



Journée de l'énergie pour l'Industrie

AMUREBA

**Une méthodologie commune aux Audits Bâtiment, Tertiaire
et Industrie**

11 Octobre 2023, Jean-Michel Dols & Jean-Benoît VERBEKE



PIROTECH - Jean-Benoît VERBEKE



25 ans d'expérience en thermique et énergétique dans les entreprises

Ingénieur civil physicien (UCL, 1996)

Administrateur de Pirotech SRL

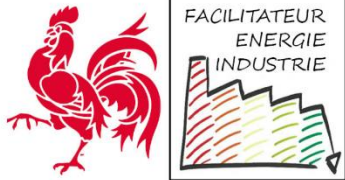
www.pirotech.be

Facilitateur « Energie » pour l'industrie wallonne (conseiller énergie PMI industries)

Expert pour les autorités wallonnes et bruxelloises pour les audits énergétiques industriels et tertiaires

Evaluateur COFRAC pour la vérification des émissions de CO₂ et des quotas gratuits

Référent certifié en mesures & vérification (IPMVP)



GREISCH - Jean-Michel DOLS



Plus de 40 ans d'expérience en Project Management en Industrie et Bureau d'Etude, et 25 ans d'expérience spécifique en énergétique (ADB1 et ADB2)

Ingénieur civil électricien-mécanicien (ULiege, 1980)

Administrateur de DOLTEC SRL

Management de projets industriels (inter)nationaux de tailles variable (1 à 300 M€)

Développement de la méthode EPS dès 1998 pour ECONOTECH puis application en ADB1

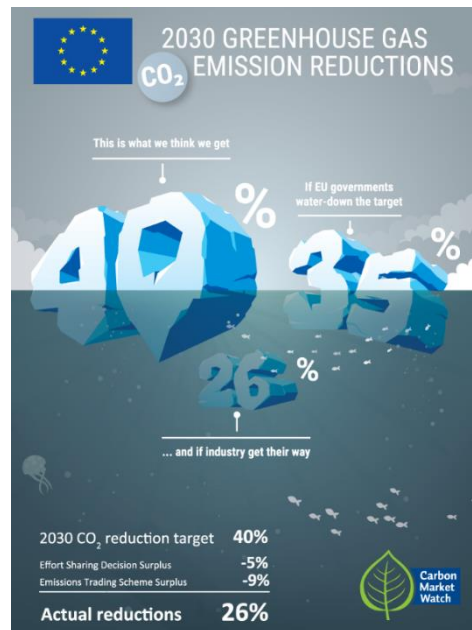
Mise au point de la méthodologie ADB2 pour 3j-Consult 2011-2012 puis application en ADB2

