un usage plus large.

*Exemple : La consommation pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire pourra être incluse dans la consommation de chauffage du bâtiment.*

Si elle n'est pas incluse dans un usage plus global, la consommation d'un usage qui n'est pas significatif ne sera pas comptabilisée dans l'analyse des flux énergétiques. La somme des usages non significatifs ne dépassera pas 20% de la consommation totale exprimée en énergie primaire, comme précisé dans la définition du [périmètre](#).

### 5.2.1.1 L'ACTIVITÉ OPÉRATIONNELLE

L'activité opérationnelle reprend les consommations énergétiques de l'UTG des usages significatifs liés :

- au processus de préparation, fabrication, transformation et conditionnement des produits ;
- à la maintenance, y compris les équipements de sécurité ;
- au traitement des effluents, des déchets ou sous-produits ;

- au maintien de la qualité du réseau électrique inclus au périmètre (stabilité, redressement, filtration des harmoniques) et aux postes de transformation, y compris la mise hors gel des conduites, des installations ou des énergies ;
- à la production, transformation et distribution des énergies autoproduites ; - au transport interne des produits ou des personnes (voir [chapitre 3.3](#)).

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Activité Opérationnelle	
Production de la bière	
OP1	Préparation du malt
OP2	Empâtage
OP3	Filtration et ébullition du moût
OP4	Clarification et refroidissement
OP5	Fermentation
Embouteillage (lavage - soutirage)	
OP6	Bouteilles consignées
OP7	Bouteilles neuves
Auxiliaires	
OP8	Nettoyage en place
OP9	Station d'épuration
OP10	Transport interne (Clarks, ...)
Usages répartis	
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar

### 5.2.1.2 LE BÂTIMENT

Cette catégorie reprend les consommations énergétiques relatives aux bâtiments de l'UTG.

Habituellement on répartira les consommations d'énergie en deux types de bâtiments :

1. les bâtiments administratifs ;

*Exemples : bureaux, salles de réunion...*

2. les bâtiments liés à l'activité opérationnelle et au conditionnement des produits.

*Exemples : halls de production ou de stockage, climatisés ou non, salles blanches, laboratoires...*

Pour ces deux types de bâtiments, une décomposition plus fine peut être réalisée suivant la nature des équipements consommateurs d'énergie, à condition que ces usages soient significatifs :

- le chauffage du bâtiment ;
- le chauffage de l'eau chaude sanitaire ;
- le refroidissement du bâtiment ;
- l'humidification et/ou la déshumidification de l'air ;
- la ventilation du bâtiment ;
- l'éclairage et la bureautique ; - autres.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Bâtiments	
Bâtiments administratifs	
BAT1	Eclairage et bureautique
BAT2	Chauffage
Bâtiments opérationnels	
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers
BAT4	Labo climatisé

## 5.2.2 INDICATEURS D'ACTIVITÉS

Pour chacun des usages, on déterminera un indicateur d'activités. Une règle de proportionnalité doit être appliquée entre la consommation énergétique de l'usage et la valeur de l'indicateur d'activité. Il permettra d'établir une consommation spécifique, qui sera utilisée dans le calcul de l'indice d'amélioration de l'efficacité énergétique.

C'est à ce niveau que se joueront la qualité de l'audit et le calcul des indices pertinents. Un certain nombre de règles permettent ainsi d'orienter le choix de l'usage et de l'indicateur d'activités qui lui est associé :

1. Un usage correspond à un indicateur d'activités déterminé et donc à une consommation spécifique.

*Exemple : La brasserie embouteille la bière dans 2 types de bouteilles : les bouteilles recyclées qui doivent donc être lavées et les bouteilles neuves.*

2. La consommation de l'usage est supposée proportionnelle à l'indicateur d'activités. L'écart entre la consommation théorique et la réalité est dès lors représentative de l'amélioration énergétique réalisée.

*Exemple : Si la production double, la consommation double.*

*En réalité, dans ce cas, la consommation ne doublera pas tout à fait et donc le choix de la tonne de produit permettra à l'UTG de consommer plus si elle produit plus mais en même temps de mesurer une amélioration énergétique liée à une meilleure exploitation des capacités de la ligne de production. Si la production double (tonnes vendues) et que la consommation ne double pas*

(un peu moins du double), l'écart est relatif au gain sur le rendement des installations.

3. Le choix de l'indicateur d'activités doit permettre de mesurer l'amélioration énergétique attendue et doit donc être indépendant de la variable sur laquelle agit l'amélioration énergétique.

*Exemple :* Placer un détecteur de présence ou un crépusculaire sur l'éclairage permet de réduire le nombre d'heures d'éclairage. L'indicateur d'activités pour l'usage « Eclairage » sera la surface éclairée (m<sup>2</sup>) et non les heures d'éclairage.

4. Si plusieurs usages dépendent du même indicateur d'activités, il n'est pas nécessaire de différencier les usages : ceux-ci peuvent être regroupés en un seul usage. Ceci permet de simplifier le modèle énergétique.

*Exemple :* La consommation énergétique de la filtration, l'ébullition, la clarification et le refroidissement du moût dépendent d'un seul et même indicateur d'activité : le volume de moût initial.

5. Pour chaque régime de production d'un même équipement, on définira un indicateur d'activités qui lui est associé.

*Exemple :* Les consommations énergétiques du poste « Fermentation » se répartissent en deux usages : le nombre de bouteilles de bières blondes et le nombre de bouteilles de bières triples.

6. La consommation d'un usage « Père » peut être répartie sur différents autres usages « Fils ». Dans ce cas, il s'agit d'un **usage réparti**, qui n'aura pas d'indicateur d'activités.

*Exemple :* La vapeur produite et distribuée à 11 bar est consommée sur 4 usages : l'empâtage, la filtration et l'ébullition du moût, le lavage des bouteilles consignées, le nettoyage en place.

7. L'unité choisie pour l'indicateur d'activités peut intégrer l'impact climatique (été comme hiver)<sup>4</sup>. Ainsi, pour tenir compte de la rigueur de l'hiver, les degrés jours 15/15 pourront être utilisés.

*Exemple :* Le chauffage du bâtiment administratif est proportionnel à la surface chauffée, soit 600 m<sup>2</sup>.  $DJ_{Normaux} = 1869$  ;  $DJ_{15/15_{2012}} = 1915$  ;  $DJ_{15/15_{2015}} = 1704$ .  
 $IA_{Chauffage_{2012}} = 600 * 1915/1869 = 615 \text{ m}^2 \text{ éq}$   
 $IA_{Chauffage_{2014}} = 600 * 1704/1869 = 547 \text{ m}^2 \text{ éq}$

*Exemple :* Brasserie de la Maelbeek.

---

<sup>4</sup> [http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/proc\\_20150611\\_normalisation\\_fr.pdf](http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/proc_20150611_normalisation_fr.pdf)

		Indicateurs d'activités			
		Description	Indicateurs d'activités 2012	Indicateurs d'activités 2015	Unités
<b>Activité Opérationnelle</b>					
<b>Production de la bière</b>					
OP1	Préparation du malt	Quantité de malt	5.000	5.000	Tonnes
OP2	Empâtage	Volume de mèche	150.000	150.000	HI
OP3	Filtration et ébullition du moût	Volume de moût initial	200.000	200.000	HI
OP4	Clarification et refroidissement	Volume de moût initial	200.000	200.000	HI
OP5	Fermentation	Volume de moût final	175.000	175.000	HI
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>					
OP6	Bouteilles consignées	Nb bouteilles recyclées	20.000	20.000	1000 bouteilles
OP7	Bouteilles neuves	Nb bouteilles neuves	10.000	10.000	1000 bouteilles
<b>Auxiliaires</b>					
OP8	Nettoyage en Place	Temps	4.000	4.000	Heures
OP9	Station d'épuration	Volume d'eau traité		50.000	m <sup>3</sup>
OP10	Transport interne (Clarks)	Temps	2.000	2.000	Heures
<b>Usages répartis</b>					
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	Usage réparti			
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	Usage réparti			
<b>Solde non concilié</b>					
OP13	Divers	Solde	8.784	8.784	Heures
<b>Bâtiments</b>					
<b>Bâtiments administratifs</b>					
BAT1	Eclairage et bureautique	Surfaces éclairées	600	600	m <sup>2</sup>
BAT2	Chauffage	Surfaces chauffées	615	547	m <sup>2</sup> DjN/DJ2012
<b>Bâtiments opérationnels</b>					
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	Surfaces éclairées	5.000	5.000	m <sup>2</sup>
BAT4	Labo climatisé	Surfaces climatisées	200	200	m <sup>2</sup>

On observe dans l'exemple ci-dessous que les seuls indicateurs d'activités modifiés dans la brasserie entre 2012 et 2015 sont :

- le climat (les degrés jours). Voir la normalisation climatique ([Documents de référence](#))

- la mise en service d'une station d'épuration des eaux usées.

