

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 ₂ | 13 |
| 4.3.1 | Energie finale | 13 |
| 4.3.2 | Energie primaire | 14 |
| 4.3.3 | Emissions de CO ₂ | 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 ₂ | 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 ₂ | 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 CO₂ pourra être suivi par un indice d'amélioration de l'efficacité énergétique ([AEE](#)) et d'amélioration de l'efficacité en CO₂ ([ACO₂](#)), 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 CO₂ 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 CO₂ wallons¹. 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/m² et

à 102 kWh/m², 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 m² 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 ² |
| Enseignement | > 107 kWhf/m ² |
| Hôpitaux | > 197 kWhf/m ² |
| Homes | > 182 kWhf/m ² |
| Hôtels | > 206 kWhf/m ² |
| Commerces | > 212 kWhf _{elec} /m ² Et > 102 kWhf _{comb} /m ² Ou > 314 kWhf/m ² |
| Autres | > 142 kWhf/m ² |
| Industrie | > 0,1 PJ _p |

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 CO₂ ;
- 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, CO₂

L'audit reprendra la consommation énergétique annuelle mesurée sur les trois dernières années, exprimée en énergie finale, en énergie primaire et en CO₂. 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 GJ⁴ 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...);

⁴ 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 Nm³ 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 ³ de gaz naturel ² | 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 CO₂

Le tableau⁶ suivant reprend les émissions de CO₂ à utiliser pour l'électricité, le gaz et le mazout.

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

Notons que ces valeurs sont actuellement sensiblement différentes de celles que l'on retrouve au niveau des publications de l'IPCC³ :

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

² 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

³ 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 CO₂ ne sont pas mesurées par un laboratoire agréé, l'audit reprendra les coefficients de CO₂ suivants (IPCC) :

| Combustible | Facteur d'émission de CO₂ (kg/GJp) |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| 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 CO₂/GJp).

Les émissions de CO₂ qui seront calculées résulteront donc uniquement des énergies consommées (électricité et combustibles). Elles ne représenteront éventuellement qu'une partie des émissions de CO₂ de l'UTG puisqu'on ne tiendra pas compte :

- du CO₂ émis hors périmètre pour le transport des produits ou des personnes ;
- du CO₂ émis par certains procédés industriels (CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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.

| Bâtiment | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 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) |
| Energie Alternative ou Renouvelable | |
| COGEN | Cogénération |
| SER | Recours aux sources d'énergies renouvelables |

| | |
|---------------|------------------------------------------------------|
| Autres | |
| | 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^{ère} étape de compilation.

4.6 EVALUATION DES MESURES D'AMÉLIORATION

L'auditeur évaluera les conséquences en termes énergétiques, CO₂ 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 CO₂ 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 :

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

| | |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Réduction d'émissions de CO ₂ | [t CO ₂ /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 CO₂ 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 CO₂, 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 CO₂ 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 CO₂ (tonnes de CO₂, %), 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 CO₂, un pourcentage ou une quantité d'énergie et de CO₂ 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 CO₂ « **ACO₂** » 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 CO₂ 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_i(réf) est la consommation spécifique de référence de l'usage i

IA_i(t) est l'indicateur d'activités de l'usage i pour l'année de validation t Un indice d'amélioration de l'efficacité en CO₂ « **ACO₂** » est calculé de manière similaire à partir des émissions en CO₂.

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 ACO₂) 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 CO₂) 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 CO₂ ;

- 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 CO₂.

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 | 31.231 |
| Emissions de CO ₂ (kg CO ₂) | 685.720 | 16.275 | 921.167 | 0 | 1.623.162 |

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 CO₂ 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 (m²) 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)⁴. 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 m². $DJ_{Normaux} = 1869$; $DJ_{15/15_{2012}} = 1915$; $DJ_{15/15_{2015}} = 1704$.
 $IA_{Chauffage_{2012}} = 600 * 1915/1869 = 615 \text{ m}^2 \text{ éq}$
 $IA_{Chauffage_{2014}} = 600 * 1704/1869 = 547 \text{ m}^2 \text{ éq}$

Exemple : Brasserie de la Maelbeek.

