



AGENCE INTERNATIONALE
DE L'ÉNERGIE

MANUEL

sur les statistiques de l'énergie



AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE

9, rue de la Fédération,
75739 Paris Cedex 15, France

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) est un organe autonome créé en novembre 1974 dans le cadre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) pour mettre en œuvre un programme international en matière d'énergie.

Elle déploie un vaste programme de coopération énergétique dans vingt-six* des trente pays membres de l'OCDE. Les objectifs fondamentaux de l'AIE sont les suivants :

- garder en place et améliorer les dispositifs permettant de faire face à des perturbations des approvisionnements pétroliers ;
- promouvoir des politiques énergétiques rationnelles dans un cadre mondial grâce aux formes de coopération avec les pays non membres, l'industrie et les organisations internationales ;
- gérer un système d'information continue sur le marché international du pétrole ;
- améliorer la structure de l'offre et de la demande mondiales d'énergie en exploitant des formes d'énergie de substitution et en utilisant plus rationnellement les ressources énergétiques ;
- favoriser l'intégration des politiques en matière d'énergie et d'environnement.

* *Pays membres de l'AIE : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Corée, Danemark, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Japon, Luxembourg, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Portugal, République tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie. La Commission européenne participe également aux travaux de l'AIE.*

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

Conformément à l'article 1^{er} de la convention signée à Paris le 14 décembre 1960, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion possible de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays membres et non membres en voie de développement économique;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays membres à l'origine de l'OCDE sont: l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la Suède, la Suisse, le Royaume-Uni et la Turquie. Par la suite, d'autres pays sont devenus membres en adhérant à l'OCDE aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996), la République de Corée (12 décembre 1996) et la Slovaquie (28 septembre 2000). La Commission des Communautés européennes participe également aux travaux de l'OCDE (article 13 de la convention relative à l'OCDE).

EUROSTAT, L - 2920 Luxembourg

Eurostat est l'Office statistique des Communautés européennes. Il est chargé de fournir à l'Union européenne des statistiques au niveau européen permettant une comparaison entre les pays et les régions. Eurostat consolide et harmonise les données collectées par les États membres. En vue de garantir que la grande quantité de données disponibles soient accessibles au plus grand nombre et d'aider chaque utilisateur à faire un usage approprié des informations, Eurostat a mis en place un programme de publications et services. Ce programme établit une nette distinction entre utilisateurs généraux et spécialisés et des collections particulières ont été développées pour ces différents groupes. Les collections Communiqués de presse, Statistiques en bref, Panorama de l'Union européenne, Pocketbooks et Catalogues sont destinées aux utilisateurs généraux. Les collections Méthodes et nomenclatures et Tableaux détaillés répondent aux besoins du spécialiste disposé à consacrer davantage de temps à analyser et à utiliser des informations et des tableaux très détaillés. Dans le cadre du nouveau programme, Eurostat a développé son site web. Celui-ci comprend un large éventail d'informations en lignes sur les produits et services d'Eurostat, ainsi que sur ses bulletins, catalogues, publications en ligne et indicateurs sur la zone euro.

© OCDE/AIE, 2005

Les demandes d'autorisation pour reproduire ou traduire entièrement ou partiellement cette publication doivent être adressées au: Chef du service des publications, OCDE/AIE - 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France ou 9, rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

Avant-propos

Il est essentiel de disposer de statistiques détaillées, complètes, ponctuelles et fiables pour pouvoir gérer la situation énergétique à l'échelon tant national qu'international. Des statistiques énergétiques sur l'approvisionnement, le commerce, les stocks, la transformation et la demande sont en effet la base de toute décision politique sensée en matière d'énergie.

Par exemple, le marché du pétrole – le produit le plus commercialisé au monde – doit être surveillé de près pour que tous les acteurs du marché puissent savoir, à tout moment, ce qui est produit, vendu, stocké et consommé et par qui.

Compte tenu du rôle et de l'importance de l'énergie pour le développement mondial, les informations de base en la matière devraient être fiables et aisément disponibles. Tel n'est pas toujours le cas et, ces dernières années, on a observé un déclin au niveau de la qualité, de la couverture et de la ponctualité des statistiques énergétiques.

Le fléchissement de la qualité de ces statistiques s'explique par plusieurs facteurs, notamment la libéralisation du marché, des demandes de données supplémentaires, des réductions budgétaires et une baisse des compétences. La libéralisation des marchés de l'énergie a eu, par exemple, une double incidence sur les statistiques. D'abord, si, par le passé, les statisticiens pouvaient obtenir des informations détaillées sur un combustible (gaz ou électricité) auprès d'une seule entreprise publique nationale, leur étude doit désormais porter sur des dizaines, voire des centaines de sociétés pour avoir une vue d'ensemble du secteur. Ensuite, un marché compétitif soulève souvent des questions de confidentialité qui rendent plus difficile encore la collecte d'informations de base.

Ces dernières années, les offices chargés de collecter les statistiques énergétiques se sont vu réclamer des données supplémentaires. Celles-ci incluent un large éventail d'informations, allant des statistiques sur les énergies renouvelables aux indicateurs sur l'efficacité énergétique en passant par des données sur les émissions de gaz à effet de serre. Ce surcroît de travail s'est produit à un moment où les offices statistiques de nombreux pays subissaient des réductions de leurs ressources. Dans certains cas, ces réductions ont été spectaculaires, le personnel ayant été réduit de moitié.

Il n'existe pas de solution miracle pour freiner l'actuelle érosion de la qualité, de la couverture et de la ponctualité des données. Il apparaît toutefois clairement que les statistiques et les statisticiens devraient être pleinement intégrés dans le processus décisionnel en matière de politique énergétique d'un pays.

Consciente de l'importance d'un système d'information solide en matière d'énergie, l'Agence internationale de l'énergie s'est attelée à la mise en œuvre d'un programme d'actions visant à inverser la tendance actuelle en développant des outils destinés à faciliter l'élaboration et la fourniture de statistiques fiables, afin de redresser le profil des statistiques énergétiques des différents pays.

Le renforcement des compétences et de l'expérience des statisticiens en matière d'énergie et la reconstruction de la mémoire des entreprises constituent des priorités

essentielles. C'est pourquoi l'*Agence internationale de l'énergie*, en coopération avec l'*Office statistique des Communautés européennes* (Eurostat), a rédigé ce *manuel sur les statistiques de l'énergie*. Il aidera les non-initiés au domaine des statistiques énergétiques à mieux saisir les définitions, unités et méthodologies.

Le présent *manuel* s'adresse aux statisticiens et aux analystes en matière d'énergie de tous les pays, bien qu'il fasse par endroits référence aux questionnaires communs AIE/OCDE-Eurostat-CEE-ONU, pour faciliter leur utilisation. Par ailleurs, il sera bientôt complété par un guide plus général sur les statistiques énergétiques, lequel doit être considéré comme un premier pas vers une harmonisation des statistiques sur l'énergie au niveau mondial.

La transparence figure parmi les grandes préoccupations des ministres de l'énergie. Elle commence par des données transparentes et fiables. Nous espérons sincèrement que ce manuel contribuera à améliorer la compréhension des définitions, facilitera l'utilisation des unités et des facteurs de conversion, clarifiera la méthodologie et, au bout du compte, renforcera la transparence.

Claude Mandil

Directeur exécutif

Remerciements

Ce manuel a été rédigé par *la division des statistiques énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)*, en coopération avec *l'Office statistique des Communautés européennes (Eurostat)*.

Il a été conçu et coordonné par Jean-Yves Garnier, chef de *la division des statistiques énergétiques* de l'AIE. Les autres membres de cette division qui ont participé à la réalisation de ce manuel sont Larry Metzroth (charbon, électricité, énergies renouvelables), Mieke Reece (pétrole et gaz naturel), Karen Tréanton (éléments fondamentaux et bilan énergétique), Jason Elliott, Bruno Castellano, Cintia Gavay, Vladimir Kubecek, Jan Kuchta et Olivier Lavagne d'Ortigue. Peter Tavoularis, Nikolaos Roubanis et Pekka Loesoenen, d'Eurostat, ont eux aussi contribué à la rédaction de cet ouvrage.

Ce manuel a grandement bénéficié du travail réalisé par Tim Simmons, consultant, qui a consacré toutes ses compétences et son expérience à la réalisation d'une ébauche générale.

Nous remercions particulièrement Sharon Burghgraeve pour son immense travail et sa patience lors de la mise en forme, Bertrand Sadin pour avoir si bien réalisé les graphiques et schémas, Corinne Hayworth pour la mise en page générale du manuel et pour avoir rendu un sujet technique aussi attrayant, et Viviane Consoli pour la vigilance dont elle a fait preuve lors de la relecture finale.

Table des matières

| | |
|---------------|----|
| Avant-propos | 3 |
| Remerciements | 5 |
| Introduction | 13 |

1 Principes fondamentaux **17**

| | |
|---|----|
| 1. Introduction | 17 |
| 2. Qu'entend-on par « combustibles » et « énergie » ? | 17 |
| 3. Que sont les produits énergétiques primaires et secondaires ? | 18 |
| 4. Que sont les combustibles fossiles et les formes d'énergie renouvelables ? | 18 |
| 5. Comment mesurer les quantités et les pouvoirs calorifiques ? | 19 |
| 6. Quelle est la différence entre pouvoir calorifique brut et net ? | 20 |
| 7. Qu'est-ce qu'un « flux de produit » ? | 21 |
| 8. Quels sont les principaux flux considérés dans les statistiques énergétiques ? | 22 |
| 9. Comment les données sur l'énergie sont-elles présentées ? | 31 |

2 Électricité et chaleur **41**

| | |
|---|----|
| 1. Que sont l'électricité et la chaleur ? | 41 |
| 2. Quelles sont les unités utilisées pour exprimer l'électricité et la chaleur ? | 43 |
| 3. Comment convertir le volume et la masse en énergie ? | 44 |
| 4. Flux d'électricité et de chaleur | 45 |
| 5. Offre d'électricité et de chaleur | 48 |
| 6. Consommation d'électricité et de chaleur | 53 |
| 7. Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur l'électricité et la chaleur | 56 |

3 Gaz naturel **59**

| | |
|--|----|
| 1. Qu'est-ce que le gaz naturel ? | 59 |
| 2. Quelles sont les unités utilisées pour exprimer le gaz naturel ? | 60 |
| 3. Comment convertir le volume en énergie ? | 61 |
| 4. Flux de gaz naturel | 62 |
| 5. Approvisionnement de gaz naturel | 65 |
| 6. Consommation de gaz naturel | 69 |
| 7. Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur le gaz naturel | 73 |

4 Pétrole **75**

1. Qu'est-ce que le pétrole ? 75
2. Quelles sont les unités utilisées pour exprimer le pétrole ? 77
3. Comment convertir le volume en masse ? 78
4. Flux de pétrole 79
5. Offre de pétrole 82
6. Consommation de pétrole 93
7. Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur le pétrole 98

5 Combustibles fossiles solides et gaz manufacturés **101**

1. Que sont les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés ? 101
2. Quelles sont les unités utilisées pour exprimer les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés ? 104
3. Comment convertir la masse et le volume en énergie ? 105
4. Flux de charbon 107
5. Offre de charbon 109
6. Consommation de charbon 113
7. Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur le charbon 119

6 Énergies renouvelables et déchets **125**

1. Que sont les énergies renouvelables et les déchets ? 125
2. Quelles sont les unités utilisées pour exprimer les énergies renouvelables et les déchets ? 128
3. Comment convertir le volume et la masse en énergie ? 129
4. Flux d'énergies renouvelables et de déchets 130
5. Offre d'énergies renouvelables et de déchets 133
6. Consommation d'énergies renouvelables et de déchets 138
7. Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur les énergies renouvelables et déchets 143

7 Bilans énergétiques **147**

1. Pourquoi établir des bilans ? 147
2. Bilans par produit 147
3. Bilans énergétiques 148
4. Différences entre les bilans énergétiques d'Eurostat et de l'AIE 152

A Annexes **157**

Annexe 1 : Processus de conversion des combustibles et de production d'énergie **157**

- | | |
|---|-----|
| 1. Production d'électricité et de chaleur | 157 |
| 2. Fabrication de produits pétroliers | 168 |
| 3. Fabrication de combustibles dérivés du charbon | 170 |
| 4. Gaz naturel | 176 |

Annexe 2 : Caractéristiques des combustibles **181**

- | | |
|---|-----|
| 1. Combustibles fossiles solides et gaz dérivés | 181 |
| 2. Pétrole brut et produits | 184 |
| 3. Gaz naturel | 188 |
| 4. Biocombustibles | 188 |

Annexe 3 : Unités et équivalents de conversion **191**

- | | |
|--|-----|
| 1. Introduction | 191 |
| 2. Les unités et les relations entre elles | 191 |
| 3. Préfixes du système décimal | 191 |
| 4. Équivalents de conversion | 192 |
| 5. Pouvoirs calorifiques typiques | 194 |

G Glossaire **199**

- | | |
|---------------------------------|-----|
| 1. Définitions des combustibles | 199 |
| 2. Liste des abréviations | 207 |

Liste des graphiques

| | | |
|---------------|--|-----|
| Graphique 1.1 | Terminologie des produits énergétiques | 18 |
| Graphique 1.2 | Principaux flux de produit | 21 |
| Graphique 1.3 | Structure du bilan par produit | 32 |
| Graphique 1.4 | Sources d'approvisionnement | 32 |
| Graphique 1.5 | Industrie | 35 |
| Graphique 1.6 | Autres secteurs | 36 |
| Graphique 1.7 | Comparaison des formats d'Eurostat et de l'AIE pour le bilan du gaz naturel | 38 |
| Graphique 1.8 | Comparaison des formats d'Eurostat et de l'AIE pour le bilan du gazole/ diesel | 39 |
| Graphique 2.1 | Diagramme simplifié du flux d'électricité | 45 |
| Graphique 2.2 | Diagramme simplifié du flux de chaleur | 46 |
| Graphique 2.3 | Rapports entre les tableaux dans le questionnaire sur l'électricité et la chaleur | 47 |
| Graphique 2.4 | Diagramme simple représentant la relation entre la consommation de combustible et la chaleur et l'électricité produites dans une unité de cogénération | 51 |
| Graphique 3.1 | Diagramme simplifié du flux de gaz naturel | 63 |
| Graphique 3.2 | Rapports entre les tableaux dans le questionnaire sur le gaz naturel | 64 |
| Graphique 3.3 | Diagramme simplifié du flux de production de gaz naturel | 65 |
| Graphique 4.1 | Diagramme simplifié du flux de pétrole | 80 |
| Graphique 4.2 | Rapports entre les tableaux dans le questionnaire sur le pétrole | 81 |
| Graphique 4.3 | Approvisionnement de pétrole brut, LGN, produits d'alimentation des raffineries, additifs et autres hydrocarbures | 83 |
| Graphique 4.4 | Diagramme simplifié du flux de production indigène | 84 |
| Graphique 4.5 | Approvisionnement de produits finis | 86 |
| Graphique 4.6 | Livraisons au secteur de la pétrochimie | 88 |
| Graphique 4.7 | Consommation de pétrole par secteur | 93 |
| Graphique 5.1 | Diagramme simplifié du flux de charbon | 107 |
| Graphique 5.2 | Rapports entre les tableaux dans le questionnaire sur le charbon | 108 |
| Graphique 5.3 | Schéma de la transformation de charbon | 114 |
| Graphique 5.4 | Pouvoirs calorifiques | 119 |
| Graphique 6.1 | Classification des énergies renouvelables et des déchets en trois groupes | 126 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| Graphique 6.2 | Diagramme simplifié du flux d'énergies renouvelables et des déchets | 130 |
| Graphique 6.3 | Rapports entre les tableaux dans le questionnaire sur les énergies renouvelables et déchets | 132 |
| Graphique 6.4 | Diagramme simplifié du flux du groupe I Énergies renouvelables et déchets | 134 |
| Graphique 6.5 | Diagramme simplifié du flux du groupe II Énergies renouvelables et déchets | 135 |
| Graphique 6.6 | Diagramme simplifié du flux du groupe III Énergies renouvelables et déchets | 135 |
| Graphique 6.7 | Consommation d'énergies renouvelables et de déchets par secteur | 139 |
| Graphique 7.1 | Construction du bilan énergétique | 148 |
| Graphique A1.1 | Centrales de contre-pression | 161 |
| Graphique A1.2 | Turbine à vapeur avec extraction et condensation | 162 |
| Graphique A1.3 | Turbine à gaz avec récupération de chaleur | 164 |
| Graphique A1.4 | Moteurs alternatifs à combustion interne | 165 |
| Graphique A1.5 | Cycle combiné gaz/vapeur dans la cogénération | 167 |
| Graphique A1.6 | Fonctionnement d'une raffinerie type | 169 |
| Graphique A1.7 | Débits de masse types des cokeries | 171 |
| Graphique A1.8 | Principales caractéristiques d'un haut fourneau | 174 |
| Graphique A2.1 | Pouvoirs calorifiques du bois de chauffage | 189 |

Liste des tableaux

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tableau 3.1 | Comment calculer le pouvoir calorifique moyen des importations | 62 |
| Tableau 4.1 | Pétrole primaire et secondaire | 76 |
| Tableau 4.2 | Conversion du volume en masse – Exemple | 79 |
| Tableau 5.1 | Produits primaires et dérivés du charbon | 102 |
| Tableau 5.2 | Différence entre pouvoir calorifique brut et net | 105 |
| Tableau 7.1 | Bilan énergétique d'Eurostat pour l'Espagne, 1999 | 154 |
| Tableau 7.2 | Bilan énergétique de l'AIE pour l'Espagne, 1999 | 156 |
| Tableau A2.1 | Composition schématique du charbon | 181 |
| Tableau A2.2 | Produits solides primaires et dérivés du charbon | 183 |
| Tableau A2.3 | Produits pétroliers primaires et secondaires | 186 |
| Tableau A3.1 | Préfixes multiples et sous-multiples les plus courants | 191 |
| Tableau A3.2 | Équivalents de conversion entre unités de volume | 192 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Tableau A3.3 | Équivalents de conversion entre unités de masse | 193 |
| Tableau A3.4 | Équivalents de conversion entre unités d'énergie | 193 |
| Tableau A3.5 | Gamme de pouvoirs calorifiques par type de houille | 194 |
| Tableau A3.6 | Pouvoirs calorifiques par type de coke | 194 |
| Tableau A3.7 | Pouvoirs calorifiques typiques des gaz dérivés du charbon | 195 |
| Tableau A3.8 | Pouvoirs calorifiques typiques de certains produits pétroliers | 195 |
| Tableau A3.9 | Facteurs de conversion de la masse ou du volume en chaleur (pouvoir calorifique supérieur) | 196 |
| Tableau A3.10 | Équivalents de conversion entre les mètres cubes standard et les mètres cubes normaux | 196 |
| Tableau A3.11 | Équivalents de conversion entre les unités du GNL et du gaz naturel | 197 |
| Tableau A3.12 | Pouvoir calorifique brut et net du gaz naturel | 197 |

1 Contexte

De tout temps, l'énergie a joué un rôle majeur dans le développement humain et économique ainsi que dans le bien-être de la société. Par exemple, le bois de chauffage est utilisé depuis la nuit des temps pour faire du feu, tandis que les premières civilisations utilisaient déjà le vent pour naviguer en mer.

À l'époque, le bois était abondant et gratuit. Les gens vivaient en petites tribus et ce n'est qu'avec l'apparition des villages et des petites villes que le bois de chauffage a commencé à faire l'objet d'un commerce. Au fil de l'extension des villes, les besoins en énergie se sont accentués. L'homme a commencé à surexploiter les forêts, au point de provoquer des pénuries de bois dans certaines régions. Aussi est-il devenu nécessaire de gérer l'offre et la demande de bois.

En ce qui concerne le vent, la situation est tout autre. Les bateaux à voiles en disposent gratuitement, comme les meuniers pour moudre le grain dans leurs moulins. C'est l'apparition des premières turbines à vent qui a incité les entreprises à mesurer la production de la force éolienne, c'est-à-dire l'électricité ainsi générée, plutôt que le vent lui-même.

Sans la chaleur et l'électricité issues de la combustion, l'activité économique serait limitée et entravée. Les sociétés modernes utilisent de plus en plus d'énergie pour l'industrie, les services, les habitations et le transport. C'est particulièrement vrai pour le pétrole, qui est aujourd'hui le produit le plus commercialisé. Qui plus est, la croissance économique est partiellement liée à son prix.

Néanmoins, ni le pétrole ni les autres combustibles fossiles, tels que le charbon et le gaz naturel, ne sont inépuisables. L'effet combiné de la demande croissante et de l'épuisement des ressources impose une surveillance étroite de la situation énergétique. D'autres raisons rendent nécessaire une connaissance approfondie de l'offre et de la demande d'énergie, notamment la dépendance à l'égard de l'énergie, la sécurité et l'efficacité ainsi que les préoccupations environnementales.

Aussi étrange que cela puisse paraître, c'est précisément lorsque de plus en plus d'énergie est produite, commercialisée, transformée et consommée, lorsque la dépendance vis-à-vis d'elle s'accroît et lorsque les émissions de gaz à effet de serre figurent en tête des priorités internationales qu'il devient de plus en plus difficile de fournir un panorama fiable et ponctuel de la situation énergétique dans de nombreux pays.

Une vision claire de la situation requiert des données détaillées et fiables sur les différents maillons de la chaîne de production et de consommation. Cela implique des mécanismes de compte rendu adaptés, des procédures de contrôle solides et des moyens appropriés, autrement dit des statistiques énergétiques précises et fiables. Toutefois, la libéralisation du marché de l'énergie, les données supplémentaires réclamées aux statisticiens, les réductions budgétaires et la pénurie de personnel expérimenté ont mis à mal la durabilité de certains systèmes statistiques et, partant, la fiabilité des statistiques elles-mêmes.

Cette tendance doit être inversée de toute urgence. Les décideurs politiques doivent se rendre compte de la gravité de la situation et de son incidence sur le processus décisionnel. Ceux qui utilisent les données doivent prendre conscience de certains aspects qualitatifs. Les statisticiens ne doivent épargner aucun effort pour soutenir et renforcer les systèmes statistiques et les adapter à l'évolution rapide du contexte énergétique.

Nous avons donc du pain sur la planche. Une des priorités consiste à relever le niveau des compétences dans les statistiques de base sur l'énergie, de sorte que les définitions et la méthodologie puissent être appliquées. C'est la raison pour laquelle l'Agence internationale de l'énergie et l'Office statistique des Communautés européennes (Eurostat) ont pris l'initiative de rédiger ce *manuel sur les statistiques de l'énergie*.

Cet ouvrage ne prétend pas apporter une réponse à toutes les questions liées aux statistiques énergétiques. Il a pour objectif d'expliquer les rudiments de cette matière aux non-initiés.

2 Conception générale du manuel

Dans un souci de simplicité, ce manuel a été conçu sous forme de questions-réponses. Les sujets développés sont introduits par une question élémentaire, telle que: qu'entend-on par « combustibles » et « énergie » ? quelles sont les unités utilisées pour exprimer le pétrole ? comment les données sur l'énergie sont-elles présentées ?

Les réponses sont données dans des termes simples et sont illustrées par des graphiques, des schémas et des tableaux. Les explications plus techniques figurent dans les annexes.

Le manuel s'articule en sept chapitres. Le premier présente les principes fondamentaux des statistiques énergétiques, cinq chapitres traitent des cinq grands types de combustibles (électricité et chaleur ; gaz naturel ; pétrole ; combustibles solides et gaz manufacturés ; énergies renouvelables et déchets) et le dernier chapitre explique le bilan énergétique. Le manuel comprend enfin trois annexes techniques et un glossaire.

Les cinq chapitres consacrés aux combustibles s'organisent en trois niveaux de lecture : le premier contient des informations générales sur le sujet, le deuxième fait le point sur des questions spécifiques aux questionnaires communs AIE/OCDE-Eurostat-CEE-ONU et le troisième se concentre sur les éléments essentiels du sujet en question.

3 Utilisation de ce manuel en combinaison avec les questionnaires communs AIE/OCDE-Eurostat-CEE-ONU

Chaque année, l'AIE, Eurostat et la Commission économique pour l'Europe des Nations unies collectent des statistiques au moyen d'un ensemble de cinq questionnaires communs (pétrole, charbon, gaz, électricité et énergies renouvelables) établis sur la base de définitions, d'unités et de méthodologies harmonisées.

Les pays membres reçoivent chaque année un exemplaire de ces questionnaires contenant des définitions, des explications et des tableaux. La partie textuelle est toutefois limitée afin de ne pas surcharger les statisticiens chargés de remplir les questionnaires.

Ce manuel doit dès lors être considéré comme un complément utile de ces questionnaires, en ce qu'il fournit des informations de référence et une connaissance approfondie sur certaines questions difficiles.

4 Utilisation plus générale du manuel

Bien qu'il fasse référence à plusieurs reprises aux questionnaires communs AIE/OCDE-Eurostat-CEE-ONU, le manuel peut être utilisé par les statisticiens et les analystes de l'énergie de tous les pays.

La majeure partie du texte s'applique aux concepts des statistiques énergétiques en général, indépendamment de la forme et du contenu des questionnaires. En fin de compte, l'électricité est la même partout dans le monde. Il en va de même pour les flux tels que les « centrales électriques » ou les « pertes de distribution », ainsi que pour les unités telles que les mégawattheures ou les gigawattheures.

L'Agence internationale de l'énergie et Eurostat nourrissent l'espoir que ce manuel aidera à comprendre les éléments fondamentaux des statistiques énergétiques. Nous espérons également que, grâce à cet ouvrage, une meilleure compréhension des statistiques relèvera le niveau des compétences et améliorera la qualité des statistiques en matière d'énergie.

Nous sommes conscients que ce manuel ne répondra pas à toutes vos questions. C'est pourquoi vos commentaires sont les bienvenus, de sorte que nous puissions, lors de la prochaine édition, améliorer davantage encore son contenu et le compléter pour aborder les questions les plus fréquemment posées. Les commentaires peuvent être envoyés à l'Agence internationale de l'énergie, à l'adresse électronique suivante : stats@iea.org.

Principes fondamentaux



1 Introduction

Pour commencer, les unités de mesures des combustibles et de l'énergie doivent être familières au statisticien en matière d'énergie, qui doit pouvoir également compter sur une connaissance pratique des principaux processus de conversion des combustibles. Par ailleurs, le statisticien devra connaître les conventions et définitions utilisées pour la collecte et la présentation des statistiques énergétiques. Le terme « méthodologie » est couramment utilisé pour faire référence à cette connaissance.

Les paragraphes ci-après et les annexes du manuel aideront le statisticien qui aborde pour la première fois le domaine des statistiques en matière d'énergie à la fois à acquérir des connaissances générales sur le plan technique et à comprendre la méthodologie statistique.

Il est essentiel de connaître quelques concepts et définitions de base souvent utilisés lorsqu'on parle de combustibles et d'énergie. Dans la mesure du possible, ce chapitre introduira ces notions sur le mode question-réponse. Ces questions sont, entre autres : qu'entend-on par « combustible » et « énergie » ? que sont les produits énergétiques primaires et secondaires ? qu'est-ce qu'un flux de produit ? comment les données sur l'énergie sont-elles présentées ?

Les réponses se veulent simples afin de fournir une base solide au statisticien, qui pourra les compléter grâce aux informations supplémentaires données dans d'autres chapitres du *manuel*.

2 Qu'entend-on par « combustibles » et « énergie » ?

Un dictionnaire définira un **combustible** comme toute substance brûlée pour produire de la chaleur ou de l'électricité. La chaleur est dérivée du processus de combustion, lors duquel le carbone et l'hydrogène contenus dans la substance combustible réagissent avec l'oxygène pour dégager de la chaleur. La fourniture d'énergie en tant que chaleur ou électricité, que ce soit sous forme mécanique ou électrique, constitue la principale raison pour brûler des combustibles. Le terme « **énergie** », lorsqu'il est utilisé correctement dans les statistiques énergétiques, désigne uniquement la chaleur et l'électricité, mais beaucoup l'utilisent à tort pour se référer aussi aux combustibles.

Dans ce manuel ainsi que dans les questionnaires communs AIE/OCDE-Eurostat-CEE-ONU, le terme « **produit énergétique** » est utilisé pour désigner tant les combustibles que l'électricité et la chaleur. D'autres statisticiens peuvent cependant utiliser des synonymes, tels que « porteur d'énergie » ou « vecteur d'énergie ».

3 Que sont les produits énergétiques primaires et secondaires ?

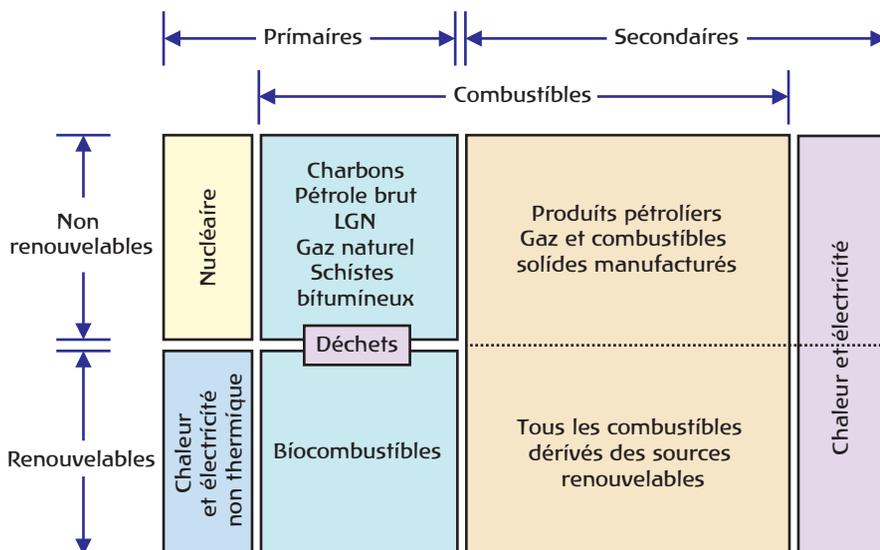
Les produits énergétiques sont soit extraits ou tirés directement des ressources naturelles (et sont appelés **primaires**), comme c'est le cas du pétrole brut, de la houille, du gaz naturel, soit générés à partir de produits primaires. Tous les produits énergétiques qui ne sont pas primaires mais qui sont fabriqués à partir de produits primaires sont appelés produits **secondaires**. L'énergie secondaire est issue de la transformation d'énergie primaire ou secondaire.

La production d'électricité en brûlant du fioul en est un exemple. Comme autres exemples, on peut citer les produits pétroliers (secondaires) issus du pétrole brut (primaire), le coke de cokerie (secondaire) issu du charbon à coke (primaire), le charbon de bois (secondaire) issu du bois de chauffage (primaire), etc.

L'électricité et la chaleur peuvent toutes deux être produites sous une forme primaire ou secondaire. On parlera de l'électricité primaire plus loin, dans le chapitre consacré à l'électricité. La chaleur primaire est la captation de la chaleur à partir de sources naturelles (panneaux solaires, réservoirs géothermiques) et marque l'arrivée d'une « nouvelle » énergie dans les approvisionnements nationaux en produits énergétiques. La chaleur secondaire est dérivée de l'utilisation de produits énergétiques déjà extraits ou produits et enregistrés comme faisant partie des approvisionnements nationaux (la chaleur issue d'une installation de cogénération chaleur/électricité, par exemple).

4 Que sont les combustibles fossiles et les formes d'énergie renouvelables ?

Graphique 1.1 • Terminologie des produits énergétiques



Les produits énergétiques primaires peuvent aussi se diviser en combustibles d'origine fossile et en produits énergétiques renouvelables. Les combustibles fossiles sont tirés des ressources naturelles qui se sont formées à partir de la biomasse dans le passé géologique. Par extension, le terme « fossile » s'applique aussi aux combustibles secondaires fabriqués à partir de combustibles fossiles. Mis à part l'énergie géothermique, les produits énergétiques renouvelables sont tirés directement ou indirectement des flux actuels ou récents de l'énergie solaire et gravitationnelle, constamment disponible. Par exemple, le pouvoir énergétique de la biomasse est dérivé de la lumière du soleil utilisée par les plantes durant leur croissance. Le graphique 1.1 présente une illustration schématique des énergies renouvelables par rapport aux non renouvelables et des énergies primaires par rapport aux secondaires.

5 Comment mesurer les quantités et les pouvoirs calorifiques ?

Les combustibles sont mesurés à des fins commerciales et pour contrôler les processus qui les produisent ou les utilisent. Les unités de mesure utilisées au point de mesure du flux de combustible sont celles qui sont le mieux adaptées à son état physique (solide, liquide ou gazeux) et qui requièrent les instruments de mesure les plus simples. Ces unités sont appelées « **unités naturelles du combustible** » (le terme « unité physique » est aussi employé). Les exemples typiques sont les **unités de masse** pour les combustibles solides (kilogrammes ou tonnes) et les **unités de volume** pour les liquides et les gaz (litres ou mètres cubes). Il existe bien sûr des exceptions ; par exemple, le bois de chauffage est souvent exprimé en mètres cubes ou dans une unité de volume locale.

L'énergie électrique est mesurée en **unité d'énergie**, le kilowattheure (kWh). Les quantités de chaleur dans les flux de vapeur sont calculées en mesurant la pression et la température de la vapeur et peuvent s'exprimer en calories ou en joules. Sauf pour calculer la teneur calorifique de la vapeur, les flux de chaleur sont rarement mesurés, mais sont déduits du combustible utilisé pour les produire.

Il est également courant de convertir en tonnes les liquides exprimés en litres ou en gallons, ce qui permet de calculer la quantité totale de différents produits liquides. Pour convertir le volume en masse, il est nécessaire de connaître la masse volumique des liquides. La masse volumique des combustibles liquides courants figure en *annexe 2*.

La quantité de combustible exprimée dans son unité naturelle peut être convertie dans une autre unité. Il existe plusieurs raisons pour ce faire : comparer les quantités de combustible, estimer l'efficacité, etc. L'unité la plus courante est l'unité d'énergie, parce que c'est souvent pour son pouvoir calorifique que l'on achète ou utilise tel ou tel combustible. L'utilisation des unités d'énergie permet également d'additionner la teneur énergétique de plusieurs combustibles dans des états physiques différents.

La conversion d'une quantité de combustible exprimée en unités naturelles ou en unités intermédiaires (telle que la masse) en unités d'énergie nécessite un facteur de conversion qui exprime la chaleur obtenue à partir d'une unité de combustible. C'est ce facteur de conversion que l'on appelle « **pouvoir calorifique** » ou « valeur calorifique » du combustible. Une expression typique de ces valeurs pourrait être :

26 gigajoules/tonne (GJ/t) pour le charbon ou 35,6 mégajoules/mètre cube (MJ/m³) pour le gaz. Dans ce manuel, nous utiliserons le terme « pouvoir calorifique », bien que celui de « valeur calorifique » soit aussi répandu.

Le pouvoir calorifique d'un combustible est obtenu en le mesurant dans un laboratoire spécialisé dans la détermination de la qualité des combustibles. Les principaux producteurs de combustibles (sociétés minières, raffineries, etc.) mesurent le pouvoir calorifique et les autres qualités des combustibles qu'ils produisent. Les méthodes réellement utilisées pour mesurer le pouvoir calorifique ne sont pas pertinentes pour ce manuel, mais la présence d'eau lors de la combustion influencera le pouvoir calorifique. C'est ce dont il est question dans la section suivante.