### 5.2.3 ENERGIE FINALE

Un tableau de flux d'énergie, exprimé en énergie finale, sera construit, en identifiant les consommations d'énergie finale qui sont associées à chaque usage.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek – Année de référence 2012*

Tableau de consommation en énergie finale

Année : 2012 DJ 15/15: 1915		Energies consommées					
		ELE Electricité	GZN Gaz Naturel	FLg Mazout	Bois Pellets	OP11 Vapeur	OP12 Air comprimé
		kWh	kWhi	litre	kg	Tvap	Nm <sup>3</sup>
<b>Activité Opérationnelle</b>							
<b>Production de la bière</b>							
OP1	Préparation du malt	40.000	XX	XX	XX	XX	400.000
OP2	Empâtage	10.000	XX	XX	XX	300	80.000
OP3	Filtration et ébullition du moût	70.000	XX	XX	XX	2.000	
OP4	Clarification et refroidissement	350.000	XX	XX	XX	XX	200.000
OP5	Fermentation	500.000	XX	XX	XX	XX	80.000
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>							
OP6	Bouteilles consignées	85.000	XX	XX	XX	1.500	160.000
OP7	Bouteilles neuves	20.000	XX	XX	XX	XX	240.000
<b>Auxiliaires</b>							
OP8	Nettoyage en Place	35.000	XX	XX	XX	1.500	40.000
OP9	Station d'épuration	XX	XX	XX	XX	XX	XX
OP10	Transport interne (Clarks)	30.000	XX	5.000	XX	XX	XX
<b>Usages répartis</b>							
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	40.000	XX	300.000	250.000	XX	XX
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	150.000	XX	XX	XX	XX	XX
<b>Solde non concilié</b>							
OP13	Divers	300.000	XX	XX	XX	XX	XX
<b>Bâtiments</b>							
<b>Bâtiments administratifs</b>							
BAT1	Eclairage et bureautique	18.000	XX	XX	XX	XX	XX
BAT2	Chauffage	XX	75.000	XX	XX	XX	XX
<b>Bâtiments opérationnels</b>							

BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	78.000	XX	XX	XX	XX	XX
BAT4	Labo climatisé	10.000	XX	XX	XX	XX	XX
<b>Totaux</b>		<b>1.736.000</b>	<b>75.000</b>	<b>305.000</b>	<b>250.000</b>	<b>5.300</b>	<b>1.200.000</b>

## 5.2.4 ENERGIE PRIMAIRE

En utilisant les coefficients de conversion en énergie primaire du [chapitre 4.3.2](#), l'auditeur établira un tableau de consommation en énergie primaire pour l'année de référence.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Tableau de consommation en énergie primaire

Année : 2012 DJ 15/15: 1915		Energies consommées						Total	
		ELE Electricité	GZN Gaz Naturel	FLg Mazout	Bois Pellets	OP11 Vapeur	OP12 Air comprimé	GJp	%
		GJp	GJp	GJp	GJp	GJp	GJp		
<b>Activité Opérationnelle</b>									
<b>Production de la bière</b>									
OP1	Préparation du malt	360	XX	XX	XX	XX	450	810	2,6%
OP2	Empâtage	90	XX	XX	XX	878	90	1.058	3,4%
OP3	Filtration et ébullition du moût	630	XX	XX	XX	5.856		6.486	20,8%
OP4	Clarification et refroidissement	3.150	XX	XX	XX	XX	225	3.375	10,8%
OP5	Fermentation	4.500	XX	XX	XX	XX	90	4.590	14,7%
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>									
OP6	Bouteilles consignées	765	XX	XX	XX	4.392	180	5.337	17,1%
OP7	Bouteilles neuves	180	XX	XX	XX	XX	270	450	1,4%
<b>Auxiliaires</b>									
OP8	Nettoyage en Place	315	XX	XX	XX	4.392	45	4.752	15,2%
OP9	Station d'épuration	XX	XX	XX	XX	XX	XX		
OP10	Transport interne (Clarks)	270	XX	178	XX	XX	XX	448	1,4%
<b>Usages répartis</b>									
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	0	0	0	0	0	0		
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	0	0	0	0	0	0		
<b>Solde non concilié</b>									
OP13	Divers	2.700	XX	XX	XX	XX	XX	2.700	8,6%

Bâtiments									
Bâtiments administratifs									
BAT1	Eclairage et bureautique	162	XX	XX	XX	XX	XX	162	0,5%
BAT2	Chauffage	XX	270	XX	XX	XX	XX	270	0,9%
Bâtiments opérationnels									
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	702	XX	XX	XX	XX	XX	702	2,2%
BAT4	Labo climatisé	90	XX	XX	XX	XX	XX	90	0,3%
<b>Totaux</b>		<b>13.914</b>	<b>270</b>	<b>178</b>	<b>0</b>	<b>15.520</b>	<b>1.350</b>	<b>31.231</b>	<b>100%</b>

### 5.2.5 EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

En utilisant les coefficients de conversion en CO<sub>2</sub> du [chapitre 4.3.3](#), l'auditeur établira un tableau des émissions de CO<sub>2</sub> pour l'année de référence.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Tableau des émissions de CO<sub>2</sub>

Année : 2012		Emissions de CO <sub>2</sub>						Total	
DJ 15/15: 1915		ELE Electricité	GZN Gaz Naturel	FLg Mazout	Bois Pellets	OP11 Vapeur	OP12 Air comprimé	kgCO <sub>2</sub>	%
		kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>		
Activité Opérationnelle									
Production de la bière									
OP1	Préparation du malt	15.800	XX	XX	XX	XX	19.750	35.550	2,2%
OP2	Empâtage	3.950	XX	XX	XX	52.181	3.950	60.081	3,7%
OP3	Filtration et ébullition du moût	27.650	XX	XX	XX	347.874		375.524	23,1%
OP4	Clarification et refroidissement	138.250	XX	XX	XX	XX	9.875	148.125	9,1%
OP5	Fermentation	197.500	XX	XX	XX	XX	3.950	201.450	12,4%
Embouteillage (lavage - soutirage)									
OP6	Bouteilles consignées	33.575	XX	XX	XX	260.905	7.900	302.380	18,6%
OP7	Bouteilles neuves	7.900	XX	XX	XX	XX	11.850	19.750	1,2%
Auxiliaires									
OP8	Nettoyage en Place	13.825	XX	XX	XX	260.905	1.975	276.705	17,0%
OP9	Station d'épuration	XX	XX	XX	XX	XX	XX		
OP10	Transport interne (Clarks)	11.850	XX	15.101	XX	XX	XX	26.951	1,7%

Usages répartis									
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	0	0	0	0	0	0		
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	0	0	0	0	0	0		
Solde non concilié									
OP13	Divers	118.500	XX	XX	XX	XX	XX	118.500	7,3%
Bâtiments									
Bâtiments administratifs									
BAT1	Eclairage et bureautique	7.110	XX	XX	XX	XX	XX	7.110	0,4%
BAT2	Chauffage	XX	16.275	XX	XX	XX	XX	16.275	1,0%
Bâtiments opérationnels									
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	30.810	XX	XX	XX	XX	XX	30.810	1,9%
BAT4	Labo climatisé	3.950	XX	XX	XX	XX	XX	3.950	0,2%
<b>Totaux</b>		<b>610.670</b>	<b>16.275</b>	<b>15.101</b>	<b>0</b>	<b>921.866</b>	<b>59.250</b>	<b>1.623.162</b>	<b>100%</b>

## 5.2.6 CONSOMMATIONS ET ÉMISSIONS SPÉCIFIQUES DE RÉFÉRENCE

Pour chacun des usages significatifs identifiés dans le tableau de consommation en énergie primaire, l'auditeur calculera une **consommation spécifique de référence** :

La consommation spécifique de l'usage i ( $CS_i$ ) vaut :

$$CS_i = \frac{Ep_i}{IA_i}$$

Où  $Ep_i$  est la consommation en énergie primaire de l'usage i

$IA_i$  est l'indicateur d'activités de l'usage i

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek Consommations  
spécifiques de référence*

Année : 2012		Total	Indicateurs d'activités			Consommations spécifiques	
DJ 15/15: 1915			Description	Indicateurs d'activités	Unités		
<b>Activité Opérationnelle</b>		GJp				(en GJp/unité)	
<b>Production de la bière</b>							
OP1	Préparation du malt	810	Quantité de malt	5.000	Tonnes	0,1620	GJp/Tonnes
OP2	Empâtage	1.058	Volume de mèche	150.000	HI	0,0071	GJp/HI
OP3	Filtration et ébullition du moût	6.486	Volume de moût initial	200.000	HI	0,0324	GJp/HI
OP4	Clarification et refroidissement	3.375	Volume de moût initial	200.000	HI	0,0169	GJp/HI
OP5	Fermentation	4.590	Volume de moût final	175.000	HI	0,0262	GJp/HI
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>							
OP6	Bouteilles consignées	5.337	Nb bouteilles recyclées	20.000	1000 bouteilles	0,2669	p/1000 outeil
OP7	Bouteilles neuves	450	Nb bouteilles neuves	10.000	1000 bouteilles	0,0450	p/1000 outeil
<b>Auxiliaires</b>							
OP8	Nettoyage en Place	4.752	Temps	4.000	Heures	1,1881	GJp/Heures
OP9	Station d'épuration		Volume d'eau traité		m³		
OP10	Transport interne (Clarks)	448	Temps	2.000	Heures	0,2238	GJp/Heures
<b>Usages répartis</b>							
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar		Usage réparti				
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar		Usage réparti				
<b>Solde non concilié</b>							
OP13	Divers	2.700	Solde	8.784	Heures	0,3074	GJp/Heures
<b>Bâtiments</b>							
<b>Bâtiments administratifs</b>							
BAT1	Eclairage et bureautique	162	Surfaces éclairées	600	m²	0,2700	GJp/m²
BAT2	Chauffage	270	Surfaces chauffées	615	m² DjN/DJ2012	0,4393	p/m² DjN/DJ20
<b>Bâtiments opérationnels</b>							
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	702	Surfaces éclairées	5.000	m²	0,1404	GJp/m²
BAT4	Labo climatisé	90	Surfaces climatisées	200	m²	0,4500	GJp/m²
<b>Totaux</b>		<b>31.231</b>					

L'auditeur consciencieux vérifiera que la somme des lignes du tableau est égale à la somme des colonnes c'est-à-dire que :

$$\text{Energie totale du périmètre énergétique} = \sum_i^n CS_i \cdot IAI + Ep_{\text{Divers}}$$

Où n est le nombre d'usages significatifs

$Ep_{\text{Divers}}$  est le solde de la consommation énergétique reprise dans l'usage « Divers »

De la même manière, pour chacun des usages significatifs identifiés dans le tableau des émissions en CO<sub>2</sub>, l'auditeur calculera une **émission spécifique de référence**.