Depuis 2019 : Project Manager cellule TSEN de greisch

L'audit AMUREBA

Audit réglementaire et audit volontaire

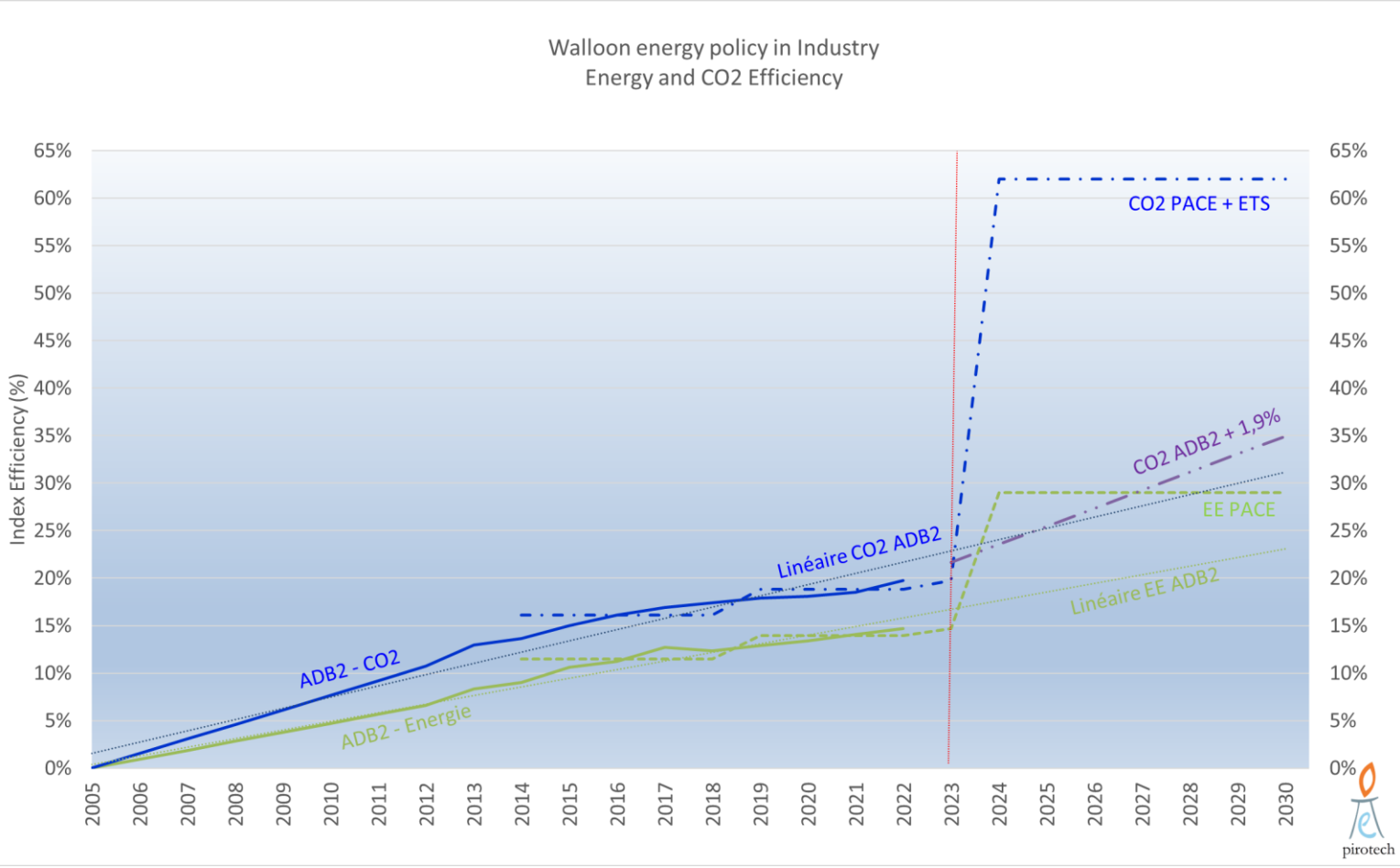
Une méthodologie unique pour toutes les entreprises:



- Directive et règlements européens: EED recast 2023, PEB, SER, ETS, ...
- PACE
- Norme EN16247, Iso50001 et suivantes
- ADB2 (rev 2016) et Audit unifié (2018)
- AGW AMUREBA et AGW Convention carbone

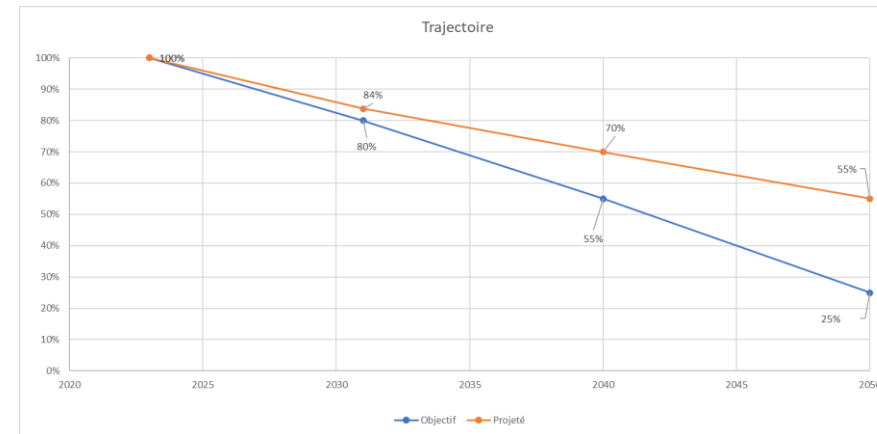
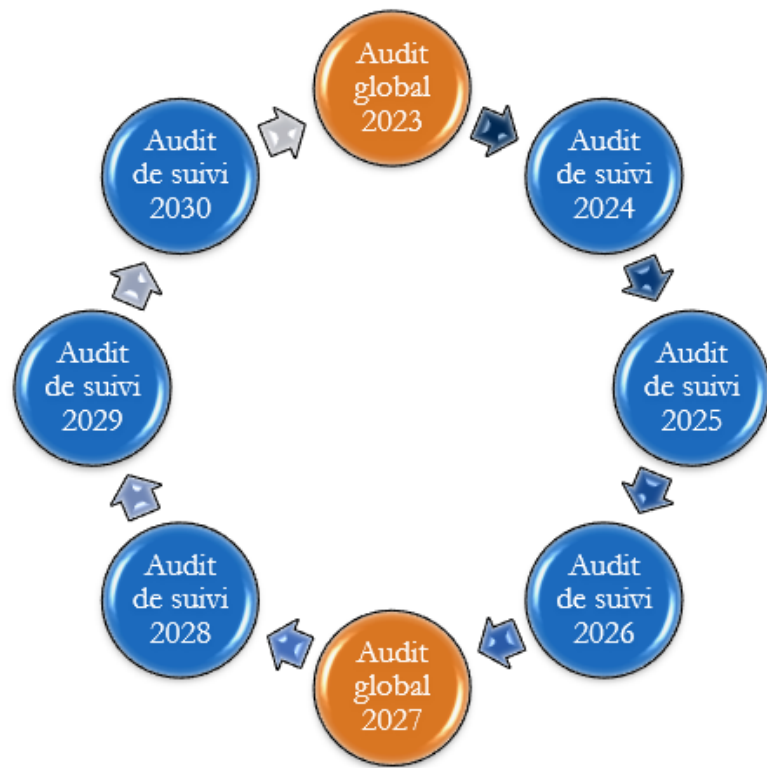
L'audit AMUREBA