6 Quelle est la différence entre pouvoir calorifique brut et net ?

La plupart des combustibles sont des mélanges de carbone et d'hydrogène, qui sont les principaux agents calorifiques. Les combustibles peuvent contenir d'autres éléments qui ne contribuent pas, ou dans une très faible mesure, au pouvoir calorifique du carburant. Durant la combustion, le carbone et l'hydrogène réagissent avec l'oxygène et c'est cette réaction qui produit de la chaleur. Lorsque l'hydrogène réagit avec l'oxygène, il forme de l'eau à l'état gazeux ou sous forme de vapeur en raison de la température élevée de la combustion. L'eau disparaît donc presque toujours avec les autres produits de la combustion dans les gaz d'échappement de l'appareil où celle-ci se produit (chaudière, moteur, fourneau, etc.).

Lorsque les gaz d'échappement refroidissent, l'eau se condense à l'état liquide et libère de la chaleur, appelée chaleur latente, qui se perd dans l'atmosphère. Le pouvoir calorifique d'un combustible peut donc être exprimé en valeur brute ou en valeur nette. La **valeur brute** comprend toute la chaleur dégagée par le combustible, y compris celle qui disparaît dans l'eau qui se forme lors de la combustion. La **valeur nette**, elle, n'inclut pas la chaleur latente de l'eau formée lors de la combustion. Lorsqu'on a un pouvoir calorifique, il importe de vérifier s'il est brut ou net. Les différences entre pouvoir brut et pouvoir net sont généralement de 5 à 6 % de la valeur brute pour les combustibles solides et liquides et d'environ 10 % pour le gaz naturel.

Rares sont les combustibles qui contiennent peu, voire pas d'hydrogène (par exemple, le gaz de haut fourneau, le coke de haute température et quelques coques de pétrole). Pour ces combustibles, les différences entre pouvoir calorifique brut et net sont insignifiantes.

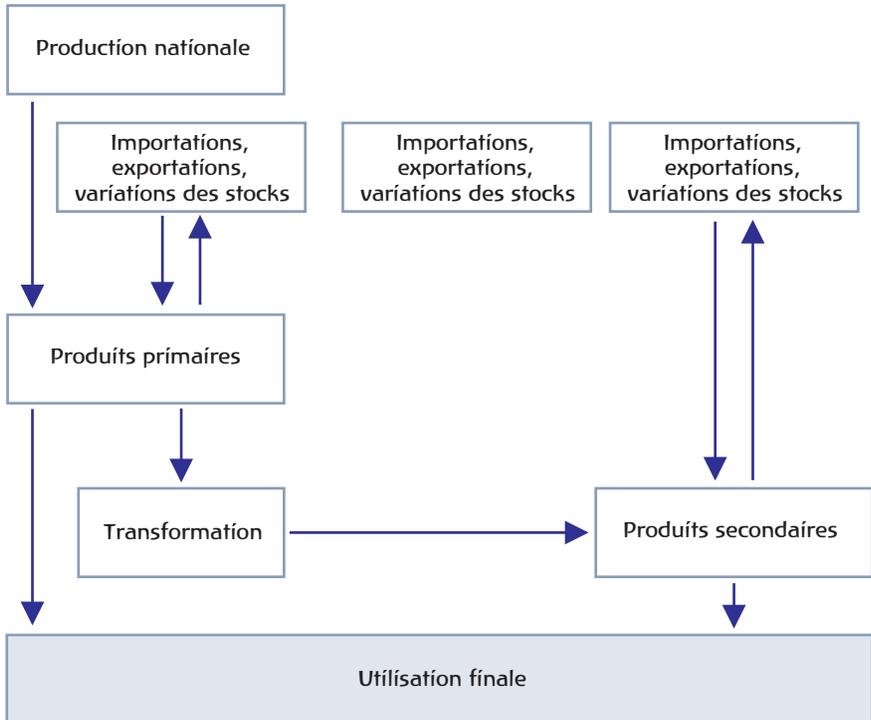
Il est plus compliqué de dériver les pouvoirs calorifiques nets des combustibles solides, parce que ceux-ci renferment souvent de l'eau en plus de celle qui sera formée par l'hydrogène qu'ils contiennent. La quantité d'eau additionnelle à déduire pour obtenir le pouvoir calorifique net est incertaine, car l'humidité du combustible peut varier en fonction des conditions météorologiques et de stockage.

En résumé, le pouvoir calorifique net d'un combustible est la chaleur totale produite en le brûlant, moins la chaleur nécessaire à l'évaporation de l'eau présente dans le combustible ou produite durant sa combustion. Les principaux utilisateurs de combustibles solides, comme les centrales électriques, devraient pouvoir fournir les pouvoirs calorifiques nets en contrôlant la production d'électricité.

7 Qu'est-ce qu'un « flux de produit » ?

Les combustibles fossiles sont extraits des réserves naturelles, tandis que les biocombustibles sont tirés de la biosphère et sont soit utilisés directement, soit convertis en un autre produit combustible. Un pays peut importer un produit dont il a besoin ou exporter un produit qui excède ses besoins. Le graphique 1.2 illustre le modèle général du flux d'un produit depuis sa première apparition jusqu'à sa disparition finale des statistiques (c'est-à-dire son utilisation finale).

Graphique 1.2 • Principaux flux de produit



Un **flux de produit** peut être enregistré aux principaux stades entre son arrivée et sa disparition. Le critère important pour un bon rendu statistique du flux est que les caractéristiques du produit doivent rester inchangées au cours de sa durée de vie et que les quantités doivent être exprimées dans des unités identiques pour chaque source d'approvisionnement et chaque type d'utilisation. Les caractéristiques pertinentes sont celles qui affectent la capacité du combustible à produire de l'énergie. Par exemple, le charbon qui vient d'être extrait contiendra des substances qui ne sont pas du charbon et qui devront être retirées avant la vente. Le charbon tel qu'il est extrait ne sera pas le même que celui qui sera consommé. Par conséquent, le chiffre de la production du charbon que l'on utilise dans les statistiques sur l'énergie sera la quantité de charbon une fois lavé et préparé pour être commercialisé. Les produits qui conservent leurs qualités énergétiques fondamentales à chaque étape du rendu statistique sont considérés comme homogènes.

Il existe un schéma semblable pour la chaleur et l'électricité ou la puissance mécanique. La prudence s'impose en abordant ces produits énergétiques, puisqu'ils sont de nature abstraite et que la manière dont ils sont traités dans les statistiques énergétiques est en partie une question de convention. Ces conventions portent à la fois sur la nature présumée de l'énergie primaire et sur la valeur attribuée à sa production.

Prenons l'énergie obtenue à partir d'un dispositif quelconque entraîné mécaniquement par l'air ou l'eau (énergie éolienne, hydraulique, houlomotrice, marémotrice, etc.). Dans la quasi-totalité des cas, la force mécanique présente dans les parties mobiles de l'appareil est utilisée pour générer de l'électricité (il existe bien entendu des exceptions, comme le pompage de l'eau au moyen d'éoliennes). Puisqu'il n'existe pas d'autre débouché pour la puissance mécanique avant qu'elle ne soit utilisée pour produire de l'électricité, la forme énergétique utilisée pour représenter l'énergie hydraulique, éolienne ou marémotrice est l'électricité qu'elles génèrent. Il ne sert à rien d'adopter la puissance mécanique comme forme d'énergie primaire, car elle ne serait d'aucune utilité pour les statistiques sur l'énergie. L'électricité primaire produite au moyen de ces dispositifs est parfois appelée « électricité non thermique », étant donné qu'aucune chaleur n'est nécessaire à sa production. L'énergie issue de cellules photovoltaïques (PV) qui convertissent directement la lumière du soleil en électricité est considérée comme électricité primaire et est incluse dans les sources d'électricité non thermique. Quoi qu'il en soit, l'efficacité d'une cellule PV est relativement faible.

La chaleur primaire est fournie par les réservoirs géothermiques, les réacteurs nucléaires et les panneaux solaires qui convertissent les rayons solaires en chaleur.

La forme utilisée pour l'énergie nucléaire n'est pas le pouvoir calorifique du combustible nucléaire utilisé, parce qu'il serait difficile à établir clairement. En lieu et place, c'est la contenance thermique de la vapeur dégagée par le réacteur pour la turbine qui est utilisée comme forme d'énergie primaire.

8 Quels sont les principaux flux considérés dans les statistiques énergétiques ?

Production

Combustibles

Les combustibles peuvent être produits de bien des façons : mine souterraine pour le **charbon**, plateformes off-shore pour le **pétrole**, forêt pour le **bois de chauffage**, etc.

La production de **combustibles fossiles** primaires est généralement calculée près du point d'extraction dans les réserves. Les quantités produites doivent être mesurées lorsque les combustibles sont à l'état commercialisable. Toute quantité qui n'est pas conservée pour être utilisée ou vendue doit être exclue du chiffre de production. Par exemple, certains gaz extraits des champs gaziers ou pétrolifères peuvent être réinjectés dans la nappe pour maintenir la pression (gaz réinjecté), brûlés ou évacués dans l'atmosphère (gaz rejetés). Les gaz restants peuvent ensuite être traités pour retirer certains gaz plus lourds (liquides du gaz naturel).

La production du **gaz naturel** commercialisable ne doit être mesurée ou calculée qu'après avoir enlevé les gaz réinjectés, les gaz résiduaire et les liquides du gaz naturel (voir le chapitre sur le gaz naturel).

La production de biocombustibles

Il est difficile de mesurer la production de biocombustibles, étant donné l'absence de points de production précis: leur utilisation est à la fois répandue et dispersée, et leur combustion a souvent lieu près des endroits où ils sont collectés, sans qu'il n'y ait de transaction commerciale. Certains biocombustibles, notamment le bois de chauffage, sont commercialisés dans certains pays, mais, à l'échelon mondial, ils ne constituent qu'une petite partie de la consommation totale.

Il n'est pas simple non plus de chiffrer la production de bois de chauffage et d'autres biocombustibles, car ils ne constituent qu'une partie d'une production beaucoup plus importante destinée à d'autres fins. L'essentiel de la production commerciale de bois est utilisée dans le secteur de la construction et de la fabrication de meubles et seules de faibles quantités servent à des fins énergétiques, comme les déchets issus de la fabrication de produits en bois. De même, l'éthanol, qui peut être utilisé comme mélange dans l'essence automobile, est issu de la fermentation de la biomasse et est principalement destiné à l'industrie alimentaire et des boissons. Seule une petite partie est utilisée comme carburant.

Dans ces cas-là, la production est une estimation calculée rétroactivement pour égaler la totalité des utilisations du biocombustible. C'est l'utilisation qui en est faite qui définit le produit comme étant un combustible. L'on n'essaie pas d'évaluer la production directement ni d'inclure la production à des fins non combustibles. Des exceptions à la procédure de calcul rétroactif pourront s'avérer nécessaires à l'avenir si l'encouragement de l'utilisation de biocombustibles mène à l'établissement de marchés spécifiques pour les biocarburants (par exemple le biodiesel). Le cas échéant, les activités commerciales habituelles devraient permettre de mieux discerner les flux de produits, depuis leur production jusqu'à leur utilisation finale. Ainsi, il sera possible d'appliquer le critère pour la définition de la production utilisée comme combustibles fossiles.

Certains pays importent ou exportent des biocombustibles. S'il existe un marché commercial de ces produits, il peut être possible d'en quantifier la production indépendamment. Sinon, le chiffre de production calculé devra être ajusté pour prendre en considération le flux d'importation ou d'exportation.

Électricité et chaleur primaires

La quantification de la production d'électricité et de chaleur primaires est étroitement liée à la définition de ces deux formes d'énergie dans les différentes conditions de leur exploitation. En général, le point de production statistique choisi est le plus approprié possible pour mesurer la production et le plus possible en aval à partir du captage du flux énergétique avant qu'il ne soit utilisé. Par exemple, pour l'hydroélectricité, ce sera l'électricité générée aux alternateurs actionnés par les turbines hydrauliques.

Pour les réacteurs nucléaires, ce sera la contenance thermique de la vapeur dégagée par le réacteur ; il arrive parfois qu'une partie de la vapeur soit prélevée des réacteurs et utilisée à des fins de chauffage urbain ainsi que pour produire de l'électricité. Lorsque ce n'est pas le cas, on peut mesurer le volume de vapeur à l'entrée de la turbine.

Souvent, la contenance thermique de la vapeur entrant dans la turbine n'est pas connue et doit être estimée. Cette imputation est réalisée en effectuant un calcul rétroactif à partir de la production brute d'électricité, sur la base de l'efficacité thermique de la centrale. On peut adopter une approche identique pour estimer l'apport de chaleur géothermique dans les turbines lorsqu'il est impossible de mesurer directement la chaleur du flux de vapeur géothermique. Dans ce cas, toutefois, on utilise une efficacité thermique déterminée

Commerce extérieur

La commercialisation de combustibles entre acheteurs et vendeurs de pays différents soulève un certain nombre de questions en ce qui concerne les statistiques sur les **importations** et les **exportations**. Il est avant tout essentiel que la définition du territoire national (voir l'encadré) soit claire et s'applique de manière identique à tous les produits énergétiques. Si un pays comporte des « zones de libre-échange », il faut décider de les inclure dans les statistiques ou de les en exclure et tenir compte des effets de cette décision sur la cohérence interne de la comptabilisation des produits, en particulier sur les réserves nationales et sur les chiffres de consommation.

Les importations et exportations de produits sont les quantités qui entrent et sortent d'un pays donné du fait des achats et des ventes réalisés par les personnes vivant dans ce pays. On considère que l'importation ou l'exportation a lieu au moment où le produit franchit la frontière nationale, indépendamment de son dédouanement. Afin de maintenir la cohérence entre les chiffres du commerce extérieur des combustibles et de l'énergie et les principaux indicateurs économiques, les achats doivent être destinés, du moins en partie, à la consommation intérieure. Cela implique que les quantités qui transitent par un pays ne doivent pas être incluses dans les chiffres relatifs aux importations et exportations. De même, l'identification correcte des origines et destinations commerciales ne sert pas uniquement à isoler le commerce de transit, mais aussi à fournir des informations essentielles sur la dépendance d'un pays à l'égard des approvisionnements étrangers.

Les origines et destinations commerciales sont généralement disponibles pour les combustibles embarqués comme cargaison (combustibles aisément stockables), mais ces informations sont difficiles à obtenir pour les produits énergétiques distribués par réseau. Les compteurs à gaz ou d'électricité fournissent des chiffres précis quant aux quantités physiques qui franchissent les frontières nationales, mais aucune information sur leur origine ou leur destination finale. Par ailleurs, sur les nouveaux marchés de l'électricité, le pays d'origine de l'électricité peut être différent du pays dans lequel la société du vendeur est enregistrée. Par exemple, une compagnie d'électricité espagnole peut vendre de l'électricité à un consommateur belge et prendre des dispositions pour que l'approvisionnement s'effectue à partir de la France. Pour les énergies de réseau échangées sur des marchés ouverts, des différences marquées peuvent apparaître entre les flux commerciaux et les flux physiques.

Quelle est la couverture nationale des statistiques sur l'énergie ?

La couverture territoriale des données sur lesquelles se fondent les statistiques sur l'énergie est évidemment cruciale pour leur utilisation et leur cohérence avec d'autres statistiques économiques. Le statisticien doit veiller à ce que ces frontières statistiques soient connues et précisées dans les bulletins ou les résumés statistiques. La définition de ces frontières doit préciser clairement quels territoires extérieurs se trouvent sous la juridiction nationale et s'ils sont inclus dans les données énergétiques. En particulier, les îles qui dépendent d'un pays sont-elles considérées comme faisant partie du territoire national? La consommation de combustibles sur ces îles et pour les liaisons aériennes entre elles et la métropole est-elle comprise dans les statistiques énergétiques nationales en tant qu'utilisation nationale de combustibles? De même, la consommation de combustibles et les approvisionnements de combustibles entrant et sortant des zones de libre-échange dans le pays sont-ils inclus dans les données nationales ?

La couverture des statistiques sur la consommation nationale est elle aussi influencée par la manière dont les données sont collectées. Celles-ci sont généralement collectées à partir d'une combinaison de deux types d'enquêtes:

- des enquêtes menées directement auprès des consommateurs,
- des enquêtes menées auprès des fournisseurs de combustibles, dans lesquelles ces derniers classent les livraisons en fonction de l'activité économique ou du type de consommateur.

Généralement, les principales centrales à combustible, comme les centrales électriques, fournissent des détails sur leur consommation directement à l'office statistique. Les données sur la consommation au sein des industries manufacturières peuvent être collectées suivant les deux méthodes, tandis que la consommation par le secteur tertiaire et les ménages est estimée sur la base des enquêtes sur les livraisons effectuées par les fournisseurs.

La différence entre l'estimation de consommation à partir des livraisons faites à un consommateur et sa consommation réelle équivaut aux variations des stocks de consommation. Par conséquent, dans les enquêtes directes, il importe que les niveaux des stocks des consommateurs soient indiqués, dès lors que leurs variations doivent être intégrées dans celles des niveaux de stocks nationaux.

Pour les statistiques nationales et internationales, il n'est donc pas faisable d'insister sur l'identification précise de l'origine et de la destination de l'électricité. Les statistiques transmises devraient plutôt se baser sur les flux physiques, les pays d'origine et de destination étant considérés comme des pays voisins. Il s'ensuit que, pour l'électricité, elles incluront les quantités en transit.

Par contre, les statistiques sur le commerce extérieur de gaz naturel doivent identifier les véritables origines et destinations du gaz. Ces vingt dernières années, le marché international du gaz s'est considérablement développé en raison de la mise en service

de deux nouveaux gazoducs et du transport de gaz naturel liquéfié (GNL), qui ne peut s'effectuer par gazoducs. Contrairement à la production d'électricité, la production de gaz naturel dépend de l'existence de réserves naturelles, ce qui soulève la question de la dépendance d'un pays (ou d'une région) à l'égard d'un autre pour son approvisionnement en gaz. Afin de fournir des informations véridiques sur les origines et les destinations, les statisticiens devront travailler en étroite collaboration avec les compagnies importatrices et exportatrices de gaz.

Soutages maritimes internationaux

Les quantités de pétrole livrées aux navires pour leur consommation lors de trajets internationaux (combustibles de soute) représentent un cas spécial de flux de pétrole à partir d'un pays. Le pétrole est utilisé comme combustible par le navire et ne fait pas partie de sa cargaison. Tous les navires, quel que soit leur pavillon, doivent être inclus, mais il faut qu'ils effectuent une liaison internationale. Les statistiques relatives aux soutages maritimes internationaux doivent englober les combustibles livrés aux navires effectuant des trajets internationaux. Il importe de veiller à ce que les chiffres représentant le pétrole fourni à cette fin correspondent à la définition qui est donnée dans le présent manuel et, en particulier, à ce qu'ils excluent les combustibles de soute utilisés par les navires de pêche.

Les moteurs des grands navires utilisent parfois des combustibles dont la qualité diffère de celle des combustibles du même nom utilisés sur terre. Le cas échéant, il y a lieu de rechercher et de noter la nature de ces différences (en particulier le pouvoir calorifique), dès lors que le calcul du bilan énergétique et les inventaires des émissions peuvent réclamer la prise en considération de ces différences.

L'une des raisons pour lesquelles il est essentiel d'avoir un flux de pétrole spécial pour les soutages maritimes internationaux est liée à la manière dont les émissions provenant de ces soutages ainsi que de l'aviation civile aérienne sont indiquées dans les inventaires nationaux à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Elles en sont en fait exclues.

Stocks

Les stocks de combustibles servent à préserver le fonctionnement de l'économie lorsque l'offre ou la demande varient de telle sorte qu'elles ne correspondent plus. Les stocks sont maintenus par les fournisseurs de combustibles pour couvrir les fluctuations de la production et/ou des importations de combustibles ainsi que des commandes de combustibles. Ils sont maintenus par les consommateurs pour se prémunir contre les fluctuations des livraisons et de la consommation. Les stocks maintenus par les fournisseurs et les générateurs d'électricité doivent toujours être compris dans les statistiques nationales sur les combustibles. Les stocks maintenus par les autres consommateurs ne doivent y être inclus que si les chiffres relatifs à la consommation par ces consommateurs se basent sur des enquêtes de consommation auprès d'eux.

Contrairement aux autres éléments du « flux » des comptes rendus statistiques (consommation, importations, production, etc.), qui se rapportent à la totalité de la période analysée, les stocks ont des valeurs (niveaux) qui peuvent être mesurées à des moments précis. Les niveaux des stocks au début et à la fin de la période

d'analyse sont appelés respectivement « **stock initial** » et « **stock final** ». Un flux de combustible découle d'une **variation du stock** et c'est cette variation qui est inscrite dans le compte rendu statistique. Les variations de stocks résultant de leur augmentation (stock final > stock initial) ou de leur diminution (stock initial > stock final) sont appelées respectivement « **stockage** » et « **déstockage** ».

Les niveaux des stocks nationaux ne doivent pas inclure tous les stocks présents sur le territoire national. Le critère pour décider si un stock doit être inclus est sa disponibilité pour répondre à toute demande de combustible excessive par rapport à l'offre ou vice versa.

Il existe une grande variété de types de stocks, en particulier pour les produits pétroliers. La prudence est donc de mise lorsqu'on répartit les quantités entre les catégories de stocks correspondantes. Les types de stocks pour le pétrole brut et pour les produits pétroliers incluent, par exemple, ceux détenus par les gouvernements, par les principaux consommateurs, par les organisations de stockage, les stocks détenus à bord des paquebots entrants, les stocks détenus dans les zones franches, etc. La ventilation par type doit être adaptée à la nécessité des données et à l'utilisation qui en sera faite (sécurité de l'énergie, urgence, etc.).

Transformation des combustibles

La **transformation** ou la **conversion d'un combustible** consiste à modifier un combustible primaire, par des moyens physiques et/ou chimiques, en un produit énergétique secondaire mieux adapté aux usages auxquels le produit secondaire est destiné. Les principaux processus de conversion des combustibles et de production d'énergie sont décrits en détail à l'annexe 1. Il s'agit, par exemple, de la fabrication de coke à partir de charbon dans des fours à coke ou de la production d'électricité à partir de la vapeur générée en brûlant des combustibles.

Bien que ces exemples soient tous deux considérés par les statisticiens de l'énergie comme des processus de transformation, il importe de noter qu'ils sont fondamentalement différents. La fabrication de coke, par exemple, est un véritable processus de conversion, qui est essentiellement un processus de séparation. Dans ce cas, la majeure partie du carbone contenu dans le charbon reste dans le coke, tandis que l'hydrogène présent dans le charbon, ainsi qu'une partie du carbone, est transféré dans les gaz de cokerie et dans certains produits pétroliers. Toutes ces substances peuvent être considérées comme des combustibles et, idéalement, le processus n'implique aucune combustion. En revanche, la production d'électricité à partir de combustibles brûlés implique la combustion de ces combustibles. Une partie de l'énergie contenue dans la chaleur (vapeur) ainsi produite est convertie en électricité. Le carbone et l'hydrogène présents à l'origine dans les combustibles sont perdus et relâchés dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO₂) et d'eau.

La production de chaleur dans les centrales calogènes est également le résultat direct d'une combustion et est, par sa nature, identique au chauffage chez les consommateurs finaux. Néanmoins, la production de chaleur (vapeur) à des fins commerciales est considérée comme une activité de transformation, parce que, si on l'inclut dans le secteur de la transformation, la chaleur vendue apparaîtra dans l'approvisionnement total de chaleur et sa consommation par les utilisateurs finaux

sera enregistrée. Le combustible utilisé pour produire la chaleur vendue doit lui aussi être inclus dans le secteur de la transformation. Faute de quoi, la chaleur produite et vendue par les entreprises manufacturières n'apparaîtrait pas dans le bilan et, partant, la consommation de combustible par les entreprises serait surestimée et la chaleur utilisée par les consommateurs finaux serait, elle, sous-estimée.

Consommation finale

La consommation finale de combustibles englobe leur utilisation à des fins de chauffage et à des fins non énergétiques. Les combustibles utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur à des fins commerciales, ainsi que les quantités d'énergie produites, sont exclues de la consommation finale et prises en considération dans le secteur de la transformation.

Consommation finale d'énergie

La consommation finale d'énergie désigne les livraisons de produits à des consommateurs pour des activités autres que la conversion ou la transformation de combustibles telles qu'elles sont définies ailleurs dans la structure du bilan. Les produits énergétiques sont considérés comme consommés et non comme transformés en d'autres produits. Autrement dit, ils disparaissent du compte rendu statistique.

Les quantités indiquées visent à représenter les besoins en énergie de l'activité économique dans laquelle elles sont classées. Dans le secteur industriel, par exemple, la consommation de produits énergétiques sera destinée à une utilisation finale sans passer par une transformation en d'autres produits.

Les statistiques contenues dans cette partie du bilan énergétique sont essentiellement issues des rapports de livraison – établis par les sociétés énergétiques – à des entreprises classées en fonction de leur activité économique principale ou sont directement issues d'enquêtes menées auprès des consommateurs. La classification des entreprises s'effectue au niveau local, soit par la société énergétique, soit par l'administration nationale, en utilisant le système national de classification des activités économiques. Au sein de l'Union européenne, ce système sera directement comparable à la *Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés européennes* (NACE, rév. 1) et, à l'extérieur de l'Union, plusieurs pays ont adopté ou sont en train d'adopter des classifications nationales basées sur la *classification internationale type par industrie* (CITI, rév. 3). Les deux systèmes internationaux sont identiques jusqu'au niveau à trois chiffres. L'adoption à grande échelle des systèmes communs de classification est essentielle pour pouvoir véritablement comparer les statistiques sur l'énergie entre les différents pays. Malgré la bonne comparabilité qui existe actuellement, les utilisateurs devraient toujours être conscients que, en tout temps, les séries de données peuvent couvrir des périodes au cours desquelles les classifications nationales utilisées étaient différentes des normes internationales alors en place.

Industrie

Les entreprises industrielles utilisent des produits énergétiques à des fins de chauffage pour leur usage propre, à des fins non énergétiques, pour le transport, pour la production d'électricité et pour la production de chaleur destinées à la vente. Les combustibles utilisés dans ces trois dernières catégories n'entrent pas dans la

consommation d'énergie finale et figurent généralement dans une autre partie du questionnaire. Les combustibles utilisés par les entreprises pour le transport doivent figurer dans le secteur Transport de la consommation finale. Les statistiques sur l'utilisation des combustibles par les entreprises peuvent s'obtenir au moyen d'enquêtes menées directement auprès des entreprises ou peuvent être déduites des livraisons de combustibles à ces entreprises. Dans ce dernier cas, il est souvent difficile d'obtenir des informations permettant de distinguer les différents usages réservés aux combustibles. Habituellement, le combustible utilisé détermine l'activité, mais il arrive que des différences significatives dans la taxation de combustibles semblables réservés à des usages différents puissent gêner l'identification correcte de la catégorie d'utilisation.

Le secteur industriel se divise en douze branches. Les codes NACE qui les définissent sont fournis dans les questionnaires annuels. Seules deux branches appellent un commentaire.

Les quantités enregistrées en tant que consommation par la branche de l'**industrie chimique** représentent l'utilisation de combustibles à des fins de chauffage et comme matières premières, bien que celles utilisées à ce titre soient également mentionnées ailleurs dans les questionnaires. Nous y reviendrons dans la section suivante, sur les *usages non énergétiques des combustibles*.

De même, les chiffres de la consommation finale d'énergie par la **sidérurgie** ne couvrent que les besoins de combustion pour chauffer les fours à coke, les hauts fourneaux et pour le parachèvement des métaux. Les quantités de charbon et de coke subissant une transformation sont mentionnées dans le secteur de la transformation.

Transport

Cinq grands modes de transport sont identifiés dans ce secteur. Les chiffres fournis se rapportent à la consommation énergétique des entreprises pour l'activité de transport proprement dite et non à celle destinée à des fins autres que le transport. En général, le coût des carburants destinés au transport est tel qu'il dissuade leur utilisation à d'autres fins. Seuls quatre modes de transport appellent un commentaire :

- le transport routier tous les combustibles utilisés pour le transport routier sont généralement présentés comme subvenant aux besoins de l'activité de transport. Toutefois, certains sont utilisés pour des activités agricoles ou sylvicoles, d'excavation et de levage, en dehors du réseau routier. Des quantités réduites mais significatives sont également utilisées pour les bateaux de plaisance et pour les équipements de jardinage motorisés. On ne peut déterminer les quantités consommées pour ces différents usages qu'au moyen d'enquêtes. Aucune de ces quantités utilisées en dehors du réseau routier ne doit être incluse dans le transport routier ;
- le transport aérien lorsque des données séparées sont disponibles pour la livraison de carburants aux avions effectuant des vols internationaux, les quantités sont présentées dans l'aviation civile internationale (voir le point ci-dessus sur les soutages maritimes internationaux). Si cette ventilation n'est pas disponible, toutes les livraisons doivent être mentionnées dans le transport aérien intérieur ;

- le transport par conduites l'utilisation de combustibles et d'électricité dans les compresseurs et/ou les stations de pompage, et sur les gazoducs, les oléoducs ou les carboducs entre dans cette rubrique ;
- la navigation intérieure tous les combustibles destinés au transport de marchandises ou de personnes par les voies navigables intérieures ou à la navigation maritime nationale doivent être inscrits dans cette rubrique. Une traversée maritime nationale est une traversée qui commence et se termine dans le même pays, sans aucune escale dans un port étranger. Il est à noter que l'essentiel de la traversée peut se faire dans les eaux internationales, par exemple du Havre à Marseille. Les combustibles consommés par les navires de pêche de tous types (pêche intérieure, côtière ou hauturière) doivent être indiqués dans la consommation pour l'agriculture.

Autres secteurs : résidentiel, commerce, services publics, etc.

- Agriculture L'utilisation d'énergie pour la sylviculture ou la pêche, en ce compris la pêche hauturière, doit être indiquée ici. Cependant, il arrive parfois que les carburants livrés pour la pêche hauturière ne figurent pas dans ce secteur et soient mentionnés à tort dans les statistiques sur les soutages maritimes internationaux. Une petite partie des livraisons de gazole et de diesel pour le transport routier est consommée dans ce secteur en tant qu'usage « non routier ».
- Résidentiel Les statistiques relatives à la consommation d'énergie par les ménages sont collectées d'une multitude de façons dans les différents pays. Les données sur la consommation de gaz et d'électricité sont habituellement dérivées des relevés de compteurs effectués par les sociétés de distribution. La consommation de combustibles stockables peut s'obtenir en calculant la différence entre la totalité des quantités livrées et celles fournies aux secteurs d'activité économique pour lesquels les quantités livrées sont déclarées. Certains pays procèdent également à des enquêtes sur la consommation d'énergie par les ménages afin de repérer des distorsions éventuelles dans les statistiques fondées sur les livraisons.

L'utilisation de l'électricité

La quasi-totalité de la consommation d'électricité sert à produire du courant et de la chaleur ou est destinée à l'électronique. Aussi l'énergie électrique en tant que chaleur a-t-elle disparu. L'électricité ne devrait donc jamais être indiquée comme usage non énergétique. Certaines industries utilisent de l'électricité pour l'électrolyse, mais les statistiques faisant la distinction entre cet usage et les autres au sein de ces entreprises sont rarement disponibles et, par conséquent, toute la consommation doit être déclarée comme usage énergétique.

Usages non énergétiques des combustibles

Certains combustibles peuvent être utilisés à des fins non énergétiques, à savoir :

- en tant que matières premières pour la fabrication de produits non énergétiques. L'utilisation des hydrocarbures contenus dans les combustibles en tant que matières premières est une activité presque entièrement limitée aux industries pétrochimiques et de raffinage ;
- pour leurs propriétés physiques. Les graisses et lubrifiants sont utilisés dans les moteurs en fonction de leur viscosité, et le bitume sur les toits et les routes pour ses qualités imperméabilisantes et résistantes ;
- pour leurs propriétés de solvants. Le white-spirit et d'autres essences industrielles sont utilisés dans la fabrication de peintures et pour le nettoyage industriel.

L'industrie pétrochimique est de loin le plus grand consommateur de combustibles à des fins non énergétiques. Elle transforme les combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel et produits dérivés des fours à coke) et le carbone de la biomasse en produits organiques synthétiques.

Le vapocraquage de produits pétroliers de raffinerie ou de liquides du gaz naturel est le principal processus de conversion pétrochimique. Les matières premières sont l'essence, le gazole et le gaz de pétrole liquéfié (GPL). L'éthane, le propane et le butane issus de la transformation du gaz naturel peuvent également être utilisés s'ils sont facilement disponibles.

Le vapocraquage produit une grande variété de produits chimiques intermédiaires (éthylène, propylène, butadiène, benzène, toluène et xylène) et de produits dérivés (hydrogène, méthane et essence de craquage) utilisés comme combustibles et/ou renvoyés en raffinerie. Les quantités renvoyées en raffinerie sont appelées « **reflux** ».

Le carbone solide, généralement sous forme de coke, est utilisé dans plusieurs procédés non énergétiques dans le secteur des produits chimiques, notamment pour la fabrication de carbonate de soude, de carbure de silicium et d'anodes de carbones. Ces produits sont habituellement fabriqués à partir de coke de pétrole (calciné) de haute qualité, tandis que le coke de cokerie et le coke de pétrole « vert » sont utilisés dans les autres procédés.

9

Comment les données sur l'énergie sont-elles présentées ?

Collecter des statistiques fiables est une chose. Diffuser ces informations de manière claire et détaillée en est une autre.

Le format du bilan par produit

Le format le plus fréquemment utilisé pour présenter des données relatives à un produit énergétique est le bilan dans lequel les sources d'approvisionnement pour chaque produit et les usages qui en sont faits sont mentionnés dans une même colonne. Sur le plan du concept, le format du bilan est identique à un compte de caisse, où les sources de revenus doivent, une fois additionnées, correspondre au total des dépenses après avoir pris en considération les variations dans les dépôts en espèces.

Le format du bilan convient aux produits énergétiques pour autant qu'ils soient homogènes partout dans ce bilan. Cette condition est expliquée dans la section 7 sur les flux de produits. En outre, les produits énergétiques doivent être exprimés, dans la mesure du possible, en unités de masse ou d'énergie, puisque les unités de volume (mètres cubes) dépendent de la pression ou de la température.

Graphique 1.3 • Structure du bilan par produit

Sources d'approvisionnement
(graphique 1.4)
+ transferts entre produits
= **APPROVISIONNEMENT NATIONAL**

écart statistique
DEMANDE TOTALE =

Entrées en transformation
+ usage propre du secteur de l'énergie
+ pertes de distribution et autres
+ **CONSOMMATION FINALE =**

Usage non énergétique
+ consommation énergétique finale

Le graphique 1.3 présente la structure principale d'un bilan par produit. Les formats réellement utilisés par les pays et les organisations internationales varient les uns par rapport aux autres et par rapport au format simplifié présenté dans le graphique 1.3. Le modèle ci-contre illustre toutefois les principaux points communs et les principales différences entre les organisations. Les différences entre les bilans de l'AIE et d'Eurostat seront traitées plus loin.