Le calcul précis des consommations et émissions de référence est essentiel puisque l'amélioration énergétique calculée dans le plan d'actions sera mesurée en rapport avec cette référence et servira au suivi annuel de l'audit.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Emissions spécifiques de référence

Année : 2012  DJ 15/15: 1915		Emissions de CO <sub>2</sub>						Total	
		ELE	GZN	FLg	Bois	OP11	OP12	kgCO <sub>2</sub>	%
		Electricité	Gaz Naturel	Mazout	Pellets	Vapeur	Air comprimé		
		kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub>		
<b>Activité Opérationnelle</b>									
<b>Production de la bière</b>									
OP1	Préparation du malt	15.800	XX	XX	XX	XX	19.750	35.550	2,2%
OP2	Empâtage	3.950	XX	XX	XX	52.181	3.950	60.081	3,7%
OP3	Filtration et ébullition du moût	27.650	XX	XX	XX	347.874		375.524	23,1%
OP4	Clarification et refroidissement	138.250	XX	XX	XX	XX	9.875	148.125	9,1%
OP5	Fermentation	197.500	XX	XX	XX	XX	3.950	201.450	12,4%
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>									
OP6	Bouteilles consignées	33.575	XX	XX	XX	260.905	7.900	302.380	18,6%
OP7	Bouteilles neuves	7.900	XX	XX	XX	XX	11.850	19.750	1,2%
<b>Auxiliaires</b>									
OP8	Nettoyage en Place	13.825	XX	XX	XX	260.905	1.975	276.705	17,0%
OP9	Station d'épuration	XX	XX	XX	XX	XX	XX		
OP10	Transport interne (Clarks)	11.850	XX	15.101	XX	XX	XX	26.951	1,7%
<b>Usages répartis</b>									
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	0	0	0	0	0	0		

OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	0	0	0	0	0	0		
<b>Solde non concilié</b>									
OP13	Divers	118.500	XX	XX	XX	XX	XX	118.500	7,3%
<b>Bâtiments</b>									
<b>Bâtiments administratifs</b>									
BAT1	Eclairage et bureautique	7.110	XX	XX	XX	XX	XX	7.110	0,4%
BAT2	Chauffage	XX	16.275	XX	XX	XX	XX	16.275	1,0%
<b>Bâtiments opérationnels</b>									
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	30.810	XX	XX	XX	XX	XX	30.810	1,9%
BAT4	Labo climatisé	3.950	XX	XX	XX	XX	XX	3.950	0,2%
<b>Totaux</b>		<b>610.670</b>	<b>16.275</b>	<b>15.101</b>	<b>0</b>	<b>921.866</b>	<b>59.250</b>	<b>1.623.162</b>	<b>100%</b>

### 5.2.7 VALIDATION DU MODÈLE ÉNERGÉTIQUE

La validation du modèle énergétique est réalisée en cours d'audit en analysant les flux énergétiques pour une deuxième année (l'année la plus récente). Ceci permet de calculer la performance énergétique de l'UTG depuis l'année de référence et de comparer les résultats obtenus avec les améliorations réalisées sur la même période (voir chapitre 5.5).

#### Exemple : Brasserie de la Maelbeek - Validation

En 2015, le modèle prend en compte le fonctionnement de la station d'épuration (250.000 kWh) et intègre l'amélioration liée au remplacement de la chaudière au mazout par une chaudière au gaz naturel.

Année : 2015		Consommations		AEE	
DJ 15/15: 1704		Réelles	Théoriques	Relatif	Total
<b>Activité Opérationnelle</b>		GJp			
<b>Production de la bière</b>					
OP1	Préparation du malt	810	810	0,0%	0,0%
OP2	Empâtage	998	1.058	5,7%	0,2%
OP3	Filtration et ébullition du moût	6.084	6.486	6,2%	1,2%
OP4	Clarification et refroidissement	3.375	3.375	0,0%	0,0%
OP5	Fermentation	4.590	4.590	0,0%	0,0%

<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>					
OP6	Bouteilles consignées	5.036	5.337	5,7%	0,9%
OP7	Bouteilles neuves	450	450	0,0%	0,0%
<b>Auxiliaires</b>					
OP8	Nettoyage en Place	4.451	4.752	6,3%	0,9%
OP9	Station d'épuration	2.250	2.250	0,0%	0,0%
OP10	Transport interne (Clarks)	448	448	0,0%	0,0%
<b>Usages répartis</b>					
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar				
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar				
<b>Solde non concilié</b>					
OP13	Divers	2.700	2.700	0,0%	0,0%
<b>Bâtiments</b>					
<b>Bâtiments administratifs</b>					
BAT1	Eclairage et bureautique	162	162	0,0%	0,0%
BAT2	Chauffage	240	240	0,0%	0,0%
<b>Bâtiments opérationnels</b>					
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	702	702	0,0%	0,0%
BAT4	Labo climatisé	90	90	0,0%	0,0%
<b>Totaux</b>		<b>32.386</b>	<b>33.452</b>		<b>3,2%</b>
				Gain (GJp)	<b>1.066</b>

On peut également vérifier dans le tableau précédant qu'il n'y a pas d'améliorations ou de dégradations sur le bâtiment. Les paramètres climatiques ont donc correctement été pris en compte.

	<b>2012</b>	<b>2015</b>
<i>Réelle (GJp)</i>	31.231	32.386
<i>Théorique (GJp)</i>	31.231	33.452
<i>AEE</i>	0,0%	3,2%
<i>Gain (GJp)</i>	0	1.066

*L'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> est encore plus marqué :*

Année : 2015
DJ 15/15: 1704

Emissions
-----------

ACO <sub>2</sub>
------------------

	Réelles	Théoriques	Relatif	Total
	kgCO <sub>2</sub>			
<b>Activité Opérationnelle</b>				
<b>Production de la bière</b>				
OP1 Préparation du malt	35.550	35.550	0,00%	0,00%
OP2 Empâtage	41.527	60.081	30,88%	1,08%
OP3 Filtration et ébullition du moût	251.832	375.524	32,94%	7,19%
OP4 Clarification et refroidissement	148.125	148.125	0,00%	0,00%
OP5 Fermentation	201.450	201.450	0,00%	0,00%
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>				
OP6 Bouteilles consignées	209.612	302.380	30,68%	5,39%
OP7 Bouteilles neuves	19.750	19.750	0,00%	0,00%
<b>Auxiliaires</b>				
OP8 Nettoyage en Place	183.937	276.705	33,53%	5,39%
OP9 Station d'épuration	98.750	98.750	0,00%	0,00%
OP10 Transport interne (Clarks)	26.951	26.951	0,00%	0,00%
<b>Usages répartis</b>				
OP11 Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar				
OP12 Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar				
<b>Solde non concilié</b>				
OP13 Divers	118.500	118.500	0,00%	0,00%
<b>Bâtiments</b>				
<b>Bâtiments administratifs</b>				
BAT1 Eclairage et bureautique	7.110	7.110	0,00%	0,00%
BAT2 Chauffage	14.482	14.482	0,00%	0,00%
<b>Bâtiments opérationnels</b>				
BAT3 Eclairage + Climatisation + Divers	30.810	30.810	0,00%	0,00%
BAT4 Labo climatisé	3.950	3.950	0,00%	0,00%
<b>Totaux</b>	<b>1.392.337</b>	<b>1.720.119</b>		<b>19,1%</b>

	2012	2015
Réelle (kgCO <sub>2</sub> )	1.623.162	1.392.337
Théorique (kgCO <sub>2</sub> )	1.623.162	1.720.119

ACO <sub>2</sub>	0,0%	19,1%
Gain (kgCO <sub>2</sub> )	0	327.783

*L'auditeur vérifiera en outre que les résultats obtenus ci-dessus sont équivalents à ceux calculés lors de l'évaluation de la mesure d'amélioration liée au remplacement de la chaudière au mazout dans le plan d'actions :*

N° référence amél	Intitulé	EP GJp/an	CO2 kg CO <sub>2</sub> /an
VAP03	Remplacement de la chaudière mazout	1.066	327.783

Cette étape de validation est vivement conseillée pour valider le modèle énergétique lors de l'audit initial. Par contre, elle devient **obligatoire** si, au terme des 4 ans, l'UTG qui a choisi un objectif de résultat, n'atteint pas son objectif.

**Seule cette étape de validation permet de valider le modèle de l'audit process.**

### 5.3 IDENTIFICATION DES AMÉLIORATIONS

Dans la méthodologie process, l'auditeur identifiera toutes les mesures significatives d'amélioration relatives :

- ✓ au bâtiment ;
- ✓ à l'activité, aux installations industrielles et aux équipements de transformation d'énergie.