Contribuer aux engagements de la Wallonie



L'audit AMUREBA

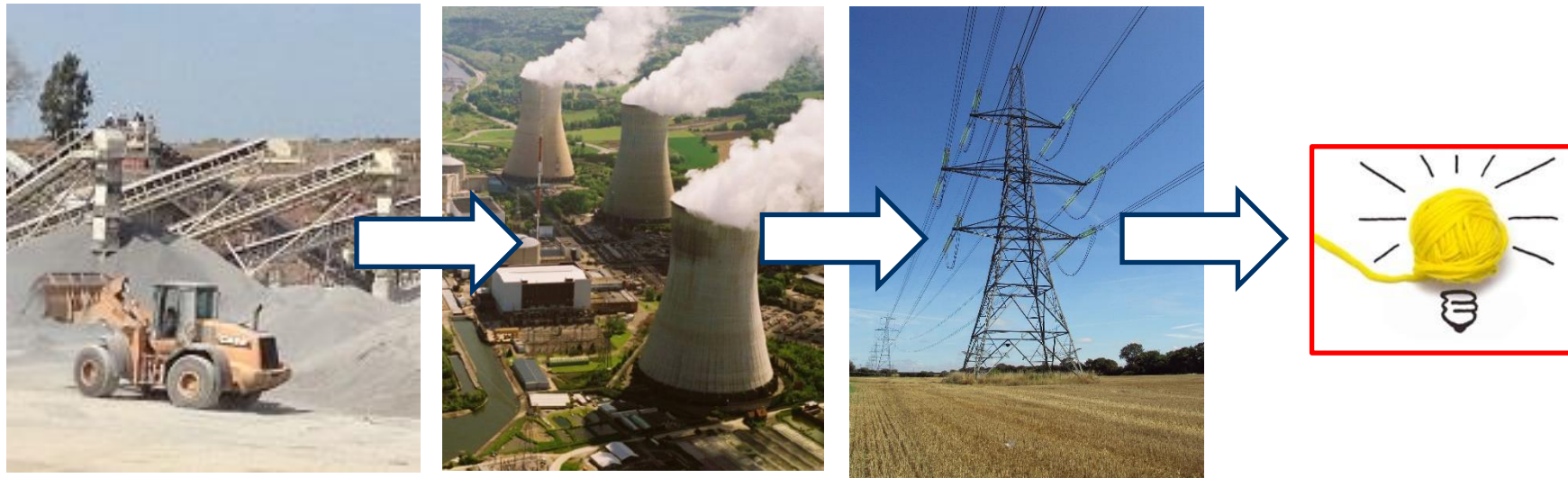
Des objectifs et une trajectoire



- ✓ Objectif ferme
- ✓ Objectif conditionnel
- ✓ Trajectoire (roadmap)