⁴ 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 |
| Activité Opérationnelle | | | | | |
| Production de la bière | | | | | |
| 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 |
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | | |
| OP6 | Bouteilles consignées | Nb bouteilles recyclées | 20.000 | 20.000 | 1000 bouteilles |
| OP7 | Bouteilles neuves | Nb bouteilles neuves | 10.000 | 10.000 | 1000 bouteilles |
| Auxiliaires | | | | | |
| OP8 | Nettoyage en Place | Temps | 4.000 | 4.000 | Heures |
| OP9 | Station d'épuration | Volume d'eau traité | | 50.000 | m ³ |
| OP10 | Transport interne (Clarks) | Temps | 2.000 | 2.000 | Heures |
| 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 | 8.784 | Heures |
| Bâtiments | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | |
| BAT1 | Eclairage et bureautique | Surfaces éclairées | 600 | 600 | m ² |
| BAT2 | Chauffage | Surfaces chauffées | 615 | 547 | m ² DjN/DJ2012 |
| Bâtiments opérationnels | | | | | |
| BAT3 | Eclairage + Climatisation + Divers | Surfaces éclairées | 5.000 | 5.000 | m ² |
| BAT4 | Labo climatisé | Surfaces climatisées | 200 | 200 | m ² |

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 ³ |
| Activité Opérationnelle | | | | | | | |
| Production de la bière | | | | | | | |
| 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 |
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | | | | |
| OP6 | Bouteilles consignées | 85.000 | XX | XX | XX | 1.500 | 160.000 |
| OP7 | Bouteilles neuves | 20.000 | XX | XX | XX | XX | 240.000 |
| Auxiliaires | | | | | | | |
| 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 |
| Usages répartis | | | | | | | |
| 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 |
| Solde non concilié | | | | | | | |
| OP13 | Divers | 300.000 | XX | XX | XX | XX | XX |
| Bâtiments | | | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | | | |
| BAT1 | Eclairage et bureautique | 18.000 | XX | XX | XX | XX | XX |
| BAT2 | Chauffage | XX | 75.000 | XX | XX | XX | XX |
| Bâtiments opérationnels | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|------------------------------------|------------------|---------------|----------------|----------------|--------------|------------------|
| BAT3 | Eclairage + Climatisation + Divers | 78.000 | XX | XX | XX | XX | XX |
| BAT4 | Labo climatisé | 10.000 | XX | XX | XX | XX | XX |
| Totaux | | 1.736.000 | 75.000 | 305.000 | 250.000 | 5.300 | 1.200.000 |

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 | | |
| Activité Opérationnelle | | | | | | | | | |
| Production de la bière | | | | | | | | | |
| 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% |
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | | | | | | |
| 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% |
| Auxiliaires | | | | | | | | | |
| 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% |
| 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 | 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% |
| Totaux | | 13.914 | 270 | 178 | 0 | 15.520 | 1.350 | 31.231 | 100% |

5.2.5 EMISSIONS DE CO₂

En utilisant les coefficients de conversion en CO₂ du [chapitre 4.3.3](#), l'auditeur établira un tableau des émissions de CO₂ pour l'année de référence.

Exemple : Brasserie de la Maelbeek

Tableau des émissions de CO₂

| Année : 2012 | | Emissions de CO ₂ | | | | | | Total | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------|
| DJ 15/15: 1915 | | ELE Electricité | GZN Gaz Naturel | FLg Mazout | Bois Pellets | OP11 Vapeur | OP12 Air comprimé | kgCO ₂ | % |
| | | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | | |
| 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% |
| Totaux | | 610.670 | 16.275 | 15.101 | 0 | 921.866 | 59.250 | 1.623.162 | 100% |

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 | (en GJp/unité) | |
| Activité Opérationnelle | | GJp | | | | | |
| Production de la bière | | | | | | | |
| 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 |
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | | | | |
| 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 |
| Auxiliaires | | | | | | | |
| 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 |
| 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 | 2.700 | Solde | 8.784 | Heures | 0,3074 | GJp/Heures |
| Bâtiments | | | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | | | |
| 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 |
| Bâtiments opérationnels | | | | | | | |
| 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 |
| Totaux | | 31.231 | | | | | |