L'identification des améliorations se basera sur la méthode du brainstorming (voir [chapitre 4.5](#))

A titre d'illustration, le tableau suivant reprend une liste indicative des points d'attention plus spécifiques à l'activité industrielle :

Procédé Industriel	
Prod_01	Amélioration du procédé
Prod_02	Gestion de la marche à vide
Electricité – Moteurs - Pompes	

Elec_01	Efficacité des moteurs <sup>5</sup>
Elec_02	Variateurs de vitesse
ACO_01	Optimisation du réseau d'air comprimé (pression, fuites, production, régulation)
Thermique	
Comb_01	Amélioration du rendement de combustion
GN_01	Passage au gaz naturel
Vap_01	Optimisation du réseau vapeur (rendement, fuites, purges, pression)
Chaleur_01	Récupération de chaleur

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Liste des améliorations issues du brainstorming

<i>ACD01</i>	<i>Régulation de la température des locaux</i>
<i>ACD05</i>	<i>Rideau d'air aux quais de réception / distribution</i>
<i>ECL01</i>	<i>Gestion de l'éclairage de l'usine</i>
<i>ECL04</i>	<i>Crépusculaires</i>
<i>ELEC</i>	<i>Gestion des arrêts et des redémarrages après WE</i>
<i>EOL</i>	<i>Eolienne(s)</i>
<i>FROID09</i>	<i>Blocage des portes Frigo Produits Finis</i>
<i>URE</i>	<i>Utilisation Rationnelle de l'Energie</i>
<i>UTI01</i>	<i>Cogénération gaz</i>
<i>UTI02</i>	<i>Chauffe-eau solaire</i>
<i>UTI04</i>	<i>Biométhanisation des boues de la STEP et chauffage STEP</i>
<i>UTI09</i>	<i>Fuites vapeur, air comprimé et gestion électrique des arrêts</i>
<i>VAP03</i>	<i>Remplacement de la chaudière mazout</i>

---

<sup>5</sup> Voir article sur l'efficacité des moteurs, Septembre 2015, <http://www.pirotech.be/publicationselectricite/>

## 5.4 PLAN D' ACTIONS ET OBJECTIF D' AMÉLIORATION DE L' EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

### 5.4.1 PLAN D' ACTIONS

Le plan d' actions sera établi en suivant les notions décrites au [chapitre 4.7](#).

Sur base des données évaluées des mesures d' amélioration, l' auditeur établira un plan d' actions reprenant l' ensemble des mesures fiables et dont le TRS sans primes ni avantages fiscaux est inférieur à 3 ans.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

#### Plan d' actions

N° référence amél	Intitulé	Invest.			Economie			EP GJp/an	CO2 kg CO <sub>2</sub> /an	Fiabilité F€*FEn	Retenue F€*FEn
		Euros	TRS année	Fiabilité	Energie	Autres	Fiabilité				
VAP03	Remplacement de la chaudière mazout	€ 400.000	2,7	5	€ 148.404	€ 0	5	1.066	327.783	25	Réalisée
UTI09	Fuites vapeur, air comprimé et gestion électrique des arrêts	€ 10.800	1,7	4	€ 7.686	-€ 1.372	4	801	47.204	16	Retenue
FROID09	Blocage des portes Frigo Produits Finis	€ 0	0,0	5	€ 2.050	€ 0	3	142	6.228	15	Retenue
ELEC	Gestion des arrêts et des redémarrages après WE	€ 3.000	0,6	5	€ 4.634	€ 0	2	321	14.081	10	Retenue
ECL04	Crépusculaires	€ 800	0,4	3	€ 1.978	€ 0	3	137	6.010	9	Retenue

#### Améliorations non retenues (TRS > 3 ans ou fiabilité ≥ 9)

N° référence amél	Intitulé	Invest.			Economie			EP GJp/an	CO2 kg CO <sub>2</sub> /an	Fiabilité F€*FEn	Retenue F€*FEn
		Euros	TRS année	Fiabilité	Energie	Autres	Fiabilité				
ECL01	Gestion de l' éclairage de l' usine	€ 8.500	4,2	3	€ 2.028	€ 0	3	140	6.162	9	Ecartée
UTI01	Cogénération gaz	€ 532.500	1,2	2	€ 400.778	€ 48.375	3	25.597	1.206.305	6	Ecartée
ACD05	Rideau d' air aux quais de réception / distribution	€ 25.000	1,2	3	€ 20.664	€ 0	2	1.879	114.336	6	Ecartée
ACD01	Régulation de la température des locaux	€ 6.000	0,8	2	€ 7.495	€ 0	3	519	22.772	6	Ecartée
UTI04	Biométhanisation des boues de la STEP et chauffage STEP	€ 257.000	3,9	2	€ 34.528	€ 31.185	2	231	10.158	4	Ecartée
UTI02	Chauffe eau solaire	€ 100.119	13,5	2	€ 7.414	€ 0	2	310	26.342	4	Ecartée
URE	Utilisation Rationnelle de l' Energie	€ 0	0,0	1	€ 1.300	€ 0	1	90	3.950	1	Ecartée
EOL	Eolienne(s)	€ 670.000	4,1	1	€ 120.000	€ 42.000	1	5.400	237.000	1	Ecartée

#### Amélioration(s) non évaluée(s)

*URE Utilisation Rationnelle de l' Energie*

## 5.4.2 CALCUL DE L'OBJECTIF

L'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique et CO<sub>2</sub> est celui qui découle du plan d'actions, comme spécifié au [chapitre 4.8](#).

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek - Objectif d'amélioration énergétique*

*L'objectif 2019 est calculé sur base des mesures d'améliorations retenues et réalisées, ramenées aux données de l'année de validation. Comme ces dernières ne sont pas encore disponibles lors de l'audit initial, on se basera sur les données de l'année la plus récentes (2015 dans notre exemple).*

Améliorations	Retenues et réalisées					
Fiabilité	9	10	15	16	25	Total général
NB Pistes	1	1 321	1	1 801	1	5
Economie (GJp)	137		142		1.066	2.467
Economie (kg CO <sub>2</sub> )	6.010	14.081	6.228	47.204	327.783	401.307
Investissements	800 €	3.000 €	0 €	10.800 €	400.000 €	414.600 €
Economie Energie (%)	0,4%	1,0%	0,4%	2,4%	3,2%	7,4%
Economie CO <sub>2</sub> (%)	0,3%	0,8%	0,4%	2,7%	19,1%	23,3%

Objectif 2019	AEE	ACO <sub>2</sub>
Mesures réalisées	3,2%	19,1%
Mesures retenues	4,2%	4,2%
<b>Total</b>	<b>7,4%</b>	<b>23,3%</b>

*Les résultats énergétiques pour la brasserie de la Maelbeek sont donc les suivants :*

- ✓ réception de l'audit en décembre 2016 – Audit valable 4 ans, jusqu'en 2020
- ✓ données les plus récentes de la dernière année bissextile sont celles de 2012 = année de référence
- ✓ validation du modèle sur base des performances énergétiques 2012-2015 : l'indice d'efficacité calculé en 2015 (AEE 2015 : 3,2%, soit 1066 GJp) correspond à l'amélioration calculée pour le remplacement de la chaudière au mazout (1066 GJp) ✓ objectif 2012 – 2019 :

○ AEE 2019: 7,4% ou 2.467 GJp ○

ACO<sub>2</sub> 2019: 23,3% ou 401 TCO<sub>2</sub>

## 5.5 VÉRIFICATION QUE L'OBJECTIF EST ATTEINT

Le titulaire du permis d'environnement dispose de quatre ans pour soit atteindre l'objectif d'économie en énergie primaire découlant du plan d'actions de l'audit énergétique (objectif de résultat), soit mettre en place les mesures retenues dans son plan d'actions (objectif de moyen).

En utilisant la méthodologie process, l'UTG déterminera au terme de l'audit si elle s'engage à un objectif de résultats ou de moyens (voir [chapitre 4.8](#)).

L'intérêt d'utiliser des indices d'amélioration AEE et ACO<sub>2</sub> est évidemment de pouvoir tenir compte d'une évolution du périmètre de l'UTG entre l'année de référence et l'année de vérification des objectifs (*respectivement 2012 et 2019 dans notre exemple*).

Lors de la validation des objectifs de résultats, l'objectif sera déclaré comme atteint si l'AEE et l'ACO<sub>2</sub> ou leurs équivalents en énergie primaire et en CO<sub>2</sub> sont atteints au terme des 4 ans.

*Exemple : Brasserie de la Maelbeek*

Rappelons que l'audit est réalisé en 2016. L'année de référence est l'année 2012 et les données ont été validées sur base de l'année 2015. L'objectif sera donc vérifié en 2020 sur base des données de l'année 2019. La brasserie s'engage à un objectif de résultats :

✓ objectif 2019 :

○ AEE 2019: 7,4% ou 2.467 GJp ○

ACO<sub>2</sub> 2019: 23,3% ou 401 TCO<sub>2</sub>

Calcul de AEE en 2019

Année : 2019		Indicateurs d'activités			Consommations spécifiques			Consommations		AEE	
DJ 15/15: 1704		Description	Indicateurs d'activités	Unités	Réf	2019		Réelles	Théoriques	Relatif	Total
					GJp/unité			GJp			
<b>Activité Opérationnelle</b>											
<b>Production de la bière</b>											
OP1	Préparation du malt	Quantité de malt	5.000	Tonnes	0,1620	0,1485	GJp/Tonnes	743	810	8,3%	0,2%
OP2	Empâtage	Volume de mèche	150.000	HI	0,0071	0,0060	GJp/HI	899	1.058	15,1%	0,5%
OP3	Filtration et ébullition du moût	Volume de moût initial	200.000	HI	0,0324	0,0276	GJp/HI	5.512	6.486	15,0%	2,9%
OP4	Clarification et refroidissement	Volume de moût initial	200.000	HI	0,0169	0,0160	GJp/HI	3.200	3.375	5,2%	0,5%
OP5	Fermentation	Volume de moût final	175.000	HI	0,0262	0,0243	GJp/HI	4.256	4.590	7,3%	1,0%
<b>Embouteillage (lavage - soutirage)</b>											
OP6	Bouteilles consignées	Nb bouteilles recyclées	20.000	1000 bouteilles	0,2669	0,2290	GJp/1000 bouteilles	4.580	5.337	14,2%	2,3%