Le bilan est calculé selon les règles arithmétiques exposées dans le graphique 1.3. Les *sources d'approvisionnement* sont augmentées (ou réduites) en fonction des *transferts entre*

produits et le total représente l'approvisionnement national qui satisfait aux besoins du pays. La *demande totale* est la somme des utilisations pour les *entrées en transformation*, *l'utilisation au sein du secteur de l'énergie* pour des besoins autres que la transformation, toutes les pertes entre les points de production des produits énergétiques et leur utilisation finale, et la *consommation finale*. Celle-ci est la somme de tous les *usages énergétiques et non énergétiques*.

Graphique 1.4 • Sources d'approvisionnement

Production
Autres sources
Importations
Exportations
Soutages maritimes internationaux
Variation des stocks

Les principales rubriques du graphique 1.3 sont détaillées ci-après. Les **sources d'approvisionnement** sont ventilées selon leurs principaux éléments, comme dans le graphique 1.4.

La *production* englobe la production nationale et la fabrication de produits combustibles secondaires. La

production nationale désigne l'extraction de combustibles primaires dans les réserves fossiles et les sources de biocombustibles ainsi que le captage d'énergie renouvelable à partir de l'eau, du vent, de la lumière du soleil, etc. La production nationale est appelée « production primaire » par Eurostat.

Les *autres sources* de production sont rares. On indique dans cette rubrique les sources de combustibles récupérés à partir des combustibles déjà produits mais non comptabilisés ou stockés. Par exemple, les déchets de charbon peuvent être récupérés pour être utilisés ultérieurement.

Les *importations* ont déjà été abordées avec les *exportations* dans la section Commerce extérieur. Il peut paraître étrange d'inclure les exportations dans les sources d'approvisionnement. Certains modèles économiques de l'utilisation d'énergie traitent les exportations comme faisant partie de la demande. Cependant, le bilan énergétique vise à présenter l'approvisionnement de combustibles utilisés au sein du pays et, dès lors, les exportations sont soustraites pour calculer l'approvisionnement national total. La convention relative aux signes arithmétiques pour les importations et exportations dépend de la formule utilisée pour calculer le montant total de l'approvisionnement. Il est courant de présenter les exportations avec un signe négatif puisqu'elles sont retirées de l'approvisionnement. La quantité est ainsi simplement additionnée aux autres éléments pour donner le total.

Les *soutages maritimes internationaux* (voir la section précédente) sont également présentés comme des quantités prélevées de l'approvisionnement dans cette partie du bilan.

La *variation des stocks* est la différence entre les niveaux des stocks final et initial. Une diminution des stocks est un accroissement de l'approvisionnement et sera dès lors indiquée avec un signe positif. L'inverse s'applique à l'augmentation des stocks. Dans les deux cas, la variation des stocks est égale au stock initial moins le stock final.

Les **transferts entre produits** ne constituent pas des flux importants et découlent principalement du reclassement des produits. Un produit peut perdre certaines de ses spécifications et être reclassé comme un autre produit de moindre qualité. La catégorie « transferts » est également bien pratique pour réunir différents produits dans une même catégorie. Par exemple, dans les bilans d'Eurostat, des bilans séparés pour l'électricité hydraulique et éolienne présentent les transferts de la production vers le bilan sur l'électricité, où sont indiqués tous les types d'électricité. Il est évident que les indications portées dans la rangée des transferts peuvent avoir des signes positifs ou négatifs, selon qu'elles viennent s'ajouter ou se soustraire à l'offre du produit concerné.

L'**approvisionnement national** est la somme de toutes les sources d'approvisionnement et des transferts entre produits.

Les chiffres mentionnés sous la rubrique « **entrées en transformation** » sont constitués des quantités de combustibles utilisés pour la fabrication de produits combustibles secondaires et des combustibles brûlés pour produire de l'électricité et de la chaleur destinées à la vente. Les diverses sous-rubriques de cette partie du bilan sont constituées des différentes centrales énergétiques et à combustible impliquées dans la production d'énergie et de combustibles secondaires. Elles peuvent être regroupées comme suit pour simplifier l'explication de leurs activités :

- *production d'électricité et de chaleur*

les installations actives dans ce domaine peuvent se diviser en électricité seule, cogénération chaleur/électricité et chaleur seule. Ces types de centrales peuvent être exploités par des entreprises dont l'activité principale est la production d'électricité

et/ou de chaleur destinées à la vente ou par des entreprises qui ne produisent pas de l'énergie en tant qu'activité principale, mais pour leur consommation propre. Les entreprises du premier groupe sont appelées producteurs publics ou principaux, tandis que celles du deuxième groupe sont appelées autoproducteurs ou autogénérateurs ;

- *production de gaz et de combustibles solides*

trois grands types de centrales entrent dans ce groupe : la fabrication de coke à partir de charbon chauffé dans des cokeries, l'utilisation de coke et d'autres combustibles dans des hauts fourneaux et la fabrication d'agglomérés à partir de différents types de charbon. Les activités des cokeries et des hauts fourneaux ont généralement lieu dans la sidérurgie. Ces deux types d'usines produisent des gaz qui sont utilisés sur place ou qui peuvent être vendus à des consommateurs en dehors du site. Un coke de qualité inférieure à celui utilisé dans les hauts fourneaux est produit dans quelques pays lors de la fabrication de gaz de ville dans les usines à gaz. La fabrication de coke produit également des huiles légères et des goudrons.

Les hauts fourneaux ne sont pas conçus pour être des centrales de conversion des combustibles. Ils servent à la production de fer, dont la majeure partie est ensuite transformée en acier. Aux fins des statistiques énergétiques, ils sont toutefois considérés comme faisant partie du secteur de la transformation. S'ils n'étaient pas inclus de la sorte, il serait impossible de suivre la trace des combustibles nécessaires pour produire les gaz de haut fourneau utilisés à des fins énergétiques.

La production d'agglomérés est souvent située à proximité des sources de charbon (houille et lignite) étant donné que le processus consiste essentiellement en l'agrégation de petits et fins morceaux de charbon en briquettes. Une partie de la production d'agglomérés est basée sur la carbonisation de charbon à basse température et est semblable à la production de coke dans les usines à gaz. Les différents processus sont détaillés à l'annexe 1 ;

- *raffineries de pétrole*

la fabrication de produits pétroliers à partir du raffinage de pétrole brut et le traitement des produits semi-finis s'effectuent principalement dans les *raffineries de pétrole*. Les quantités de pétrole déclarées comme entrant dans les raffineries pour le processus de conversion du combustible comprennent les quantités utilisées pour la fabrication des produits (y compris les produits non combustibles) et pour la consommation de combustibles au sein de la raffinerie ;

- *autres transformations*

Cette catégorie contient les processus de conversion des combustibles moins utilisés qui ne sont pas identifiés isolément.

Usage propre du secteur de l'énergie : cette partie du bilan présente les quantités de produits énergétiques consommés au sein des entreprises productrices d'énergie et de combustibles dans le sens où ils disparaissent du relevé et n'y figurent donc pas parmi les autres produits énergétiques. Ces produits sont utilisés pour soutenir les différentes activités d'extraction et de conversion des combustibles et de production d'énergie, mais n'entrent pas dans le processus de transformation.

Il est courant de faire la distinction entre la consommation finale au sein du secteur de l'énergie et celle des autres activités industrielles, bien que, par nature, elle fasse partie de la consommation finale du secteur industriel. L'énergie consommée par l'entreprise peut être achetée directement pour être consommée ou tirée des produits énergétiques qu'elle extrait ou produit.

Les rubriques utilisées pour les activités de cette partie du relevé incluent celles utilisées dans les industries de transformation ainsi que dans les industries d'extraction et de préparation des combustibles (mines de charbon, extraction de pétrole et de gaz, liquéfaction du gaz, traitement du combustible nucléaire, etc.).

Pertes de distribution et autres : les quantités mentionnées dans cette partie du bilan sont séparées du secteur de l'énergie. Elles représentent les pertes de produits énergétiques lors de leur distribution aux différents points d'utilisation. Les pertes de transmission et de distribution associées aux réseaux d'électricité et de gaz n'en sont que de simples exemples, mais parfois, ces pertes concernent la distribution de gaz de haut fourneau et de cokerie et de produits pétroliers via des conduites.

Usage non énergétique : la nature de l'usage non énergétique est décrite à la section 8 « *Usages non énergétiques des combustibles* ». La présentation des chiffres dans le bilan ne fait une distinction que très limitée entre les différents secteurs économiques. En général, l'usage non énergétique au sein de l'industrie pétrochimique est précisé. Toutefois, dans les bilans de l'AIE, la consommation des matières premières dans cette industrie est mentionnée séparément dans la consommation finale d'énergie.

Consommation énergétique finale : elle se répartit en trois grands groupes : *l'industrie, le transport* et *les autres secteurs*.

Graphique 1.5 • Industrie

Sidérurgie
Chimie et pétrochimie
Métaux non ferreux
Produits minéraux non métalliques
Matériel de transport
Machines
Industries extractives
Produits alimentaires, boissons et tabac
Imprimerie, pâtes et papiers
Industrie du bois et fabrication d'ouvrages en bois
Textiles et cuir
Construction
Non spécifié ci-dessus

Industrie : les branches du secteur industriel pour lesquelles des données sont réclamées sont présentées dans le graphique 1.5. Les définitions de ces branches en termes d'activités économiques sont données en référence à la CITI rév. 3 et à la NACE rév. 1 (voir la section sur la *consommation énergétique finale* ci-dessus). Le secteur industriel comprend la branche de la construction, mais pas l'industrie de l'énergie.

Les quantités indiquées dans le secteur industriel pour la consommation de combustibles par les entreprises doivent inclure les quantités utilisées pour produire de l'électricité et de la chaleur destinées à la vente. Dans la

mesure du possible, elles doivent également inclure les combustibles utilisés pour le transport de marchandises sur la voie publique. La consommation pour le transport routier doit être mentionnée sous la rubrique Transport.

Transport : au moins quatre modes de transport sont identifiés : *routier, ferroviaire, aérien* et *navigation intérieure*. En outre, l'AIE inclut le transport par conduites (transport de matériaux par conduites) ; Eurostat traite cette consommation comme faisant partie de l'usage propre du secteur de l'énergie. Les quantités de combustibles mentionnées dans ces rubriques englobent l'utilisation de combustibles pour la propulsion uniquement. Les combustibles utilisés par les entreprises de transport pour des autres usages ne doivent pas être indiqués ici mais dans « Commerce et services publics » (voir la section « Autres secteurs » ci-après). En général, les quantités destinées au transport sont facilement identifiées, parce que les combustibles pour les moteurs routiers et les avions sont différents des combustibles de chauffage, mais des confusions sont possibles avec les moteurs qui utilisent du gazole ou du diesel. Il faut donc être prudent lorsqu'on distingue la consommation des véhicules de celle de l'entreprise. L'énergie utilisée pour les conduites est en général de l'électricité. Une partie du gaz transporté par gazoducs est utilisée pour faire fonctionner les compresseurs. Il importe que ce gaz consommé soit correctement indiqué et ne soit pas considéré comme une perte de distribution.

Graphique 1.6 • Autres secteurs

| |
|------------------------------|
| Agriculture |
| Commerce and public services |
| Residential |
| Other |

Autres secteurs : il existe des différences entre les organisations internationales et les pays quant au choix des rubriques intégrant les « Autres secteurs », même si toutes les activités sont incluses à un endroit ou à un autre. Le graphique 1.6. présente la ventilation la plus fréquente.

La rubrique « Agriculture » couvre l'agriculture, la sylviculture et la pêche. La consommation de pétrole pour la pêche doit inclure tous les navires de pêche, y compris ceux qui pratiquent la pêche hauturière. Il est donc essentiel de veiller à ce que le pétrole livré à ces navires ne soit pas mentionné en tant que « soutages maritimes internationaux ».

Les statisticiens nationaux doivent analyser les **grands écarts statistiques** afin de déterminer quelles sont les données fausses ou incomplètes. Malheureusement, il n'est pas toujours possible de les corriger. Dans ce cas, l'écart statistique doit être maintenu tel quel afin d'illustrer l'ampleur du problème.

La décision de savoir s'il est opportun d'analyser un écart statistique avec la ou les entreprise(s) déclarante(s) est une question d'appréciation. Le pourcentage d'écart que l'on peut estimer acceptable dépend de l'importance de l'offre du produit. Pour les produits importants, comme le gaz naturel ou l'électricité, les écarts statistiques devraient de préférence être maintenus à un niveau inférieur à 1 %. Par contre, pour des produits de moindre importance, comme les goudrons ou les huiles issues des cokeries, une marge d'erreur de 10 % peut être tolérée.

Lorsque les bilans par produit sont élaborés sur la base des données transmises au statisticien, il peut également exister un écart statistique de zéro (bilan « fermé »). Il faut être prudent face à ce genre de situation car, dans la quasi-totalité des cas, cela indique que l'une ou l'autre donnée statistique du bilan a été évaluée pour équilibrer le relevé. Cela se produit souvent lorsque les données proviennent d'un seul déclarant (par exemple une raffinerie ou une usine sidérurgique) qui dispose de tous les éléments pour établir le bilan et qui est ainsi à même d'adapter les

chiffres pour qu'il n'y ait pas d'écart. Pour identifier et évaluer les problèmes de données rencontrés par l'entreprise concernée, le statisticien doit découvrir le ou les éléments qui ont été estimés pour pouvoir équilibrer le bilan.

Deux exemples de bilan par produit : Eurostat et AIE

Les descriptions qui précèdent peuvent être illustrées en présentant et en comparant les formats de bilan par produit utilisés par Eurostat et l'AIE. Les graphiques 1.7 et 1.8 sont des exemples des formats utilisés par Eurostat et l'AIE pour l'approvisionnement et l'utilisation de gaz naturel et de gazole/diesel en France pour 1999 et illustrent la manière dont chaque organisation présente un combustible primaire et secondaire.

La structure des deux bilans diffère quant à un élément important qui influence la présentation des produits énergétiques secondaires. Dans le bilan d'Eurostat, le secteur de la transformation se divise en « entrées » et « sorties », tandis que celui de l'AIE ne comprend qu'une partie « entrées ». Les sorties (production) de produits secondaires sont présentées en tant que « production » dans le format de l'AIE et en tant que « sorties de transformation » dans celui d'Eurostat. Eurostat réserve la ligne production à la production primaire (nationale) uniquement (graphique 1.7). La ligne production de l'AIE présente la production nationale ou la production secondaire, en fonction du produit.

Cette différence de format a des répercussions importantes sur certains des principaux agrégats des bilans par produit. On notera, par exemple, que les quantités figurant dans les bilans du gazole/diesel pour la « consommation intérieure brute » et « l'approvisionnement national » ne correspondent pas (graphique 1.8). La « consommation intérieure brute » d'Eurostat se compose essentiellement de la consommation d'approvisionnement net fourni par l'extérieur. Ce chiffre pourrait être négatif si les exportations étaient suffisamment importantes. Pour reproduire le volume de « l'approvisionnement national » de l'AIE, il faut additionner la production de gazole/diesel par les raffineries au sein de la partie « sorties de transformation » du bilan.

L'utilisation de deux lignes séparées permet à Eurostat d'établir une distinction entre la production nationale et la production secondaire et, partant, d'adopter un format identique pour le bilan par produit et le bilan énergétique. Ce point sera éclairci dans le chapitre 7 consacré aux bilans énergétiques.

Il existe de nombreuses autres petites différences entre les deux formats, mais elles portent principalement sur des questions de choix d'appellation et d'ordre de présentation plutôt que sur des différences significatives en termes d'approche adoptée.

Graphique 1.7 • Comparaison des formats d'Eurostat et de l'AIE pour le bilan du gaz naturel

| FRANCE 1999 | | GAZ NATUREL | | Térajoules (PCS) | |
|---|------------------|---|------------------|------------------|--|
| Format d'Eurostat | | Format de l'AIE | | | |
| Production primaire | 77 670 | Production | 77 670 | | |
| Récupération | - | Autres sources | - | | |
| Importations | 1 649 710 | Importations | 1 649 710 | | |
| Variation des stocks | -92 853 | Exportations | -30 456 | | |
| Exportations | -30 456 | Soutages maritimes internationaux | - | | |
| Soutes | - | Variation des stocks | -92 853 | | |
| Consommation intérieure brute | 1 604 071 | Approvisionnement national | 1 604 071 | | |
| Entrées en transformation | 49 791 | Transferts | - | | |
| Centrales thermiques publiques | 1 805 | Écart statistique | -20 440 | | |
| Centrales thermiques des autoproducteurs | 47 986 | TRANSFORMATION | 49 791 | | |
| Centrales nucléaires | - | Centrales électriques | 49 791 | | |
| Fabriques d'agglomérés et de briquettes | - | Centrales de cogénération | - | | |
| Cokeries | - | Centrales calogènes | - | | |
| Hauts fourneaux | - | Hauts fourneaux/usines à gaz | - | | |
| Usines à gaz | - | Cokeries/Fabriques d'agglomérés et briquettes | - | | |
| Raffineries | - | Raffineries de pétrole | - | | |
| Centrales de chauffage | - | Industrie pétrochimique | - | | |
| Sorties de transformation | - | Unités de liquéfaction du gaz | - | | |
| Centrales nucléaires | - | Autre secteur de la transformation | - | | |
| Centrales thermiques des autoproducteurs | - | SECTEUR ÉNERGIE | 17 320 | | |
| Centrales nucléaires | - | Mines de charbon | - | | |
| Fabriques d'agglomérés et de briquettes | - | Extraction de pétrole et de gaz | 9 715 | | |
| Cokeries | - | Raffineries de pétrole | - | | |
| Hauts fourneaux | - | Centrales électriques et calogènes | - | | |
| Usines à gaz | - | Pompage | - | | |
| Raffineries | - | Autre secteur de l'énergie | 7 605 | | |
| Centrales de chauffage | - | Pertes de distribution | 2 619 | | |
| Échanges, transferts, restitutions | - | CONSOMMATION FINALE | 1 513 901 | | |
| Échanges entre produits | - | SECTEUR INDUSTRIE | 661 262 | | |
| Produits transférés | - | Sidérurgie | 39 614 | | |
| Restitutions de la pétrochimie | - | Chimie et pétrochimie | 199 241 | | |
| Consommation de la branche énergie | 17 320 | <i>dont : matières premières</i> | <i>103 146</i> | | |
| Pertes sur les réseaux | 2 619 | Métaux non ferreux | 17 180 | | |
| Disponible pour la consommation finale | 1 534 341 | Produits minéraux non métalliques | 78 163 | | |
| Consommation finale non énergétique | 103 146 | Matériel de transport | - | | |
| Chimie | 103 146 | Machines | 74 125 | | |
| Autres | - | Industries extractives | 6 449 | | |
| Consommation énergétique finale | 1 410 755 | Produits alimentaires, boissons et tabac | 106 468 | | |
| Industrie | 558 116 | Imprimerie, pâtes et papiers | 66 401 | | |
| <i>Sidérurgie</i> | <i>39 614</i> | Bois et ouvrages en bois | - | | |
| <i>Métaux non ferreux</i> | <i>17 180</i> | Construction | 2 371 | | |
| Chimie | 96 095 | Textiles et cuir | 19 183 | | |
| Produits minéraux non métalliques | 78 163 | Non spécifié | 52 067 | | |
| Extraction | 6 449 | TRANSPORTS | 28 | | |
| Alimentation, boisson, tabac | 106 468 | Aviation civile internationale | - | | |
| Textiles, cuir, habillement | 19 183 | Transports aériens nationaux | - | | |
| Papier et imprimerie | 66 401 | Transport routier | 14 | | |
| Fabrications métalliques | 74 125 | Transport ferroviaire | - | | |
| Autres industries | 54 438 | Transport par conduites | - | | |
| Transports | 28 | Navigation intérieure | - | | |
| Ferroviaires | - | Non spécifié | 14 | | |
| Routier | 14 | AUTRES SECTEURS | 852 611 | | |
| Aériens | - | Agriculture | 11 729 | | |
| Navigation intérieure | - | Commerce et services publics | 399 324 | | |
| Foyers domest. ; commerce, adm., etc. | 852 611 | Secteur résidentiel | 441 558 | | |
| Foyers domestiques | 441 558 | Non spécifié | - | | |
| Agriculture | 11 729 | USAGE NON ÉNERGÉTIQUE | - | | |
| Écart statistique | 20 440 | Industrie/transformation/énergie | - | | |
| | | Transport | - | | |
| | | Autres secteurs | - | | |

Graphique 1.8 • Comparaison des formats d'Eurostat et de l'AIE pour le gazole/diesel

| FRANCE 1999 | | GAZOLE/DIESEL | | kilotonnes | |
|---|---------------|---|---------------|------------|--|
| Format d'Eurostat | | Format de l'AIE | | | |
| Production primaire | - | Production | 32 621 | | |
| Récupération | - | Autres sources | - | | |
| Importations | 11 668 | Importations | 11 668 | | |
| Variation des stocks | 1 213 | Exportations | -2 230 | | |
| Exportations | -2 230 | Soutages maritimes internationaux | -419 | | |
| Soutes | -419 | Variation des stocks | 1 213 | | |
| Consommation intérieure brute | 10 232 | APPROVISIONNEMENT NATIONAL | 42 853 | | |
| Entrées en transformation | 48 | Transferts | -529 | | |
| Centrales thermiques publiques | 18 | Écart statistique | 2 265 | | |
| Centrales thermiques des autoproducteurs | 23 | TRANSFORMATION | 384 | | |
| Centrales nucléaires | - | Centrales électriques | 41 | | |
| Fabriques d'agglomérés et de briquettes | - | Centrales de cogénération | - | | |
| Cokeries | - | Centrales calogènes | - | | |
| Hauts fourneaux | - | Hauts fourneaux/usines à gaz | - | | |
| Usines à gaz | - | Cokeries/Fabriques d'agglomérés et briquettes | - | | |
| Raffineries | - | Raffineries de pétrole | - | | |
| Centrales de chauffage | - | Industrie pétrochimique | 336 | | |
| Sorties de transformation | 32 621 | Unités de liquéfaction du gaz | - | | |
| Centrales thermiques publiques | - | Autre secteur de la transformation | 7 | | |
| Centrales thermiques des autoproducteurs | - | SECTEUR ÉNERGIE | 4 | | |
| Centrales nucléaires | - | Mines de charbon | - | | |
| Fabriques d'agglomérés et de briquettes | - | Extraction de pétrole et de gaz | - | | |
| Cokeries | - | Raffineries de pétrole | 4 | | |
| Hauts fourneaux | - | Centrales électriques et calogènes | - | | |
| Usines à gaz | - | Pompage | - | | |
| Raffineries | 32 621 | Autre secteur de l'énergie | - | | |
| Centrales de chauffage | - | Pertes de distribution | - | | |
| Échanges, transferts, restitutions | -865 | CONSOMMATION FINALE | 44 201 | | |
| Échanges entre produits | 0 | SECTEUR INDUSTRIE | 2 475 | | |
| Produits transférés | -529 | Sidérurgie | 35 | | |
| Restitutions de la pétrochimie | -336 | Chimie et pétrochimie | 1 383 | | |
| Consommation de la branche énergie | 4 | <i>dont : matières premières</i> | 1 383 | | |
| Pertes sur les réseaux | - | Métaux non ferreux | 15 | | |
| Disponible pour la consommation finale | 41 936 | Produits minéraux non métalliques | 122 | | |
| Consommation finale non énergétique | 1 383 | Produits minéraux non métalliques | 122 | | |
| Chimie | 1 383 | Matériel de transport | 48 | | |
| Autres | - | Machines | 152 | | |
| Consommation énergétique finale | 42 818 | Industries extractives | 1 | | |
| Industrie | 1 092 | Produits alimentaires, boissons et tabac | 110 | | |
| Sidérurgie | 35 | Imprimerie, pâtes et papiers | 14 | | |
| Métaux non ferreux | 15 | Bois et ouvrages en bois | - | | |
| Chimie | 0 | Construction | 409 | | |
| Produits minéraux non métalliques | 122 | Textiles et cuir | 38 | | |
| Extraction | 1 | Non spécifié | 148 | | |
| Alimentation, boisson, tabac | 110 | TRANSPORT | 26 801 | | |
| Textiles, cuir, habillement | 38 | Aviation civile internationale | - | | |
| Papier et imprimerie | 14 | Transports aériens nationaux | - | | |
| Fabrications métalliques | 200 | Transport routier | 25 948 | | |
| Autres industries | 557 | Transport ferroviaire | 368 | | |
| Transports | 26 801 | Transport par conduites | - | | |
| Ferroviaires | 368 | Navigation intérieure | 485 | | |
| Routiers | 25 948 | Non spécifié | - | | |
| Aériens | - | AUTRES SECTEURS | 14 925 | | |
| Navigation intérieure | 485 | Agriculture | 2 026 | | |
| Foyers domest. ; commerce, adm., etc. | 14 925 | Commerce et services publics | 4 450 | | |
| Foyers domestiques | 8 442 | Secteur résidentiel | 8 442 | | |
| Agriculture | 2 026 | Non spécifié | 7 | | |
| Écart statistique | -2 265 | USAGE NON ÉNERGÉTIQUE | - | | |
| | | Industrie/transformation/énergie | - | | |
| | | Transport | - | | |
| | | Autres secteurs | - | | |

Électricité et chaleur



1 Que sont l'électricité et la chaleur ?

Informations générales

L'**électricité** est un vecteur d'énergie qui connaît une multitude d'applications. Elle est utilisée dans quasi tous les types d'activité humaine, de la production industrielle à l'usage ménager, en passant par l'agriculture et le commerce, pour faire fonctionner les machines, pour l'éclairage et le chauffage.

Les premières études portant sur le phénomène électrique ont été menées au début du XVII^e siècle et se poursuivent de nos jours. L'usage industriel de l'électricité remonte à 1879, lorsque Thomas Alva Edison a inventé l'ampoule et l'a présentée au public. Depuis lors, l'utilisation de l'électricité n'a fait que croître et gagner en importance dans la vie de tous les jours.

L'électricité est produite sous forme d'énergie primaire et secondaire. L'**électricité primaire** s'obtient à partir de sources naturelles telles que l'énergie hydraulique, éolienne, solaire, marémotrice et houlomotrice. L'électricité secondaire est générée à partir de la chaleur résultant de la fission des combustibles nucléaires, de la chaleur géothermique et solaire, et en brûlant des combustibles primaires classiques et assimilés, tels que le charbon, le gaz naturel, le pétrole, les énergies renouvelables et les déchets. Une fois produite, l'électricité est distribuée aux consommateurs finaux via des réseaux de transport et de distribution nationaux ou internationaux.

Tout comme l'électricité, la **chaleur** est un vecteur d'énergie principalement utilisé pour chauffer des locaux et dans les processus industriels. L'histoire de la chaleur est presque aussi longue que celle de l'humanité. Elle a commencé avec la découverte du feu.

La chaleur est elle aussi produite sous forme d'énergie primaire et secondaire. La **chaleur primaire** s'obtient à partir de sources naturelles, telles que l'énergie géothermique et solaire. La chaleur secondaire s'obtient à partir de la fission de combustibles nucléaires et en brûlant des combustibles primaires classiques et assimilés, tels que le charbon, le gaz naturel, le pétrole, les énergies renouvelables et les déchets. La chaleur est également produite en transformant de l'électricité en chaleur dans des chaudières électriques ou des pompes à chaleur. La chaleur peut être utilisée sur son lieu de production ou distribuée vers des structures éloignées via un système de conduites.

On l'a dit, l'électricité est utilisée dans presque toutes les activités humaines. On s'en sert dans les maisons, pour chauffer, éclairer et faire fonctionner les appareils ménagers. On s'en sert aussi sur le lieu de travail, pour faire tourner des machines dans les usines, les ordinateurs dans les bureaux, les équipements dans les hôpitaux. Elle est également utilisée dans les transports, dans l'agriculture et dans d'autres secteurs de l'économie.

Il va sans dire que cet usage répandu de l'électricité se reflète dans les statistiques. Sa part dans l'ensemble de la consommation finale mondiale est passée de 9,6 % en 1973 à 15,6 % en 2001, soit l'augmentation la plus importante parmi tous les combustibles.

Ces dernières années, le secteur de l'électricité a subi des changements de taille. Parallèlement à la libéralisation du marché de l'électricité s'impose la nécessité de réduire les gaz à effet de serre. C'est pourquoi le rôle croissant de l'électricité rend d'autant plus indispensables des données précises et fiables sur la production, la capacité de génération et la consommation afin de gérer le développement futur et de garantir la sécurité de l'approvisionnement de la manière la plus efficace possible.

Les pannes d'électricité survenues récemment dans plusieurs endroits de la planète (Amérique du Nord et du Sud, Europe, etc.) soulignent la nécessité de disposer de statistiques fiables, détaillées et ponctuelles sur cette source d'énergie.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire est conçu pour recueillir des données sur toutes les sources d'électricité, sur la production publique de chaleur et l'autoproduction de chaleur vendue, sur leur consommation et sur les quantités de combustibles utilisées pour les produire. Le questionnaire permet également de renseigner la puissance électrique et la charge de pointe annuelle pour l'électricité.

Afin de compléter les tableaux du questionnaire, il importe de comprendre que celui-ci facilite la collecte de statistiques sur la production d'électricité et de chaleur à différents niveaux. Il reflète la **source d'énergie**, la **fonction** du producteur et le **type de centrale**.

La **source d'énergie** désigne l'énergie cinétique (hydraulique ou éolienne, par exemple), thermique (par exemple nucléaire ou géothermique) ou les combustibles classiques et assimilés consommés pour produire l'électricité ou la chaleur.

Le producteur peut avoir deux **fonctions** : i) *un producteur public* d'électricité ou de chaleur est une entreprise dont l'activité principale est la fourniture d'électricité ou de chaleur. Ce fournisseur peut être à capitaux publics ou privés ; ii) *un autoproducteur* d'électricité ou de chaleur est une entreprise qui produit de l'énergie ou de la chaleur pour ses besoins propres en tant qu'activité qui contribue à son activité principale, mais pas en tant qu'activité principale proprement dite. L'autoproducteur peut vendre une partie de sa production à la production publique.

Le terme « producteur public » prête souvent à confusion. Précisons qu'un producteur public peut appartenir à une société privée. Inversement, une société publique peut posséder une centrale d'autoproduction. Autrement dit, « public » ne se rapporte pas à l'appartenance, mais à la fonction.

En ce qui concerne le **type de centrale**, le questionnaire classe les centrales productrices d'électricité et de chaleur en trois catégories :

- *les centrales d'électricité seule*, qui produisent uniquement de l'électricité ;
- *les centrales de cogénération chaleur/électricité*, qui produisent à la fois de la chaleur et de l'électricité ;
- *les centrales calogènes (chaleur seule)*, qui produisent uniquement de la chaleur.

Une centrale de cogénération chaleur/électricité est une centrale qui comprend une unité de production combinée d'énergie électrique et de chaleur. Si, en outre, la centrale comporte une unité d'électricité seule ou de chaleur seule, elle sera quand même considérée comme une centrale de cogénération, à moins que des statistiques sur la consommation de combustibles et la production soient

disponibles séparément pour chaque unité. Dans ce cas, la notification doit se faire sur la base des unités plutôt que de la centrale.

Des informations sont également demandées sur la puissance électrique de la centrale et les charges de pointe annuelles.

À retenir

La notification de la production d'électricité et de chaleur est analysée à différents niveaux reflétant la source d'énergie, la fonction du producteur et le type de centrale.

2

Quelles sont les unités utilisées pour exprimer l'électricité et la chaleur ?

Informations générales

La production, la consommation et le commerce d'électricité sont mesurés et exprimés dans un multiple de wattheures. Le choix du multiple (méga, giga, téra, etc.) dépend du volume des quantités produites et consommées.

Les quantités de chaleur sont exprimées en unités d'énergie, généralement en multiples de joules, de calories ou d'unités thermiques britanniques (BTU).

Les quantités de combustibles classiques ou assimilés consommés pour produire l'électricité et la chaleur sont exprimées en unités physiques telles que la tonne métrique, le mètre cube, le litre, etc., selon le type de combustible. Elles doivent également être exprimées en unités d'énergie afin de calculer leur efficacité.

La puissance électrique des différents types de centrales est mesurée et exprimée dans un multiple de kilowatts, de même que la charge de pointe annuelle et la puissance disponible en pointe.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les quantités de combustibles classiques ou assimilés consommés pour produire l'électricité et la chaleur sont exprimées en unités physiques, parfois en fonction du type de combustible, et, dans tous les cas, en unités d'énergie.

- Les combustibles fossiles solides (charbon, tourbe, etc.) sont exprimés en milliers de tonnes.
- Les gaz manufacturés sont exprimés en térajoules (TJ).
- Les combustibles fossiles liquides (pétrole, gaz de raffinerie) sont exprimés en milliers de tonnes.
- Le gaz naturel et le gaz d'usine à gaz sont exprimés en térajoules (TJ).
- Les énergies renouvelables et les déchets sont exprimés en térajoules (TJ).

Les données relatives aux puissances électriques doivent être mentionnées en valeur nette. La puissance électrique nette est la puissance brute (ou nominale) moins la puissance utilisée pour faire fonctionner les équipements auxiliaires et les transformateurs au sein de la centrale concernée.

À retenir

L'électricité est indiquée en gigawattheures (GWh).

La chaleur est indiquée en térajoules (TJ).

La puissance électrique est indiquée en mégawatts (MW).

3 Comment convertir le volume et la masse en énergie ?

Informations générales

En général, la production des centrales électriques est exprimée en unités d'énergie, le plus souvent en un multiple de kilowattheures. Toutefois, leur consommation (charbon, pétrole, etc.) est souvent exprimée en unités physiques, en tonnes pour le charbon et en tonnes ou en litres pour les produits pétroliers.

Il importe que les données relatives aux combustibles consommés soient indiquées en unités d'énergie, parce qu'elles sont utilisées pour calculer l'efficacité de la centrale dans les processus de vérification des données.

Les conversions spécifiques du volume ou de la masse en énergie sont expliquées dans les chapitres traitant du pétrole, du gaz naturel, des combustibles fossiles solides et des énergies renouvelables, ainsi qu'en annexe 3.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Dans le tableau 6, tous les combustibles classiques ou assimilés sont aussi exprimés en térajoules (TJ).

Pour convertir les unités physiques en térajoules (TJ), le pouvoir calorifique par unité est multiplié par les unités physiques, puis converti en térajoules si nécessaire. Pour de plus amples informations sur la conversion, veuillez consulter le chapitre 1, *Principes fondamentaux – Section 5, Comment mesurer les quantités et les pouvoirs calorifiques*, et l'annexe 3 – *Unités et équivalents de conversion*.

La teneur énergétique des combustibles fossiles solides et liquides ainsi que des énergies renouvelables et des déchets est exprimée en pouvoir calorifique inférieur (PCI). La teneur énergétique du gaz naturel et des gaz manufacturés est exprimée en pouvoir calorifique supérieur (PCS). Veillez à choisir le facteur de conversion correct pour chaque combustible consommé lorsque vous convertissez des unités physiques en unités d'énergie.

À retenir

Les combustibles solides ainsi que les énergies renouvelables et les déchets doivent être déclarés sur la base de leur pouvoir calorifique inférieur.

À l'exception des biogaz, les gaz doivent être déclarés sur la base de leur pouvoir calorifique supérieur.