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_{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 CO₂, 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 ₂ | | | | | | Total | |
|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| | | ELE | GZN | FLg | Bois | OP11 | OP12 | kgCO ₂ | % |
| | | Electricité | Gaz Naturel | Mazout | Pellets | Vapeur | Air comprimé | | |
| | | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | kgCO ₂ | | |
| 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 |
| Bâtiments | | | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | | | |
| BAT1 | Eclairage et bureautique | 7.110 | XX | XX | XX | XX | XX |
| BAT2 | Chauffage | XX | 16.275 | XX | XX | XX | XX |
| Bâtiments opérationnels | | | | | | | |
| BAT3 | Eclairage + Climatisation + Divers | 30.810 | XX | XX | XX | XX | XX |
| BAT4 | Labo climatisé | 3.950 | XX | XX | XX | XX | XX |
| Totaux | | 610.670 | 16.275 | 15.101 | 0 | 921.866 | 59.250 |

| | |
|------------------|-------------|
| | |
| 118.500 | 7,3% |
| 7.110 | 0,4% |
| 16.275 | 1,0% |
| 30.810 | 1,9% |
| 3.950 | 0,2% |
| 1.623.162 | 100% |

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 | |
| DJ 15/15: 1704 | |
| Activité Opérationnelle | |
| Production de la bière | |
| OP1 | Préparation du malt |
| OP2 | Empâtage |
| OP3 | Filtration et ébullition du moût |
| OP4 | Clarification et refroidissement |
| OP5 | Fermentation |

| Consommations | |
|---------------|------------|
| Réelles | Théoriques |
| GJp | |
| | |
| | |
| 810 | 810 |
| 998 | 1.058 |
| 6.084 | 6.486 |
| 3.375 | 3.375 |
| 4.590 | 4.590 |

| AEE | |
|---------|-------|
| Relatif | Total |
| | |
| | |
| 0,0% | 0,0% |
| 5,7% | 0,2% |
| 6,2% | 1,2% |
| 0,0% | 0,0% |
| 0,0% | 0,0% |

| | | | | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|------------|--------------|
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | | |
| OP6 | Bouteilles consignées | 5.036 | 5.337 | 5,7% | 0,9% |
| OP7 | Bouteilles neuves | 450 | 450 | 0,0% | 0,0% |
| Auxiliaires | | | | | |
| 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% |
| Usages répartis | | | | | |
| OP11 | Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar | | | | |
| OP12 | Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar | | | | |
| Solde non concilié | | | | | |
| OP13 | Divers | 2.700 | 2.700 | 0,0% | 0,0% |
| Bâtiments | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | |
| BAT1 | Eclairage et bureautique | 162 | 162 | 0,0% | 0,0% |
| BAT2 | Chauffage | 240 | 240 | 0,0% | 0,0% |
| Bâtiments opérationnels | | | | | |
| BAT3 | Eclairage + Climatisation + Divers | 702 | 702 | 0,0% | 0,0% |
| BAT4 | Labo climatisé | 90 | 90 | 0,0% | 0,0% |
| Totaux | | 32.386 | 33.452 | | 3,2% |
| | | | | Gain (GJp) | 1.066 |

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.

| | 2012 | 2015 |
|------------------------|-------------|-------------|
| <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 CO₂ est encore plus marqué :