L'audit AMUREBA

Energie finale

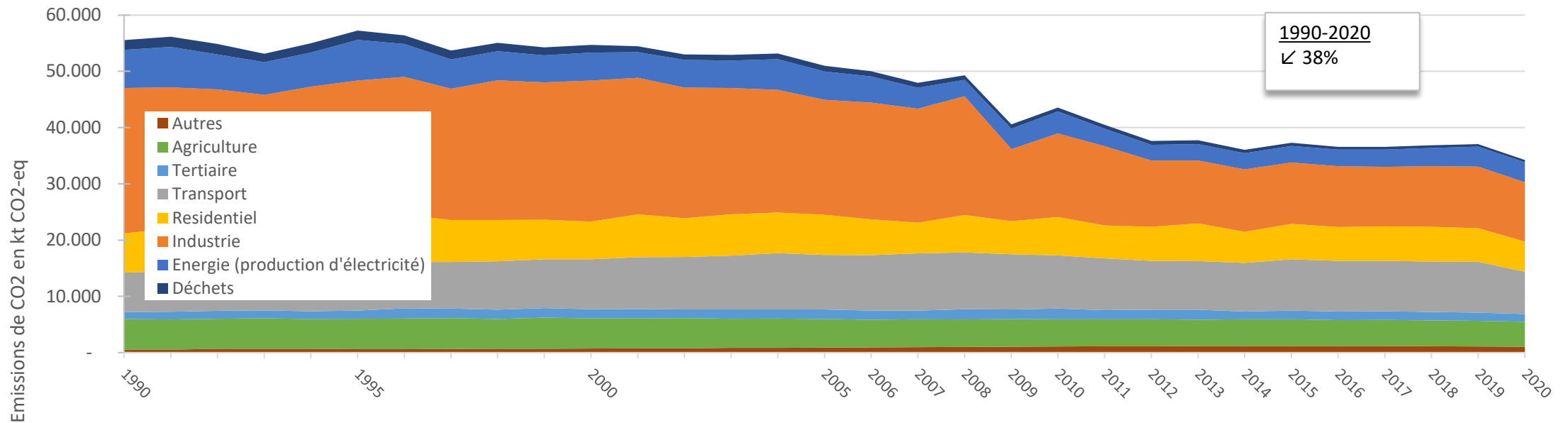


- ✓ Electricité, combustible, renouvelable, réseau de chaleur
- ✓ Consommé = Import – Export
- ✓ En excluant la consommation du secteur de la transformation de l'énergie et de l'industrie énergétique

L'audit AMUREBA

Emissions de CO2

Evolution des émissions totales de GES en Wallonie



Pirotech, source AWAC

- ✓ Electricité, combustible, réseau de chaleur
- ✓ CO2 du procédé
- ✓ Import – Export & séquestration

L'audit AMUREBA

Renouvelable

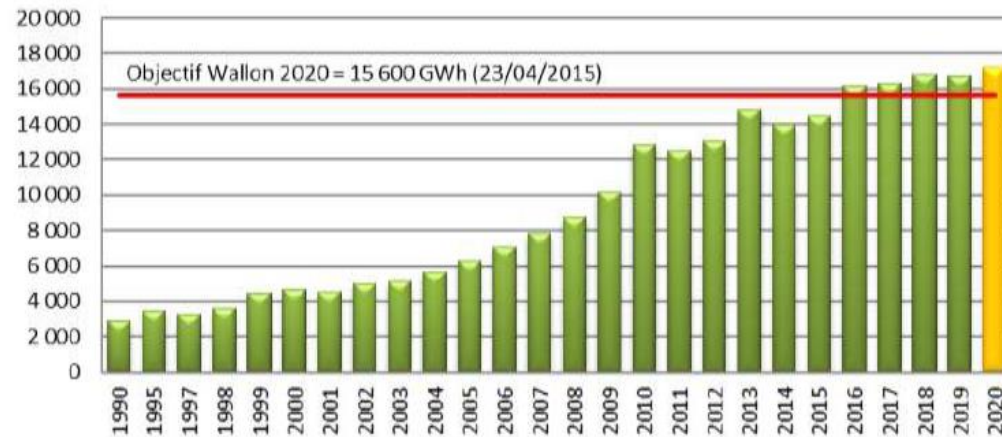


Figure 26 - Évolution de la production d'énergie brute renouvelable au sens de la directive 2009/28/CE et objectif wallon en 2020.

Bilan énergétique Wallonie 2020

- ✓ Solaire, éolien, géothermie
- ✓ Biomasse durable
- ✓ Pompes à chaleur

L'audit AMUREBA

Choisir son auditeur

AGW AMUREBA – Annexe 1 (en 2ème lecture)