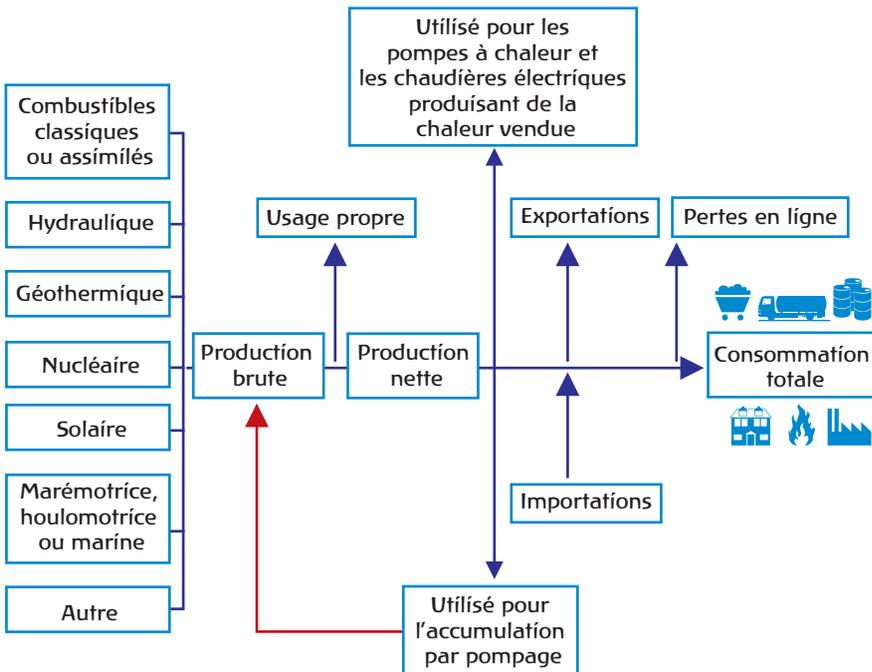
4 Flux d'électricité et de chaleur

Informations générales

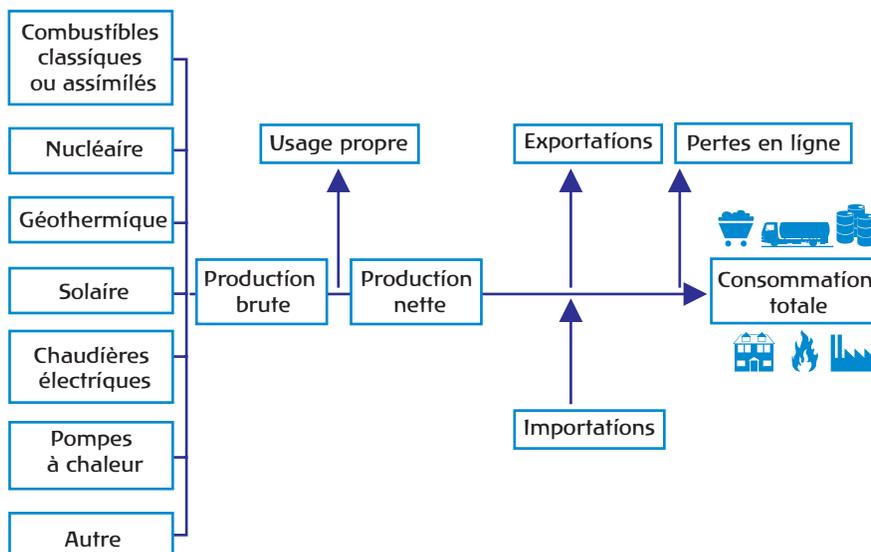
Le graphique 2.1 représente le flux de l'électricité depuis sa production jusqu'à sa consommation. Il a été délibérément simplifié pour donner un aperçu global de la chaîne d'approvisionnement.

La production, le commerce et la consommation sont les principaux éléments nécessaires pour avoir une vue d'ensemble du flux de l'électricité dans un pays. Le niveau de détail des informations recueillies dépend de l'usage auquel elles sont destinées.

Graphique 2.1 • Schéma simplifié du flux d'électricité



Graphique 2.2 • Diagramme simplifié du flux de chaleur



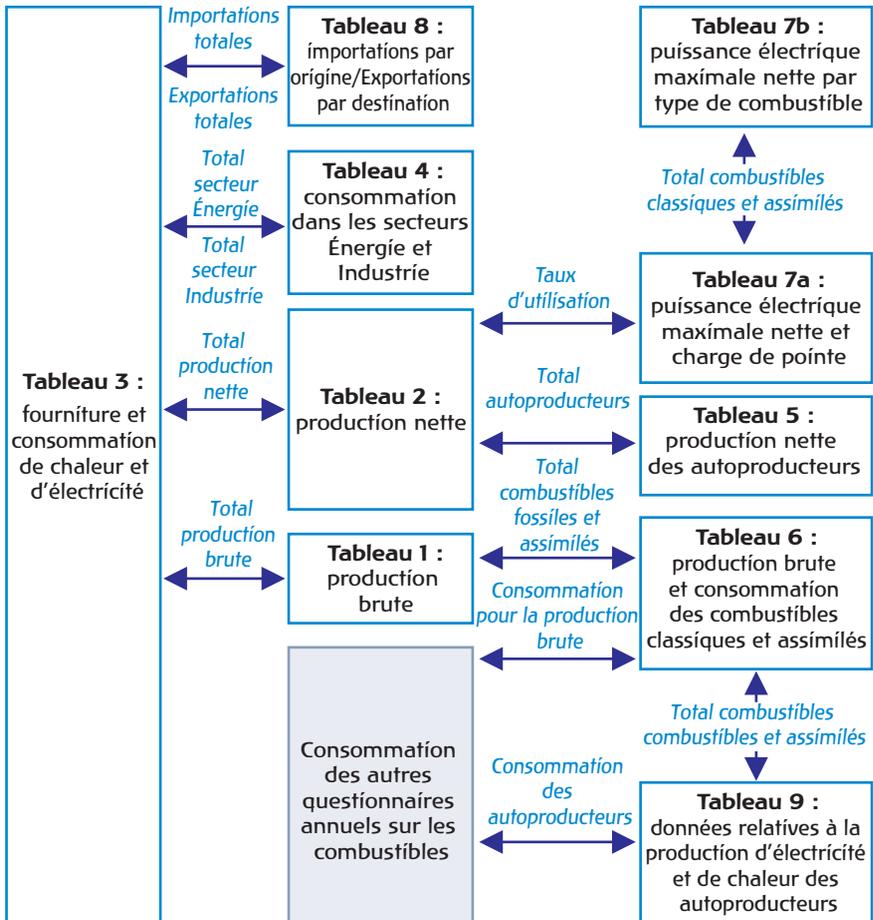
Les centrales produisent de l'électricité primaire ou secondaire . La quantité totale d'électricité produite est appelée « **production brute d'électricité** ». Les centrales consomment une partie de l'électricité pour leur usage propre. La **production nette d'électricité** est obtenue en déduisant cette quantité de la production brute. Cette production nette est distribuée aux consommateurs finaux via les réseaux de transport et de distribution nationaux, ou transformée en chaleur dans des chaudières électriques ou des pompes à chaleur, ou encore stockée dans des réservoirs à accumulation par pompage. L'électricité peut aussi être exportée vers un autre pays via les interconnexions des réseaux si elle est excédentaire, ou importée en cas de pénurie. Lors du transport et de la distribution, certaines pertes se produisent en raison des caractéristiques physiques du réseau et du système de production d'énergie.

Le flux de chaleur est très semblable à celui de l'électricité, mis à part deux exceptions : il n'est pas réellement possible de stocker de la chaleur, et la chaleur est transformée en électricité (voir le graphique 2.2).

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur l'électricité et la chaleur se compose de neuf tableaux, dont les quatre premiers suivent un format de bilan conventionnel.

- Tableau 1 : production brute d'électricité et de chaleur
- Tableau 2 : production nette d'électricité et de chaleur
- Tableau 3 : fourniture et consommation de chaleur et d'électricité
- Tableau 4 : consommation d'électricité et de chaleur dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie

Graphique 2.3 • Liens entre les tableaux du questionnaire sur l'électricité et la chaleur

- Tableau 5 : production nette d'électricité et de chaleur des autoproducteurs
- Tableau 6 : production brute d'électricité et de chaleur et consommation des combustibles classiques et assimilés
- Tableau 7A : puissance électrique maximale nette et charge de pointe
- Tableau 7B : puissance électrique maximale nette par type de combustible
- Tableau 8 : échanges d'électricité et de chaleur : importations par origine et exportations par destination
- Tableau 9 : données relatives à la production d'électricité et de chaleur des autoproducteurs

Ces tableaux seront présentés aux paragraphes suivants. Certains totaux essentiels doivent toutefois être maintenus entre les différents tableaux. Ils sont illustrés dans les diagrammes ci-dessous, aux graphiques 2.3 et 2.4.

Les totaux suivants doivent être cohérents entre les différents tableaux :

- la *production d'électricité à partir de combustibles classiques et assimilés* du tableau 1 doit être égale à la somme de *l'électricité produite à partir de ces mêmes combustibles* dans le tableau 6 ;
- la *production nette d'électricité et de chaleur* des autoproducteurs du tableau 2 doit être égale au total correspondant dans les deux parties de *la production nette d'électricité et de chaleur* du tableau 5 ;
- les chiffres indiqués pour les *importations* et *exportations* dans le tableau 3 doivent correspondre aux totaux des *importations* et *exportations* mentionnés au tableau 8 ;
- la *production nette totale* déclarée dans le tableau 5 doit être la même que le total indiqué dans le tableau 2.

À retenir

Soyez attentifs aux liens entre les tableaux du questionnaire. Les totaux fondamentaux doivent être cohérents.

5 Offre d'électricité et de chaleur

Dès lors qu'il n'existe pas de stocks d'électricité et de chaleur, l'offre ne couvre que la production et les échanges commerciaux. Chacun de ces deux éléments sera détaillé dans les paragraphes suivants.

Production

Informations générales

L'électricité et la chaleur sont produites à partir de plusieurs sources dans deux grands types de centrales, par deux types de producteurs.

Afin d'intégrer toutes les informations nécessaires sur la production d'électricité et de chaleur, la production doit être analysée à l'aide des questions : « comment, où et qui ? ».

La première question concerne les combustibles à partir desquels l'électricité et la chaleur sont produites, notamment le charbon, les produits pétroliers, le gaz naturel et les énergies renouvelables. La deuxième question a trait au type de centrale. Deux types sont à considérer : l'électricité seule et la cogénération chaleur/électricité pour la production d'électricité, et la chaleur seule et la cogénération chaleur/électricité pour la production de chaleur. La dernière question est celle du type de producteur. Il en existe deux : les producteurs publics et les autoproducteurs.

Les données sont utilisées à plusieurs fins : évaluer la sécurité de l'approvisionnement, analyser les modifications au fil du temps dans les combustibles utilisés pour produire

de l'électricité, l'évolution de l'efficacité de chaque combustible, les incidences de la production d'électricité sur l'environnement, etc.

Les principales sources de production d'électricité et de chaleur sont le charbon (39% de la production mondiale d'électricité), suivi du gaz naturel, de l'énergie nucléaire, de l'énergie hydraulique (chacun de ces combustibles représentant quelque 17 % de la production mondiale) et le pétrole (avec seulement 8 %). Ces 30 dernières années, les combustibles utilisés pour produire de l'électricité ont considérablement changé. Ainsi, la part du pétrole est passée de 25 % à 8 % et celle de l'énergie nucléaire de 3 % à 17 %.

Sur la même période, la production d'électricité, avec une augmentation de 250 %, a enregistré la hausse la plus marquée par rapport au pétrole, au charbon et au gaz naturel. Cet accroissement sensible a nécessité des investissements considérables dans de nouvelles capacités, en particulier pour les centrales nucléaires dans les années 70 et 80.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Dans le questionnaire, cinq tableaux reflètent la production d'électricité.

Le *tableau 1* permet de présenter une ventilation sur trois niveaux (combustible, fonction du producteur et type de centrale) de la **production brute d'électricité et de chaleur**.

Pour compléter ce tableau, les statistiques sur la production brute d'**électricité** doivent être disponibles séparément pour les producteurs publics et les autoproducteurs. La production doit ensuite être divisée selon le type de centrale. La production brute est la production totale calculée à la sortie de la machine de production (alternateur), sans déduction de l'électricité utilisée par la centrale ou perdue dans d'autres équipements de celle-ci.

L'électricité produite dans les stations hydroélectriques doit inclure toute l'électricité produite dans les centrales à accumulation par pompage d'eau. La quantité d'électricité produite dans ces centrales doit toujours être inférieure à la production totale des centrales hydroélectriques puisqu'elle ne constitue qu'une partie de cette production totale.

La production brute de chaleur est la quantité produite et vendue. Il s'agit de la quantité de chaleur qui quitte la centrale pour être utilisée par des personnes sans relation avec le producteur. Les mêmes détails sont nécessaires pour la ventilation de la production brute de chaleur. Dans ce cas, la liste des sources d'énergie est légèrement différente, car elle reflète le fait que la chaleur n'est pas produite par des installations hydroélectriques, marémotrices ou marines, mais par des pompes à chaleur et des chaudières électriques.

La production brute de **chaleur** géothermique est la quantité extraite des réservoirs de chaleur ou de vapeur de la croûte terrestre. Cette quantité peut être estimée sur la base de la production d'électricité dans les centrales électriques géothermiques, pour autant que cette production soit le seul usage auquel la chaleur est destinée et qu'aucun autre moyen de mesurer la chaleur ne soit disponible. Lorsque la vapeur géothermique est utilisée pour produire de l'électricité, sa température ou sa pression peuvent être augmentées en la chauffant, et ce en brûlant des combustibles.

Il est essentiel que cette chaleur ajoutée ne soit pas comprise dans la production de chaleur géothermique ni dans la chaleur géothermique consommée pour produire de l'électricité. Le combustible utilisé doit être indiqué dans son propre bilan par produit en tant que consommation pour produire de l'électricité.

Les pompes à chaleur sont des dispositifs qui permettent de transférer de la chaleur depuis des zones à faible température ambiante vers des zones à température ambiante élevée. Elles sont utilisées, par exemple, pour pomper de l'air à l'extérieur d'un bâtiment afin d'en chauffer l'intérieur. La plupart fonctionnent à l'aide d'un moteur électrique. Dans certaines régions, elles sont un moyen de chauffage efficace, mais elles sont en général peu répandues et elles ne contribuent que dans une faible mesure aux approvisionnements énergétiques nationaux.

Les chaudières électriques sont utilisées pour fournir de l'eau chaude et de la vapeur pour chauffer des locaux ou à d'autres fins dans les pays où l'électricité (l'hydroélectricité, souvent) est disponible à moindre coût.

Le format du *tableau 2* est identique à celui du *tableau 1*. La production nette d'électricité et de chaleur est constituée des volumes générés par les centrales, après déduction de l'usage propre et des pertes d'énergie dans ces centrales.

Pour ce qui est de la chaleur secondaire (produite en brûlant des combustibles), la production nette est la quantité de chaleur vendue par la centrale et est identique à la quantité mentionnée pour la chaleur dans le *tableau 1*. En d'autres termes, pour ce qui est de la chaleur secondaire, les productions brute et nette sont identiques.

Quant à la chaleur géothermique, la production nette sera différente de la production brute si une partie de la chaleur géothermique est utilisée par la centrale qui produit et distribue cette chaleur.

Le *tableau 3* est un bilan synthétique de l'électricité et de la chaleur ainsi que des principaux éléments de l'offre et de la consommation. Les données indiquées doivent être cohérentes avec celles des autres tableaux avec lesquelles elles ont un lien logique (voir la section 4 ci-dessus).

Le *tableau 5* permet de communiquer la production nette d'électricité et de chaleur des autoproducteurs dans les secteurs Énergie, Industrie et Autres.

Les statistiques sur l'électricité sont indiquées en gigawattheures (GWh) et celles sur la chaleur en térajoules (TJ). Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

Les *tableaux 6a, 6b et 6c* permettent d'indiquer la consommation de combustible pour la production brute d'électricité. La production de chaleur vendue est répartie en fonction des principales catégories de combustibles dans un format semblable à celui utilisé dans les *tableaux 1 et 2*. Les montants correspondants de la production d'électricité et de la chaleur vendue doivent également être mentionnés dans le *tableau*.

Pour communiquer séparément les quantités de combustible utilisées dans une centrale de cogénération pour produire de l'électricité et de la chaleur, il faut diviser la consommation totale de combustible entre les deux productions d'énergie. Cette opération est nécessaire même si aucune chaleur n'est vendue, parce que le combustible utilisé pour produire de l'électricité doit être indiqué dans le secteur de la transformation.

Pour les centrales de cogénération, il faut d'abord diviser le combustible utilisé entre la production d'électricité et de chaleur. Ensuite, la quantité de combustible attribuée à la chaleur doit de nouveau être divisée proportionnellement au rapport entre la quantité de chaleur vendue et la quantité totale de chaleur produite. Les instructions fournies pour compléter le questionnaire constituent une méthode (reproduite dans l'encadré ci-dessous) pour répartir la consommation de combustible entre la production d'électricité et de chaleur dans les centrales de cogénération. Cette méthode se fonde sur une définition de l'Unipede et ne doit être utilisée que si aucune méthode nationale fiable n'est disponible pour procéder à cette répartition.

Méthode pour la répartition des consommations de combustibles entre la production d'électricité et de chaleur dans les centrales de cogénération

Le rendement global (e) du processus de cogénération est défini par la relation :

$$e = (Ca + E) / Co$$

dans laquelle : E est la quantité d'électricité produite ;
Ca est la quantité de chaleur produite ;
Co est la quantité de combustible consommé dans le processus de transformation.

Selon la définition de l'Unipede, « la consommation totale de chaleur pour la production de l'énergie électrique dans une installation de production combinée d'énergie électrique et de chaleur est l'équivalent en chaleur du combustible consommé moins ce qui a été livré pour des demandes externes quand elles sont liées au combustible consommé ».

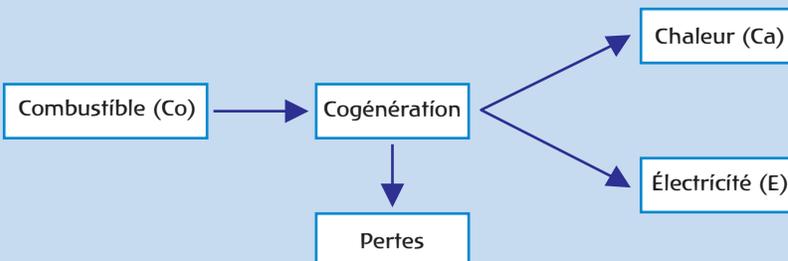
Cette définition propose de définir ainsi la consommation de combustible imputée à la production de chaleur et d'électricité :

$$Co_c = Ca / e = Co [Ca / (E + Ca)] \quad Co_e = Co - Ca / e = Co [E / (E + Ca)]$$

Ainsi, la consommation de combustible est répartie entre la chaleur et l'électricité au prorata de leur production.

Remarque : cette méthode se base sur une définition de l'Unipede et ne doit être utilisée que lorsqu'il n'existe aucune méthode nationale fiable pour procéder à cette répartition.

Graphique 2.4 • Schéma simplifié représentant le rapport entre la consommation de combustible et la production d'électricité et de chaleur dans une unité de cogénération



Les statistiques sur l'électricité sont indiquées en gigawattheures (GWh) et celles sur la chaleur en térajoules (TJ). Dans le tableau 6, les combustibles consommés doivent toutefois être indiqués en milliers de tonnes (10³t) et de térajoules pour les combustibles liquides et solides, et en térajoules pour les combustibles gazeux.

Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Toutes les données relatives à la production sont ventilées par combustible, par fonction du producteur et par type de centrale.

La production brute de chaleur est la quantité de chaleur produite et vendue.

Importations et exportations

Informations générales

La mondialisation croissante et l'ouverture des économies nationales ont accru le commerce d'électricité. Sur tous les continents, les pays connectent leurs réseaux en vue de renforcer la sécurité de l'approvisionnement et de tirer profit des variations de coûts qui en résultent.

Aussi est-il de plus en plus important de recueillir des informations sur le commerce ventilées par pays d'origine et de destination. Ces statistiques contribuent également à identifier les encombrements éventuels et à fournir les moyens nécessaires à l'exploitation la plus efficace d'un réseau de transmission international.

L'électricité est transportée via des réseaux nationaux de transmission à haute tension, qui sont connectés entre eux aux frontières. La capacité de ces points de connexion limite les possibilités d'échanges entre les pays. Il importe de noter que, dès lors qu'il est impossible de stocker l'électricité, l'offre doit toujours égaler la demande afin de maintenir le réseau en équilibre. Cette condition implique une charge technique supplémentaire pour les opérateurs des réseaux de transmission et renforce davantage encore la nécessité de flux d'électricité transfrontaliers.

La dynamique du commerce se reflète dans les statistiques sur les exportations et importations mondiales. Le commerce mondial a plus que quintuplé ces 30 dernières années. Qui plus est, ce commerce, qui se limitait auparavant aux pays voisins, a commencé à prendre des dimensions bien plus vastes, comme c'est le cas en Europe, où un consommateur d'Europe méridionale peut acheter de l'électricité venant d'Europe septentrionale.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les quantités sont considérées comme importées ou exportées au moment où elles franchissent les frontières nationales d'un pays. Les quantités à indiquer sont les

quantités physiques qui franchissent ces frontières, y compris les quantités en transit, le cas échéant. Ainsi, les pays d'origine et de destination seront des pays voisins, ce qui représente une différence de taille par rapport aux données sur le commerce de la plupart des autres combustibles.

Dans le questionnaire, les importations et exportations d'électricité doivent être reportées dans deux tableaux. *Les importations par origine* et *les exportations par destination* sont indiquées dans le tableau 8, et les importations et exportations totales dans le tableau 3.

Le principe est le même pour les données sur le commerce de chaleur. Cela étant, ces échanges ne sont pas courants et il est peu probable qu'ils impliquent des quantités en transit.

Les statistiques sur l'électricité sont indiquées en gigawattheures (GWh) et celles sur la chaleur en térajoules (TJ). Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

On notera que l'inclusion des quantités d'électricité et de chaleur en transit constitue une exception à la règle sur la communication des données relatives aux importations et exportations.

6

Consommation d'électricité et de chaleur

Plusieurs secteurs consomment de l'électricité et de la chaleur :

- le secteur de la transformation, et l'industrie de l'énergie au sein du secteur de l'énergie ;
- le transport et la distribution d'électricité et de chaleur ;
- les différents secteurs et branches de la consommation finale (industrie, transport, résidentiel, services, etc.).

Ces secteurs sont décrits brièvement dans les paragraphes suivants, qui soulignent l'incidence sur les statistiques de la spécificité de l'utilisation finale ventilée par secteur.

Consommation d'électricité et de chaleur dans les secteurs de la transformation et de l'énergie

Informations générales

L'électricité n'est transformée en chaleur qu'au moyen de pompes à chaleur et de chaudières électriques. La chaleur ne fait l'objet d'aucune transformation.

L'électricité et la chaleur sont également utilisées dans le secteur de l'énergie pour l'extraction et la production de combustibles ainsi que pour les activités de transformation. Les centrales à accumulation par pompage entrent également dans

cette catégorie. Dans ces centrales, l'électricité est utilisée pour pomper l'eau des réservoirs en période de faible charge, tandis qu'en période de charge de pointe, les flux des réservoirs d'eau sont utilisés pour produire de l'électricité.

Les secteurs de la transformation et de l'énergie consomment près de 10 % de la production mondiale d'électricité et près de 9 % de celle de chaleur.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les secteurs de la transformation et de l'énergie font l'objet des tableaux 3 et 4 du questionnaire.

La consommation d'électricité et de chaleur dans l'industrie nucléaire se rapporte à la production et à l'enrichissement des combustibles nucléaires. Elle ne comprend pas l'électricité ni la chaleur servant au fonctionnement des centrales nucléaires. L'électricité et la chaleur consommées dans ces centrales sont indiquées en tant que *consommation propre des centrales*, dans le tableau 3.

Les statistiques sur l'électricité sont indiquées en gigawattheures (GWh) et celles sur la chaleur en térajoules (TJ). Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

La consommation d'électricité dans le secteur de la transformation se limite aux pompes à chaleur et aux chaudières électriques. La chaleur ne fait l'objet d'aucune transformation.

La consommation dans l'industrie nucléaire se rapporte à l'enrichissement du combustible nucléaire, pas à la consommation propre des centrales.

Pertes en ligne d'électricité et de chaleur

Informations générales

Les pertes en ligne sont toutes les pertes dues au transport et à la distribution d'électricité et de chaleur. Pour l'électricité, les pertes au niveau des transformateurs qui ne sont pas considérés comme faisant partie intégrante des centrales sont également incluses.

Pour l'électricité, les pertes de distribution représentent entre 7 % et 15 % de l'offre. Le montant des pertes dépend essentiellement de la taille du pays (longueur des lignes électriques), de la tension lors du transport et de la distribution ainsi que de la qualité du réseau. Dans certains pays, le vol peut constituer une grande partie des pertes. Dans ce cas, celles-ci sont parfois qualifiées de pertes non techniques.

Pour la chaleur, les pertes de distribution représentent quelque 15 %. En général, la chaleur n'est distribuée que sur de courtes distances, sinon elle perdrait de son efficacité.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les pertes en ligne sont reproduites dans le tableau 3.

Les pertes d'électricité dans les lignes aériennes et les réseaux de distribution sont signalées à la ligne *Pertes en ligne*. De même, les pertes de chaleur lors de la distribution à des consommateurs éloignés doivent être indiquées dans cette même ligne.

Le volume des pertes d'électricité doit pouvoir être obtenu auprès des sociétés d'exploitation des réseaux nationaux et des sociétés de distribution d'électricité. Le volume des pertes de chaleur doit pouvoir être obtenu auprès des sociétés de chauffage urbain et des autres sociétés de distribution de chaleur. Les statisticiens ne doivent pas effectuer d'estimation des pertes d'électricité et de chaleur pour équilibrer l'offre et la consommation.

Les statistiques sur l'électricité sont indiquées en gigawattheures (GWh) et celles sur la chaleur en térajoules (TJ). Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.



À retenir

Toutes les quantités d'électricité et de chaleur perdues lors du transport et de la distribution doivent être indiquées comme Pertes en ligne.



Consommation finale

Informations générales

La consommation finale d'électricité et de chaleur est la somme des quantités d'électricité et de chaleur consommées dans les secteurs de l'industrie, du transport, de l'agriculture, des services commerciaux/publics et dans le secteur résidentiel. Ces secteurs sont ventilés conformément à la classification de la CITI.

La consommation finale est une partie importante de la consommation d'électricité et de chaleur, puisqu'elle représente près de 80% de la consommation totale. Il s'agit aussi de la partie la plus dynamique de la consommation. Depuis 1973, la consommation d'électricité a surtout augmenté dans les secteurs résidentiel et commercial/public. La part de ces deux secteurs est passée de 38 % à 52 % .

Si la consommation d'électricité par le secteur industriel s'est accrue constamment, son rythme de croissance a été plus lent que dans le secteur résidentiel et dans celui des services commerciaux/publics. En conséquence, la part de l'industrie, qui s'élevait à 51 % en 1973, se situe actuellement autour des 42 %.

Les secteurs des transports (ferroviaire) et de l'agriculture (pompes d'irrigation principalement) sont d'assez faibles consommateurs d'électricité.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le chiffre total pour le secteur *industriel*, pour le secteur *résidentiel*, pour celui des *services commerciaux et publics*, pour celui de *l'agriculture* et pour les « autres secteurs » est indiqué dans le tableau 3. En ce qui concerne le secteur du transport, il faut indiquer la consommation totale ainsi que sa ventilation entre le *transport ferroviaire*, le *transport par conduites* et les *types non spécifiés*.

En raison de l'importance que revêt l'électricité pour le secteur industriel, sa consommation est encore répartie en sous-secteurs dans le tableau 4. Rien n'est prévu dans le questionnaire pour indiquer les relatives à l'usage non énergétique de l'électricité, car toute la consommation d'électricité est considérée comme étant à usage énergétique.

Les statistiques sur l'électricité sont indiquées en gigawattheures (GWh) et celles sur la chaleur en térajoules (TJ). Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

La consommation finale d'électricité et de chaleur est la somme d'électricité et de chaleur consommée dans les secteurs de l'industrie, du transport, de l'agriculture, des services commerciaux/publics et dans le secteur résidentiel.

Le relevé de données relatives à l'usage non énergétique d'électricité et de chaleur n'est pas prévu.

7 Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur l'électricité et la chaleur

Consommation des autoproducteurs.....

Informations générales

En raison de l'importance croissante de la problématique environnementale, il est essentiel de bien connaître la consommation totale de combustibles dans le secteur de l'industrie et dans celui de la consommation courante, afin de prendre des mesures appropriées à chacun d'eux en vue d'économiser l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Pour davantage d'informations et de définitions sur l'autoproduction, veuillez vous référer à la section 1, *Informations spécifiques au questionnaire commun*.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation des autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur est indiquée dans les deux parties du tableau 5.

Ce tableau fournit des informations sur les combustibles utilisés par les autoproducteurs d'électricité et de chaleur destinées à la vente selon leur principale activité économique. Il est divisé en colonnes, qui correspondent aux trois types de centrales reconnus : *électricité seule*, *cogénération* et *chaleur seule*. Ces données servent à dresser le bilan de la consommation de combustibles par les autoproducteurs dans le cadre des efforts déployés par les Nations unies pour comprendre les émissions de CO₂.

Dans le cas des centrales de cogénération, il faut, pour indiquer séparément les quantités de combustibles utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur, appliquer une méthode qui consiste à diviser la consommation totale de combustibles entre les deux productions d'énergie. Cette opération est nécessaire même si aucune chaleur n'est vendue, parce que les combustibles utilisés pour produire de l'électricité doivent être mentionnés dans le secteur de la transformation. La méthode proposée est décrite à l'annexe 1, section 1, et doit être scrupuleusement respectée.

Veillez noter que les totaux indiqués dans ce tableau doivent correspondre aux totaux respectifs indiqués dans le secteur de la transformation (tableau 1). Les quatre autres questionnaires annuels contiennent un tableau semblable. Afin d'éviter toute incohérence, veuillez contacter la personne chargée de compléter les autres questionnaires dans votre pays.

À retenir

Les autres questionnaires sur les combustibles (charbon, pétrole, gaz naturel et énergies renouvelables et déchets) contiennent des tableaux similaires.

Puissance électrique maximale nette et charge de pointe

Informations générales

La puissance électrique nette, la charge de pointe et la date de la charge de pointe sont contrôlées afin de mesurer les facteurs liés à la sécurité, tels que la marge de réserve, la puissance disponible en période de pointe, etc.

La puissance maximale nette est la puissance maximale qui peut être fournie en régime continu au point de raccordement au réseau lorsque la totalité des installations fonctionnent (c'est-à-dire après déduction de la puissance électrique absorbée par les auxiliaires et des pertes dans les transformateurs considérés comme faisant partie intégrante de la centrale).

La **puissance électrique maximale** nationale est définie comme étant la somme des puissances maximales de toutes les centrales prises séparément pendant une période d'au moins 15 heures par jour. Les chiffres indiqués doivent se rapporter aux puissances maximales au 31 décembre et être exprimés en mégawatts (MW).

Les données sur la puissance des combustibles sont importantes en vue de prévoir les mesures à prendre face aux perturbations de l'offre de combustibles sur le plan national et international.

La **charge de pointe**, c'est la demande simultanée d'électricité la plus élevée qui a pu être satisfaite au cours de l'année. On notera que l'approvisionnement en électricité au moment de la charge de pointe peut inclure la demande satisfaite au moyen d'électricité importée. Inversement, la demande peut inclure des exportations d'électricité.

La charge de pointe totale du réseau national n'est pas la somme des charges de pointe des différentes centrales au cours de l'année, puisque ces charges peuvent se produire à des moments différents.

La puissance en pointe est la puissance totale nette disponible au moment de la charge de pointe. Elle peut être différente de la puissance maximale disponible indiquée plus haut en raison d'un arrêt pour l'entretien de la centrale ou d'autres arrêts survenus pendant cette période.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Ces informations sont recueillies dans le tableau 7 du questionnaire, qui s'articule en deux parties : le tableau 7A et le tableau 7B.

- Le tableau 7A recueille des informations sur la *puissance électrique maximale nette* et la *charge de pointe*. Pour remplir ce tableau, il faut diviser la puissance nationale totale entre les fournisseurs publics d'électricité et les autoproducteurs, ainsi que par source d'énergie. La puissance indiquée pour les combustibles doit ensuite être à nouveau divisée en fonction de la technologie de la centrale.
- Le tableau 7B recueille des informations sur la *puissance électrique maximale nette des centrales consommant des combustibles*. La puissance maximale nette totale indiquée pour les combustibles dans le tableau 7A, divisée entre les fournisseurs publics et les autoproducteurs, est à nouveau divisée en puissance par combustible dans le tableau 7B. La puissance est séparée en deux catégories : « monocombustible » et « pluricombustible ». Une centrale pluricombustible est une centrale qui comporte plusieurs unités uniques capables de brûler plusieurs combustibles en régime continu.

Les puissances électriques sont indiquées en mégawatts (MW). Toutes les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les chiffres communiqués doivent se rapporter aux puissances maximales au 31 décembre et s'exprimer en mégawatts (MW).

Gaz naturel



1 Qu'est-ce que le gaz naturel ?

Informations générales

Le gaz naturel comporte plusieurs gaz, mais se compose principalement de méthane (CH₄).

Comme son nom l'indique, il est extrait de réserves naturelles souterraines et n'est pas un produit chimiquement unique. Lorsqu'il est extrait d'un gisement de gaz ou qu'il est obtenu en même temps que le pétrole brut, il contient un mélange de gaz et de liquides (dont certains ne seront pas transformés en produits énergétiques). Ce n'est qu'après avoir été traité qu'il devient un des gaz commercialisables du mélange d'origine. À ce stade, le gaz naturel reste un mélange de gaz, mais c'est la teneur en méthane qui prédomine (généralement plus de 85 %).

Le gaz naturel produit en association avec le pétrole porte le nom de « **gaz associé** », tandis que celui produit à partir d'un gisement non associé au pétrole est appelé « **gaz non associé** ».

L'extraction de charbon dans des mines souterraines peut libérer un gaz, appelé « **grisou** ». Celui-ci doit être évacué pour des raisons de sécurité mais, lorsqu'il est récupéré et utilisé en tant que combustible, les quantités en question doivent être incluses dans la production commercialisée.

Les termes « **gaz sec** » et « **gaz humide** » sont aussi fréquemment utilisés. Le gaz qui contient une quantité non négligeable de butane et d'hydrocarbures plus lourds (liquides du gaz naturel – LGN) est dit « **humide** ». Le gaz naturel produit en même temps que le pétrole – gaz associé – est en général du gaz humide. Le **gaz sec** est, quant à lui, essentiellement constitué de méthane, ainsi que d'éthane, de propane, etc., en assez faibles quantités. Le gaz non associé, c'est-à-dire extrait d'un gisement de gaz non associé à un gisement de pétrole, est en général du gaz sec.

En vue de faciliter son transport sur de longues distances, le gaz naturel peut être transformé à l'état liquide en réduisant sa température à – 160 degrés Celsius sous pression atmosphérique. Une fois liquéfié, il porte le nom de « **gaz naturel liquéfié** » (GNL). La liquéfaction ne modifie que l'état physique du gaz naturel, qui passe de l'état gazeux à l'état liquide. Il reste essentiellement composé de méthane et c'est pour cette raison qu'il doit être inclus dans le *questionnaire sur le gaz naturel*. Pour de plus amples informations, veuillez vous référer à l'*annexe 1*, section 4.