| |
|----------------|
| Année : 2015 |
| DJ 15/15: 1704 |

| |
|-----------|
| Emissions |
|-----------|

| |
|------------------|
| ACO ₂ |
|------------------|

| | Réelles | Théoriques | Relatif | Total |
|-------------------------------------------|-------------------|------------------|---------|--------------|
| | kgCO ₂ | | | |
| Activité Opérationnelle | | | | |
| Production de la bière | | | | |
| 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% |
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | |
| OP6 Bouteilles consignées | 209.612 | 302.380 | 30,68% | 5,39% |
| OP7 Bouteilles neuves | 19.750 | 19.750 | 0,00% | 0,00% |
| Auxiliaires | | | | |
| 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% |
| Usages répartis | | | | |
| OP11 Vapeur (Prod et Distr) - 11 bar | | | | |
| OP12 Air comprimé (Prod et Distr) - 8 bar | | | | |
| Solde non concilié | | | | |
| OP13 Divers | 118.500 | 118.500 | 0,00% | 0,00% |
| Bâtiments | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | |
| BAT1 Eclairage et bureautique | 7.110 | 7.110 | 0,00% | 0,00% |
| BAT2 Chauffage | 14.482 | 14.482 | 0,00% | 0,00% |
| Bâtiments opérationnels | | | | |
| BAT3 Eclairage + Climatisation + Divers | 30.810 | 30.810 | 0,00% | 0,00% |
| BAT4 Labo climatisé | 3.950 | 3.950 | 0,00% | 0,00% |
| Totaux | 1.392.337 | 1.720.119 | | 19,1% |

| | 2012 | 2015 |
|--------------------------------|-----------|-----------|
| Réelle (kgCO ₂) | 1.623.162 | 1.392.337 |
| Théorique (kgCO ₂) | 1.623.162 | 1.720.119 |

| | | |
|---------------------------|------|---------|
| ACO ₂ | 0,0% | 19,1% |
| Gain (kgCO ₂) | 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 ₂ /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 ⁵ |
| 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> |

⁵ 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 ₂ /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 ₂ /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 CO₂ 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 ₂) | 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 ₂ (%) | 0,3% | 0,8% | 0,4% | 2,7% | 19,1% | 23,3% |

| | | |
|-------------------|-------------|------------------|
| Objectif 2019 | AEE | ACO ₂ |
| Mesures réalisées | 3,2% | 19,1% |
| Mesures retenues | 4,2% | 4,2% |
| Total | 7,4% | 23,3% |

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 ○

ACO₂ 2019: 23,3% ou 401 TCO₂

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 ACO₂ 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'ACO₂ ou leurs équivalents en énergie primaire et en CO₂ 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 ○

ACO₂ 2019: 23,3% ou 401 TCO₂

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 |
| Activité Opérationnelle | | | | | GJp/unité | | | GJp | | | |
| Production de la bière | | | | | | | | | | | |
| 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 mêche | 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% |
| Embouteillage (lavage - soutirage) | | | | | | | | | | | |
| 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% |
| Auxiliaires | | | | | | | | | | | |
| 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 ³ | 0,0450 | 0,0450 | GJp/m ³ | 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% |
| 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 | 0,3074 | 0,3074 | GJp/Heures | 2.700 | 2.700 | 0,0% | 0,0% |
| Bâtiments | | | | | | | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | | | | | | | |
| BAT1 | Eclairage et bureautique | Surfaces éclairées | 600 | m ² | 0,2700 | 0,2700 | GJp/m ² | 162 | 162 | 0,0% | 0,0% |
| BAT2 | Chauffage | Surfaces chauffées | 547 | m ² DjN/DJ2019 | 0,4393 | 0,4173 | GJp/m ² DjN/DJ2019 | 228 | 240 | 5,0% | 0,0% |
| Bâtiments opérationnels | | | | | | | | | | | |
| BAT3 | Eclairage + Climatisation + Divers | Surfaces éclairées | 5.000 | m ² | 0,1404 | 0,1123 | GJp/m ² | 562 | 702 | 20,0% | 0,4% |
| BAT4 | Labo climatisé | Surfaces climatisées | 200 | m ² | 0,4500 | 0,4500 | GJp/m ² | 90 | 90 | 0,0% | 0,0% |
| Totaux | | | | | | | | 30.053 | 33.452 | 10,2% | 10,2% |
| | | | | | | | | | | Gain (GJp) | 3.399 |