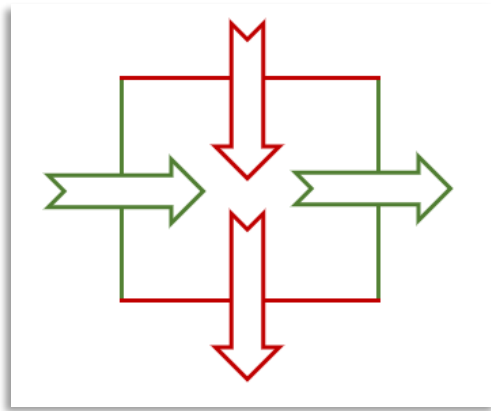
Le type	La dénomination	Les sous-catégories (liste non exhaustive)
Généraliste	Tertiaire	
Généraliste	Industrie	
Généraliste	Interne	
Spécialiste	Eclairage	
Spécialiste	Energie thermique (renouvelable ou fatale)	<ul style="list-style-type: none">• la Pompe à Chaleur• la Combustion Biomasse• le Solaire thermique• la Géothermie• la Récupération d'énergie fatale• le Stockage Thermique
Spécialiste	Électricité renouvelable	<ul style="list-style-type: none">• l'éolien• l'hydro-électricité• le photovoltaïque• l'hydrogène vert• la mobilité électrique• le stockage d'électricité
Spécialiste	Froid	<ul style="list-style-type: none">• le froid industriel• le froid commercial
Spécialiste	Utilités (Energie industrielles transformées)	<ul style="list-style-type: none">• l'air comprimé• l'électricité industrielle• la force motrice• la thermique industrielle, combustion• la vapeur ou l'eau surchauffée
Spécialiste	Cogénération	<ul style="list-style-type: none">• Industrielle• Tertiaire

Périmètre

Périmètre énergétique

Un site est lié à un (ou plusieurs) point(s) de comptage pour chaque vecteur énergétique entrant et sortant, et peut inclure:

- ✓ Bâtiment(s)
- ✓ Activité(s) opérationnelle(s)
- ✓ Utilité(s)
- ✓ Transport(s)



Quelques concepts clés

Bâtiment

- AMUREBA = « tous types » d'entité à auditer
- Consommation énergétique « **Bâtiment** » :
 - ✓ Entité auditée peut **être** un bâtiment (tertiaire) ou (très généralement) **comprendre** un (des) bâtiment(s)
 - ✓ Consommation « bâtiment » = énergie consommée dans le but de maintenir au sein d'une « enveloppe » des **conditions nécessaires aux occupants**
 - ✓ En pratique : éclairage, ventilation, chauffage (de locaux), refroidissement (climatisation de locaux) (*usages PEB*)
 - ✓ Rem : autres usages d'énergie que ci-dessus (ex : maintien de conditions pour produits ou matières, maintien de conditions dans plages de température « basse » (< 10°C) ou « haute » (> 30°C) ne sont PAS des consommations « bâtiment »
- Autre « Bâtiment » => consommation énergétique « **Activités Opérationnelles** »

Quelques concepts clés

Vecteur énergétique – énergie finale

- « **Forme** » suivant laquelle l'énergie pénètre le périmètre de l'entité auditée et y est consommée
- **3** catégories :
 - ✓ Energies approvisionnées (électricité, combustibles, énergies renouvelables, ...)
 - ✓ Matières énergétiquement valorisées (valorisation énergétique de matières) (PAS « énergie grise »)
 - ✓ Utilités (vecteurs fabriqués au sein de l'entité, à partir des 2 premières catégories)
- **Comptabilisation** des vecteurs :
 - ✓ D'abord en unités usuelles (kWh, litres, Nm³, ...)
 - ✓ Puis transformation en **énergie finale** (kWhf) et en **émissions de CO2 énergétique** (kg CO2eq) via coefficients de conversion et facteurs d'émission (conventionnels pour énergies approvisionnées – Rem **PCS** pour combustibles)
 - ✓ Permet d'obtenir « la » consommation globale en énergie finale d'une entité (addition des vecteurs « énergies approvisionnées » et « matières énergétiquement valorisées »)

Quelques concepts clés

Usage

- Usage = **utilisateur** ou **consommateur** d'énergie, à identifier/particulariser
 - ✓ Nombre d'usages détermine la « finesse » avec laquelle l'analyse énergétique est décomposée, tracée et expliquée
 - ✓ Grandes catégories possibles : bâtiments – activités opérationnelles – utilités – export ...
- Usage **significatif**
 - ✓ Dont le niveau de consommation individuel est proportionnellement important
 - ✓ OU dont le potentiel d'évolution/amélioration est important
 - ✓ Mais usages « non significatifs » doivent bien être comptabilisés également

Quelques concepts clés

Facteur d'influence

- Notion **très importante** pour validité-solidité du « modèle énergétique » devant représenter l'entité auditée
- Paramètre ou valeur quantifiant « **l'activité** » d'un usage (au sens très large)
 - ✓ Relation de **dépendance/corrélation** entre consommation énergétique usage et son facteur d'influence
 - ✓ Si possible **linéaire** – proportionnelle (notion générale de « **signature énergétique** »)
 - ✓ Permet de définir consommation (émission) **spécifique**, càd de « **normaliser** » les consommations d'énergie
 - ✓ Important de définir des facteurs d'influence **pertinents**
 - Suivant la nature choisie : qualité de la corrélation consommation/facteur
 - Suivant la manière dont les choses vont évoluer et dont on devra en rendre compte