OP7	Bouteilles neuves	Nb bouteilles neuves	10.000	1000 bouteilles	0,0450	0,0410	GJp/1000 bouteilles	410	450	9,0%	0,1%
<b>Auxiliaires</b>											
OP8	Nettoyage en Place	Temps	4.000	Heures	1,1881	1,0037	GJp/Heures	4.015	4.752	15,5%	2,2%
OP9	Station d'épuration	Volume d'eau traité	50.000	m <sup>3</sup>	0,0450	0,0450	GJp/m <sup>3</sup>	2.250	2.250	0,0%	0,0%
OP10	Transport interne (Clarks)	Temps	2.000	Heures	0,2238	0,2238	GJp/Heures	448	448	0,0%	0,0%
<b>Usages répartis</b>											
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	Usage réparti									
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	Usage réparti									
<b>Solde non concilié</b>											
OP13	Divers	Solde	8.784	Heures	0,3074	0,3074	GJp/Heures	2.700	2.700	0,0%	0,0%
<b>Bâtiments</b>											
<b>Bâtiments administratifs</b>											
BAT1	Eclairage et bureautique	Surfaces éclairées	600	m <sup>2</sup>	0,2700	0,2700	GJp/m <sup>2</sup>	162	162	0,0%	0,0%
BAT2	Chauffage	Surfaces chauffées	547	m <sup>2</sup> DjN/DJ2019	0,4393	0,4173	GJp/m <sup>2</sup> DjN/DJ2019	228	240	5,0%	0,0%
<b>Bâtiments opérationnels</b>											
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	Surfaces éclairées	5.000	m <sup>2</sup>	0,1404	0,1123	GJp/m <sup>2</sup>	562	702	20,0%	0,4%
BAT4	Labo climatisé	Surfaces climatisées	200	m <sup>2</sup>	0,4500	0,4500	GJp/m <sup>2</sup>	90	90	0,0%	0,0%
<b>Totaux</b>								<b>30.053</b>	<b>33.452</b>	<b>10,2%</b>	<b>10,2%</b>
										Gain (GJp)	<b>3.399</b>

	2012	2019
Réelle (GJp)	31.231	30.053
Théorique (GJp)	31.231	33.452
AEE	0,0%	10,2%
Gain (GJp)	0	3.399

On voit, dans l'exemple ci-dessus, que l'objectif en énergie est effectivement atteint puisque l'AEE 2019 (10,2%) est supérieur à l'objectif fixé (7,4%).

#### Calcul de ACO<sub>2</sub> en 2019

Année : 2019 DJ 15/15: 1704	Indicateurs d'activités			Emissions spécifiques			Emissions		ACO <sub>2</sub>		
	Description	Indicateurs d'activités	Unités	Réf	2019		Réelles	Théoriques	Relatif	Total	
Activité Opérationnelle											
Production de la bière											
OP1	Préparation du malt	Quantité de malt	5.000	Tonnes	7,110	6,518	kgCO <sub>2</sub> /Tonnes	32.588	35.550	8,33%	0,17%
OP2	Empâtage	Volume de mèche	150.000	HI	0,401	0,249	kgCO <sub>2</sub> /HI	37.298	60.081	37,92%	1,32%
OP3	Filtration et ébullition du moût	Volume de moût initial	200.000	HI	1,878	1,138	kgCO <sub>2</sub> /HI	227.586	375.524	39,40%	8,60%
OP4	Clarification et refroidissement	Volume de moût initial	200.000	HI	0,741	0,702	kgCO <sub>2</sub> /HI	140.451	148.125	5,18%	0,45%
OP5	Fermentation	Volume de moût final	175.000	HI	1,151	1,067	kgCO <sub>2</sub> /HI	186.777	201.450	7,28%	0,85%
Embouteillage (lavage - soutirage)											
OP6	Bouteilles consignées	Nb bouteilles recyclées	20.000	1000 bouteilles	15,119	9,512	kgCO <sub>2</sub> /1000 bouteilles	190.242	302.380	37,09%	6,52%
OP7	Bouteilles neuves	Nb bouteilles neuves	10.000	1000 bouteilles	1,975	1,797	kgCO <sub>2</sub> /1000 bouteilles	17.973	19.750	9,00%	0,10%
Auxiliaires											
OP8	Nettoyage en Place	Temps	4.000	Heures	69,176	41,364	kgCO <sub>2</sub> /Heures	165.456	276.705	40,21%	6,47%
OP9	Station d'épuration	Volume d'eau traité	50.000	m <sup>3</sup>	1,975	1,975	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	98.750	98.750	0,00%	0,00%
OP10	Transport interne (Clarks)	Temps	2.000	Heures	13,476	13,476	kgCO <sub>2</sub> /Heures	26.951	26.951	0,00%	0,00%
Usages répartis											
OP11	Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar	Usage réparti									
OP12	Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar	Usage réparti									
Solde non concilié											
OP13	Divers	Solde	8.784	Heures	13,490	13,490	kgCO <sub>2</sub> /Heures	118.500	118.500	0,00%	0,00%
Bâtiments											
Bâtiments administratifs											
BAT1	Eclairage et bureautique	Surfaces éclairées	600	m <sup>2</sup>	11,850	11,850	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	7.110	7.110	0,00%	0,00%
BAT2	Chauffage	Surfaces chauffées	547	m <sup>2</sup> DjN/DJ2019	26,478	25,154	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> DjN/DJ2019	13.758	14.482	5,00%	0,04%
Bâtiments opérationnels											
BAT3	Eclairage + Climatisation + Divers	Surfaces éclairées	5.000	m <sup>2</sup>	6,162	4,930	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	24.648	30.810	20,00%	0,36%
BAT4	Labo climatisé	Surfaces climatisées	200	m <sup>2</sup>	19,750	19,750	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	3.950	3.950	0,00%	0,00%
Totaux							1.292.036	1.720.119	24,89%	24,89%	

	2012	2019
Réelle (kgCO <sub>2</sub> )	1.623.162	1.292.036

<i>Théorique (kgCO<sub>2</sub>)</i>	1.623.162	1.720.119
<i>ACO<sub>2</sub></i>	0,0%	24,9%
<i>Gain ((kgCO<sub>2</sub>))</i>	0	428.084

*On voit, dans notre exemple, que l'objectif en CO<sub>2</sub> est effectivement atteint puisque l'ACO<sub>2</sub> 2019 (24,9%) est supérieur à l'objectif fixé (23,3%).*

L'objectif de moyens n'étant pas recommandé dans le cadre de la méthodologie process, cet exemple sera traité dans le chapitre relatif à la méthodologie mixte ([chapitre 6.7.2](#)).

## 6 MÉTHODOLOGIE SPÉCIFIQUE À L'AUDIT MIXTE

En complément du contenu général décrit au [chapitre 4](#), la méthodologie mixte comporte les informations suivantes :

- 6.1. description complémentaire de l'UTG
- 6.2. la consommation totale d'énergie annuelle de l'UTG, répartie entre le bâtiment et l'activité opérationnelle, exprimée en énergie finale, en énergie primaire et en CO<sub>2</sub> ;
- 6.3. les résultats d'une **campagne de mesures** représentatives sur les bâtiments et l'activité opérationnelle, réalisées ou validées par l'auditeur du permis d'environnement ;
- 6.4. une analyse détaillée des flux énergétiques de l'UTG ;
- 6.5. l'identification de toutes les mesures significatives d'amélioration ;
- 6.6. le plan d'actions ;
- 6.7. la validation de l'objectif.

Ces points sont précisés ci-après.

### 6.1 DESCRIPTION COMPLÉMENTAIRE DE L'UTG

En plus des dispositions communes précisées au [chapitre 4.2](#), l'audit reprendra un chapitre général sur la description des bâtiments :

- Contexte et affectation générale des bâtiments : Parties administrative, opérationnelle, autres...
- Chiffres clés de l'établissement et de ses principaux systèmes et localisation sur plan/schéma
- Commentaire sur l'enveloppe (murs, toitures, planchers, étanchéité à l'air ...)
- Système de chauffage (production, distribution, émission, isolation, régulation ...),
- Système d'eau chaude sanitaire (production, distribution, régulation,...),

- Système de climatisation (production, distribution, isolation, émission, régulation,...),
- Système de ventilation (production, distribution, émission, régulation,...)

L'audit comportera également une mise en évidence des points de dysfonctionnement, sur base des visites du site et des prises de mesures ([cf. chapitre 6.3.](#)).

## 6.2 CONSOMMATION TOTALE D'ÉNERGIE

Pour l'année de référence, l'audit reprendra la consommation totale d'énergie annuelle de l'UTG, répartie entre le bâtiment et l'activité opérationnelle, exprimée en énergie finale, en énergie primaire et en CO<sub>2</sub>.

Pour illustrer la méthodologie de l'audit mixte, nous reprendrons l'exemple fictif du supermarché BruSales.

*Exemple : Supermarché BruSales*

*L'audit est réalisé au cours de l'année 2016. Les données énergétiques sont disponibles pour l'année 2015 et 2012. Cette dernière sera choisie comme année de référence (dernière année bissextile).*

2012	Electricité	Gaz Naturel	Totaux
Energie finale (Unités)	kWh	kWhi	
Activités Variables	960.520	625.000	
Consommations non variables	519.280	5.000	
<b>Total</b>	<b>1.479.800</b>	<b>630.000</b>	
			<b>4.329.500</b> (0,016 PJP)
Energie primaire (kWhp)	3.699.500	630.000	
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> )	584.521	136.710	<b>721.231</b>

*L'activité variable représente 70% de la consommation primaire totale.*

## 6.3 CAMPAGNE DE MESURES

L'auditeur réalisera au minimum une campagne de mesures électrique et/ou thermique représentative sur les bâtiments ou sur l'activité opérationnelle. La campagne de mesure a pour but d'identifier les postes gros consommateurs ou de mettre en évidence certains problèmes de régulation.