| | 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 ACO₂ en 2019

| Année : 2019 | | Indicateurs d'activités | | | Emissions spécifiques | | | Emissions | | ACO ₂ | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------|----------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| DJ 15/15: 1704 | | Description | Indicateurs d'activités | Unités | Réf | 2019 | | Réelles | Théoriques | Relatif | Total |
| Activité Opérationnelle | | | | | kgCO ₂ /unité | | | kgCO ₂ | | | |
| Production de la bière | | | | | | | | | | | |
| OP1 | Préparation du malt | Quantité de malt | 5.000 | Tonnes | 7,110 | 6,518 | kgCO ₂ /Tonnes | 32.588 | 35.550 | 8,33% | 0,17% |
| OP2 | Empâtage | Volume de mèche | 150.000 | HI | 0,401 | 0,249 | kgCO ₂ /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 ₂ /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 ₂ /HI | 140.451 | 148.125 | 5,18% | 0,45% |
| OP5 | Fermentation | Volume de moût final | 175.000 | HI | 1,151 | 1,067 | kgCO ₂ /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 ₂ /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 ₂ /1000 bouteilles | 17.973 | 19.750 | 9,00% | 0,10% |
| Auxiliaires | | | | | | | | | | | |
| OP8 | Nettoyage en Place | Temps | 4.000 | Heures | 69,176 | 41,364 | kgCO ₂ /Heures | 165.456 | 276.705 | 40,21% | 6,47% |
| OP9 | Station d'épuration | Volume d'eau traité | 50.000 | m ³ | 1,975 | 1,975 | kgCO ₂ /m ³ | 98.750 | 98.750 | 0,00% | 0,00% |
| OP10 | Transport interne (Clarks) | Temps | 2.000 | Heures | 13,476 | 13,476 | kgCO ₂ /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 ₂ /Heures | 118.500 | 118.500 | 0,00% | 0,00% |
| Bâtiments | | | | | | | | | | | |
| Bâtiments administratifs | | | | | | | | | | | |
| BAT1 | Eclairage et bureautique | Surfaces éclairées | 600 | m ² | 11,850 | 11,850 | kgCO ₂ /m ² | 7.110 | 7.110 | 0,00% | 0,00% |
| BAT2 | Chauffage | Surfaces chauffées | 547 | m ² DjN/DJ2019 | 26,478 | 25,154 | kgCO ₂ /m ² DjN/DJ2019 | 13.758 | 14.482 | 5,00% | 0,04% |
| Bâtiments opérationnels | | | | | | | | | | | |
| BAT3 | Eclairage + Climatisation + Divers | Surfaces éclairées | 5.000 | m ² | 6,162 | 4,930 | kgCO ₂ /m ² | 24.648 | 30.810 | 20,00% | 0,36% |
| BAT4 | Labo climatisé | Surfaces climatisées | 200 | m ² | 19,750 | 19,750 | kgCO ₂ /m ² | 3.950 | 3.950 | 0,00% | 0,00% |
| Totaux | | | | | | | | 1.292.036 | 1.720.119 | 24,89% | 24,89% |

| | 2012 | 2019 |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Réelle (kgCO ₂) | 1.623.162 | 1.292.036 |

| | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| <i>Théorique (kgCO₂)</i> | 1.623.162 | 1.720.119 |
| <i>ACO₂</i> | 0,0% | 24,9% |
| <i>Gain ((kgCO₂))</i> | 0 | 428.084 |

On voit, dans notre exemple, que l'objectif en CO₂ est effectivement atteint puisque l'ACO₂ 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 CO₂ ;
- 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 CO₂.

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 | |
| Total | 1.479.800 | 630.000 | |
| | | | 4.329.500 (0,016 PJP) |
| Energie primaire (kWhp) | 3.699.500 | 630.000 | |
| Emissions de CO ₂ (kg CO ₂) | 584.521 | 136.710 | 721.231 |

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.