Quelques concepts clés

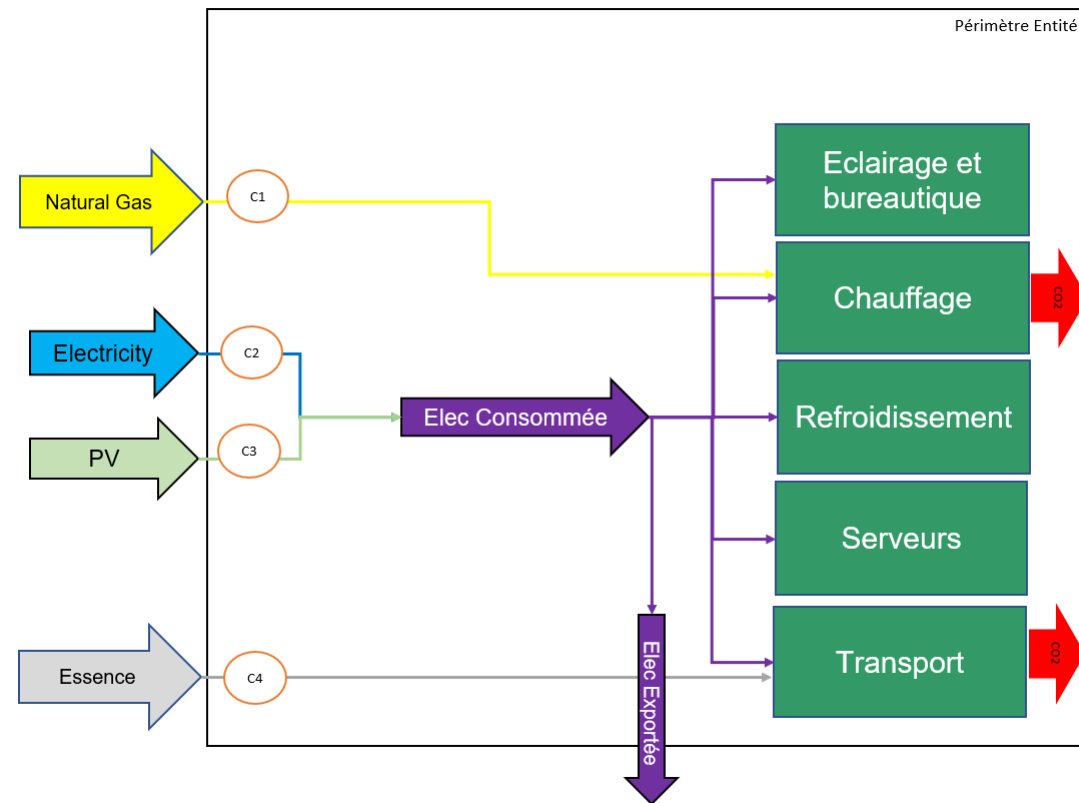
Facteur d'influence (suite)

- Influence choix/nature des facteurs d'influence sur la **subdivision entre usages**
 - ✓ Chaque usage significatif => son facteur d'influence
 - ✓ Mise en évidence des « talons de consommation » ou de la consommation « à facteur d'influence principal nul » => nécessité de subdivision
 - ✓ Usages non significatifs : pas de facteur d'influence => possibilité de les grouper avec d'autres

Analyse des flux

Diagramme des flux

Entité - DIAGRAMME FLUX REV 2023-07-27



Analyse des flux

Tableau de consommation

- Tableau de consommation = **mise en forme** de l'analyse des flux
- Sous forme de **tableau à 2 entrées**
 - ✓ **Colonnes** = vecteurs énergétiques (1 colonne/vecteur suivant les 3 catégories)
 - ✓ **Lignes** = usages (1 ligne/usage (significatif) suivant les catégories principales : bâtiment, activités opérationnelles (si présentes), utilités (si présentes), exports (si présents))
Avec un **facteur d'influence** par ligne (usages significatifs)
 - ✓ Etabli en **unités usuelles** (à chaque vecteur son unité)
Puis converti en **énergie finale** (kWhf)
Et en **émissions de CO2** (kgCO2)
 - ✓ Tableau dont la **structure** et la **granulométrie** sont également très **importantes** pour une bonne qualité/solidité du modèle énergétique

Analyse des flux

Tableau de consommation (suite)

- Tableau à remplir pour **chaque année** examinée et dont les valeurs à noter dans chaque case proviennent de sources à identifier/expliciter/tracer, via
 - ✓ Compteurs
 - ✓ Mesures
 - ✓ Calculs
 - ✓ (Clés de) répartition, ...