L'offre et la demande de gaz naturel connaissent une croissance rapide. Le gaz naturel représente aujourd'hui plus de 21 % du total de l'offre mondiale d'énergie primaire, contre 16,2 % en 1973.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Dans le *questionnaire sur le gaz naturel*, il faut indiquer la production de gaz naturel en séparant gaz associé et gaz non associé. Il faut aussi y indiquer le grisou

récupéré des mines de charbon. Les gaz manufacturés, comme le gaz fabriqué dans des usines à gaz, et les gaz liquides, comme les liquides du gaz naturel (LGN), ainsi que les gaz de pétrole liquéfiés (GPL), ne doivent pas être inclus dans le questionnaire sur le gaz naturel, mais dans les questionnaires sur le charbon ou le pétrole.

À retenir

Le gaz naturel est essentiellement constitué de méthane.

Le grisou doit être inclus dans les statistiques.

2 Quelles sont les unités utilisées pour exprimer le gaz naturel ?

Informations générales

Le gaz naturel peut se mesurer en plusieurs unités : soit selon sa **teneur énergétique** (aussi appelée chaleur), soit selon son **volume**.

Dans un cas comme dans l'autre, plusieurs unités sont utilisées dans l'industrie du gaz naturel :

- pour mesurer l'énergie, il est possible d'utiliser les joules, les calories, les kWh, les unités thermiques britanniques (BTU) ou les thermies ;
- pour mesurer le volume, l'unité la plus fréquemment utilisée est le mètre cube ou le pied cube.

En mesurant le gaz naturel selon son volume, il importe de savoir à quelle température et à quelle pression il est mesuré. En effet, le gaz étant très compressible, les volumes de gaz n'ont de sens que si la température et la pression ont été spécifiées d'un commun accord. Il existe deux types de conditions de mesure du gaz :

- conditions normales : mesuré à une température de 0 degré Celsius et à une pression de 760 mm Hg ;
- conditions standard : mesuré à une température de 15 degrés Celsius et à une pression de 760 mm Hg.

Pour des informations plus détaillées, veuillez vous référer à l'annexe 1, section 4.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Dans le questionnaire sur le gaz naturel, les données relatives au bilan d'approvisionnement et au commerce doivent être indiquées à la fois en unités d'énergie et en unités de volume. L'unité d'énergie utilisée est le **térajoule** (TJ) et l'unité de volume est le **million de mètres cubes** (Mm³). Les conditions utilisées sont les **conditions standard** (à savoir 15 degrés Celsius et 760 mm Hg). Les données sont indiquées en pouvoir calorifique supérieur.

Il faut également préciser les données sur le pouvoir calorifique brut et net pour les flux du bilan d'approvisionnement.

Les données relatives à la consommation des autoproducteurs sont indiquées en unités d'énergie, les térajoules (TJ).

À retenir

Les données sur le gaz naturel sont indiquées en deux unités :

- **une unité d'énergie, le térajoule (TJ), et**
- **une unité de volume, le million de mètres cubes (Mm³).**

3 Comment convertir le volume en énergie ?

Informations générales

La méthode la plus courante pour mesurer et comptabiliser le gaz est le volume (par exemple, le Mm³). Toutefois, les prix du gaz naturel sont souvent déterminés sur la base de la teneur calorifique par unité de volume, dès lors que le gaz est acheté pour son pouvoir calorifique.

Le pouvoir calorifique du gaz naturel est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une quantité unitaire de combustible dans des conditions précises, par exemple le nombre de kcal/m³, ou de mégajoule (MJ/m³). Les pouvoirs calorifiques peuvent être **supérieurs** ou **inférieurs**. La différence entre le **pouvoir calorifique supérieur** et le **pouvoir calorifique inférieur** est la chaleur latente de la vaporisation de l'eau produite durant la combustion du combustible. Dans le cas du gaz naturel, le pouvoir calorifique inférieur est en moyenne inférieur de 10 % au pouvoir calorifique supérieur.

Pour des informations générales sur la conversion, veuillez vous référer au chapitre 1 – *Principes fondamentaux – Comment mesurer les quantités et les pouvoirs calorifiques* (section 5), ainsi qu'à l'annexe 3 – *Unités et équivalents de conversion*.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Pour procéder à la **conversion en unités d'énergie** (TJ), il faut utiliser le pouvoir calorifique supérieur du flux en question. Un flux de gaz peut avoir un pouvoir calorifique propre et les éléments qui le composent peuvent avoir des pouvoirs différents (par exemple, la production de qualités de gaz différentes à partir de plusieurs gisements ou les importations de sources différentes). Les pouvoirs calorifiques évoluent également au fil du temps. Les pouvoirs calorifiques supérieurs appropriés peuvent être obtenus auprès des sociétés de distribution.

Pour convertir le gaz naturel d'unités de volume en térajoules, il faut utiliser le pouvoir calorifique supérieur correspondant aux différents éléments des flux. Pour obtenir le volume énergétique en térajoules il faut multiplier le volume exprimé en mètres cubes par le pouvoir calorifique supérieur.

En ce qui concerne les données relatives aux importations, il y a lieu d'appliquer le pouvoir calorifique supérieur moyen pondéré. En d'autres termes, les importations totales doivent être la somme de chacune des sources converties individuellement.

Par exemple, le pays A importe 3 000 Mm³ de gaz naturel des Pays-Bas et 5 000 Mm³ de Norvège. On calcule le pouvoir calorifique moyen des importations sur la base du rapport entre les différentes importations et leurs pouvoirs calorifiques, comme le montre le tableau suivant.

Tableau 3.1 • Comment calculer le pouvoir calorifique moyen des importations

| Pays d'origine From | Importations (Mm ³) | Pouvoir calorifique (TJ/m ³) | Importations en térajoules (m ³ x TJ/m ³) | Pouvoir calorifique (TJ/m ³) |
|------------------------|------------------------------------|---|---|---|
| Pays-Bas | 3 000 | 33.3 | 3 000 x 33.3 = 99 900 | |
| Norvège | 5 000 | 41.0 | 5 000 x 41.0 = 205 000 | |
| Total | 8 000 | ? | 99 900 + 205 000 = 304 900 | 304 900 / 8 000 = 38.113 |

À partir de ce calcul, on peut déduire que le facteur de conversion moyen des importations du pays A est 38,113 TJ/m³, à indiquer dans le questionnaire de cette manière : 38 113 KJ/m³.

À retenir

Le gaz naturel doit être indiqué en pouvoir calorifique supérieur, en utilisant les pouvoirs calorifiques spécifiques lorsqu'ils sont disponibles.

4 Flux de gaz naturel

Informations générales

Le graphique 3.1 ci-dessous représente le flux de gaz naturel depuis sa production jusqu'à sa consommation. Ce schéma a été délibérément simplifié pour donner un aperçu global de la chaîne d'approvisionnement.

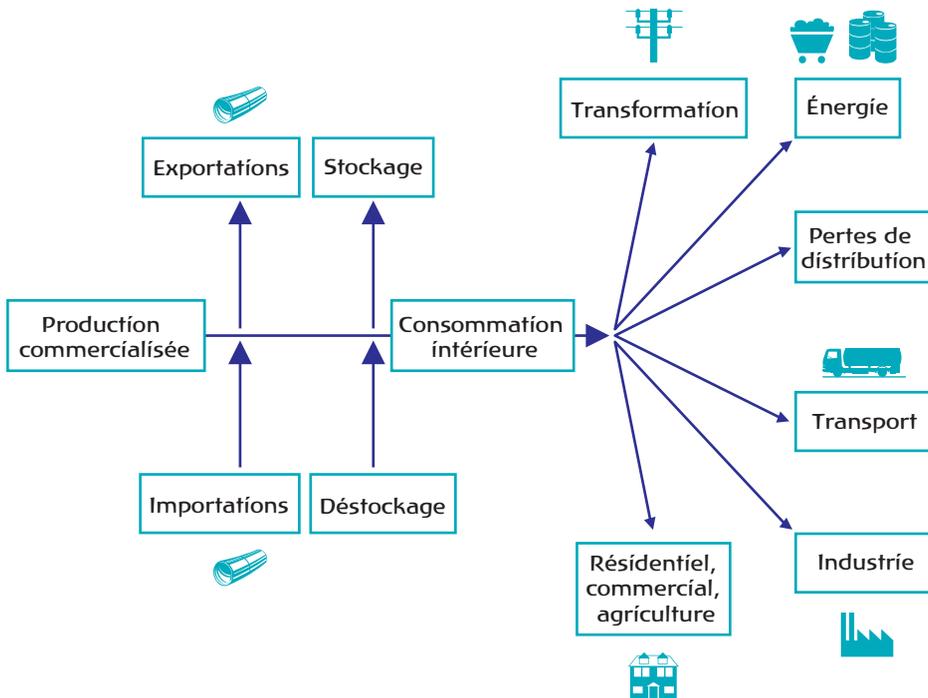
La production, le commerce, les stocks, le secteur de l'énergie, la transformation et la consommation finale sont les principaux éléments à connaître pour avoir une vue d'ensemble du flux de gaz dans un pays. Le niveau de détail des informations recueillies dépend de l'usage auquel elles sont destinées.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La structure du *questionnaire sur le gaz naturel* suit le schéma du graphique 3.1. Le questionnaire comporte cinq tableaux :

- tableau 1 : offre de gaz naturel (voir la section 5) ;
- tableaux 2a, 2b : consommation par secteur (voir la section 6) ;
- tableau 3 : importations par pays d'origine (voir la section 5) ;

Graphique 3.1 • Schéma simplifié du flux de gaz naturel

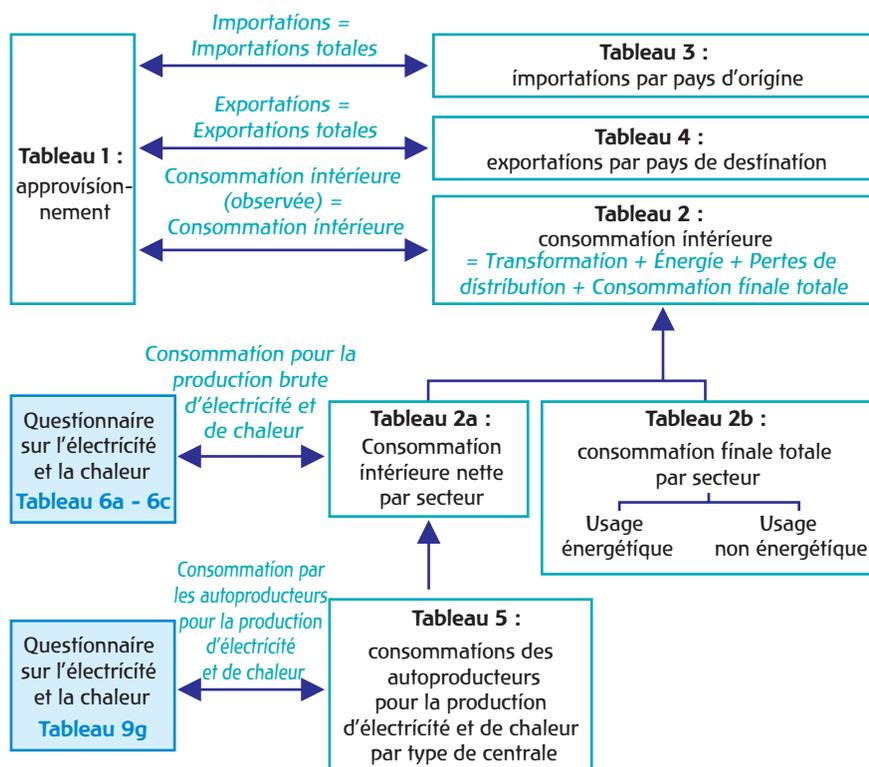


- tableau 4 : exportations par pays de destination (voir la section 5) ;
- tableau 5 : données relatives à la production d'électricité et de chaleur des autoproducteurs (voir la section 7).

Chacun de ces tableaux sera présenté dans les paragraphes suivants. Toutefois, certains totaux essentiels fondamentaux doivent être maintenus entre les différents tableaux. Ils sont illustrés dans le graphique 3.2.

Les totaux suivants doivent rester cohérents entre les différents tableaux :

- les importations par pays d'origine du tableau 3 doivent être additionnées, et la somme doit être indiquée dans le tableau 1 en tant qu'importations totales ;
- les exportations par pays de destination du tableau 4 doivent être additionnées, et la somme doit être indiquée dans le tableau 1 en tant qu'exportations totales ;
- la consommation intérieure (observée) exprimée en térajoules dans le tableau 1 doit correspondre à la consommation intérieure exprimée en térajoules dans le tableau 2 ;
- la consommation intérieure du tableau 2a est la somme du secteur de la transformation, du secteur de l'énergie, des pertes de distribution et de la consommation finale totale (usage énergétique + usage non énergétique) du tableau 2b ;
- les données relatives à l'autoproduction d'électricité dans le tableau 2a doivent correspondre à la consommation totale de l'autoproduction d'électricité du tableau 5 ;

Graphique 3.2 • Liens entre les tableaux du questionnaire sur le gaz naturel


- les données relatives à l'autoproduction – cogénération chaleur/électricité du tableau 2a doivent correspondre à la consommation totale de l'autoproduction – cogénération chaleur/électricité du tableau 5 ;
- les données relatives à l'autoproduction de chaleur du tableau 2a doivent correspondre à la consommation totale de l'autoproduction de chaleur du tableau 5.

À retenir

Soyez attentifs aux liens entre les tableaux du questionnaire. Les totaux fondamentaux doivent être cohérents.

5 Offre de gaz naturel

Comme on l'a défini au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 9, l'offre comprend la production, le commerce et les variations des stocks. Chacun de ces éléments sera détaillé ci-après.

Production

Informations générales

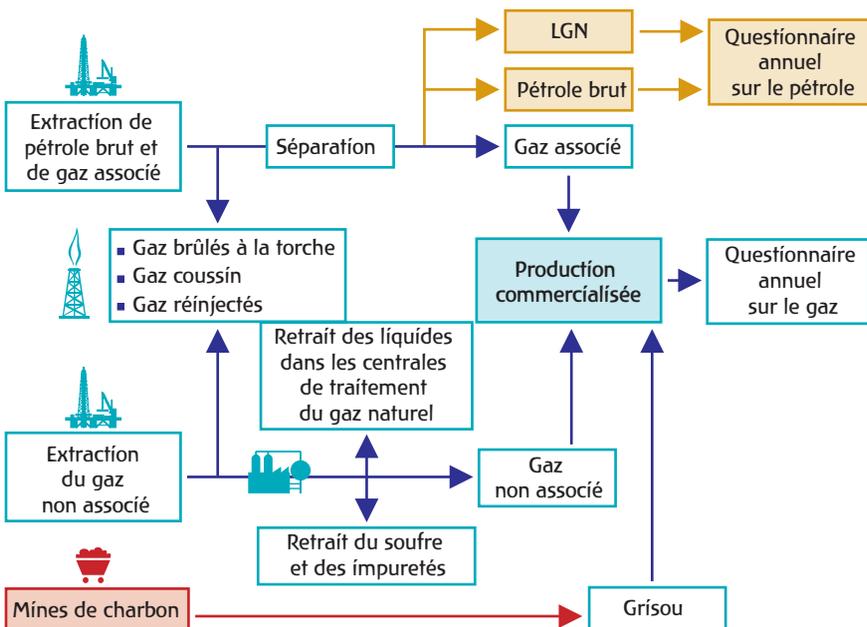
Le gaz naturel, tel qu'il est extrait, peut être soumis à divers traitements, en fonction des circonstances de sa production, avant d'être commercialisable. Les différents processus sont illustrés au graphique 3.3. Dans un souci de clarté, le lecteur désireux d'en savoir davantage sur certains de ces processus trouvera des informations plus détaillées à l'annexe 1.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La production nationale doit être communiquée dans le tableau 1 (offre).

Il ressort clairement du graphique 3.3 qu'il n'est pas toujours simple de délimiter les flux qui doivent être inclus dans les statistiques et ceux qui ne le doivent pas. Néanmoins, pour le questionnaire sur le gaz naturel, c'est la **production commercialisée** qu'il convient d'inscrire en tant que *production nationale*, mesurée après purification et après extraction des LGN et du soufre.

Graphique 3.3 • Schéma simplifié pour la production de gaz naturel



Il importe toutefois de rappeler que :

- le gaz associé issu de l'extraction de pétrole brut doit être indiqué dans le questionnaire sur le gaz naturel (tableau 1) ;
- les gaz brûlés à la torche, le gaz coussin et les gaz réinjectés ne doivent pas être indiqués. Les agences environnementales réclament toutefois les quantités de gaz coussin et de gaz brûlés à la torche ou réinjectés pour estimer les émissions diffuses des activités de production de pétrole et de gaz. C'est la raison pour laquelle ces données doivent être introduites séparément ;
- les quantités de gaz utilisées dans l'industrie du gaz naturel (souvent à l'état non commercialisable) dans les différents processus de séparation et de traitement doivent être indiquées dans les données sur la production.

Les données relatives à la production doivent être exprimées à la fois en unités d'énergie (TJ) et en unités de volume (Mm³). Les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

La production nationale doit comprendre la production commercialisée et les quantités utilisées dans les centrales de traitement, et exclure le gaz coussin ainsi que les gaz brûlés à la torche ou réinjectés.

Importations et exportations

Informations générales

Il existe deux principaux modes de transport du gaz naturel : à l'état gazeux via des gazoducs, et à l'état liquide dans les transporteurs de GNL.

Compte tenu de la relative difficulté du transport de gaz naturel et de son coût élevé, le commerce de gaz était encore limité jusqu'il y a peu. En 1971, le gaz vendu représentait 5,5 % de la consommation totale de gaz naturel. Ces dernières décennies, le commerce du gaz naturel s'est néanmoins rapidement développé et il représente à présent plus de 25 % du gaz consommé.

Qui plus est, si par le passé le marché du gaz était essentiellement local, l'élaboration de technologies plus efficaces pour les gazoducs a régionalisé le marché (par exemple, l'Europe, l'Amérique du Nord). Le développement de champs de gaz loin des régions de consommation ainsi que l'expansion du marché instantané devraient bientôt mondialiser quelque peu le marché du gaz.

Par conséquent, compte tenu du rôle croissant du gaz naturel sur le marché de l'énergie, il est capital de disposer de données détaillées et fiables sur les importations et les exportations. Il est cependant parfois compliqué de communiquer des données sur l'origine et la destination du commerce du gaz naturel du fait qu'il est souvent transporté via des gazoducs qui traversent de nombreuses frontières territoriales.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les importations et exportations totales doivent être indiquées dans le tableau 1. Les importations par pays d'origine et les exportations par pays de destination doivent être mentionnées dans les tableaux 3 et 4 respectivement.

À des fins de sécurité énergétique, les origines et destinations du gaz naturel constituent une partie importante de la collecte de données.

Pour les importations, il faut connaître (et donc indiquer) l'origine première du gaz (le pays dans lequel il est produit), tandis que, pour les exportations, il faut communiquer sa destination ultime (le pays où il sera consommé). Les sociétés responsables des accords commerciaux menant à la vente devraient pouvoir fournir ces données.

Les importations désignent le gaz qui doit être consommé dans le pays et les exportations désignent le gaz qui a été produit à l'intérieur du pays. Le commerce de transit et les réexportations ne doivent donc pas être comprises dans les données communiquées sur le commerce.

Les données relatives au commerce doivent être exprimées à la fois en unités d'énergie (TJ) et en unités de volume (Mm³). Les valeurs doivent être arrondies et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les importations doivent couvrir le gaz qui entre dans votre pays pour y être consommé et doivent être mentionnées en regard du pays où il a été produit.

Les exportations doivent couvrir le gaz produit à l'intérieur de votre pays et quittant ce pays, et elles doivent être mentionnées en regard du pays où il sera consommé.

Le commerce de transit et les réexportations ne sont donc pas inclus.

Niveaux et variations des stocks

Informations générales

Dans la majorité des pays, la demande de gaz naturel est très saisonnière ; en hiver, elle met les systèmes de transport et de distribution à rude épreuve. En vue de limiter la nécessité de transporter du gaz sur de longues distances, de nombreux pays ont commencé à construire des installations de stockage. Par ailleurs, les réserves stratégiques renforcent la sécurité de l'approvisionnement.

Comme c'est le cas pour le pétrole, des données ponctuelles, détaillées et fidèles sur les niveaux et les variations des stocks sont essentielles pour les décideurs politiques et les analystes des marchés, d'autant plus que la part du gaz naturel dans l'offre énergétique totale est en hausse.

Les installations de stockage du gaz se divisent en deux grandes catégories : les installations saisonnières et celles réservées aux périodes de pointe. Les sites de stockage saisonniers, qui peuvent également servir à des fins stratégiques, doivent être capables de stocker des volumes considérables de gaz constitués en période de faible demande pour les libérer petit à petit en période de demande élevée. Les installations de pointe stockent des quantités plus réduites, mais doivent pouvoir injecter rapidement du gaz dans le réseau de transport pour répondre à des pics de la demande. Les installations de stockage peuvent être classées selon leur type physique (pour de plus amples informations, voir l'annexe 1). Parmi les types d'installations les plus utilisés, on peut citer les aquifères (en ce compris les gisements épuisés de pétrole/gaz), les dômes de sel, les unités d'écrêtement de pointe de GNL, les mines exploitées, les mines et les gazomètres désaffectés.

Il faut faire la distinction entre le **stockage** et les **stocks de gaz**, d'une part, et les réserves de gaz, d'autre part. Les premiers se rapportent au gaz déjà produit, mais utilisé à des fins stratégiques, saisonnières ou d'écrêtement de pointe. Le terme « **réserves de gaz** » fait quant à lui référence aux quantités estimées de gaz qui n'a pas encore été produit, mais à propos duquel les analyses des données géologiques démontrent avec une quasi-certitude qu'il sera exploitable dans les années à venir à partir des gisements de pétrole et de gaz.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les niveaux et les variations des stocks de gaz naturel doivent être indiqués dans le tableau 1 (*offre*).

Les niveaux initiaux et finaux des stocks doivent tous deux être communiqués. Les *stocks initiaux* sont les niveaux des stocks le premier jour de la période analysée ; les *stocks finaux* sont les niveaux des stocks à la fin de cette même période. Par exemple, pour une année calendrier, les stocks initiaux sont les niveaux des stocks au 1^{er} janvier et les stocks finaux sont mesurés le 31 décembre.

Le *questionnaire sur le gaz naturel* demande des détails sur le stockage du gaz et sur le gaz récupérable. Les variations du niveau des stocks se rapportent à des modifications relatives au gaz exploitable. (Les variations des stocks équivalent aux stocks initiaux moins les stocks finaux, soit un chiffre négatif en cas d'augmentation des stocks et un chiffre positif en cas de diminution des stocks).

Les réservoirs souterrains de stockage contiennent du « gaz coussin », qui peut être considéré comme non disponible, mais dont la présence sert au bon fonctionnement de ces réservoirs. Par conséquent, les informations sur le niveau des stocks du *gaz coussin* sont demandées séparément.

Les données relatives aux stocks doivent être indiquées en unités d'énergie (TJ) et en unités de volume (Mm³).

À retenir

Indiquez les niveaux et les variations des stocks de gaz exploitable dans le tableau principal d'approvisionnement. Indiquez les niveaux des stocks de gaz coussin séparément pour information.

Les variations des stocks sont calculées en déduisant le niveau du stock final du niveau de stock initial.

6

Consommation de gaz naturel

Différents secteurs consomment du gaz naturel :

- le secteur de la transformation ;
- l'industrie productrice d'énergie au sein du secteur de l'énergie ;
- le transport et la distribution de gaz ;
- les différents secteurs et branches de la consommation finale (industrie, transport, résidentiel, services, etc.). Ces derniers incluent l'usage tant énergétique que non énergétique du gaz naturel.

Une brève description de ces quatre secteurs est présentée dans les paragraphes suivants, qui soulignent l'incidence sur les statistiques de la spécificité de l'utilisation finale ventilée par secteur. Pour des informations plus générales, veuillez vous référer au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8.

Consommation de gaz naturel dans le secteur de la transformation

Informations générales

L'image du gaz naturel a radicalement changé par rapport à ce qu'elle était il y a 10 ou 20 ans. Auparavant, le gaz naturel était considéré comme un combustible noble réservé à des usages particuliers. Il était donc rarement consommé dans le secteur de la transformation. Aujourd'hui, il est utilisé dans une multitude de secteurs et pour une multitude d'applications et connaît une croissance rapide en tant que combustible pour la production d'énergie. Le développement de la technologie des turbines à gaz a sensiblement amélioré la position du gaz dans la production d'énergie, à la fois pour les génératrices pour turbines à gaz à cycle combiné (TGCC) et pour les centrales de cogénération chaleur/électricité. Le gaz offre de nombreux avantages dans ce secteur par rapport à d'autres combustibles fossiles : efficacité élevée, coûts en capital relativement bas et propreté. Le gaz est le plus propre des combustibles fossiles et sa demande sera favorisée pour des raisons environnementales.

Depuis quelques années, le gaz naturel consommé pour la production d'électricité totalise près de 20 % de la production mondiale d'électricité (contre 13 % en 1973), et représente environ la moitié de la production mondiale de chaleur produite dans les centrales cogènes et de cogénération.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le secteur de la transformation comprend des statistiques sur la production d'électricité et de chaleur selon le type de centrale (c'est-à-dire électricité seule, chaleur seule ou cogénération) et établit une distinction entre types de producteurs (les fournisseurs publics et les autoproducteurs). Pour de plus amples informations sur ces différentes catégories, veuillez vous référer à l'annexe 1, section 1.

Le gaz naturel utilisé comme matière première pour la liquéfaction, par exemple la production de méthanol, doit être indiqué dans le sous-secteur « Conversion en liquides » (tableau 2a). La production de liquides du gaz naturel doit être mentionnée dans le questionnaire sur le pétrole (tableau 1) en tant qu'Autres sources.

À retenir

Dans le secteur de la transformation, il convient d'indiquer l'énergie consommée pour être transformée en autres formes d'énergie.

Consommation de gaz naturel dans le secteur de l'énergie

Informations générales

La consommation du secteur de l'énergie comprend l'« usage propre », qui inclut le gaz naturel consommé par ce secteur pour soutenir ses activités d'extraction (exploitation des mines, production de pétrole et de gaz) ou de transformation (par exemple, le gaz consommé par le secteur de l'énergie pour le chauffage ou pour faire fonctionner les pompes ou compresseurs).

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les sous-secteurs du secteur de l'énergie sont les différentes industries productrices d'énergie.

Le sous-secteur des unités de liquéfaction revêt un caractère particulier. Ce sous-secteur doit inclure les quantités de gaz consommées comme « usage propre » pour liquéfier le gaz naturel. Souvent, ces quantités ne peuvent être mesurées qu'en calculant la différence entre la consommation de gaz naturel de l'unité de liquéfaction et la production de GNL (mais elles incluront certaines pertes d'énergie). Bien que le gaz soit transformé de l'état gazeux à l'état liquide grâce au refroidissement (à -160 degrés Celsius), la composition du méthane n'est en rien

modifiée. C'est pourquoi le processus de liquéfaction n'est pas mentionné dans le secteur de la transformation. L'énergie utilisée pour ce processus doit être indiquée en tant que consommation du secteur de l'énergie (sous-secteur Unités de liquéfaction du gaz).

À retenir

Le secteur de l'énergie englobe l'énergie utilisée pour soutenir les activités d'extraction et de transformation.

Pertes de distribution et de transport de gaz naturel ...

Informations générales

Étant donné que le gaz naturel est souvent transporté par gazoduc sur de longues distances, des pertes peuvent se produire.

Lorsque l'on fait référence aux pertes de distribution et de **transport**, il faut généralement comprendre que les pertes de transport surviennent lors du transport du gaz sur de longues distances, tandis que les pertes de **distribution** sont celles qui surviennent dans la chaîne d'approvisionnement du gaz sur le réseau de distribution local.

Ces pertes peuvent être dues à des différences lors du mesurage, comme des différences dans le métrage des flux ou des différences de température et de pression au moment du mesurage. En outre, les conduites peuvent présenter des fuites plus ou moins importantes.

Toutes ces différences peuvent être classées en tant que pertes survenues au cours du transport ou de la distribution du gaz naturel entre le lieu de production et celui de consommation, c'est-à-dire en tant que pertes de distribution et de transport. Pour information, ces pertes représentent moins de 1 % de l'offre mondiale de gaz, bien que ce pourcentage puisse bien sûr varier sensiblement d'un pays à l'autre.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La catégorie *Pertes de distribution* (tableau 2a) doit inclure toutes les pertes qui se produisent lors du transport et de la distribution du gaz, en ce compris les pertes au niveau des gazoducs.

Le gaz utilisé par les compresseurs des gazoducs et servant à le transporter doit être indiqué dans la consommation du secteur du transport (tableau 2b).

À retenir

Les pertes survenues lors du transport doivent être comprises dans les pertes de distribution.

Le gaz utilisé pour faire fonctionner les gazoducs doit être inclus dans le secteur du transport (transport par conduites) et non dans les pertes de transport et de distribution.

Consommation finale

Informations générales

La consommation finale, c'est toute l'énergie livrée aux consommateurs finaux dans les secteurs du **transport**, de l'**industrie** et **autres**. Elle ne comprend pas le gaz utilisé pour la transformation ou pour la consommation propre des industries productrices d'énergie. Les branches de ces trois principaux secteurs sont présentées dans le chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8.

Dans le secteur du **transport**, le gaz naturel est utilisé sous forme comprimée (gaz naturel comprimé ou GNC) ou liquide (GNL). Le GNC est le gaz naturel utilisé dans les véhicules spécialement équipés à cet effet, où il est stocké dans des cylindres à combustible à haute pression. C'est en partie pour ses propriétés de combustion propre que le GNC est utilisé, car il produit moins d'émissions de gaz d'échappement et de gaz à effet de serre que l'essence ou le diesel. Il est le plus souvent utilisé dans les véhicules utilitaires légers pour le transport de passagers et dans les camionnettes légères, les camionnettes de livraison de gamme moyenne, les autobus et les cars scolaires. Le GNL, pour sa part, sert surtout à des applications plus lourdes, telles que les autobus de ligne, les locomotives et les semi-remorques. La nécessité de maintenir le LNG à très basse température et sa volatilité limitent largement ses applications pour le transport.

Les données sont recueillies pour l'usage énergétique et non énergétique (matière première) du gaz naturel dans les secteurs et les branches de la consommation finale. Son utilisation la plus importante en tant que matière première se situe dans l'**industrie chimique et pétrochimique**.

Le méthane contenu dans le gaz naturel est une source importante de carbone et d'hydrogène pour plusieurs processus industriels dans l'industrie chimique. L'usage le plus connu est la fabrication d'ammoniac, utilisé pour produire des engrais agricoles. Le méthane peut néanmoins être aussi utilisé dans la fabrication de méthanol et de noir de carbone. Chacun de ces processus présente des besoins de chaleur, qui peut être obtenue en brûlant une partie du gaz naturel.

Lorsque le méthane est utilisé en tant que combustible pour les processus pétrochimiques tels que le vapocraquage, la production d'ammoniac et la production de méthanol, il est considéré comme usage énergétique.

Néanmoins, lorsqu'il est utilisé en tant que matière première dans des processus tels que le craquage et le reformage pour la production d'éthylène, de propylène, de butylène,

de composés aromatiques, de butadiène et d'autres matières premières non énergétiques tirées des hydrocarbures, il est considéré comme usage non énergétique.

Pour information, le gaz naturel représente approximativement 16 % de la consommation finale mondiale d'énergie. La répartition entre usage énergétique et usage non énergétique peut varier sensiblement d'un pays à l'autre, en fonction de l'importance de l'activité pétrochimique industrielle.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Il est souvent difficile d'obtenir la quantité de gaz naturel utilisé comme combustible lorsqu'il est livré à l'industrie pétrochimique. Les fournisseurs de gaz à ce secteur peuvent classer tout le gaz livré comme étant utilisé en tant que matière première. Dans ce cas, mieux vaut peut-être simplifier les données transmises par l'industrie et obtenir des données plus fidèles de la part des branches chimique et pétrochimique du secteur industriel. Elles sont nettement mieux placées pour fournir des informations sur l'utilisation du gaz naturel comme combustible de chauffage ou à d'autres fins.

À retenir

Le gaz peut être utilisé à des fins énergétiques et non énergétiques. Ces deux usages doivent être indiqués dans le secteur approprié.

7

Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur le gaz naturel

Consommation des autoproducteurs.....

Informations générales

En raison de l'importance croissante de la problématique environnementale, il est essentiel de bien connaître la consommation totale de combustibles dans le secteur de l'industrie et dans celui de la consommation courante, afin de prendre des mesures appropriées à chacun d'eux en vue d'économiser l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Pour davantage d'informations et de définitions sur l'autoproduction, veuillez vous référer au chapitre 2, *Électricité et chaleur*, section 1.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation des *autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur* est indiquée dans le tableau 5.

Ce tableau fournit des informations sur les combustibles utilisés par les autoproducteurs d'électricité et de chaleur destinées à la vente selon leur principale activité économique. Il est divisé en trois colonnes, qui correspondent aux trois types de centrales reconnus : *électricité seule*, *cogénération* et *chaleur seule*. Ces données servent à dresser le bilan de la consommation de combustibles par les autoproducteurs dans le cadre des efforts déployés par les Nations unies pour comprendre les émissions de CO₂.

Dans le cas des centrales de cogénération, il faut, pour indiquer **séparément** les quantités de combustibles utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur, appliquer une méthode qui consiste à diviser la consommation totale de combustibles entre les deux productions d'énergie. Cette opération est nécessaire même si aucune chaleur n'est vendue, parce que les combustibles utilisés pour produire de l'électricité doivent être mentionnés dans le *secteur de la transformation*. La méthode proposée est décrite à l'*annexe 1*, section 1, et doit être scrupuleusement respectée.

Veillez noter que les totaux indiqués dans ce tableau doivent correspondre aux totaux respectifs indiqués dans le *secteur de la transformation*. Le *questionnaire sur l'électricité et la chaleur* contient un tableau semblable. Afin d'éviter toute incohérence, veuillez contacter la personne chargée de compléter ce questionnaire dans votre pays.

À retenir

Indiquez le gaz naturel utilisé par les autoproducteurs dans la consommation pour la production d'électricité et de chaleur dans les secteurs respectifs.

Pétrole



1 Qu'est-ce que le pétrole ?

Informations générales

Le **pétrole** est un mélange complexe d'hydrocarbures liquides, des éléments chimiques contenant de l'hydrogène et du carbone, qui se forme naturellement dans des nappes souterraines présentes dans les roches sédimentaires. Le terme « pétrole » provient du latin *petra*, qui signifie roche, et *oleum*, qui signifie huile. Au sens large, il inclut les produits tant primaires (non raffinés) que secondaires (raffinés).

Le **pétrole brut** est la principale matière première qui sert à fabriquer un grand nombre de **produits pétroliers**. Beaucoup sont destinés à des usages spécifiques, comme l'essence ou les lubrifiants ; d'autres sont destinés à satisfaire des besoins de chauffage en général, comme le gazole ou le mazout.