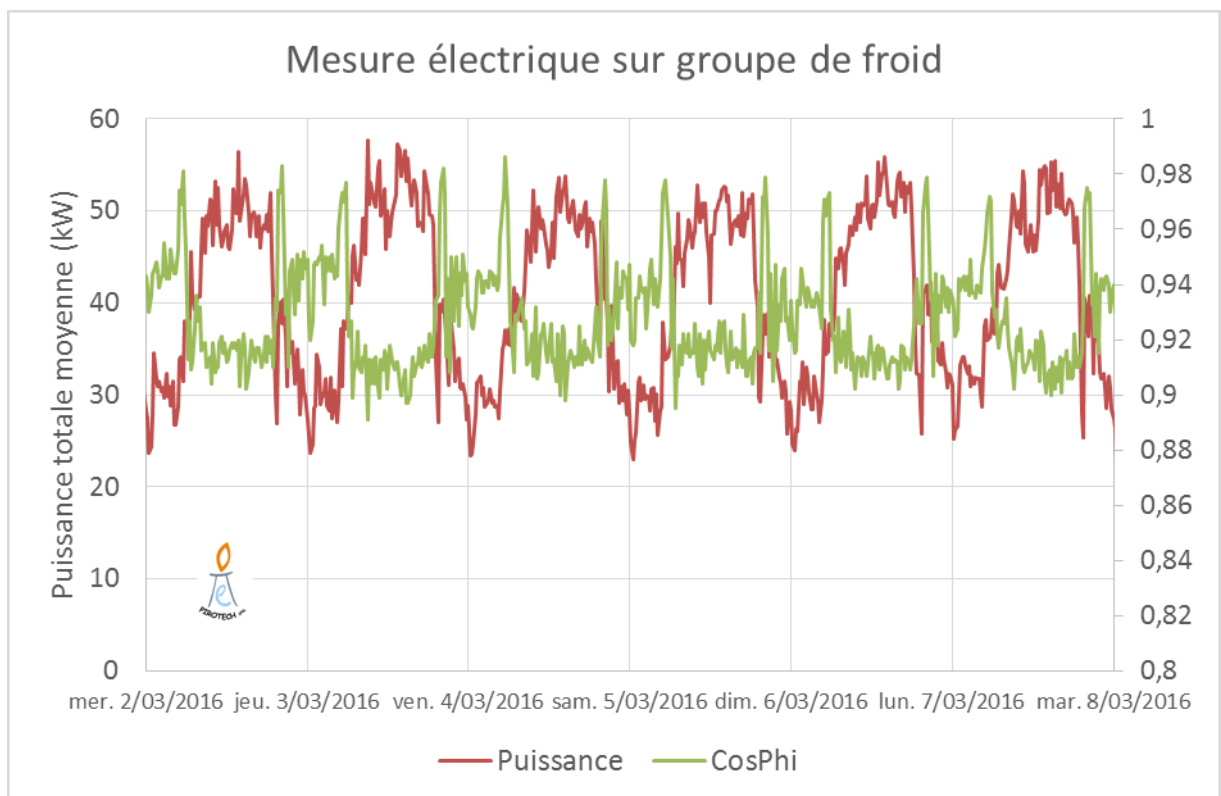
La (les) campagne(s) sera (seront) réalisée(s) sur un ou plusieurs équipement(s) couvrant ensemble au minimum 25% de la consommation totale en énergie primaire.

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 CO₂ 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 | |
| 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 | |

| 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 |
| Activités Variables | | | |
| IA1 | Cuisson des pains | 60.000 | XX |
| IA2 | Froid positif | 547.500 | XX |
| IA3 | Froid négatif | 353.020 | XX |
| IA4 | Chauffage | XX | 625.000 |
| Consommations non variables | | | |
| | 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 |
| Totaux | | 1.479.800 | 630.000 |

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 | | |
| Activités Variables | | | | | |
| 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% |
| Consommations non variables | | | | | |
| | | 1.298.200 | 5.000 | 1.303.200 | 30,1% |
| Totaux | | 3.699.500 | 630.000 | 4.329.500 | 100% |

Les consommations non variables se répartissent comme suit :

| Consommations non variables | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
| | 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% |
| Totaux | | 1.298.200 | 5.000 | 1.303.200 | 100% |

6.4.5 EMISSIONS DE CO2

En utilisant les coefficients de conversion en CO₂ du [chapitre 4.3.3](#), l'auditeur établira un tableau des émissions de CO₂ pour l'année de référence.