Analyse des flux

Tableau de consommation (suite)

➤ Exemple bâtiment

Tableau des consommations - unités usuelles	Energies	
	Electricité	Vecteur 2
	kWh	unité
Année auditée : XXXX		
Bâtiments - usage PEB - 01		
Bâtiments - usages PEB - 02		
Bâtiments - usages PEB - XX		

Exports		
---------	--	--

Totaux	Electricité	Vecteur 2
Tableau - consommations du périmètre		
Tableau - consommation du périmètre et des exports		
Total de l'énergie approvisionnée (facture, Compteurs, etc ...)		

Vérification de l'égalité de ces deux lignes => OK

Facteurs de conversion	Electricité	Vecteur 2
Energie finale (kWh énergie finale/unité "usuelle")	1,00	
Emission de CO2 (kgCO2/kWh énergie finale)	0,230	

Total consommations du périmètre d'audit	Unité	Quantité
Energie finale	kWhf	-
Emission de CO2 du périmètre	kgCO2	-
Emission de CO2 du périmètre et des exports	kgCO2	-

Analyse des flux

Tableau de consommation (suite)

➤ Exemple industrie

		Année audité : XXXX Unités "usuelles"					
		Energies approvisionnées			Energies locales renouvelables	Matières énergétiques valorisées	Utilités
		Vecteur 1	Vecteur 2	Vecteur 3	Vecteur 4	Vecteur 5	Vecteur 6
		Unité	Unité	Unité	Unité	Unité	Unité
Consommations du périmètre	Bâtiments - usages PEB						
	Bâtiments - usages non PEB						
	Process						
	Transport						
	Autre						
	Utilités						
Exports							
Totaux		Vecteur 1	Vecteur 2	Vecteur 3	Vecteur 4	Vecteur 5	Vecteur 6
Tableau - consommations du périmètre							
Tableau - ensemble du tableau							
Compteurs et/ou estimations							
Facteurs de conversion		Vecteur 1	Vecteur 2	Vecteur 3	Vecteur 4	Vecteur 5	Vecteur 6
Energie finale							
Emission de CO2							
Total consommations du périmètre d'audit		Unité	Quantité				
Energie finale							
Emission de CO2							
Emission de CO2 avec "bonus export"							

Facteurs d'influence spécifiques à un usage	
Unité	Quantité

Vérification de l'égalité de ces deux lignes



Plan d'action

Pour toute action d'amélioration

- Gain en énergie, CO2 et renouvelable
- Gain non énergétique
- Investissement dans le cadre d'une analyse de pré faisabilité
- Temps de retour actualisé et TIR