Les noms des produits pétroliers sont ceux généralement utilisés en Europe occidentale et en Amérique du Nord. Ils sont couramment employés dans le commerce international, mais ne correspondent pas toujours aux appellations en usage sur les marchés locaux. Outre ces types de pétrole, d'autres sont des pétroles « non finis » destinés à être traités dans des raffineries ou ailleurs.

L'offre et la consommation de pétrole dans les économies industrialisées sont complexes et englobent des usages aussi bien énergétiques que non énergétiques. Par conséquent, les informations ci-après ne sont données qu'à titre général et indicatif et ne constituent pas des règles immuables. *L'annexe 1* fournit des explications complètes sur les processus et les activités mentionnés dans le questionnaire.

Le pétrole est le produit le plus échangé au monde, tant sous forme de pétrole brut que de produits raffinés. Aussi est-il essentiel de collecter des données aussi complètes, précises et ponctuelles que possible sur tous les flux et tous les produits pétroliers. Bien que l'offre de pétrole continue de croître en termes absolus, sa part dans la production totale d'énergie dans le monde est en baisse, puisqu'elle est tombée de 45 % en 1973 à 35 % ces dernières années.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur le pétrole couvre le pétrole traité dans les raffineries et les produits pétroliers qui en sont issus. Toutes les sources d'approvisionnement et toutes les utilisations du pétrole doivent être indiquées, de même que leurs pouvoirs calorifiques.

Le pétrole brut n'est pas la seule matière première utilisée dans les raffineries. Il y a aussi d'autres pétroles primaires ou secondaires : les liquides du gaz naturel, les produits d'alimentation des raffineries, les additifs et composés oxygénés et d'autres hydrocarbures, tels que les huiles de schiste ou le pétrole brut synthétique issu des sables asphaltiques (voir le tableau 4.1).

Tout un éventail de produits pétroliers sont dérivés du pétrole brut, allant de produits légers tels que le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et l'essence automobile à des produits plus lourds, comme le diesel.

Tableau 4.1 • Pétrole primaire et pétrole secondaire

| | | |
|--|---|---|
| PRODUITS PÉTROLIERS PRIMAIRES | Pétrole brut | |
| | Liquides du gaz naturel | |
| | Autres hydrocarbures | |
| PRODUITS SECONDAIRES | Additifs/composés pour mélange | |
| ENTRÉES EN RAFFINERIE | Produits d'alimentation des raffineries | |
| PRODUITS PÉTROLIERS SECONDAIRES | Gaz de raffinerie | Diesel de transport |
| | Éthane | Fioul domestique et autres gazoles |
| | Gaz de pétrole liquéfiés | Fuel-oil résiduel à faible teneur en soufre |
| | Naphte | Fuel-oil résiduel à haute teneur en soufre |
| | Essence aviation | White spirit + SBP |
| | Carburéacteur type essence | Lubrifiants |
| | Essence sans plomb | Bitume |
| | Essence au plomb | Paraffines |
| | Carburéacteur type kérosène | Coke de pétrole |
| | Pétrole lampant | Autres produits |

Une description complète de ces produits pétroliers et secondaires ainsi que de leurs spécifications est fournie en *annexe 2*. Ces spécifications sont importantes car, dans le monde, certains produits sont désignés par des appellations différentes, comme « mazout domestique » et « mazout ». Elles doivent être demandées aux fournisseurs afin que les types de pétrole puissent être mentionnés en utilisant les noms indiqués dans le questionnaire.

À retenir

Le pétrole est un mélange complexe d'hydrocarbures liquides qui se forme naturellement dans des nappes souterraines.

2 Quelles sont les unités utilisées pour exprimer le pétrole ?

Informations générales

Les combustibles liquides peuvent être mesurés par leur **masse** ou par leur **volume**. Pour chacun de ces types de mesure, l'industrie pétrolière utilise plusieurs unités :

- l'unité de **masse** (poids) la plus couramment utilisée pour quantifier le pétrole est la tonne métrique (ou tonne). Par exemple, les pétroliers sont souvent décrits sur la base de leur capacité en tonnes. Un superpétrolier ULCC (*ultra large crude carrier*) se caractérise par une capacité de plus de 320 000 tonnes ;
- l'unité principale de la plupart des combustibles liquides et gazeux est le **volume**. Les liquides peuvent se mesurer en litres, en barils ou en mètres cubes. Le cours du pétrole, qui est exprimé en dollars par baril, est un exemple courant de l'utilisation du volume en tant qu'unité de mesure.

Étant donné que les combustibles liquides peuvent être quantifiés par leur masse ou leur volume, il est capital de pouvoir passer d'une unité à l'autre. Pour ce faire, il est nécessaire de connaître la **masse volumique** du liquide, ou sa **densité**.

Dès lors que le pétrole brut contient toute une série d'hydrocarbures, des plus légers aux plus lourds, les caractéristiques, et notamment la masse volumique, des différents pétroles bruts sont très variables. De même, la masse volumique des produits pétroliers varie considérablement.

Elle peut être utilisée pour les différencier entre produits légers et produits lourds. Ainsi, le GPL est considéré comme léger, avec une densité de 520 kg/m³, tandis que le diesel est un produit lourd, avec une masse volumique de plus de 900 kg/m³.

Il est à noter que de nombreux pays et organisations utilisent la **tonne-équivalent pétrole** (tep) dans leurs bilans énergétiques. La **tep**, qui se fonde sur les propriétés calorifiques, est utilisée pour comparer le pétrole avec d'autres formes d'énergie et ne doit pas être confondue avec la masse mesurée en tonnes.

Informations spécifiques au questionnaire commun

L'unité utilisée dans le questionnaire est le millier de tonnes métriques. Lorsque d'autres unités de masse sont utilisées, les chiffres doivent être convertis en tonnes métriques en utilisant les facteurs de conversion présentés dans l'*annexe 3*.

Pour convertir le volume en masse, il faut utiliser les masses volumiques spécifiques (voir la section 3) pour le pétrole brut et les produits pétroliers, y compris les gaz (le gaz de raffinerie, par exemple). Néanmoins, lorsque la masse volumique n'est pas disponible, il faut utiliser le facteur moyen indiqué dans l'*annexe 3*. Les chiffres doivent être arrondis et ne comporter aucune décimale.

À retenir

Les données sur le pétrole sont exprimées en milliers de tonnes métriques dans le questionnaire. Les chiffres doivent être arrondis et ne comporter aucune décimale.

3 Comment convertir le volume en masse ?

Informations générales

Aux quatre coins du monde, l'industrie pétrolière utilise des unités de mesures différentes. En Europe, la plus courante est la tonne métrique, alors qu'aux États-Unis, il s'agit du baril. Au Japon, c'est également le volume qui est utilisé pour quantifier l'offre et la demande de pétrole, mais l'unité habituelle est le mètre cube.

Face à cette grande diversité d'unités de masse et de volume, il est essentiel de pouvoir les convertir en une unité commune à des fins de comparaison. À l'échelle internationale, l'industrie pétrolière utilise principalement le **baril** comme unité de référence. Pour certains flux, tels que la production et la demande, c'est le **baril par jour** qui est généralement utilisé.

Comme on l'a dit plus haut, pour convertir la masse en volume et vice versa, il faut connaître la masse volumique (la densité) du pétrole. Sans trop entrer dans les détails techniques, les quelques termes qui suivent permettent de comprendre les facteurs de conversion du pétrole.

La **masse volumique** se définit comme étant la masse par unité de volume, par exemple, la tonne/baril. La **densité relative** est le poids relatif par unité de volume d'une substance donnée par rapport à celle de l'eau. La masse volumique de l'eau est de 1 g/cm³. L'essence, par exemple, a une masse volumique inférieure puisqu'elle est beaucoup plus légère pour un même volume. La densité relative de l'essence est donc inférieure à 1. Dès lors que le volume varie en fonction de la température, les indications de densité relative sont fournies par rapport à une température précise (pour le pétrole, celle-ci est en général de 15 degrés Celsius). Par ailleurs, la densité relative est souvent indiquée sous forme de pourcentage : pour une densité relative de 0,89, on indique 89.

Le terme « **densité API** » (norme adoptée par l'*American Petroleum Institute*) est généralement utilisé pour exprimer la densité relative du pétrole.

Il est à noter que la densité API est définie comme étant (une densité relative de 141,5/60° à 60° F) – 131,5.

Il en résulte une échelle arbitraire de mesure de la densité, exprimée en degrés API. Suivant cette échelle, plus un élément est léger, plus le degré de densité API est élevé. Par exemple, les pétroles bruts considérés comme légers sont généralement supérieurs à 38 degrés API, tandis que les pétroles bruts de moins de 22 degrés API sont appelés lourds.

La densité relative et la densité API évoluent en sens inverse. La densité API évolue dans le même sens que la teneur énergétique par tonne, c'est-à-dire que plus elle est élevée, plus cette teneur sera élevée, tandis que la densité relative évolue dans le même sens que la teneur énergétique par unité de volume.

Informations spécifiques

Dans le *questionnaire sur le pétrole*, les chiffres doivent être indiqués en tonnes métriques. Les statisticiens nationaux sont donc souvent obligés de convertir des données volumétriques en tonnes métriques.

Dans la mesure du possible, ils devraient demander aux entreprises déclarantes des informations sur la manière de convertir en tonnes métriques les quantités de pétrole brut et de produits pétroliers exprimées en unités de volume. Cette condition est particulièrement importante pour certains produits pétroliers à l'état gazeux (par exemple, le gaz de raffinerie, l'éthane, le GPL), qui doivent être exprimés en unités de masse.

La masse volumique et les pouvoirs calorifiques supérieurs des certains produits pétroliers sont disponibles à l'annexe 3.

Le tableau suivant donne un exemple de conversion du volume (en l'occurrence, des barils par jour) en masse (en tonnes métriques) pour deux mois différents (janvier et février).

Tableau 4.2 • Conversion du volume en masse – Exemple

| Importations | Données indiquées en barils par jour (volume) | Nombre de jours par mois | Masse volumique mass/volume (moyenne) | Facteur de conversion volume/masse tonne/baril | Données converties en tonnes métriques (masse) |
|--------------|---|--------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Pétrole brut | 1020 | 31 | 0.13569 | 1/0.13569=7.37 | (1020x31)/7.37=4290 |
| Essence | 546 | 28 | 0.11806 | 1/0.11806=8.47 | (546x28)/8.47=1805 |

À retenir

Dans le questionnaire, veuillez convertir les combustibles solides du volume en masse en utilisant les facteurs de conversion appropriés sur la base de la masse volumique réelle.

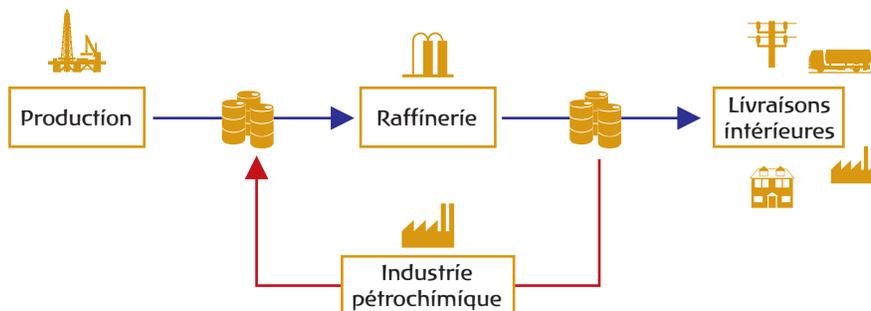
4 Flux de pétrole

Informations générales

Le flux de pétrole entre la production et la consommation finale est rendu complexe par la diversité des éléments de la chaîne d'approvisionnement. Le diagramme ci-dessous présente un aperçu simplifié de ce flux, qui recouvre la fourniture de produits à la raffinerie, la fourniture de produits finis au consommateur final et les flux pétrochimiques qui interagissent dans ce processus. On analysera ensuite les principaux liens de la chaîne d'approvisionnement.

La production de produits primaires et secondaires, le commerce, les stocks, les secteurs de l'énergie et de la transformation et la consommation finale sont les principaux éléments à connaître pour avoir une vue d'ensemble du flux de pétrole dans un pays.

Graphique 4.1 • Schéma simplifié du flux de pétrole



Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur le pétrole se compose des six tableaux suivants :

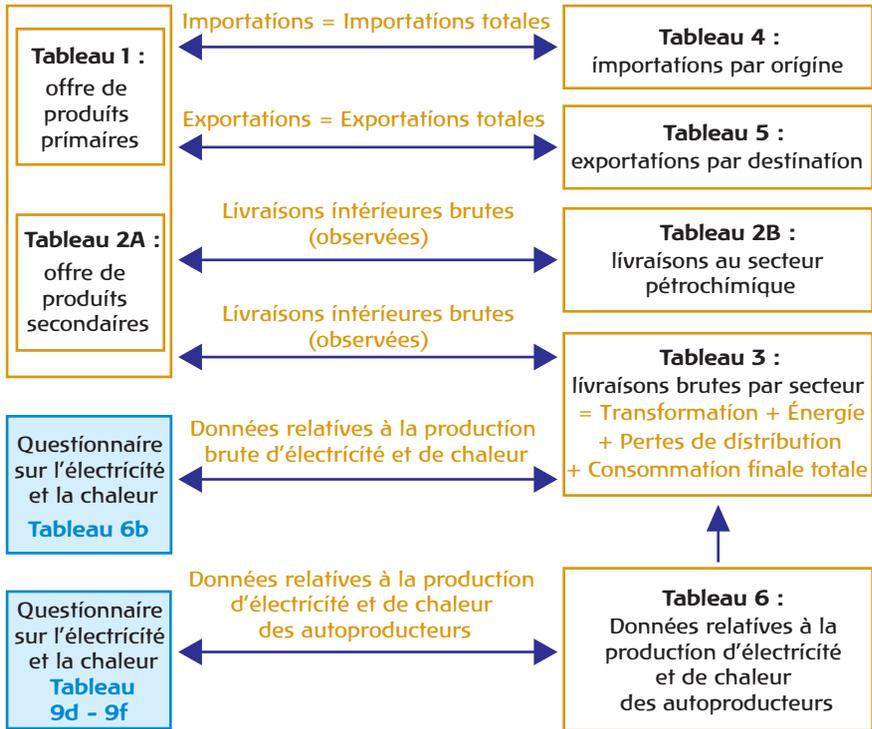
- tableau 1 : offre de pétrole brut, de LGN, de produits d'alimentation des raffineries, d'additifs et d'autres hydrocarbures ;
- tableau 2A : offre de produits finis ;
- tableau 2B : livraisons au secteur pétrochimique ;
- tableau 3 : livraisons brutes par secteur ;
- tableau 4 : importations par (pays d')origine ;
- tableau 5 : exportations par (pays de) destination ;
- tableau 6 : données relatives à la production d'électricité et de chaleur des autoproducteurs.

Il est capital que les chiffres indiqués dans chaque tableau soient correctement additionnés et que les totaux des différents tableaux soient cohérents les uns par rapport aux autres lorsqu'un lien logique existe. Ces liens entre les tableaux sont illustrés dans le diagramme suivant :

Les totaux suivants doivent être cohérents entre les différents tableaux :

- les produits transférés en tant que produits d'alimentation des raffineries dans le tableau 1 doivent correspondre au total des produits transférés du tableau 2A. Le total de l'utilisation directe du tableau 1 doit correspondre au total des produits primaires reçus du tableau 2A ;
- les importations par origine du tableau 4 doivent être additionnées et cette somme doit être reportée dans la ligne *Importations totales* dans le tableau 1 et le tableau 2A ;
- les exportations par destination du tableau 5 doivent être additionnées et cette somme doit être reportée dans la ligne *Exportations totales* dans le tableau 1 et le tableau 2A ;
- le total des livraisons intérieures brutes du tableau 2B doit correspondre aux livraisons intérieures brutes (observées) du tableau 2A. Les retours du secteur pétrochimique aux raffineries du tableau 2B doivent correspondre aux retours du secteur pétrochimique dans le tableau 1 ;

Graphique 4.2 • Liens entre les tableaux du questionnaire sur le pétrole



- les livraisons intérieures brutes du tableau 3 doivent correspondre aux livraisons intérieures brutes (observées) dans le tableau 2A.

Tout le pétrole qui entre dans les raffineries doit correspondre à la production brute totale de produits manufacturés augmentée des pertes déclarées. La formule de contrôle suivante peut être appliquée :

$$\begin{aligned} \text{quantités observées entrées en raffinerie (tableau 1)} = \\ \text{production brute des raffineries (tableau 2A)} \\ + \text{Pertes de raffinage (tableau 1)}. \end{aligned}$$

Par ailleurs, dans le cadre des activités et des processus pétroliers, les produits pétroliers sont parfois reclassés et changent ainsi de nom. Par exemple, une quantité de pétrole importée en tant que « gazole » peut être utilisée en tant que « produit d'alimentation » et figurer sous chacune de ces dénominations dans les différents tableaux du questionnaire.

Les vérifications à effectuer sur la cohérence des quantités reportées sont abordées ci-après, de même que les questions spécifiques concernant la déclaration et les définitions des flux.

À retenir

Soyez attentifs aux liens entre les tableaux du questionnaire. Les totaux fondamentaux doivent être cohérents.

5 Offre de pétrole

La chaîne d’approvisionnement du pétrole est assez complexe, car les raffineries utilisent plusieurs types de produits d’alimentation et fabriquent une multitude de produits destinés à de nombreux usages. Qui plus est, l’industrie pétrochimique est un cas particulier : les produits pétroliers sont en effet utilisés en tant que produits d’alimentation, tandis que les sous-produits pétroliers sont retournés à la raffinerie pour y subir un traitement supplémentaire. Les paragraphes suivants décriront pour commencer ces trois maillons de la chaîne de l’offre, à savoir : **l’offre de pétrole brut**, **l’offre de produits finis** et les **flux de l’industrie pétrochimique**. Les informations relatives au **commerce** et aux **stocks** communs à l’offre de pétrole brut et de produits finis figurent après les explications sur l’industrie pétrochimique.

Offre de pétrole brut, de LGN, de produits d’alimentation des raffineries, d’additifs et d’autres hydrocarbures.....

Informations générales

Le diagramme suivant présente un schéma des flux des différents produits d’alimentation depuis leur production jusqu’à leur entrée en raffinerie. Ce schéma a été volontairement simplifié pour donner un aperçu global de l’offre de pétrole brut, de LGN, de produits d’alimentation des raffineries et des autres produits qu’elles consomment.

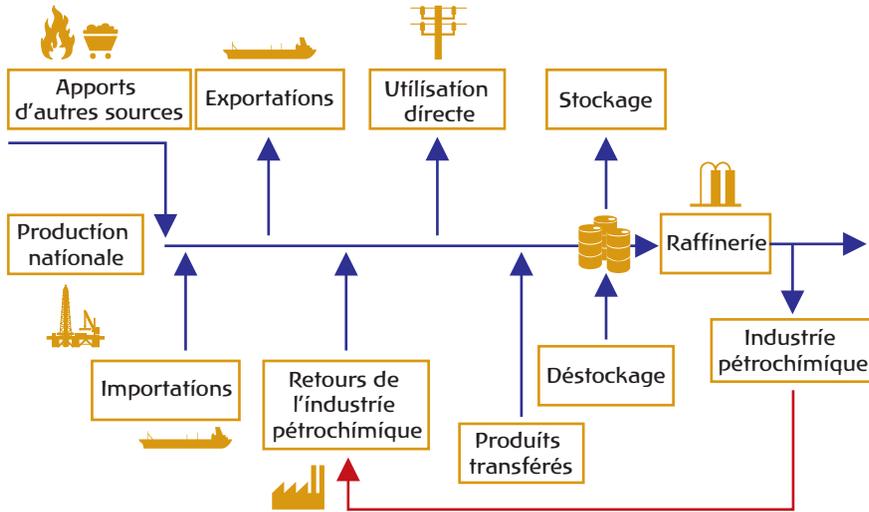
Certains des flux illustrés ci-dessus nécessitent des explications.

Production nationale : avant de décrire le processus de production du pétrole brut, il importe de préciser que la production de pétrole a deux significations, selon qu’elle se réfère à des produits primaires ou secondaires. En ce qui concerne les produits primaires, la **production nationale** de pétrole brut, de liquides du gaz naturel et de condensats se rapporte au processus d’extraction de ces pétroles. S’agissant des produits secondaires, la **production des raffineries** se rapporte à la production de produits finis dans une raffinerie ou une unité de mélange (voir la section suivante sur *l’offre de produits finis*).

Le pétrole brut peut être produit à différents endroits, à partir de gisements sur terre ou en mer ou à partir de différents types de puits, avec ou sans gaz naturel. Le gaz extrait des puits de pétrole peut être utilisé comme gaz coussin, être brûlé à la torche ou réinjecté, ou encore servir à la production de gaz naturel (voir le chapitre 3).

Lorsque du pétrole brut est produit à partir d’un puits, il est constitué d’un mélange de pétrole, d’eau, de sédiments et de gaz dissous (méthane, éthane, propane, butane et pentanes). Avant toute chose, tous les gaz sont séparés du mélange

Graphique 4.3 • Offre de pétrole brut, de LGN, de produits d'alimentation des raffineries, d'additifs et d'autres hydrocarbures



pétrole/eau, en raison de leur valeur plus élevée et de leur état facilement commercialisable, comme c'est le cas du propane et du butane, qui constituent des gaz de pétrole liquéfiés (GPL). Par la suite, les sédiments et autres substances non désirées sont retirés dans des unités de traitement.

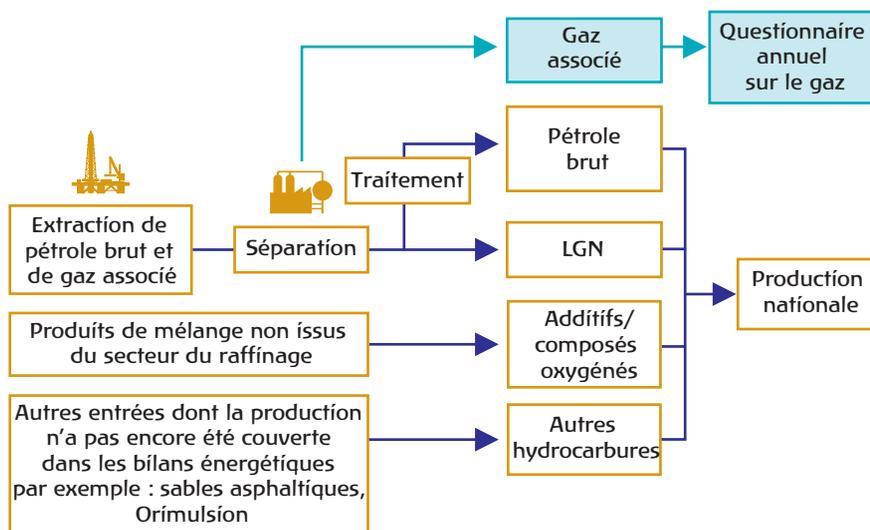
Les gaz du sous-sol terrestre sont extraits dans une unité de séparation située dans la tête du puits. Pour les gaz du sous-sol marin, cette séparation est effectuée par un séparateur situé sur la plateforme de forage. Le méthane ainsi extrait servira à fabriquer du gaz naturel, tandis que les autres éléments entreront dans la fabrication de **liquides du gaz naturel (LGN)**. Ceux-ci peuvent également être produits en même temps que le gaz naturel.

Le pétrole brut est très diversifié ; ses caractéristiques sont très variables. Du point de vue économique, ses caractéristiques les plus importantes sont sa densité et sa teneur en soufre, qui sont déterminantes pour fixer le cours du pétrole brut.

Pour compléter le bilan d'approvisionnement, les données relatives à la production doivent également inclure d'autres produits consommés, tels que les additifs, les composés oxygénés et les autres hydrocarbures. Les additifs et les composés oxygénés sont des substances (en général non hydrocarbonées) ajoutées aux combustibles pour en améliorer les propriétés. Par exemple, les composés oxygénés augmentent la teneur de l'essence en oxygène.

La catégorie Autres hydrocarbures comprend la production de produits tels que les huiles émulsifiées (p. ex. Orimulsion) et le pétrole brut synthétique extrait des sables asphaltiques. Elle englobe également les schistes bitumineux, les produits liquides dérivés de la liquéfaction du charbon, l'hydrogène et d'autres produits similaires.

Graphique 4.4 • Schéma de flux simplifié pour la production nationale



Les quantités entrées en raffinerie sont les quantités totales de pétrole (y compris les additifs, les composés oxygénés et les autres hydrocarbures) qui sont entrées en raffinerie. Le débit des raffineries désigne les quantités entrées et la production correspondante de produits raffinés, décrits ci-dessous comme « production brute des raffineries » dans la section *Offre de produits finis*. La différence entre ces entrées et la production correspondante de produits raffinés est constituée par les pertes survenues lors du raffinage, comme l'évaporation lors de la distillation.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La production nationale au Tableau 1 du questionnaire devrait seulement inclure la production commercialisable de pétrole brut, LGN et des autres hydrocarbures.

Les raffineries utilisent également une série d'autres produits, qui sont décrits ci-dessous. Pour des explications sur le commerce et les niveaux et les variations de stocks, veuillez consulter les sections appropriées ci-après.

Apports d'autres sources : il s'agit des pétroles dont la production a déjà été couverte dans d'autres bilans de combustibles, par exemple, la conversion du gaz naturel en méthanol destiné à la fabrication de l'essence, la production de pétrole à partir de la liquéfaction du charbon ou la production d'huile de sables asphaltiques à partir de sables asphaltiques. Ces produits doivent être indiqués dans les « Apports d'autres sources » si la production d'énergie primaire est déjà couverte dans d'autres bilans. Par exemple, pour la production de pétrole synthétique à partir de la liquéfaction du charbon, la production de charbon est couverte par le questionnaire sur le charbon. Les quantités entrées dans l'usine de liquéfaction du charbon sont inscrites dans le secteur de la transformation du questionnaire sur le charbon (tableau 1), et le pétrole synthétique issu de ce processus est mentionné en tant qu'apports d'autres sources d'autres hydrocarbures dans le questionnaire sur le pétrole.

Les retours de l'industrie pétrochimique désignent les quantités de pétrole qui sont retournées à la raffinerie après avoir été traitées dans l'industrie pétrochimique. Il s'agit de sous-produits issus du traitement des produits d'alimentation pétroliers fournis aux entreprises pétrochimiques par la raffinerie. Celle-ci peut utiliser ces retours comme combustibles ou les ajouter à leurs produits finis. Le total des retours de l'industrie pétrochimique indiqués dans le tableau 1 doit être égal aux retours indiqués dans le tableau 2B.

Les produits transférés sont des produits pétroliers reclassés sous un autre nom. Le tableau 2A comporte une ligne spécifique où les quantités transférées doivent être indiquées. Ce reclassement est nécessaire lorsque des produits semi-finis sont importés pour être utilisés comme produits d'alimentation dans la raffinerie. Ils apparaissent donc dans les données sur les importations figurant dans le tableau 2A. Les quantités destinées à servir de produits d'alimentation sont présentées en tant que quantités négatives dans la ligne *Produits transférés* du tableau 2A et le total de tous les produits transférés est reporté en tant que quantité positive dans la colonne *Produits d'alimentation des raffineries* du tableau 1.

Les pertes de raffinage sont des différences, exprimées en masse, entre le volume total de pétrole transféré à la raffinerie (indiqué en tant que *quantités observées entrées en raffinerie* dans le tableau 1) et la production brute totale de produits finis (indiquée dans le tableau 2A). Ces pertes découlent de pertes réelles de pétrole et de la conversion des statistiques des raffineries en unités de masse.

L'utilisation directe comprend les quantités qui n'entrent pas en raffinerie mais qui sont directement consommées. L'utilisation directe de pétrole brut et/ou de LGN en dehors des raffineries doit aussi être reportée dans le tableau 2A, de sorte que leur élimination consécutive puisse être prise en considération. Dans ce cas, les chiffres indiqués dans l'utilisation directe de pétrole brut et de LGN doivent correspondre aux chiffres figurant dans le tableau 2 en tant que *Produits primaires reçus*.

La rubrique *Quantités entrées en raffinerie (calculées)* est la somme de la production, des apports d'autres sources, des retours, des transferts (tels qu'ils sont mentionnés séparément plus haut) et du volume des importations et des variations de stocks, après déduction des exportations et de l'utilisation directe.

À retenir

La production nationale désigne la production commercialisable à l'intérieur des frontières nationales, y compris la production en mer.

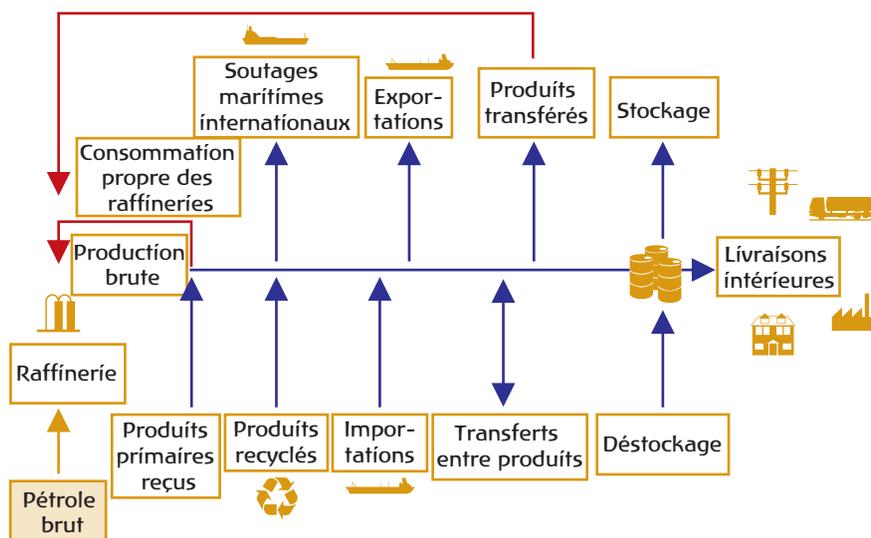
Les quantités entrées en raffinerie englobent les quantités totales de pétrole qui ont été traitées par les raffineries.

Offre de produits finis

Informations générales

Ci-dessous figure un schéma simplifié de la chaîne d'approvisionnement entre la raffinerie et le consommateur final .

Graphique 4.5 • Offre de produits finis



Le pétrole brut tel qu'il est extrait du sous-sol est une matière première à l'usage limité. Bien qu'il puisse être utilisé comme combustible, il n'atteint son véritable potentiel que lorsqu'il est raffiné sous forme de toute une série de produits, qui serviront au consommateur final à des fins spécifiques (par exemple, l'essence pour le transport). Le raffinage a pour fonction d'ajouter de la valeur à cette matière première, dès lors que la totalité des produits raffinés doit avoir plus de valeur que les produits d'alimentation.

De nombreux processus de raffinage sont utilisés pour transformer le pétrole. La toute première phase du raffinage est la distillation. Le pétrole brut est chauffé et introduit dans une colonne de fractionnement sous pression atmosphérique, d'où il ressort séparé en 4 à 6 coupes larges. Outre les unités de distillation atmosphérique, il existe d'autres unités plus complexes, dans lesquelles chaque flux est à nouveau distillé pour fournir un meilleur rendement et une coupe plus précise des produits finaux. Pour des informations plus détaillées, veuillez consulter l'annexe 1, section 2.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La production des raffineries est indiquée dans le tableau 2A. Les autres catégories qui entrent dans la production de produits finis sont présentées brièvement ci-après.

La rubrique *Produits primaires reçus* du tableau 2A reprend le pétrole brut et les LGN indiqués comme Utilisation directe dans le tableau 1, de telle sorte que leur élimination puisse être signalée. Les LGN ne doivent figurer dans la colonne LGN que s'ils sont éliminés en tant que tels. Ils peuvent en effet être séparés en éthane et en GPL avant d'être éliminés. Si tel est le cas, ils doivent être indiqués en tant que produits primaires reçus dans les colonnes correspondantes, et leur élimination sera ajoutée à celle des gaz produits dans les raffineries.

La production brute des raffineries doit comprendre tous les produits qu'elles consomment (voir Consommation propre des raffineries, ci-dessous). Si les chiffres de la consommation propre des raffineries et ceux de leur production nette sont disponibles séparément, ils doivent être additionnés pour obtenir la production brute. Le problème le plus courant est toutefois que les chiffres de production sont en général disponibles, mais pas ceux de la consommation propre des raffineries. Dans ce cas, il est plus probable que ces chiffres se rapportent à la production nette. Le statisticien doit donc vérifier si tous les produits pétroliers habituels sont indiqués et, sinon, demander si les produits manquants sont des combustibles utilisés par la raffinerie pour son fonctionnement et demander une estimation des quantités en question. Celle-ci (y compris pour la consommation propre de la raffinerie) peut être obtenue en comparant les *quantités entrées en raffineries (observées)* du tableau 1 et la production totale signalée.

Les produits recyclés sont des produits qui, après avoir été utilisés, sont retournés aux usines de recyclage pour être nettoyés et traités. Ils sont ajoutés dans la colonne appropriée, à la ligne 3. Parmi les rares produits qui intègrent cette catégorie, les principaux sont les huiles lubrifiantes, qui sont épurées pour être réutilisées.

La consommation propre des raffineries est constituée des combustibles qu'elles utilisent pour leur fonctionnement et n'inclut pas ceux qui servent au transport des produits jusqu'aux consommateurs. La consommation de combustibles pour la production d'électricité et de chaleur destinées à la vente doit être incluse dans la consommation propre des raffineries, mais elle doit également être reportée dans les dernières lignes du tableau 2A et dans les tableaux qui servent à constituer le tableau 6.

Les transferts entre produits couvrent les mouvements entre des produits qui ont été reclassés en raison d'une modification de leur qualité et, partant, de leurs spécifications. Le carburacteur détérioré ou avarié peut par exemple être reclassé en kérosène de chauffage. La quantité transférée doit être précédée d'un signe négatif dans la colonne du produit qui fournit du pétrole, et d'un signe positif dans la colonne du produit qui en reçoit. La somme de tous les produits figurant sur cette ligne doit donner zéro.

Les soutages maritimes internationaux sont des livraisons de pétrole aux navires pour leur consommation lors des trajets internationaux (soutages). Ils constituent un cas particulier de flux en provenance du pays concerné. Le pétrole est utilisé comme combustible par le navire et ne fait pas partie de sa cargaison. Tous les navires, quel que soit leur pavillon, doivent être inclus, mais ils doivent navires effectuer un trajet international. Autrement dit, il faut que leur première escale se fasse dans un pays étranger. Les statistiques sur les soutages maritimes internationaux comprennent le combustible livré aux navires qui effectuent des trajets internationaux. Il faut veiller à ce que les données relatives aux livraisons de pétrole à cette fin correspondent à la définition donnée ici et, en particulier, à ce qu'elles excluent le pétrole livré aux navires de pêche.

À retenir

La production des raffineries doit être leur production brute et inclure les combustibles qu'elles utilisent pour leur fonctionnement.