Exemple : Supermarché BruSales Tableau
des émissions de CO₂

BruSales

CO2

| Année : 2012 DJ 15/15: 1915 | | Emissions de CO2 | | Total | |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------|
| | | ELE Electricité | GZN Gaz Naturel | kgCO2 | % |
| | | kgCO2 | kgCO2 | | |
| Activités Variables | | | | | |
| 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% |
| Consommations non variables | | | | | |
| | | 205.116 | 1.085 | 206.201 | 28,6% |
| Totaux | | 584.521 | 136.710 | 721.231 | 100% |

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 (CO₂), 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) | |
| | | | |
| 0,5 | kWhp/# | 0,1 | kgCO2/# |
| 9.125 | kWhp/m ² Dj/DJ | 1.442 | kgCO2/m ² Dj/DJ |
| 16.046 | kWhp/m ² Dj/DJ | 2.535 | kgCO2/m ² Dj/DJ |
| 125,0 | kWhp/m ² Dj/DJ | 27 | kgCO2/m ² 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 ₂ /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 CO₂ 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 ACO₂, 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 ₂ /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 ₂) |
|------|---------------------|---------------------------------|

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

Améliorations retenues et réalisées

| Améliorations | Retenues et réalisées | | | |
|----------------------|-----------------------|-------|----------|---------------|
| Fiabilité | 12 | 20 | 25 | Total général |
| 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 ₂ |
|-------------------|--------------|------------------|
| Mesures réalisées | 4,9% | 4,9% |
| Mesures retenues | 6,3% | 6,5% |
| Total | 11,2% | 11,4% |

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 ACO₂ ainsi que les gains énergétiques et CO₂, 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 | 3.715.938 |
| Emissions de CO2 (kg CO2) | 467.828 | 163.835 | 631.663 |

AEE 2019 :

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

| Activités Variables | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------|----------|-----------|-------|-------|
| IA1 | Cuisson des pains | Nbr pains cuits | 600.000 | # | 300.000 | 0,0% | 0,0% |
| IA2 | Froid positif | Surface de frigo positif | 125 | m² Dj/DJ | 1.140.625 | 0,0% | 0,0% |
| IA3 | Froid négatif | Surface de frigo négatif | 46 | m² Dj/DJ | 735.458 | 30,8% | 5,4% |
| IA4 | Chauffage | Surfaces chauffées | 6.000 | m² Dj/DJ | 750.000 | 0,0% | 0,0% |
| Consommations non variables | | | | | 2.926.083 | | |
| | Eclairage intérieur | | | | 1.123.200 | 25,0% | 6,6% |
| | Eclairage extérieur | | | | 12.500 | 50,0% | 0,1% |
| | Frigos et congélateurs autonomes | | | | 87.500 | 0,0% | 0,0% |
| | Eau Chaude sanitaire | | | | 5.000 | 0,0% | 0,0% |
| | Divers | | | | 75.000 | 0,0% | 0,0% |
| Totaux | | | | | 1.303.200 | | |
| | | | | | 4.229.283 | | 12,1% |

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

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

ACO₂ 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 | | | Emissions | ACO ₂ | |
|--------------------------|------------------------|----------|-------------------|------------------|-------|
| Description | Indicateurs d'activité | Unités | Théorique | Relatif | Total |
| | | | kgCO ₂ | | |
| Nbr pains cuits | 600.000 | # | 47.400 | 0,0% | 0,0% |
| Surface de frigo positif | 125 | m² Dj/DJ | 180.219 | 0,0% | 0,0% |
| Surface de frigo négatif | 46 | m² Dj/DJ | 116.202 | 30,8% | 17,3% |
| Surfaces chauffées | 6.000 | m² Dj/DJ | 162.750 | 0,0% | 0,0% |
| | | | 506.571 | | |
| | | | 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% |
| Totaux | | | 206.201 | | |
| | | | 712.772 | | 11,4% |

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

Le supermarché BruSales a également atteint ses objectifs en CO₂ 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 CO₂ réelles :

FROID09 Porte sur frigos (226.295 kWhp et 35.755 kg de CO₂) ECL04

Crépusculaire (6250 kWhp et 988 kg de CO₂)

ECL01 Eclairage LED (280.800 kWhp et 44.366 kg de CO₂)

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% | |
| Consommations non variables | | 2.699.788 | 2.926.083 | | | |
| | 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 | | | |
| Activités Variables | | | | | | |
| 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% | |
| Consommations non variables | | 470.817 | 506.571 | | | |
| | 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

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

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