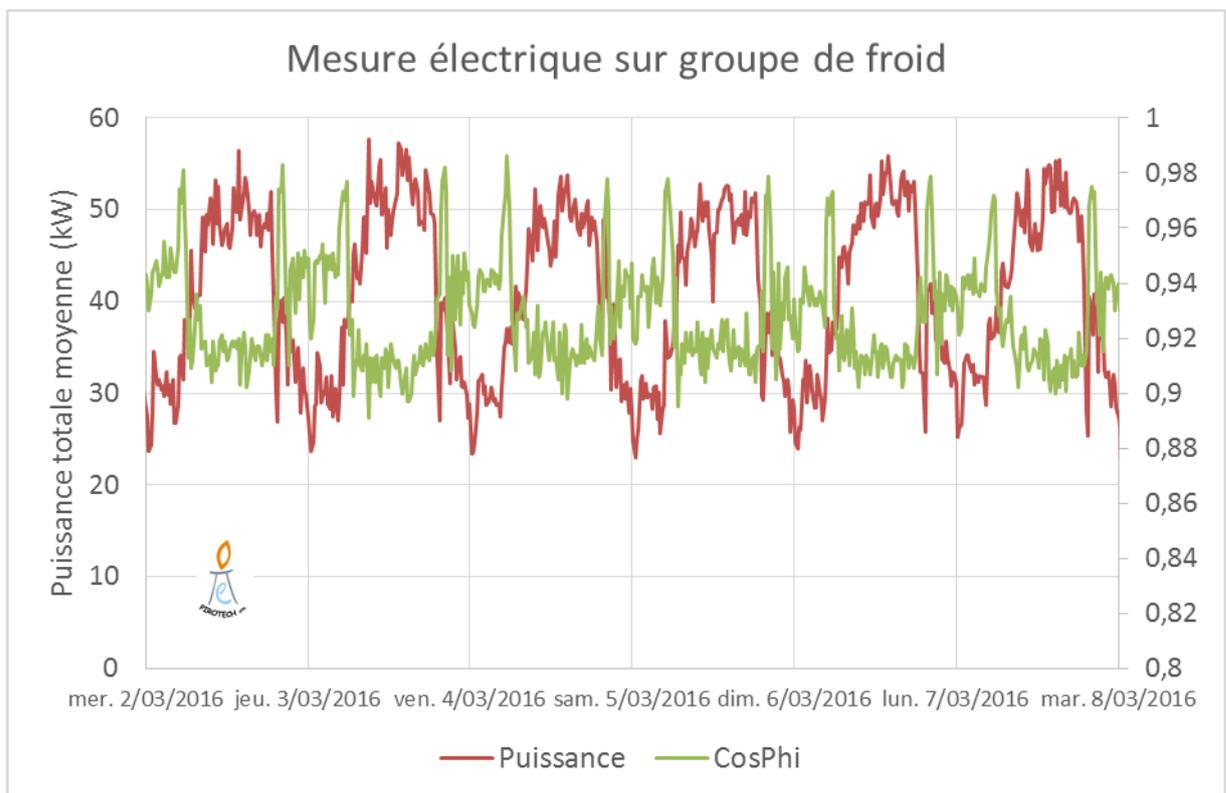
La (les) campagne(s) sera (seront) réalisée(s) sur un ou plusieurs équipement(s) couvrant ensemble au minimum 25% de la consommation totale en énergie primaire.

Les mesures seront réalisées en continu sur une période minimale de 1 semaine (weekend inclus) et représentative du fonctionnement normal de l'équipement et/ou de l'UTG.

La consommation annuelle (kWh) de l'équipement mesuré sera évidemment extrapolée à partir d'une période de mesure significative de l'activité de l'UTG, comme expliqué dans l'exemple ci-dessous.

*Exemple : Supermarché BruSales*

*Une campagne de mesure d'une semaine est réalisée sur le départ électrique des groupes de froid négatif. Les mesures réalisées sur la centrale de froid dans l'exemple ci-dessus permettent de calculer une consommation électrique de 6.788 kWh correspondant à 1 semaine d'enregistrement et visualisant des consommations de jours et de nuits, week-end compris. En supposant que les 52 semaines sont identiques (mesures réalisées au mois de mars, dans l'entre saison), on en déduit une consommation annuelle de 353.020 kWh. Cette valeur ainsi calculée pourra en outre être utilisée pour calculer la rentabilité d'une action énergétique, par exemple sur la régulation de l'équipement.*



## 6.4 ANALYSE DES FLUX ÉNERGÉTIQUES

L'audit reprendra pour l'année de référence une analyse détaillée des flux énergétiques représentée sous forme d'un tableau de répartition des consommations finale, primaire et des émissions de CO<sub>2</sub> par usage énergétique suivant les éléments décrits au [chapitre 4.4](#).

L'analyse de la consommation énergétique reprendra les éléments suivants :

- ✓ la consommation finale et primaire par usage ;
- ✓ un indicateur d'activités identifié pour les usages qui le nécessitent ; ✓ une consommation spécifique pour les usages qui le nécessitent.

### 6.4.1 USAGES ÉNERGÉTIQUES

Dans le cadre de la méthodologie mixte, la décomposition de l'activité de l'UTG en un nombre d'usages significatifs est nettement plus aisée que dans le cadre de la méthodologie process. D'une part, le nombre d'usages est plus réduit, d'autre part, la majorité des usages ne nécessitent pas d'indicateurs d'activités car ils seront constants durant les 4 années de validité de l'audit.

Dans la méthodologie mixte, il convient d'identifier les usages énergétiques liés à une activité variable d'année en année, de ceux pour lesquels la consommation énergétique ne varie ni avec l'activité de l'entreprise, ni avec le climat.

Pour sélectionner les activités variables, on inclura toute activité opérationnelle telle que définie dans la méthodologie process ([cf. chapitre 5.2.1.1](#)), mais également les consommations liées au bâtiment et qui varient avec le climat (chauffage, refroidissement...)

On identifie donc 2 types d'usages :

- ✓ Les usages liés à une activité variable ;
- ✓ Les usages liés à une consommation non variable.

*Exemple : Supermarché BruSales*

Usages énergétiques

Activités Variables	
IA1	Cuisson des pains
IA2	Froid positif
IA3	Froid négatif
IA4	Chauffage
Consommations non variables	

Eclairage intérieur
Eclairage extérieur
Frigos et congélateurs autonomes
Eau Chaude sanitaire
Divers

Le travail de décomposition en usages est moins stratégique dans le cas de l’audit mixte car le calcul des consommations spécifiques n’est nécessaire que pour la définition d’un **objectif de résultats**. De plus, puisque seul un nombre limité d’indicateurs d’activités – variables – sera nécessaire, la vérification de l’objectif en sera simplifiée (Voir Chapitre 6.7).

Dans le cadre de la définition d’un **objectif de moyens**, seule une décomposition permettant de déterminer les usages significatifs pour l’identification et l’évaluation des améliorations énergétiques sera nécessaire.

#### 6.4.2 INDICATEURS D’ACTIVITÉS

Seuls les usages liés à une activité variable nécessitent de définir un indicateur d’activités :

- ✓ l’activité opérationnelle ;
- ✓ le chauffage, le refroidissement et éventuellement la ventilation du bâtiment.

Pour ces usages, on suivra la méthodologie process au [chapitre 5.2.2](#).

*Exemple : Supermarché BruSales*

##### Indicateurs d’activités

*Nous déterminons 4 usages significatifs pour lesquels nous décidons de suivre l’indicateur d’activités (certains tiennent compte du climat) :*

- ✓ *cuisson et vente de pains. Cet usage a été estimé comme significatif car la vente de pains cuits est en évolution croissante dans notre supermarché.*
- ✓ *influence du climat d’hiver sur les consommations de chauffage :  
normalisation du chauffage en suivant les degrés-jours 15-15 ;*
- ✓ *influence du climat d’été sur les consommations des groupes de froid positif ;*
- ✓ *influence du climat d’été sur les consommations des groupes de froid négatif :  
 normalisation de la consommation des groupes de froid en tenant compte des surconsommations liées aux températures maximales observées sur les mois de mai, juin, juillet et août.*

Année : 2012 DJ 15/15: 1915	
<b>Activités Variables</b>	
IA1	Cuisson des pains
IA2	Froid positif
IA3	Froid négatif
IA4	Chauffage
<b>Consommations non variables</b>	
	Eclairage intérieur
	Eclairage extérieur
	Frigos et congélateurs autonomes
	Eau Chaude sanitaire
	Divers
<b>Totaux</b>	

Indicateurs d'activités			
Description	Indicateurs d'activité 2012	Indicateurs d'activité 2015	Unités
Nbr pains cuits	300.000	400.000	#
Surface de frigo positif	150	165	m² Dj/DJ
Surface de frigo négatif	55	61	m² Dj/DJ
Surfaces chauffées	5.000	4.449	m² Dj/DJ

### 6.4.3 ENERGIE FINALE

Un tableau de flux d'énergie, exprimé en énergie finale, sera construit, en identifiant les consommations d'énergie finale qui sont associées à chaque usage.

*Exemple : Supermarché BruSales – Année de référence 2012*

Tableau de consommation en énergie finale

BruSales		Energie Finale	
Année : 2012 DJ 15/15: 1915		Energies consommées	
		ELE Electricité	GZN Gaz Naturel
		kWh	kWhi
<b>Activités Variables</b>			
IA1	Cuisson des pains	60.000	XX
IA2	Froid positif	547.500	XX
IA3	Froid négatif	353.020	XX
IA4	Chauffage	XX	625.000
<b>Consommations non variables</b>			
	Eclairage intérieur	449.280	XX
	Eclairage extérieur	5.000	XX
	Frigos et congélateurs autonomes	35.000	XX
	Eau Chaude sanitaire	XX	5.000
	Divers	30.000	XX
<b>Totaux</b>		<b>1.479.800</b>	<b>630.000</b>

### 6.4.4 ENERGIE PRIMAIRE

En utilisant les coefficients de conversion en énergie primaire du chapitre 4.3.2, l'auditeur établira un tableau de consommation en énergie primaire pour l'année de référence.