Flux de produits pétrochimiques

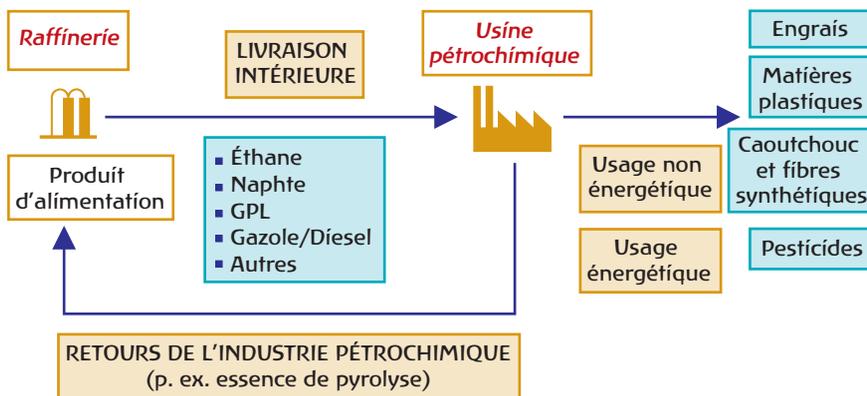
Informations générales

Les produits pétroliers sont essentiellement utilisés à des fins énergétiques, mais ils connaissent aussi des usages non énergétiques, surtout dans l'industrie pétrochimique. Les produits pétrochimiques sont des produits chimiques dérivés du pétrole et utilisés comme constituants chimiques élémentaires dans toute une série de produits commerciaux. Apparue au début des années 20, l'industrie pétrochimique est aujourd'hui très diversifiée et fournit les matières premières pour la fabrication des matières plastiques, des fibres synthétiques, des caoutchoucs, des engrais, des pesticides, des détergents et des solvants. Les industries textile, alimentaire, pharmaceutique, automobile et de fabrication de peinture, entre autres, utilisent des produits pétrochimiques. Les produits d'alimentation pétrochimiques sont fabriqués à partir de certains produits pétroliers, principalement le naphte, le GPL et l'éthane.

En plus d'être un gros consommateur de produits pétroliers, l'industrie pétrochimique en produit également. En effet, elle extrait les éléments nécessaires à la production de produits pétrochimiques, puis retourne les sous-produits aux raffineries ou sur le marché.

Le schéma ci-dessous illustre les flux entre les raffineries et les usines pétrochimiques.

Graphique 4.6 • Livraisons au secteur pétrochimique



Informations spécifiques au questionnaire commun

Les flux de produits pétrochimiques sont communiqués dans le tableau 2B. Ces flux sont détaillés ci-dessous.

Les livraisons brutes doivent représenter la quantité totale de chaque produit pétrolier livré aux entreprises pétrochimiques et destiné à être utilisé comme matière première. Il ne doit pas s'agir d'un flux « net », c'est-à-dire que le pétrole que ces entreprises renvoient à la raffinerie ne doit pas être déduit de ces livraisons. Les matières premières peuvent également couvrir la totalité ou une partie des besoins en combustibles des processus industriels qui les utilisent. Elles ne doivent toutefois pas comprendre le pétrole utilisé comme combustible à des fins générales sans rapport avec ces processus.

L'usage énergétique du secteur pétrochimique désigne l'ensemble des matières premières pétrolières livrées et utilisées en tant que combustible durant leur traitement. Les combustibles font partie des sous-produits gazeux obtenus lors du traitement de ces matières premières. Les informations sur leur utilisation doivent venir des entreprises pétrochimiques, qui peuvent les fournir via les raffineries si les produits sont traités et raffinés sur le même site.

Les retours du secteur pétrochimique sont des produits pétroliers renvoyés à la raffinerie. Il s'agit de sous-produits dérivés du traitement des matières premières pétrolières fournies aux entreprises pétrochimiques par les raffineries. Celles-ci peuvent utiliser ces retours comme combustibles ou les inclure dans leurs produits finis.

À retenir

Les livraisons brutes au secteur pétrochimique sont des produits pétroliers utilisés comme matières premières dans la fabrication de produits pétrochimiques.

Les produits renvoyés à la raffinerie pour être retraités ou mélangés doivent être indiqués comme des retours.

Importations et exportations

Informations générales

Une des réalités économiques de base du pétrole est qu'on le trouve souvent dans des régions très éloignées des marchés de consommation. Deux tiers des réserves de pétrole brut sont situés au Moyen-Orient ou en Russie, alors que près de 90 % du pétrole est consommé dans d'autres régions.

Il doit donc être transporté des zones de production vers les régions de consommation. Puisque le pétrole est une forme d'énergie liquide et compacte, son transport est relativement facile. Il peut être transporté sur des pétroliers, via des oléoducs, par train ou par camion, et il existe un vaste réseau de transport entre les régions de production et de consommation.

Les informations requises sur l'origine et la destination du pétrole importé et exporté sont d'une importance capitale. En effet, chaque pays doit savoir de quel pays exportateur il dépend pour son approvisionnement en pétrole. Ainsi, en cas de crise des exportations, il peut déterminer quelles quantités il souhaite importer de ce pays particulier. De même, bien que ces informations soient moins capitales, il est utile de savoir quelles sont les destinations des exportations de pétrole, de sorte que, en cas de perturbation, il soit possible de savoir quels pays exportateurs seront concernés.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les chiffres relatifs aux échanges commerciaux figurent dans plusieurs tableaux du questionnaire. Les importations et exportations totales sont indiquées dans les tableaux du bilan d'approvisionnement. Les données ventilées par origine et par destination doivent être indiquées dans d'autres tableaux.

La somme de toutes les importations de toutes les origines doit être le total des importations indiquées pour chaque produit dans les tableaux d'approvisionnement. Parallèlement, la somme de toutes les exportations par destination doit être le total des exportations indiquées pour chaque produit.

Des définitions précises sur la couverture géographique des territoires nationaux de certains pays couverts par le *questionnaire annuel sur le pétrole* sont données dans les instructions relatives au questionnaire, sous « Couverture géographique ».

Les quantités sont considérées comme importées ou exportées lorsqu'elles franchissent les frontières nationales, que le dédouanement ait été effectué ou non.

Les quantités de pétrole brut et de produits pétroliers importées ou exportées au titre d'accords de traitement (raffinage à façon) doivent être incluses dans ces chiffres. Les réexportations de pétrole importé pour être raffiné en zone sous douane (ou zone franche) sont comptabilisées dans les exportations de produits pétroliers vers le pays de destination finale.

Tous les liquides de gaz (par exemple GPL) extraits pendant la regazéification de gaz naturel liquéfié importé doivent être inclus dans les importations. Les produits pétroliers importés ou exportés directement par l'industrie pétrochimique doivent également être comptabilisés.

Les origines des importations et les destinations des exportations qui ne sont pas mentionnées séparément dans les tableaux sur les échanges doivent être classées dans la catégorie « *Autres* » de la zone correspondante (*Autres Afrique, Autres Extrême-Orient, etc.*), comme indiqué dans l'annexe 1 du *questionnaire annuel sur le pétrole*. Lorsqu'il n'est pas possible d'indiquer une origine ou une destination, il faut utiliser la rubrique « *Non spécifié ci-dessus* ».

Des écarts statistiques peuvent exister si seules les importations ou les exportations totales sont disponibles (d'après des enquêtes auprès des services douaniers ou des raffineries), alors que la ventilation géographique repose sur des sources d'informations différentes. Dans ce cas, les écarts doivent être classés dans la catégorie « *Non spécifié ci-dessus* ».

Le pétrole brut et les LGN sont indiqués comme provenant du pays de première origine. Pour les produits d'alimentation des raffineries et les produits finis, c'est le

dernier pays de provenance qui est pris en considération. Dans les deux cas, le pays d'origine est celui où le pétrole a été produit. Pour les produits pétroliers primaires, c'est-à-dire le pétrole brut et les LGN, c'est le pays où ils ont été produits à la base. Pour les produits pétroliers secondaires, c'est le pays où ils ont été raffinés ou traités.

Les chiffres doivent être exprimés en milliers de tonnes métriques et doivent être arrondis. Les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Le pétrole brut et les LGN doivent être indiqués comme provenant du pays de première origine.

Pour les produits d'alimentation des raffineries et les produits pétroliers, c'est le dernier pays de provenance qui est pris en considération.

Niveaux et variations des stocks

Informations générales

Les stocks de pétrole constituent des informations capitales dans les statistiques pétrolières. La plupart des stocks sont essentiels pour maintenir le système d'approvisionnement mondial en fonctionnement. Ils permettent d'équilibrer l'offre et la demande : on puise dans les stocks pour satisfaire la demande quand l'offre est insuffisante et on en constitue lorsque l'offre excède la demande. La non-inclusion du volume des stocks dans les statistiques pétrolières nuirait à la transparence du marché. Beaucoup d'analystes sont très attentifs à l'évolution des stocks lorsqu'ils évaluent la situation du marché pétrolier.

Les stocks sont un indicateur de premier ordre pour les prix : leur niveau détermine souvent le cours du pétrole. Par exemple, un niveau faible traduit un risque de pénurie et souligne la nécessité d'un réapprovisionnement, ce qui indique que le cours va peut-être augmenter. En revanche, si l'industrie dispose largement du pétrole qui lui est nécessaire, on peut s'attendre à une baisse du cours. C'est pour cette raison qu'il importe de connaître la situation des stocks de pétrole dans le monde entier.

Les informations sur les stocks de produits peuvent être aussi capitales que celles sur les stocks de pétrole brut. Ces dernières donnent une indication de la disponibilité de pétrole brut pour les raffineries dans chaque pays et, dès lors, attestent de la manière dont elles peuvent approvisionner le marché intérieur. En revanche, des informations sur les faibles niveaux des stocks d'essence à la veille de la saison des vacances, ou des stocks de fioul de chauffage avant l'hiver peuvent constituer un signal d'alarme pour les raffineries, les compagnies pétrolières et les gouvernements : non seulement les prix pourraient augmenter, mais des pénuries risquent de survenir, comme les problèmes qui ont affecté le fioul de chauffage en automne 2000.

Les données sur les stocks de pétrole revêtent une importance toute particulière pour les décisions stratégiques prises par les gouvernements ou les grandes compagnies pétrolières. Des informations complètes et ponctuelles sur les stocks sont nécessaires pour envisager la planification à long terme et garantir ainsi un approvisionnement adéquat pour satisfaire la demande. Les gouvernements ont besoin d'un grand nombre d'informations sur les stocks, afin de pouvoir réagir de manière appropriée en cas de perturbation de l'approvisionnement (à l'échelon tant national qu'international).

Les **stocks primaires** sont détenus par les différentes compagnies qui approvisionnent les marchés, allant des producteurs aux importateurs, en passant par les raffineries. Ils sont conservés dans les dépôts des raffineries, les terminaux vraquiers, les réservoirs des oléoducs, les barges ou les pétroliers-caboteurs (s'ils restent dans le même pays), les pétroliers dans les ports (s'ils doivent y être déchargés) et dans les soutes des navires qui pratiquent la navigation intérieure. Par ailleurs, les stocks détenus à des fins stratégiques par les gouvernements (par exemple la réserve stratégique de pétrole américaine) ou par des entreprises de stockage (par exemple l'EBV en Allemagne) sont également compris dans la catégorie des stocks primaires.

Les **stocks secondaires** sont détenus dans des petits dépôts de stockage en vrac (installations de commercialisation d'une capacité inférieure à un certain seuil, par exemple 50 000 barils aux États-Unis, qui reçoivent leurs produits par train ou camion) et des établissements de vente au détail.

Les **stocks tertiaires** sont détenus par les consommateurs finaux. Il peut s'agir de centrales, d'entités industrielles ou de consommateurs dans le secteur résidentiel/commercial.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Dans les statistiques sur les stocks, les termes « primaires » et « secondaires » peuvent être utilisés dans des contextes légèrement différents que lorsqu'il s'agit des produits primaires et secondaires mentionnés dans la section 1 « *Qu'est-ce que le pétrole ?* ».

Le *questionnaire annuel sur le pétrole* recueille des données sur les stocks primaires détenus sur le territoire national. Les stocks secondaires et tertiaires, ainsi que ceux détenus dans les oléoducs ne sont pas concernés. Les stocks des oléoducs ne sont pas inclus, parce qu'ils ne sont pas disponibles pour la consommation, c'est-à-dire que l'oléoduc ne peut pas fonctionner sans son contenu, qui n'est disponible qu'une fois l'oléoduc vidé.

Les stocks de pétrole et leurs variations doivent être indiqués dans les tableaux d'approvisionnement.

Le *niveau initial des stocks* est le volume des stocks primaires détenus sur le territoire national mesuré le premier jour de l'année de référence (le 1^{er} janvier, sauf si l'année budgétaire est utilisée). Le *stock final* est le volume des stocks primaires détenus sur le territoire national mesuré le dernier jour de l'année de référence (le 31 décembre, sauf si l'année budgétaire est utilisée). La *variation des stocks* est calculée en déduisant le niveau final des stocks du niveau initial. Une augmentation est indiquée par un chiffre précédé d'un signe négatif, tandis qu'une diminution apparaît sous la forme d'un chiffre positif.

À retenir

Les variations des stocks doivent exprimer la différence enregistrée entre le niveau initial des stocks et le niveau final (pour les stocks primaires détenus sur le territoire national).

6 Consommation de pétrole

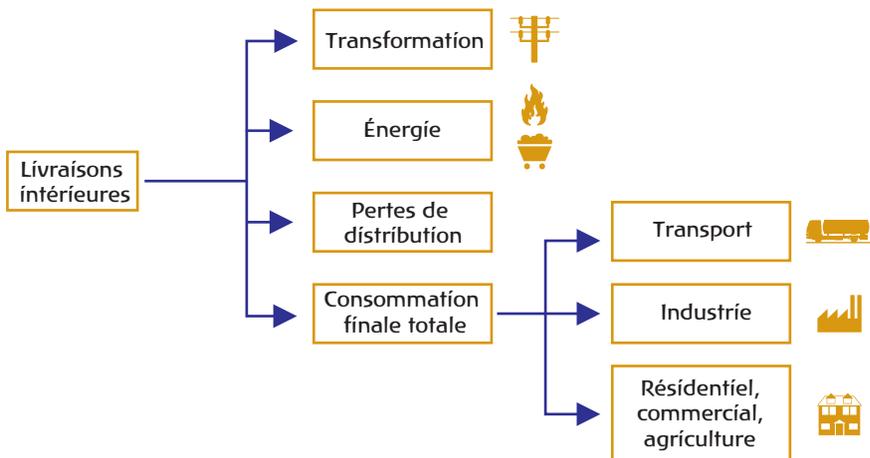
Les produits pétroliers sont consommés dans de nombreux domaines. Le carburant automobile et le fioul de chauffage sont les utilisations les plus connues. Celles de composants à base de pétrole dans les matières plastiques, les médicaments, les produits alimentaires et une foule d'autres produits sont quant à elles moins évidentes.

Les principaux secteurs suivants consomment du pétrole :

- le secteur de la transformation ;
- les entreprises énergétiques au sein du secteur de l'énergie ;
- le transport et la distribution de pétrole (bien que de manière plus limitée) ;
- les différents secteurs et branches de la consommation finale (industrie, résidentiel, etc.), y compris l'usage énergétique et non énergétique.

Une brève description de ces secteurs est présentée dans les paragraphes suivants, qui soulignent combien la spécificité de l'utilisation finale ventilée par secteur est importante pour les statistiques. Pour des informations plus générales, veuillez vous référer au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8.

Graphique 4.7 • Consommation de pétrole par secteur



Consommation de pétrole dans le secteur de la transformation

Informations générales

Les quantités de pétrole consommées dans le processus de transformation du pétrole en une autre forme d'énergie doivent être indiquées dans le secteur de la **transformation**. Il s'agit essentiellement de produits pétroliers brûlés pour produire de l'électricité ou de la chaleur, mais aussi de ceux qui sont convertis en une autre forme d'énergie, par exemple les produits pétroliers utilisés dans les cokeries et les hauts fourneaux, ou le pétrole servant à produire du gaz dans les usines de gazéification ou utilisé comme matière agglomérante dans la production d'agglomérés.

La consommation de produits pétroliers pour produire de l'électricité diminue constamment depuis les années 70. Alors qu'elle représentait près de 25 % en 1973, elle a baissé à un rythme de 2,4 % par an depuis lors et représente actuellement moins de 8 % de la production mondiale d'électricité.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Production d'électricité et de chaleur : les centrales productrices d'électricité et de chaleur sont divisées selon leur activité principale (fournisseur public ou autoproducteur) et selon le type d'énergie qu'elles produisent (électricité, chaleur ou les deux).

Les quantités totales de pétrole livrées aux centrales qui produisent uniquement de l'électricité doivent être incluses dans *le secteur de la transformation*. Les quantités déclarées comme utilisées par les centrales contenant des unités de production combinée chaleur/électricité (cogénération) ne doivent représenter que le combustible utilisé pour produire de l'électricité et de la chaleur destinées à la vente. Les quantités consommées par les centrales d'autoproduction pour produire de la chaleur qui n'est pas vendue doivent rester dans les chiffres relatifs à la consommation finale de combustibles par secteur d'activité économique. Pour de plus amples informations, veuillez vous référer au chapitre 2 sur *l'électricité et la chaleur*.

Hauts fourneaux : n'indiquez que les quantités de pétrole injectées dans les hauts fourneaux. Celles consommées ailleurs dans la sidérurgie ou pour chauffer l'air des hauts fourneaux seront indiquées dans la consommation finale ou dans celle du secteur de l'énergie. Consultez les remarques sur les hauts fourneaux à l'*annexe 1*.

Industrie pétrochimique : voir la section ci-dessus sur les flux de produits pétrochimiques. Du point de vue du statisticien sur l'énergie, la conversion pétrochimique de matières premières en « retours » renvoyés aux raffineries est un processus de conversion de combustible. Les quantités consommées par ce processus doivent donc figurer dans le secteur de la transformation. La part des différents types de matières premières dans les retours ne peut être connue avec certitude. C'est pourquoi on utilise un modèle simple pour estimer les quantités consommées par le secteur de la transformation.

Afin de maintenir l'exactitude des chiffres relatifs à la consommation totale de combustible et d'éviter les doubles comptages, les quantités indiquées dans le secteur de la transformation doivent être déduites de la consommation finale de l'industrie chimique et pétrochimique indiquée plus loin dans le questionnaire.

À retenir

Dans le secteur de la transformation, n'indiquez que le pétrole et les produits pétroliers transformés en d'autres formes d'énergie.

Consommation de pétrole dans le secteur de l'énergie

Informations générales

Outre dans le secteur de la transformation, comme on vient de le voir, les produits pétroliers sont aussi utilisés dans le secteur énergétique, pour produire de l'énergie. Il s'agit, par exemple, du pétrole utilisé dans les mines de charbon pour l'extraction et la préparation du charbon. Il s'agit également de la consommation de pétrole utilisé pour le chauffage, pour faire fonctionner un générateur, une pompe ou un compresseur dans le secteur **énergétique**, pour ses activités d'extraction ou de transformation.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Indiquez dans le secteur de l'énergie les quantités de produits pétroliers consommées par les entreprises productrices de combustibles et d'énergie lorsque ces quantités disparaissent de la comptabilisation et non lorsqu'elles apparaissent après transformation en un autre produit énergétique. Ces produits sont utilisés pour subvenir aux différentes activités au sein de l'usine d'extraction de combustibles, de conversion ou de production d'énergie, mais n'entrent pas dans le processus de transformation.

Les quantités de pétrole transformées en une autre forme d'énergie doivent figurer dans le secteur de la transformation. La prudence est de mise pour distinguer les produits pétroliers utilisés à des fins de chauffage dans le cadre des activités exercées et ceux utilisés pour le transport, qui doivent être indiqués dans le secteur du transport. Le pétrole consommé pour faire fonctionner les oléoducs ou les gazoducs doit par exemple être comptabilisé dans ce secteur.

Dans le cas des hauts fourneaux, n'indiquez que la quantité de pétrole utilisé (le cas échéant) pour chauffer l'air. Le pétrole injecté dans le haut fourneau doit être déclaré dans le secteur de la transformation.

À retenir

Dans le secteur de l'énergie, n'indiquez que le pétrole utilisé par les entreprises énergétiques pour leurs activités d'extraction ou de transformation.

Pertes de distribution et de transport de pétrole

Informations générales

Le transport et la distribution de produits pétroliers impliquent souvent une multitude d'étapes de manutention et de stockage. Il existe quatre principaux modes de transport du pétrole entre la tête de puits, la raffinerie et le consommateur final : le transport maritime, par oléoduc, ferroviaire et routier. Les installations de stockage tout le long du parcours facilitent la circulation des produits. Elles sont souvent situées aux points d'intersection entre les différents moyens de transport, comme dans les ports, où les pétroliers sont déchargés et d'où le transport des produits se poursuit via les oléoducs.

Lors de ce transport, des pertes de pétrole peuvent survenir de différentes manières. L'exemple le plus marquant est lorsqu'un pétrolier perd sa cargaison en mer, comme en 1989, lorsque quelque 250 000 barils de brut se sont répandus au large de l'Alaska. Les fuites dans les oléoducs, les déraillements de trains et les accidents de camions-citernes sont d'autres sources possibles de pertes dans la chaîne de la distribution et du transport.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La rubrique *Pertes de distribution* (tableau 3) doit inclure toutes les pertes intervenues lors du transport et de la distribution, y compris les pertes dans les oléoducs et les gazoducs.

Si aucune perte de distribution n'est signalée, il convient de vérifier auprès de l'entité déclarante si des pertes n'ont pas été comptabilisées dans les écarts statistiques. S'il existe des moyens de mesurer indépendamment les pertes de transport et de distribution, ces quantités doivent figurer dans la rubrique appropriée et non dans les écarts statistiques.

Les pertes doivent être exprimées en milliers de tonnes et les valeurs indiquées doivent être positives.

À retenir

Toutes les quantités de produits pétroliers perdues lors du transport et de la distribution doivent être indiquées dans les pertes de distribution.

Consommation finale

Informations générales

La consommation finale correspond à l'ensemble de l'énergie utilisée par les consommateurs finaux dans les secteurs du **transport**, de l'**industrie** et dans les **autres secteurs** (résidentiel, commerce, services publics et agriculture). Elle ne

comprend pas les quantités de pétrole utilisées par les industries productrices d'énergie à des fins de transformation et/ou pour leur usage propre.

Si la part du pétrole dans la production mondiale d'énergie a diminué ces 30 dernières années, la consommation mondiale de pétrole s'est néanmoins accrue au cours de cette même période. Cette augmentation provient presque entièrement de la demande d'énergie du secteur du transport, du fait que le développement de sources d'énergie alternatives s'est avéré problématique.

Avec 57 %, le transport représente actuellement la plus grande part de la consommation finale de pétrole dans le monde. Il s'agit d'une augmentation par rapport au niveau de 1973, lorsque le secteur du transport consommait plus de 42 % du total mondial. La consommation du secteur de l'industrie et les autres secteurs a baissé par rapport à son niveau de 1973, passant d'un peu plus de 26 % et 25 % respectivement à quelque 20 % et 17 % à l'heure actuelle.

Les données sont recueillies pour l'usage énergétique et non énergétique (matière première) de pétrole dans les secteurs et les branches de la consommation finale. L'utilisation principale en tant que matière première concerne l'industrie chimique et pétrochimique.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Secteur des transports

Les chiffres indiqués dans cette section se rapportent à la consommation dans les activités de transport proprement dites, et non à la consommation par les sociétés de transport à d'autres fins. De même, les carburants consommés pour le transport dans le secteur industriel et les autres secteurs doivent être indiqués dans le secteur du transport et non dans les rubriques Industrie et Autres secteurs.

Aviation : les chiffres relatifs aux quantités de kérosène fournies aux avions doivent être répartis entre l'aviation intérieure et internationale. Le carburant utilisé par l'aviation intérieure doit comprendre les quantités consommées par l'aviation militaire. L'aviation internationale est définie de la même manière que les transports maritimes internationaux. Tout vol dont le premier atterrissage s'effectue dans un aéroport étranger est un vol international. Tous les autres vols sont intérieurs.

Transports routiers : indiquez les quantités consommées par tout type de véhicule de transport sur le réseau routier public. L'utilisation hors de ce réseau doit être exclue.

Transports ferroviaires : indiquez toutes les quantités de pétrole utilisé pour les locomotives propulsées au diesel pour le fret, le transport de passagers et les mouvements des locomotives pour la gestion du matériel roulant.

Navigation intérieure : indiquez les consommations de pétrole par les navires utilisés pour la navigation intérieure et le cabotage. Le carburant utilisé par des navires effectuant des trajets internationaux doit être comptabilisé dans les *Soutages maritimes internationaux*. Le pétrole consommé par les navires de pêche doit figurer dans *Agriculture, sylviculture et pêche*.

Secteur industriel

Les définitions des branches industrielles données dans le questionnaire selon leurs activités économiques se réfèrent à la CITI rév. 3 et à la NACE rév. 1. Elles sont fournies

dans les notes accompagnant chaque questionnaire annuel. Le secteur industriel comprend la branche de la construction, mais pas les industries énergétiques.

Les chiffres introduits dans ce secteur pour la consommation de combustibles par les entreprises ne doivent pas inclure les quantités utilisées pour produire de l'électricité et de la chaleur destinées à la vente ni pour le transport sur le réseau routier public (voir la section sur la *consommation de pétrole dans le secteur de la transformation* ci-dessus et les paragraphes précédents sur le *secteur du transport*).

Ces quantités doivent inclure tous les usages non énergétiques, et ces derniers doivent également être reportés dans le tableau 3 afin d'être identifiés séparément.

Autres secteurs

Les branches des *Autres secteurs* (Commerce et services publics, Résidentiel et Agriculture) sont communes aux questionnaires annuels et sont détaillées au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8, *Consommation finale d'énergie*.

Usages non énergétiques

Certains combustibles peuvent être utilisés à des fins non énergétiques, en tant que matière première dans les différents secteurs. Ces produits ne sont ni consommés comme combustibles ni transformés en un autre combustible. Pour de plus amples informations, veuillez vous référer au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8, *Usages non énergétiques des combustibles*.

À retenir

La consommation finale correspond à l'ensemble de l'énergie livrée aux consommateurs finaux et ne comprend pas la transformation ni la consommation des industries productrices d'énergie.

7 Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur le pétrole

Consommation des autoproducteurs

Informations générales

En raison de l'importance croissante de la problématique environnementale, il est essentiel de bien connaître la consommation totale de combustibles dans le secteur de l'industrie et dans celui de la consommation courante, afin de prendre des mesures appropriées à chacun d'eux en vue d'économiser l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Pour davantage d'informations et de définitions sur l'autoproduction, veuillez vous référer au chapitre 2, *Électricité et chaleur*, section 1.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation des autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur est indiquée dans le tableau 6.

Ce tableau fournit des informations sur les combustibles utilisés par les autoproducteurs d'électricité et de chaleur destinées à la vente selon leur principale activité économique. Il est divisé en trois parties, qui correspondent aux trois types de centrales reconnus : *électricité seule*, *cogénération* et *chaleur seule*. Ces données servent à dresser le bilan de la consommation de combustibles par les autoproducteurs dans le cadre des efforts déployés par les Nations unies pour comprendre les émissions de CO₂.

Dans le cas des centrales de cogénération, il faut, pour indiquer séparément les quantités de combustibles utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur, appliquer une méthode qui consiste à diviser la consommation totale de combustibles entre les deux productions d'énergie. Cette opération est nécessaire même si aucune chaleur n'est vendue, parce que les combustibles utilisés pour produire de l'électricité doivent être mentionnés dans *le secteur de la transformation*. La méthode proposée est décrite à *l'annexe 1*, section 1, et doit être scrupuleusement respectée.

Veillez noter que les totaux indiqués dans ce tableau doivent correspondre aux totaux respectifs indiqués dans *le secteur de la transformation* (tableau 3). Le *questionnaire sur l'électricité et la chaleur* contient un tableau semblable. Afin d'éviter toute incohérence, veuillez contacter la personne chargée de compléter ce questionnaire dans votre pays.

À retenir

Indiquez le pétrole utilisé par les autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur (vendue) dans les secteurs correspondants.

Combustibles fossiles solides et gaz manufacturés



1

Que sont les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés ?

Informations générales

Les combustibles solides et les gaz manufacturés désignent plusieurs types de charbon et de produits dérivés du charbon. Par convention, la plupart des organisations actives dans le domaine des statistiques sur l'énergie préfèrent inclure les combustibles solides renouvelables, comme le bois de chauffage et le charbon de bois, dans la catégorie des énergies renouvelables. Ces combustibles ne sont pas inclus dans ce chapitre, mais dans le chapitre 6 sur *les énergies renouvelables et les déchets*.

Le **charbon primaire** est un combustible fossile qui revêt généralement l'aspect physique d'un roc brun ou noir et qui est constitué de matière végétale carbonisée. Plus la teneur en carbone du charbon est élevée, plus son rang ou sa qualité sera élevé. Les types de charbon se différencient par leurs caractéristiques physiques et chimiques. Ce sont ces caractéristiques qui déterminent le prix du charbon et qui définissent pour quels usages il est approprié. Tous les produits houillers primaires traités dans ce chapitre sont des combustibles solides. Ce chapitre inclut également la tourbe, qui est un autre combustible primaire étroitement lié au charbon.

Les **combustibles dérivés** englobent à la fois les combustibles fossiles solides et les gaz produits durant le traitement ou la transformation du charbon. Des informations plus détaillées sur les produits houillers dérivés et sur les équipements utilisés pour les produire figurent à l'*annexe 1, Processus de conversion des combustibles et de production d'énergie*.

Il existe trois grandes catégories de charbon : la houille, le charbon sous-bitumineux et la lignite. La houille est un charbon dont le **pouvoir calorifique supérieur** (PCS) dépasse 23 865 kJ/kg. Elle comprend deux sous-catégories : le charbon à coke (utilisé dans les hauts fourneaux) ainsi que les autres charbons bitumineux et l'antracite utilisés pour le chauffage et la production de vapeur (d'où le nom de « charbon vapeur » de cette sous-catégorie). Le lignite est un charbon non agglutinant dont le PCS est inférieur à 17 435 kJ/kg. Le charbon sous-bitumineux comprend le charbon non agglutinant d'un PCS compris entre ceux des deux autres sous-catégories.

Les produits secondaires ou dérivés incluent quant à eux les agglomérés, les briquettes (BKB et briquettes de tourbe), le coke de cokerie, le coke de gaz, le gaz d'usines à gaz et le gaz de cokerie, le gaz de haut fourneau et le gaz de convertisseur à l'oxygène.

Ces 30 dernières années, la part du charbon dans la production totale d'énergie primaire dans le monde s'est stabilisée autour des 25 %, ce qui constitue une augmentation de 56 % par rapport à 1973. Il est intéressant de noter que la consommation de charbon s'est considérablement accrue pour la production d'électricité, jusqu'à plus de 250 %, mais que, d'autre part, la consommation du secteur résidentiel a, elle, enregistré une diminution de 65 %. En d'autres termes, le charbon est aujourd'hui essentiellement utilisé pour produire de l'électricité et, dans une moindre mesure, par l'industrie.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés est souvent dénommé « questionnaire sur le charbon », parce qu'il recouvre plusieurs types de charbons et de produits dérivés.

Il a trait aux combustibles fossiles et aux gaz manufacturés répartis entre produits primaires et dérivés. Ceux-ci sont ensuite séparés en deux catégories physiques, comme dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.1 • Produits houilleux primaires et dérivés

| | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| PRODUITS HOUILLEUX PRIMAIRES | Charbon à coke | COMBUSTIBLES FOSSILES SOLIDES | |
| | Autres charbons bitumineux et anthracite | | |
| | Charbon sous-bitumineux | | |
| | Lignite | | |
| | Tourbe | | |
| COMBUSTIBLES DÉRIVÉS | Agglomérés | | |
| | Coke de cokerie | | |
| | Coke de gaz | | |
| | Briquettes | | GAZ MANUFACTURÉS |
| | Gaz d'usines à gaz | | |
| | Gaz de cokerie | | |
| | Gaz de haut fourneau | | |
| | Gaz de convertisseur à l'oxygène | | |

Pour des définitions et des caractéristiques détaillées sur les combustibles, veuillez vous référer aux définitions des produits figurant à l'annexe 2.

Il importe de préciser que le questionnaire sur le charbon couvre les produits houilleux extraits des mines à charbon de surface et souterraines en exploitation, ainsi que le charbon récupéré des déblais de déchets des mines, des bassins à schlamms des usines de préparation et d'autres accumulations de déchets. Il couvre également la tourbe produite à partir des opérations d'extraction et de récolte de la tourbe.

Comme il existe plusieurs manières de classer le charbon, la classification du charbon primaire prête souvent à confusion, notamment en ce qui concerne le lignite et le charbon sous-bitumineux. Sur le plan de la teneur énergétique, la catégorie du charbon sous-bitumineux chevauche celle de la houille et du lignite. Les charbons hautement volatiles et non agglutinants dont la teneur énergétique se situe entre 17 435 kJ/kg (4 165 kcal/kg) et 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg) doivent être comptabilisés dans les charbons sous-bitumineux, même si cette classification diffère de la norme appliquée à l'échelon national. Ces charbons sont ensuite répartis entre « houille » et « lignite » par les agences internationales qui recueillent les statistiques. En général, les charbons sous-bitumineux au pouvoir énergétique supérieur à 18 600 kJ/kg (4 440 kcal/kg) sont considérés comme de la houille, tandis que ceux à moindre pouvoir énergétique sont considérés comme du lignite.

Bien que *le questionnaire sur le charbon* se rapporte aux combustibles « solides », il y a lieu de noter que seules les statistiques sur les combustibles fossiles solides y sont communiquées. Celles relatives au bois de chauffage, aux combustibles solides biodégradables et non biodégradables ainsi qu'aux déchets tels que le combustible dérivé des pneus, les matières plastiques, les déchets de bois, le charbon de bois et les cultures énergétiques de la biomasse doivent être indiquées dans *le questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets*. Il est essentiel que les produits renouvelables et dérivés des déchets brûlés avec du charbon et des produits houilleux y soient indiqués séparément. Il importe également de préciser que tant la consommation que la production d'énergie dérivée du volet Énergies renouvelables/Déchets doivent être prises en considération dans le secteur de la transformation.

Le questionnaire sur le charbon couvre les charbons et les produits houilleux traités dans des fabriques d'agglomérés et de briquettes, dans les cokeries, les hauts fourneaux, les usines à gaz et les fours à oxygène. Toutes les quantités consommées et produites dans la chaîne des différents produits doivent être mentionnées dans *le questionnaire sur le charbon* et dans les autres questionnaires concernés. Par exemple, la consommation de charbon à coke par les cokeries est directement liée à la production de coke de cokerie et de gaz de cokerie dans *le questionnaire sur le charbon*.

À retenir

Le questionnaire sur les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés couvre non seulement les charbons primaires, mais aussi les combustibles solides et les gaz manufacturés dérivés.

Les combustibles fossiles solides ne comprennent pas la biomasse et les déchets solides (bois de chauffage, charbon de bois et matières plastiques), qui doivent être communiqués dans le questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets.

En indiquant les combustibles solides et les gaz manufacturés dérivés, il importe de mentionner la production et la consommation au sein de la chaîne du produit dérivé lorsque les produits consommés par le processus sont signalés dans la chaîne du produit primaire.

La consommation d'autres charbons bitumineux, d'antracite, de lignite et de tourbe dans les fabriques d'agglomérés et de briquettes doit également y être indiquée en tant que production et que consommation des combustibles dérivés « agglomérés » et « BKB ». Ces relations s'appliquent à tous les produits secondaires dérivés de la consommation d'énergie primaire.

2 Quelles sont les unités utilisées pour exprimer les combustibles solides et les gaz manufacturés ?

Informations générales

Les **combustibles solides** sont généralement mesurés selon leur masse (tonnes, milliers de tonnes, etc.). Les quantités doivent être indiquées « telles que reçues », c'est-à-dire en utilisant la teneur du produit en humidité et en cendres au lieu de réception.