Objectif

L'objectif dépend du cadre de l'audit

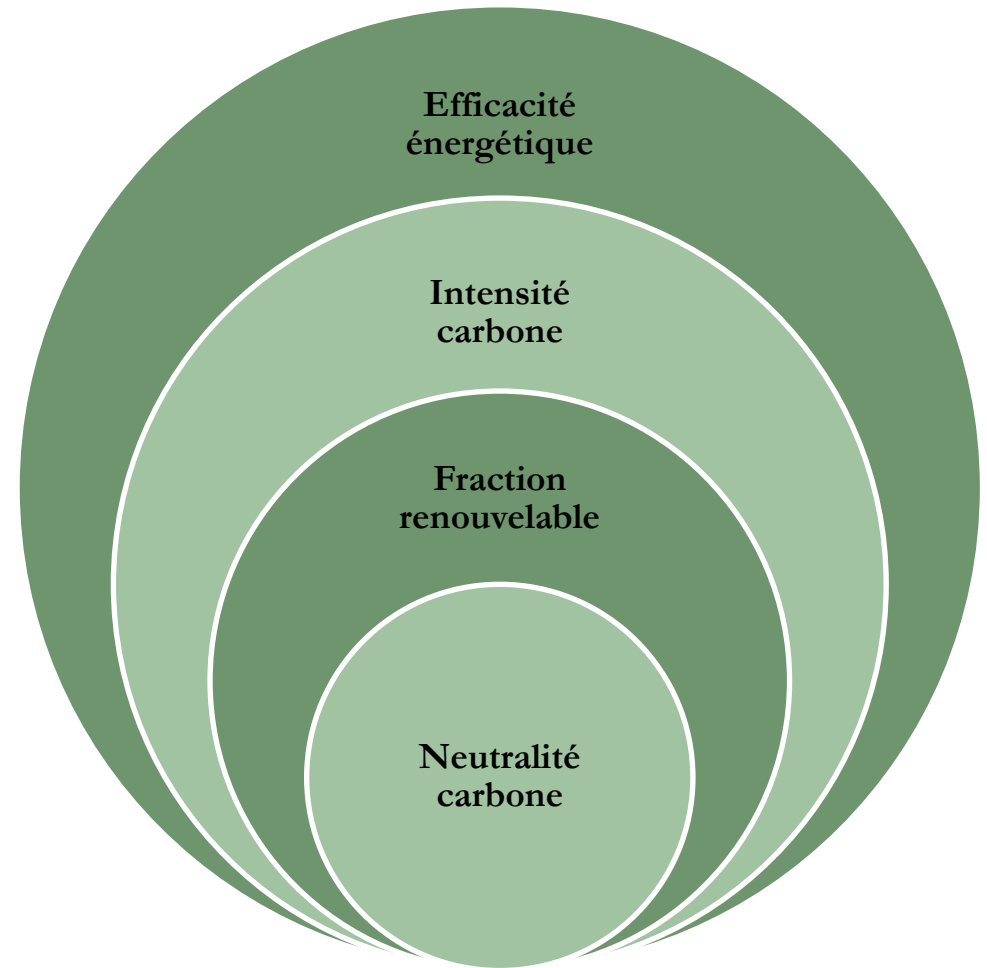
- Audit réglementaire → Obligation d'audit et SME
- Audit du bâtiment (public) → Décarbonation à long terme indépendante de la rentabilité
- Audit convention carbone → 1 objectif prioritaire et 2 objectifs indicatifs
 - ✓ Résulte du plan d'action
 - ✓ L'objectif ferme de l'entité est calculé en faisant la somme des gains des actions de classe de faisabilité R et A avec $TRI > 11\%$
 - ✓ L'objectif conditionnel de l'entité est fixé en faisant la somme de l'objectif fixe et de la somme des gains des actions conditionnelles retenues.
 - ✓ Challenge par le Comité technique

Suivi de la performance

Suivi – Indices de performance

Lorsqu'on dispose de **plusieurs** tableaux de consommation

- Année de **référence** et année **d'évaluation**
- Possibilité de définir des **indices de performance**, dont un est à choisir pour définir un objectif engageant
- **3 indices** traduisant séparément les performances en
 - Efficacité énergétique
 - Intensité carbone
 - Pénétration des énergies renouvelables



Suivi de la performance

Suivi – Indices de performance (suite)

➤ **IEE (t) = (CRE (t))/(CRA (t))**

- ✓ Où CRE (t) = Consommation en énergie finale pour l'ensemble du périmètre examiné et pour l'année t
- ✓ CRA (t) = Consommation de référence en énergie finale, mais actualisée aux conditions de fonctionnement (indicateurs d'activité) de l'année t
- ✓ Possibilité de définir : $AEE(t) = 100\% - IEE(t)$
- ✓ Prise en compte d'ajustements, tant pour la référence que pour l'année d'évaluation

➤ **ICO2 (t) = (Intensité Carbone (t))/(Intensité Carbone (réf))**

- ✓ Où intensité carbone = Emissions CO2 (kgCO2)/énergie finale (kWhf)

➤ **ISER (t) = (CSER (t))/(CRE (t))**

- ✓ Où CSER (t) = production énergie renouvelable d'origine imputable au périmètre pour l'année t
- ✓ CRE (t) = Consommation en énergie finale pour l'ensemble du périmètre examiné et pour l'année t

Suivi de la performance

Validation du modèle

- Pour **valider la représentativité** du modèle énergétique ainsi défini
 - ✓ Etablissement de la plage de validité
 - ✓ Validation de l'année de référence (pas de biais dans la définition des consommations spécifiques – application d'un ajustement si nécessaire)
 - ✓ **Validation par une 2^{ème} année**
 - **Recoupement entre indices calculés et leur calcul provenant des actions d'amélioration mises en œuvre**
 - ✓ Vérification de la précision du modèle
 - Qualité de la corrélation entre consommation et facteur d'influence pour les usages significatifs

Prochaines étapes

Formations

- 1 journée (novembre 2023) pour
 - ✓ Auditeurs ADB2
 - ✓ Auditeurs internes
 - ✓ Vérificateurs

- 3 journées pour les nouveaux auditeurs (2024)





Merci

Pirotech SRL
Jean-Benoît Verbeke
0478/43.79.84
jbv@pirotech.be

Jean-Michel Dol
jmd@doltec.be