Exemple : Supermarché BruSales – Année de référence 2012

Tableau de consommation en énergie primaire

## BruSales

## Energie Primaire

Année : 2012 DJ 15/15: 1915		Energies consommées		Total	
		ELE Electricité	GZN Gaz Naturel	kWhp	%
		kWhp	kWhp		
<b>Activités Variables</b>					
IA1	Cuisson des pains	150.000	XX	150.000	3,5%
IA2	Froid positif	1.368.750	XX	1.368.750	31,6%
IA3	Froid négatif	882.550	XX	882.550	20,4%
IA4	Chauffage	XX	625.000	625.000	14,4%
<b>Consommations non variables</b>					
		1.298.200	5.000	1.303.200	30,1%
<b>Totaux</b>		<b>3.699.500</b>	<b>630.000</b>	<b>4.329.500</b>	<b>100%</b>

Les consommations non variables se répartissent comme suit :

<b>Consommations non variables</b>					
	Eclairage intérieur	1.123.200	XX	1.123.200	86,2%
	Eclairage extérieur	12.500	XX	12.500	1,0%
	Frigos et congélateurs autonomes	87.500	XX	87.500	6,7%
	Eau Chaude sanitaire	XX	5.000	5.000	0,4%
	Divers	75.000	XX	75.000	5,8%
<b>Totaux</b>		<b>1.298.200</b>	<b>5.000</b>	<b>1.303.200</b>	<b>100%</b>

### 6.4.5 EMISSIONS DE CO2

En utilisant les coefficients de conversion en CO<sub>2</sub> du [chapitre 4.3.3](#), l'auditeur établira un tableau des émissions de CO<sub>2</sub> pour l'année de référence.

Exemple : Supermarché BruSales Tableau  
des émissions de CO<sub>2</sub>

## BruSales

## CO2

Année : 2012 DJ 15/15: 1915		Emissions de CO2		Total	
		ELE Electricité	GZN Gaz Naturel	kgCO2	%
		kgCO2	kgCO2		
<b>Activités Variables</b>					
IA1	Cuisson des pains	23.700	XX	23.700	3,3%
IA2	Froid positif	216.263	XX	216.263	30,0%
IA3	Froid négatif	139.443	XX	139.443	19,3%
IA4	Chauffage	XX	135.625	135.625	18,8%
<b>Consommations non variables</b>					
		205.116	1.085	206.201	28,6%
<b>Totaux</b>		<b>584.521</b>	<b>136.710</b>	<b>721.231</b>	<b>100%</b>

### 6.4.6 CONSOMMATIONS ET ÉMISSIONS SPÉCIFIQUES DE RÉFÉRENCE

Pour chacun des usages des activités variables identifiés dans le tableau de consommation en énergie primaire (CO<sub>2</sub>), l'auditeur calculera une **consommation (émission) spécifique de référence** suivant la formule présentée au [chapitre 5.2.6](#).

Exemple : Supermarché BruSales – Consommations et émissions spécifiques de référence - 2012

Consommations spécifiques		Emissions spécifiques	
(en kWhp/unité)		(en kgCO2/unité)	
<b>0,5</b>	kWhp/#	<b>0,1</b>	kgCO2/#
<b>9.125</b>	kWhp/m <sup>2</sup> Dj/DJ	<b>1.442</b>	kgCO2/m <sup>2</sup> Dj/DJ
<b>16.046</b>	kWhp/m <sup>2</sup> Dj/DJ	<b>2.535</b>	kgCO2/m <sup>2</sup> Dj/DJ
<b>125,0</b>	kWhp/m <sup>2</sup> Dj/DJ	<b>27</b>	kgCO2/m <sup>2</sup> Dj/DJ

## 6.5 IDENTIFICATION DES AMÉLIORATIONS

Pour l'audit mixte, l'auditeur identifiera toutes les mesures significatives des améliorations relatives :

- ✓ au bâtiment ;
- ✓ à l'activité opérationnelle.

L'identification des améliorations se basera sur la méthode du brainstorming (voir [chapitre 4.5](#)) qu'il complétera par les points de dysfonctionnement identifiés au [chapitre 6.1](#).

A titre d'illustration, le tableau suivant reprend une liste indicative des points d'attention plus spécifiques à l'activité du secteur tertiaire, équipé de groupes de froid :

Secteur tertiaire	
Froid	
Froid_01	Placer un détendeur électronique
Froid_02	Régulation climatique de la consigne haute pression (condenseur)
Froid_03	Entretien du condenseur
Froid_04	Compresseur à vitesse variable
Froid_05	Optimisation du dégivrage des évaporateurs (groupes de froid négatif)
Froid_06	Porte, rideau de nuit, rideau d'air

## 6.6 PLAN D' ACTIONS ET OBJECTIF D' AMÉLIORATION DE L' EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

### 6.6.1 PLAN D' ACTIONS

Le plan d'actions sera établi en suivant les notions décrites au [chapitre 4.7](#).

Sur base des données évaluées des mesures d'amélioration, l'auditeur établira un plan d'actions reprenant l'ensemble des mesures fiables et dont le TRS sans primes ni avantages fiscaux est inférieur à 5 ans.

*Exemple : Supermarché BruSales*

Plan d'actions :

Le plan d'actions a été établi en 2016. L'amélioration relative à la mise en place de portes sur les surgélateurs a été réalisée en 2013.

N° référence amél	Intitulé	Invest.			Economie Autres Fiabilité			EP kWhp/an	CO2 kg CO <sub>2</sub> /an	Fiabilité F€*FEn	Retenue F€*FEn
		Euros	TRS année	Fiabilité	Energie						
FROID09	Porte sur frigos	€ 50.000	4,4	5	€ 11.473	€ 0	5	220.638	34.861	25	Réalisé
ECL04	Crépusculaire	€ 200	0,6	5	€ 325	€ 0	4	6.250	988	20	Retenue
ECL01	Eclairage LED	€ 50.000	3,4	4	€ 14.602	€ 0	3	280.800	44.366	12	Retenue
ACD01	Régulation de la température des locaux	€ 6.000	0,8	2	€ 7.495	€ 0	3	144.125	22.772	6	Ecartée
URE	Utilisation Rationnelle de l'Energie	€ 0	0,0	1	€ 1.300	€ 0	1	25.000	3.950	1	Ecartée

## 6.6.2 CALCUL DE L'OBJECTIF

L'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique et CO<sub>2</sub> est celui qui découle du plan d'actions, comme spécifié au [chapitre 4.8](#).

Si l'objectif est établi en % (objectif de résultats) c'est-à-dire sur base du suivi des AEE et ACO<sub>2</sub>, les économies calculées seront rapportées à la consommation et aux émissions théoriques de l'année la plus récente comme pour la méthodologie process (voir chapitre 5.2.7).

En effet, les données de l'année 2019 permettant le calcul correct de l'objectif ne sont pas encore disponibles. L'objectif final pourra donc être réévalué si nécessaire lorsque les IA de l'année de vérification (2019) seront disponibles.

*Exemple : Supermarché BruSales - Objectifs*

### Résultats du plan d'action

N° référence amél	Intitulé	Invest.			Economie Energie Fiabilité		EP kWhp/an	CO2 kg CO <sub>2</sub> /an	Fiabilité F€*FEn	Retenue F€*FEn
		Euros	TRS année	Fiabilité						
FROID09	Porte sur frigos	€ 50.000	4,4	5	€ 11.473	5	220.638	34.861	25	Réalisé
ECL04	Crépusculaire	€ 200	0,6	5	€ 325	4	6.250	988	20	Retenue
ECL01	Eclairage LED	€ 50.000	3,4	4	€ 14.602	3	280.800	44.366	12	Retenue

### Consommations et émissions théoriques 2015

Les consommations et émissions théoriques de l'année 2015 sont calculées sur base des consommations et émissions spécifiques 2012 ([chapitre 6.4.6](#)) et des indicateurs d'activité 2015 ([chapitre 6.4.2](#)).

2015	Consommations(kWhp)	Emissions (kg CO <sub>2</sub> )
------	---------------------	---------------------------------

<i>Réelle</i>	4.293.086	667.050
<i>Théorique</i>	4.535.788	705.396

### Améliorations retenues et réalisées

Améliorations	Retenues et réalisées			
<b>Fiabilité</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>Total général</b>
NB Pistes	1	1	1	3
Economie (kWp)	280.800	6.250	220.638	507.688
Economie (kg CO2)	44.366	988	34.861	80.215
Investissements	50.000 €	200 €	50.000 €	100.200 €
Economie Energie (%)	6,2%	0,1%	4,9%	11,2%
Economie CO2 (%)	6,3%	0,1%	4,9%	11,4%

Dans les tableaux ci-dessus, les % d'améliorations sont calculés en divisant l'économie par la consommation ou l'émission théorique de 2015. Objectif 2019

Objectif 2019	AEE	ACO <sub>2</sub>
Mesures réalisées	4,9%	4,9%
Mesures retenues	6,3%	6,5%
<b>Total</b>	<b>11,2%</b>	<b>11,4%</b>

## 6.7 VÉRIFICATION QUE L'OBJECTIF EST ATTEINT

Le titulaire du permis d'environnement dispose de quatre ans pour atteindre l'objectif découlant du plan d'actions de l'audit énergétique.

### 6.7.1 OBJECTIF DE RÉSULTATS

Si le titulaire du permis d'environnement a choisi un objectif de « résultats », endéans les 4 ans, il vérifiera que l'objectif est atteint en calculant les indices AEE et ACO<sub>2</sub> ainsi que les gains énergétiques et CO<sub>2</sub>, suivant la méthodologie process (voir [chapitre 5.4.2](#)).

Dans le cadre de l'audit mixte, le nombre d'indicateurs est forcément réduit, ce qui amène un calcul simplifié de l'AEE :

$$AEE (\text{année } t) = \left[ 1 - \frac{\text{Consommation réelle de l'année } t}{\text{Conso fixes année réf} + \text{Conso variable de l'année } t} \right]$$

Où les consommations réelles de l'année t sont issues des factures et calculées en énergie primaire

$$\text{la consommation variable de l'année } t = \sum_i [CS_i(\text{réf}) * IA_i(t)]$$

i est le nombre d'indicateurs d'activité (IA);

$CS_i(\text{réf})$  est la consommation spécifique de référence de l'IAi ;

$IA_i(t)$  est l'indicateur d'activités de l'usage i pour l'année de validation t.

*Exemple : Supermarché BruSales*

*L'objectif sera vérifié en 2020, sur base de l'année 2019.*

*On suppose que l'année de vérification des résultats (2019) :*

- ✓ *le nombre de pains cuits a doublé depuis l'année de référence ;*
- ✓ *les besoins de chauffage ont augmenté de 20% suite à un hiver plus rigoureux (2298 DJ) ;*
- ✓ *les consommations des groupes frigos ont diminué de 20% suite à un été plus doux ;*
- ✓ *Les améliorations retenues dans le plan d'action ont été réalisées.*

*Energie et émissions 2019 :*

2019	Electricité	Gaz Naturel	Totaux
Energie finale (Unités)	kWh	kWhi	
	1.184.375	755.000	
Energie primaire (kWhp)	2.960.938	755.000	<b>3.715.938</b>
Emissions de CO2 (kg CO2)	467.828	163.835	<b>631.663</b>

*AEE 2019 :*

<b>BruSales</b>	<b>AEE</b>			<b>Consommations</b>	<b>AEE</b>
Année : 2019	Indicateurs d'activités			Théorique	
DJ 15/15: 2298	Description	Indicateurs d'activité	Unités	kWhp	Relatif
					Total

Activités Variables	
IA1	Cuisson des pains
IA2	Froid positif
IA3	Froid négatif
IA4	Chauffage
Consommations non variables	
	Eclairage intérieur
	Eclairage extérieur
	Frigos et congélateurs autonomes
	Eau Chaude sanitaire
	Divers
Totaux	

Description	Valeur	Unités
Nbr pains cuits	600.000	#
Surface de frigo positif	125	m² Dj/DJ
Surface de frigo négatif	46	m² Dj/DJ
Surfaces chauffées	6.000	m² Dj/DJ

Description	Valeur	Relatif	Total
	300.000	0,0%	0,0%
	1.140.625	0,0%	0,0%
	735.458	30,8%	5,4%
	750.000	0,0%	0,0%
	<b>2.926.083</b>		
	1.123.200	25,0%	6,6%
	12.500	50,0%	0,1%
	87.500	0,0%	0,0%
	5.000	0,0%	0,0%
	75.000	0,0%	0,0%
	<b>1.303.200</b>		
	<b>4.229.283</b>		<b>12,1%</b>

Suivant la formule ci-dessus, l'AEE en 2019 vaut :

$$AEE (2019 / 2012) = \left[ 1 - \frac{3.715.938}{1.303.200 + 2.926.083} \right] = 12,1\% = 513.345 \text{ kWhp}$$

ACO<sub>2</sub> 2019 :

### BruSales

Année : 2019	
DJ 15/15: #N/A	
Activités Variables	
IA1	Cuisson des pains
IA2	Froid positif
IA3	Froid négatif
IA4	Chauffage
Consommations non variables	
	Eclairage intérieur
	Eclairage extérieur
	Frigos et congélateurs autonomes
	Eau Chaude sanitaire
	Divers
Totaux	

### ACO2

Indicateurs d'activités		
Description	Indicateurs d'activité	Unités
Nbr pains cuits	600.000	#
Surface de frigo positif	125	m² Dj/DJ
Surface de frigo négatif	46	m² Dj/DJ
Surfaces chauffées	6.000	m² Dj/DJ

Emissions		ACO2	
Théorique		Relatif	Total
kgCO2			
	47.400	0,0%	0,0%
	180.219	0,0%	0,0%
	116.202	30,8%	17,3%
	162.750	0,0%	0,0%
	<b>506.571</b>		
	177.466	25,0%	21,5%
	1.975	50,0%	0,5%
	13.825	0,0%	0,0%
	1.085	0,0%	0,0%
	11.850	0,0%	0,0%
	<b>206.201</b>		
	<b>712.772</b>		<b>11,4%</b>

$$ACO_2 (2019 / 2012) = \left[ 1 - \frac{631.663}{206.201 + 506.571} \right] = 11,4\% = 45.354 \text{ kg CO}_2$$

*Le supermarché BruSales a également atteint ses objectifs en CO<sub>2</sub> puisque le gain énergétique (11,4%) est supérieur ou égal aux économies retenues dans le plan d'action (11,4%).*

Il peut être utile de remarquer que si l'audit porte sur un bâtiment pour lequel aucune consommations ne varie (pas d'activité opérationnelle, pas d'influence climatique), l'amélioration de l'efficacité énergétique (AEE) se calcule simplement comme la réduction des factures :

$$AEE \text{ (année t / année réf)} = \left[ 1 - \frac{\text{Consommation réelle de l'année t}}{\text{Conso réelle année réf}} \right]$$

Où les consommations réelles sont issues des factures et calculées en énergie primaire.

### 6.7.2 OBJECTIF DE MOYENS

Si le titulaire du permis d'environnement a choisi un objectif de « moyens », endéans les 4 ans, il vérifiera que l'objectif est atteint en prouvant que les mesures d'améliorations ont été mises en œuvre (au moyen de factures ou de photos ou d'un calcul actualisé des énergies économisées) (voir chapitre 4.8.2).

Il sera demandé à l'entreprise de fournir les économies réelles, à titre indicatif.

*Exemple : Supermarché BruSales*

Les améliorations suivantes ont été réalisées et ont permis de générer les économies en énergie et en CO<sub>2</sub> réelles :

FROID09 Porte sur frigos (226.295 kWhp et 35.755 kg de CO<sub>2</sub>) ECL04

Crépusculaire (6250 kWhp et 988 kg de CO<sub>2</sub>)

ECL01 Eclairage LED (280.800 kWhp et 44.366 kg de CO<sub>2</sub>)

### BruSales

Année : 2019
DJ 15/15: 2298
Activités Variables

Consommations	Consommations
Réelle	Théorique
kWhp	kWhp

AEE		Economie kWhp
Relatif	Total	

IA1	Cuisson des pains	300.000	300.000	0,0%	0,0%	
IA2	Froid positif	1.140.625	1.140.625	0,0%	0,0%	
IA3	Froid négatif	509.163	735.458	30,8%	5,4%	226.295
IA4	Chauffage	750.000	750.000	0,0%	0,0%	
<b>Consommations non variables</b>		<b>2.699.788</b>	<b>2.926.083</b>			
	Eclairage intérieur	842.400	1.123.200	25,0%	6,6%	280.800
	Eclairage extérieur	6.250	12.500	50,0%	0,1%	6.250
	Frigos et congélateurs autonomes	87.500	87.500	0,0%	0,0%	
	Eau Chaude sanitaire	5.000	5.000	0,0%	0,0%	
	Divers	75.000	75.000	0,0%	0,0%	

Année : 2019		Emissions		ACO2		Economie
DJ 15/15: 2298		Réelle	Théorique	Relatif	Total	
		kgCO2	kgCO2			kWhp
<b>Activités Variables</b>						
IA1	Cuisson des pains	47.400	47.400	0,0%	0,0%	
IA2	Froid positif	180.219	180.219	0,0%	0,0%	
IA3	Froid négatif	80.448	116.202	30,8%	17,3%	35.755
IA4	Chauffage	162.750	162.750	0,0%	0,0%	
<b>Consommations non variables</b>		<b>470.817</b>	<b>506.571</b>			
	Eclairage intérieur	133.099	177.466	25,0%	21,5%	44.366
	Eclairage extérieur	988	1.975	50,0%	0,5%	988
	Frigos et congélateurs autonomes	13.825	13.825	0,0%	0,0%	
	Eau Chaude sanitaire	1.085	1.085	0,0%	0,0%	
	Divers	11.850	11.850	0,0%	0,0%	

## 7 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

COBRACE - Ordonnance portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie, 2/05/2013 - mise à jour au 13/01/2016,

[http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2013050209&table\\_name=loi](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2013050209&table_name=loi)

Arrêté du 8/12/2016 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'audit énergétique des grandes entreprises et à l'audit énergétique du permis d'environnement, publication le 27/12/2016,

[http://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2016/12/27\\_1.pdf#Page326](http://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2016/12/27_1.pdf#Page326)

Directive efficacité énergétique - Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance, 25/10/2012, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>

ISO 50001 - Management de l'énergie, 15/06/2011, <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:fr>

Norme belge, NBN EN 16247-3, Audits énergétiques - Partie 3 : Procédés, juillet 2014,

<http://www.nbn.be/fr/catalogue/standard/nbn-en-16247-3>

Méthodologie d'audit des accords de branche en Wallonie, 03/03/2016, <http://energie.wallonie.be/fr/les-accords-2014-2020.html?IDC=7863>

Manuel plage à destination des responsables énergies, Plan Local d'Action pour la Gestion Energétique (PLAGE), septembre 2010

<http://www.environnement.brussels/thematiques/energie/economiser-votre-energie/plan-local-daction-pour-la-gestion-energetique-plage>

La normalisation climatique du froid industriel, Juillet 2015, <http://www.pirotech.be/publications-bat/>

La normalisation climatique du chauffage d'un bâtiment industriel, Décembre 2014,

<http://www.pirotech.be/publications-bat/>

Normalisation des données de consommation énergétique, Juin 2015,

[http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/proc\\_20150611\\_normalisation\\_fr.pdf](http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/proc_20150611_normalisation_fr.pdf)