Dans certains rapports techniques, les données sur le charbon peuvent également être exprimées en termes de **tonnes-équivalent charbon** (tec). Il ne s'agit pas d'une unité de masse, mais d'une unité d'énergie qui est utilisée davantage dans l'industrie internationale du charbon pour établir des comparaisons entre plusieurs combustibles. Une tonne-équivalent charbon est égale à 7 millions de kilocalories. Le rapport entre la tonne-équivalent pétrole (tep) et la tonne-équivalent charbon (tec) est de $1 \text{ tec} = 0,7 \text{ tep}$.

Les **gaz manufacturés** peuvent être mesurés en plusieurs unités : soit selon leur teneur énergétique (aussi appelée « chaleur »), soit selon leur volume.

Dans un cas comme dans l'autre, plusieurs unités sont utilisées dans l'industrie du gaz naturel :

- pour mesurer l'**énergie**, il est possible d'utiliser les joules, les calories, les kWh, les unités thermiques britanniques (BTU) ou les thermies ;
- pour mesurer le **volume**, l'unité la plus fréquemment utilisée est le mètre cube ou le pied cube.

Informations spécifiques au questionnaire commun

L'unité utilisée dans le questionnaire sur les combustibles fossiles solides est le millier de tonnes métriques. Lorsque d'autres unités de masse sont utilisées, les données doivent être converties en tonnes métriques au moyen des facteurs de conversion figurant en annexe 3.

Les quantités de gaz doivent être exprimées en fonction de leur teneur énergétique (chaleur) et indiquées en térajoules (TJ). La teneur énergétique peut être calculée sur la base du volume mesuré par l'entreprise déclarante ou par le statisticien, sur la base du pouvoir calorifique supérieur du gaz. Il est important d'utiliser le pouvoir calorifique supérieur pour les gaz d'usines à gaz et de cokerie, pour lesquels il existe une différence entre pouvoir calorifique supérieur et inférieur. Cette différence est minime pour les gaz issus des hauts fourneaux et des convertisseurs à l'oxygène.

Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) peut donc être utilisé s'il est disponible. Sinon, on utilise le pouvoir calorifique inférieur (PCI).

Pour information, le pouvoir calorifique inférieur des gaz peut être déduit du pouvoir calorifique supérieur au moyen du facteur suivant :

Tableau 5.2 • Différence entre pouvoir calorifique supérieur et inférieur

| Gaz | Rapport entre PCS et PCI |
|----------------------------------|--------------------------|
| Gaz d'usines à gaz | 0,9 |
| Gaz de cokerie | 0,9 |
| Gaz de haut fourneau | 1,0 |
| Gaz de convertisseur à l'oxygène | 1,0 |

À retenir

Les données sur les combustibles solides sont indiquées en milliers de tonnes métriques.

Les quantités de gaz sont exprimées en fonction de leur pouvoir calorifique supérieur et sont indiquées en térajoules (TJ).

3 Comment convertir la masse et le volume en énergie ?

Informations générales

Dès lors que les pouvoirs calorifiques des différents combustibles fossiles solides peuvent varier considérablement d'un produit à l'autre (par exemple, plus de 23 865 kJ/kg pour la houille et moins de 17 435 kJ/kg pour le lignite), il est essentiel de compléter la notification des combustibles exprimés en unité de masse par leurs pouvoirs calorifiques respectifs. Ces chiffres revêtent une importance capitale, car ils sont utilisés à plusieurs fins : pour établir le bilan énergétique, pour estimer les émissions de CO₂ et pour vérifier les efficacités thermiques des consommations et des productions indiquées dans le secteur de la transformation.

La conversion en unités d'énergie s'effectue généralement au moyen du pouvoir calorifique supérieur des différents produits. Chaque produit peut avoir un pouvoir calorifique supérieur différent et, pour chacun d'eux, les différents flux (par exemple, la production, les importations, l'utilisation dans l'électricité publique) peuvent avoir des pouvoirs différents. Qui plus est, les pouvoirs calorifiques évoluent au fil du temps en raison de modifications au niveau des processus et/ou de la technologie. Il importe donc de consulter les entités déclarantes et d'autres experts nationaux des gaz manufacturés lorsqu'on déduit les pouvoirs calorifiques.

La méthode de mesure et de comptabilisation la plus courante des gaz manufacturés est le volume (par exemple, le m³). Toutefois, c'est souvent la teneur énergétique, et non le volume, qui intéresse l'utilisateur. Par conséquent, dans les études sur l'énergie, il est plus important d'exprimer les flux de gaz manufacturés en unités d'énergie plutôt qu'en unités de volume. Le chapitre 3 sur *le gaz naturel* décrit de manière plus détaillée comment convertir le volume en énergie relatif au gaz (section 2).

Informations spécifiques au questionnaire commun

■ Combustibles fossiles solides

Dans le *questionnaire sur le charbon*, les données sur les combustibles fossiles solides doivent être exprimées en tonnes métriques. Les pouvoirs calorifiques supérieur et inférieur doivent également être indiqués pour chaque type de combustible.

Les pouvoirs calorifiques doivent être exprimés en unités de mégajoules par tonne (MJ/t). Idéalement, ces chiffres doivent être fournis par le déclarant. Le statisticien peut également les déduire en concertation avec lui et avec des experts en matière de combustibles solides et de gaz manufacturés qui connaissent bien le portefeuille énergétique du pays en question. Il peut aussi consulter *l'annexe 3 – Unités et équivalents de conversion* et utiliser les échelles pour les différents produits. Quoi qu'il en soit, le déclarant et les autres experts doivent être consultés.

Lorsque les données sont fournies à l'administration nationale en unités d'énergie, les unités de masse peuvent être calculées en convertissant les unités d'énergie en gigajoules, puis en les divisant par le pouvoir calorifique supérieur exprimé en mégajoules par tonnes. Le résultat de cette division est la masse, exprimée en milliers de tonnes, du produit « tel que reçu », humidité incluse.

■ Gaz manufacturés

Pour convertir le gaz manufacturé exprimé en unités de volume en unités d'énergie (*le questionnaire sur le charbon* utilise les térajoules), il faut utiliser le pouvoir calorifique supérieur par unité de volume pour chaque flux de produit et le multiplier par le volume total : on obtient ainsi la teneur énergétique brute totale exprimée en térajoules (TJ).

■ **À retenir**

Pour les combustibles fossiles solides, indiquez les pouvoirs calorifiques supérieur et inférieur.

Indiquez les gaz manufacturés selon leur pouvoir calorifique supérieur, en utilisant les pouvoirs calorifiques spécifiques s'ils sont disponibles.

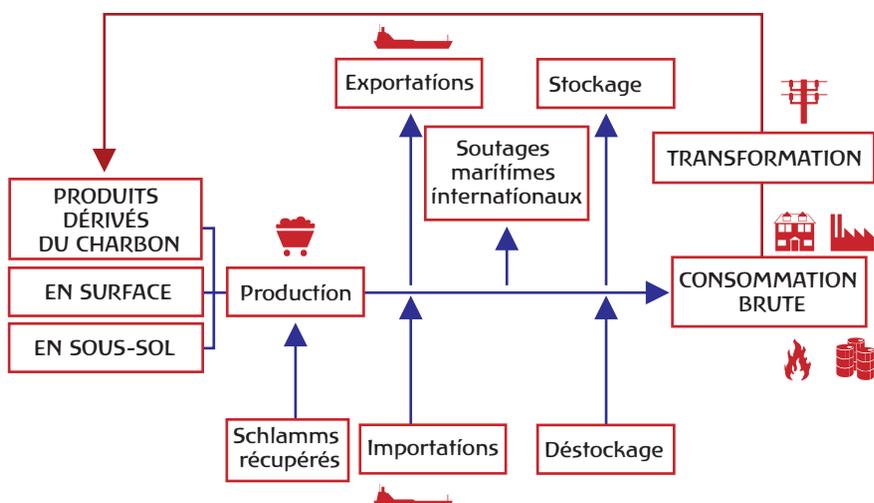
4 Flux de charbon

Informations générales

Le graphique 5.1 représente le flux du charbon depuis sa production jusqu'à sa consommation. Il a été délibérément simplifié pour donner un aperçu global de la chaîne d'approvisionnement.

La production, le commerce, les stocks, les secteurs de l'énergie et de la transformation et la consommation finale sont les principaux éléments à connaître pour avoir une vue d'ensemble du flux des combustibles fossiles solides et des gaz manufacturés dans un pays. Le niveau de détail des informations recueillies dépend de l'usage auquel elles sont destinées.

Graphique 5.1 • Schéma simplifié du flux de charbon



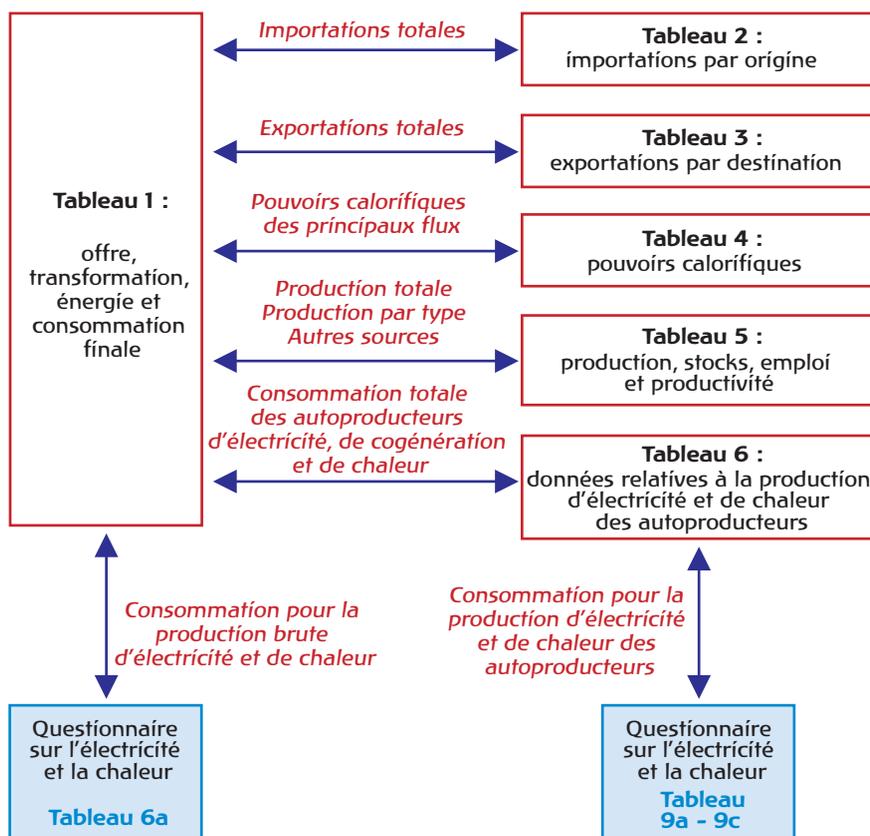
Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur le charbon compte six tableaux :

- tableau 1 : offre et secteur de la transformation, secteur de l'énergie et consommation finale, consommation finale d'énergie (non énergétique, industrie, transport et autres secteurs) ;
- tableau 2 : importations par source (pays d'origine) ;
- tableau 3 : exportations par destination ;
- tableau 4 : pouvoirs calorifiques ;
- tableau 5 : production, stocks, emploi et productivité de la main-d'œuvre dans les mines de charbon ;
- tableau 6 : données relatives à la production d'électricité et de chaleur des autoproducteurs.

Il est essentiel que les chiffres indiqués dans chaque tableau soient correctement additionnés et que les totaux des différents tableaux soient cohérents lorsqu'il existe un lien logique entre eux. Ces liens sont illustrés au graphique 5.2.

Graphique 5.2 • Liens entre les tableaux du questionnaire sur le charbon



Les totaux suivants doivent être cohérents entre les différents tableaux :

- les importations par source du tableau 2 doivent être additionnées, et cette somme doit être égale à la quantité entrée pour les importations totales dans le tableau 1 ;
- les exportations par destination du tableau 3 doivent être additionnées, et cette somme doit être égale à la quantité entrée pour les exportations totales dans le tableau 1 ;
- la production par type de production du tableau 5 – en sous-sol, en surface et schlamms récupérés (autres sources) – pour chaque catégorie de charbon doit être additionnée et cette somme doit être égale aux composantes de chaque catégorie de charbon mentionnées dans le tableau 1 ;

- les données relatives à la production d'électricité et de chaleur des autoproductions au tableau doivent correspondre aux données relatives à chaque catégorie d'autoproductions (électricité seule, cogénération, chaleur seule) reportées au Tableau 1 sur le secteur de transformation.

À retenir

Soyez attentifs aux liens internes entre les tableaux du questionnaire.

Les totaux fondamentaux doivent être cohérents.

5 Offre de charbon

Conformément à la définition donnée à la section 9 du chapitre 1, *Principes fondamentaux*, la production inclut la production, les échanges commerciaux et les variations des stocks. Chacun de ces éléments sera détaillé dans les paragraphes suivants.

Production

Informations générales

La majeure partie du charbon primaire est extraite de mines **souterraines** ou de **mines à ciel ouvert** (en surface). Une partie de la production peut également provenir de la **récupération** de charbon dans les déblais de déchets, les bassins à schlamms et les autres sources constituées par l'extraction conventionnelle des années précédentes.

La production de charbon primaire est divisée en trois sous-catégories : en sous-sol (mines souterraines), en surface (à ciel ouvert) et récupération. Cette dernière sous-catégorie comprend les schlamms récupérés, les produits mixtes et les autres produits de qualité inférieure qui ne peuvent être classés en fonction du type de charbon dont ils sont issus. Elle englobe également le charbon récupéré dans les déblais de déchets et les terrils et qui n'a pas été inclus dans la production des années précédentes.

En ce qui concerne la production de tourbe, seul la tourbe utilisée comme énergie doit être indiquée dans les statistiques, et pas les quantités utilisées à d'autres fins.

La production de produits dérivés du charbon (tant solides que gazeux) est réalisée dans différentes installations de surface ou peut résulter du transfert de produits provenant d'autres sites. La distinction entre le sous-sol et la surface ne s'applique donc pas aux produits dérivés. Les installations sont souvent situées à proximité des sites de production de charbon primaire (fabriques d'agglomérés, de BKB et usines à gaz) ou des aciéries intégrées qui consomment du charbon (cokeries, hauts fourneaux, etc.).

Les quantités qui doivent être indiquées sont les quantités extraites ou produites, mesurées après l'élimination éventuelle des matières inertes. Dans l'industrie

minière, cette production est souvent qualifiée de « propre » ou de « commercialisable ». Elle englobe les quantités consommées par le producteur pour ses opérations de production (par exemple, pour le chauffage et le fonctionnement des équipements et des installations auxiliaires) ainsi que celles livrées aux autres producteurs d'énergie à des fins de transformation ou autres.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La production doit être indiquée à deux endroits : dans le tableau 1 sur l'approvisionnement et dans le tableau 5 sur la production, les stocks, l'emploi et la productivité de la main-d'œuvre dans les mines de charbon.

Dans le tableau 1, pour les produits primaires (à l'exception de la tourbe), la production nationale doit être répartie entre la production en sous-sol et la production en surface. Cette distinction ne s'applique pas aux combustibles dérivés ni à la tourbe.

Les schlamms récupérés (autres sources) désignent la production de schlamms récupérés pour les produits houilleux primaires et à la production d'autres sources pour les combustibles dérivés. Si la production de gaz manufacturés constitue la principale activité de l'usine, ils sont indiqués dans la production. En revanche, si elle résulte du mélange de gaz issus d'autres activités ou du craquage de gaz naturel ou de pétrole, elle doit être signalée dans les autres sources.

Que ce soit pour la production nationale, la production en sous-sol ou en surface ou pour les schlamms récupérés (production d'autres sources), les données doivent être communiquées en fonction du type de combustible et de la méthode de production.

Dans le tableau 5, il faut uniquement indiquer les données totales pour *la houille et le lignite*.

Les chiffres doivent être indiqués en milliers de tonnes pour tous les combustibles fossiles solides et en térajoules pour tous les gaz manufacturés et doivent être arrondis. Les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Indiquez les quantités de combustibles produites et calculées après l'élimination des matières inertes éventuelles.

Importations et exportations.....

Informations générales

Par rapport aux autres combustibles, tels que le gaz naturel, le charbon est un produit facilement transportable sur de longues distances, par bateau ou en train. Les échanges entre les pays producteurs et les pays consommateurs ont toujours été intenses.

Les échanges commerciaux de houille représentent quelque 20 % de la consommation totale dans le monde. Pour le charbon à coke, cette proportion se situe entre 35 et 40 %.

Compte tenu de l'importance du commerce du charbon, les pays ont besoin de savoir non seulement quelles quantités de charbon sont importées et exportées, mais aussi l'origine et la destination des importations et des exportations. Ces détails doivent être disponibles pour les produits qui font l'objet d'un commerce intense, tels que le charbon à coke, les autres bitumineux, l'antracite, le charbon sous-bitumineux, le lignite, le coke de cokerie et les BKB.

Pour les autres produits houilleux (essentiellement les gaz manufacturés et la tourbe), les quantités importées et exportées sont en général très limitées. Il n'est donc pas vraiment nécessaire de ventiler ces produits par origine et destination.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les échanges commerciaux totaux doivent être indiqués dans le tableau 1. Les importations par origine et les exportations par destination doivent être indiquées dans les tableaux 2 et 3 respectivement.

Sont considérées comme importées ou exportées les quantités de combustibles ayant franchi les limites territoriales du pays, que le dédouanement ait été effectué ou non.

Pour les importations, il faut connaître (et donc indiquer) l'origine première du charbon (le pays dans lequel il est produit), tandis que, pour les exportations, il faut communiquer la destination ultime (le pays de consommation) du charbon produit à l'intérieur du pays. Les sociétés responsables des accords commerciaux doivent pouvoir fournir ces données.

Les importations englobent le charbon qui doit être consommé dans le pays et les exportations comprennent le charbon qui a été produit à l'intérieur du pays. Le commerce de transit et les réexportations ne doivent donc pas être indiqués dans les données sur le commerce.

Lorsque l'origine ou la destination ne peuvent être indiquées ou lorsque le pays n'est pas spécifié dans le tableau, la catégorie Autres peut être utilisée. Veuillez préciser le pays si cette information est disponible.

Les chiffres doivent être indiqués en milliers de tonnes pour tous les combustibles fossiles solides et en térajoules pour tous les gaz manufacturés et doivent être arrondis. Les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les importations doivent couvrir le charbon qui entre dans votre pays pour y être consommé et elles doivent être mentionnées dans le pays où il a été produit.

Les exportations doivent couvrir le charbon produit à l'intérieur de votre pays et quittant ce pays, et elles doivent être mentionnées dans le pays où il sera consommé.

Le commerce de transit et les réexportations ne doivent pas être indiqués.

Niveaux et variations des stocks

Informations générales

En raison de leur état solide et de leur caractère relativement inerte, les produits houilleux primaires sont souvent stockés pour couvrir les périodes où la demande excède la production ou, plus généralement, la production. Dans une certaine mesure, la production de charbon primaire – et sa consommation dans certains secteurs (le chauffage, par exemple) – est de nature saisonnière et les stocks doivent être utilisés pour équilibrer les périodes de forte et de faible disponibilité et les périodes de forte et de faible demande.

On constitue également des stocks de certains produits solides dérivés du charbon (coke de cokerie, agglomérés, BKB), mais plus rarement de gaz manufacturés.

Comme pour le pétrole, les décideurs politiques et les analystes du marché ont besoin de données ponctuelles, détaillées et fidèles sur les variations des stocks de charbon.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les variations des stocks de charbon doivent être mentionnées dans le tableau 1 (tableau de la production).

Pour les stocks détenus sur le territoire national, il faut indiquer la différence entre leur niveau initial et leur niveau final. Le stock initial est celui du premier jour de la période analysée et le stock final est celui du dernier jour de cette période. Par exemple, pour une année calendrier, le stock initial est mesuré le 1^{er} janvier et le stock final le 31 décembre.

Les accroissements du stock sont indiqués par un chiffre précédé d'un signe négatif, tandis que les baisses sont indiquées par un signe positif.

Les chiffres doivent être indiqués en milliers de tonnes pour tous les combustibles fossiles solides et en térajoules pour tous les gaz manufacturés et doivent être arrondis. Les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Indiquez les variations des stocks pour tous les produits houilleux primaires et tous les combustibles dérivés.

Elles variations sont calculées en déduisant le niveau final du stock du niveau initial.

6 Consommation de charbon

Différents secteurs consomment des combustibles fossiles solides et des gaz manufacturés :

- le secteur de la transformation ;
- l'industrie productrice d'énergie au sein du secteur de l'énergie ;
- le transport et la distribution de combustibles (quoique de manière très limitée) ;
- les différents secteurs et branches de la consommation finale (industrie, résidentiel, etc.) tant à des fins énergétiques que non énergétiques.

Une brève description de ces secteurs est présentée dans les paragraphes suivants. Pour des informations plus générales, veuillez vous référer au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8.

Consommation de charbon dans le secteur de la transformation

Informations générales

Beaucoup d'entreprises du secteur de la transformation utilisent des produits énergétiques dérivés des combustibles fossiles (essentiellement du charbon). Il s'agit notamment de fabriques d'agglomérés, de cokeries, d'usines à gaz, de hauts fourneaux ainsi que de centrales électriques, de centrales calogènes, de centrales de cogénération chaleur/électricité et d'usines de liquéfaction qui produisent du pétrole synthétique.

En 2001, 84 % du charbon consommé dans le monde a été transformé. Près de 82 % de la houille et 94 % du lignite sont utilisés pour la transformation. Les produits houilleux primaires sont principalement utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur. Ces activités consomment 67 % du charbon et 92 % du lignite. Une proportion de 12% de la houille est également transformée en coke de cokerie. Près de 80 % du coke de cokerie est utilisé pour alimenter les hauts fourneaux, où il est transformé en gaz de cokerie et en fonte brute.

Traditionnellement, les gaz manufacturés (gaz de haut fourneau, gaz de cokerie, gaz de convertisseur à l'oxygène) sont utilisés dans les aciéries intégrées pour chauffer les installations et doivent donc être indiqués dans le secteur de l'énergie. Toutefois, 38 % du gaz des convertisseurs à l'oxygène, 33 % du gaz de haut fourneau et 18 % du gaz de cokerie sont utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur.

Au vu de l'importante proportion de charbon transformé, il est essentiel de garder la trace des quantités de combustibles transformés et des produits énergétiques dérivés.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation de combustibles fossiles solides et de gaz manufacturés dans les processus de transformation doit être indiquée dans la deuxième partie du tableau 1.

Les précisions suivantes relatives aux hauts fourneaux et au charbon doivent être prises en considération.

■ Hauts fourneaux

Les combustibles utilisés dans les hauts fourneaux pour leur processus de fabrication ou pour leur fonctionnement doivent être communiqués respectivement dans les secteurs de la transformation et de l'énergie. La description du fonctionnement d'un haut fourneau donnée à l'annexe 1, section 3, fournit des indications quant aux combustibles qui intègrent le processus de transformation et à ceux utilisés pour chauffer l'air en dehors du haut fourneau.

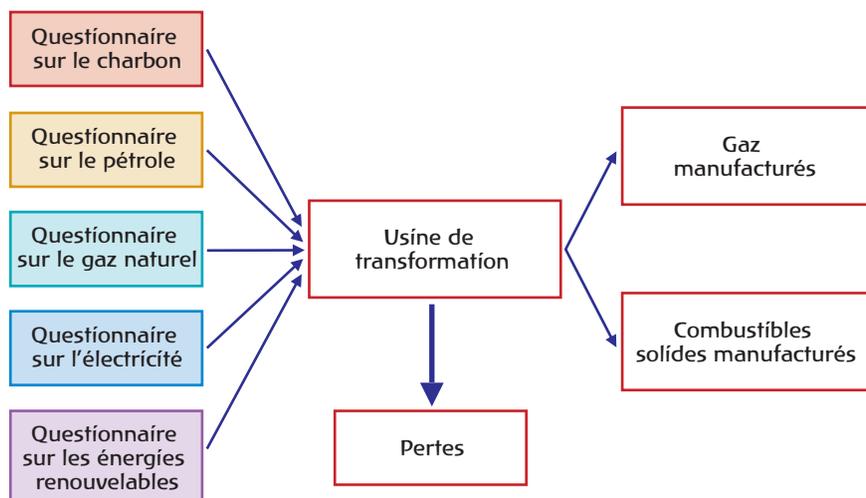
À défaut d'informations précises transmises par les entreprises sidérurgiques, le statisticien doit supposer que l'ensemble des gaz de haut fourneau et des gaz de cokerie utilisés par les hauts fourneaux servent à chauffer l'air et doivent être comptabilisés dans la consommation du secteur de l'énergie. Toutes les quantités de coke, de charbon ou de pétrole doivent être considérées comme servant à la transformation. Parfois, la consommation de gaz naturel peut être mentionnée, mais la nature de son utilisation est moins claire, car il peut être consommé pour les deux types d'usage (transformation et énergie). Si le statisticien possède des chiffres concernant le gaz naturel, il doit consulter le déclarant pour déterminer s'ils doivent être mentionnés dans le secteur de la transformation ou dans celui de l'énergie.

N'indiquez jamais l'utilisation de coke dans les hauts fourneaux à titre d'« usage non énergétique ».

■ Liquéfaction

La liquéfaction couvre la production de pétrole à partir de charbon, de schistes bitumineux et de sables asphaltiques. Ces opérations se déroulent en surface, ce qui implique que les exploitants de l'usine devraient connaître les quantités qu'elles nécessitent. Le charbon liquéfié sur place (en sous-sol) et le pétrole extrait sur place à partir des sables asphaltiques ne doivent pas être mentionnés. Le pétrole issu des traitements sur place est signalé en tant que production nationale dans la rubrique *Autres hydrocarbures du questionnaire sur le pétrole*.

Graphique 5.3 • Schéma de la transformation du charbon



À retenir

Les produits énergétiques consommés pour être transformés en d'autres formes d'énergie doivent être indiqués dans le secteur de la transformation.

Certains processus de transformation incluent la consommation d'énergie indiquée dans d'autres questionnaires sur les combustibles.

Consommation de charbon dans le secteur de l'énergie

Informations générales

Outre les usines de transformation énumérées ci-dessus, les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés peuvent être utilisés dans l'industrie énergétique pour produire de l'énergie. C'est notamment le cas du charbon dans l'industrie minière. La consommation du secteur de l'énergie doit inclure les combustibles utilisés pour chauffer, éclairer ou actionner les pompes et les compresseurs, ou consommés comme combustibles dans les fours et les chaudières. Elle inclut aussi l'« usage propre » au secteur.

Les activités de transformation de l'énergie utilisent des quantités abondantes de gaz manufacturés. Environ 20 à 25 % du gaz de cokerie est utilisé comme combustible dans les fours à coke, le gaz de haut fourneau est utilisé pour chauffer le haut fourneau et les cokeries, et le gaz d'usines à gaz est utilisé pour faire fonctionner les usines à gaz.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les combustibles fossiles et gaz manufacturés consommés dans le secteur de l'énergie pour les processus de transformation sont indiqués dans la deuxième partie du tableau 1.

Indiquez dans le secteur de l'énergie les quantités de produits énergétiques consommés par les entreprises productrices de combustibles et d'énergie lorsque ces quantités disparaissent de la comptabilisation et non lorsqu'elles y réapparaissent après transformation en tant qu'autre produit énergétique. Ces produits sont utilisés pour subvenir aux différentes activités des usines d'extraction de combustibles, de conversion ou de production d'énergie, mais n'entrent pas dans le processus de transformation.

Les chiffres doivent être indiqués en milliers de tonnes pour les combustibles fossiles solides et en térajoules pour les gaz manufacturés et doivent être arrondis. Les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Dans le secteur de l'énergie, n'indiquez que les combustibles consommés par l'industrie énergétique pour ses activités d'extraction ou de transformation.

Pertes de distribution et de transport du charbon....

Informations générales

Le transport et la distribution du charbon et des combustibles fossiles solides impliquent souvent de nombreuses étapes de manutention et de stockage. Ces activités peuvent entraîner, de différentes manières, la perte de certaines quantités de charbon. C'est par exemple le cas du charbon transporté par train, dans des wagons-trémies ouverts. Les combustibles solides peuvent également encourir des pertes lors d'accidents et de déraillements sur les lignes ferroviaires ou dans les gares de triage. Lors du stockage, le charbon et les combustibles solides ont tendance à « se déposer » et à laisser un résidu dans les sites de stockage. Enfin, de petites quantités de combustibles solides peuvent se perdre sur les sites de stockage ou les tapis roulants en tant que (poussière « diffuse »).

Les gaz manufacturés peuvent subir des pertes de distribution au sein des installations qui les produisent ou les utilisent. Ces pertes sont dues à des fuites, et parfois à des aérations accidentelles ou délibérées dans le cours normal des activités. Étant donné que ces gaz sont distribués sur de courtes distances, elles atteignent rarement l'ampleur de celles subies par le gaz naturel, qui est souvent transporté sur de longues distances.

Compte tenu de la grande proportion de charbon par rapport aux combustibles fossiles solides et aux gaz manufacturés et de l'utilisation de navires pour le transport, les pertes de transport et de distribution sont souvent bien plus limitées que dans le cas du pétrole, du gaz et de l'électricité, dont les principales déperditions se produisent dans les oléoducs, les gazoducs et les lignes électriques. À titre de comparaison, les pertes mondiales de charbon s'élèvent à moins de 0,04 % contre, par exemple, 8,7 % pour l'électricité et 1 % pour le gaz naturel.

Les pertes de transport et de distribution des combustibles solides sont donc minimales et elles s'appliquent principalement aux gaz manufacturés. Elles doivent être estimées indépendamment par les entreprises déclarantes et non faire l'objet de calculs pour équilibrer le bilan.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les pertes doivent être indiquées dans la troisième partie du tableau 1, juste en dessous de la rubrique consacrée au secteur de l'énergie.

Si l'écart statistique d'un quelconque produit est nul, vérifiez auprès de l'entité déclarante si les pertes indiquées constituent effectivement l'écart statistique et assurez-vous qu'elles n'ont pas été mesurées indépendamment.

Les gaz manufacturés brûlés à la torche (et non consommés dans d'autres secteurs) doivent être indiqués dans *les autres utilisations du secteur de l'énergie* et non dans les pertes de transport et de distribution. En revanche, les gaz rejetés doivent être inclus dans les *pertes de distribution*.

Les pertes doivent être indiquées en milliers de tonnes pour les combustibles fossiles solides et en térajoules pour les gaz manufacturés. Les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Toutes les pertes de combustibles dues au transport ou à la distribution doivent être communiquées dans les pertes de distribution.

Les gaz manufacturés brûlés à la torche doivent être indiqués dans le secteur de l'énergie.

Les gaz rejetés doivent être inclus dans les pertes de distribution.

Consommation finale

Informations générales

La consommation finale est constituée de tous les charbons et produits houilleux livrés aux consommateurs finaux dans l'industrie, le transport et les autres secteurs, y compris pour l'usage non énergétique. Sont exclus les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés utilisés pour la transformation ou comme usage propre par les industries productrices d'énergie.

S'agissant du charbon et des produits houilleux, la consommation finale d'énergie concerne principalement le secteur de l'industrie, qui consomme près de 15 % de la production totale de charbon. Ce combustible sert surtout à la fabrication de ciment, où il est utilisé comme source d'énergie pour les fours à ciment. La chimie et la pétrochimie, la sidérurgie, le secteur de l'alimentation et du tabac ainsi que le secteur des pâtes et papiers sont d'autres gros consommateurs de charbon.

Auparavant le secteur du transport (les navires et les locomotives) consommait aussi une grande quantité de charbon. Cette consommation a sensiblement diminué dans la plupart des pays. La part du transport ne représente plus que 0,2 % de la demande mondiale de charbon.

La part des autres secteurs, essentiellement les services et l'usage résidentiel, où le charbon est utilisé pour le chauffage ainsi que pour cuisiner dans certains pays, représente 0,5 % de la demande totale de charbon.

Les combustibles fossiles solides et les gaz manufacturés connaissent également des usages non énergétiques (en tant que matières premières). Les combustibles fossiles

solides peuvent par exemple servir à fabriquer du méthanol ou de l'ammoniac. Dans le secteur pétrochimique, le charbon est utilisé comme matière première pour fabriquer d'autres produits pétrochimiques. Enfin, le coke en fines particules est utilisé dans la fabrication de matériaux de construction et dans certains procédés chimiques. L'usage non énergétique du charbon et des produits dérivés est toutefois très restreint (il représente moins de 0,1 % de la consommation).

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les quantités de charbon et de produits houilleux utilisés à des fins énergétiques doivent être indiquées dans le secteur approprié, dans le tableau 1.

Les produits énergétiques utilisés comme matières premières non énergétiques doivent figurer dans le tableau 1, dans la rubrique « *usage non énergétique* ». Il s'agit de produits consommés en tant que matières premières et non en tant que combustibles ou transformés en un autre combustible.

Les quantités indiquées dans le secteur de l'industrie pour la consommation de combustibles par les entreprises doivent inclure la chaleur produite pour la consommation propre et les combustibles destinés à la production de vapeur, aux chaudières, aux fours et aux autres installations semblables. Les quantités indiquées pour la consommation de combustibles par les entreprises ne doivent pas inclure les quantités utilisées pour produire de l'électricité et de la chaleur vendues à des tiers, ni le charbon ou les produits houilleux utilisés à des fins non énergétiques. Celles-ci doivent être communiquées respectivement dans les secteurs de la transformation et dans le secteur non énergétique. Dans le cas de la sidérurgie, les combustibles utilisés dans les hauts fourneaux doivent être comptabilisés dans le secteur de la transformation afin d'éviter les doubles comptages.

La consommation finale d'énergie, l'usage non énergétique et l'usage en tant que matière première doivent être exprimés en milliers de tonnes pour les combustibles fossiles solides et en térajoules pour les gaz manufacturés. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Le charbon et les produits houilleux peuvent être utilisés à des fins énergétiques et non énergétiques.

Indiquez ces deux usages dans les secteurs et sous-secteurs appropriés.

7 Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur le charbon

Pouvoirs calorifiques.....

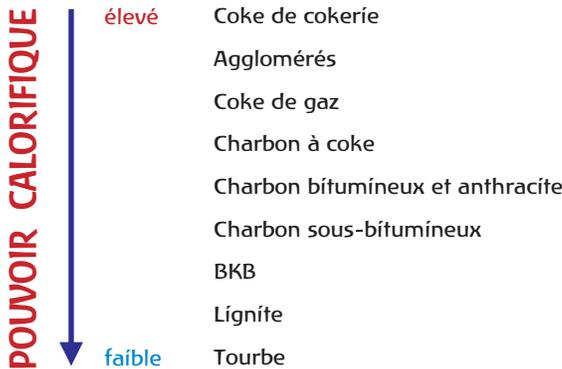
Informations générales

Chaque combustible fossile solide est caractérisé par son propre pouvoir calorifique, c'est-à-dire la quantité d'énergie disponible dans une unité de masse (*annexe 3, section 5*). Par exemple, la houille est un type de charbon dont le pouvoir calorifique supérieur dépasse 23 865 kJ/kg, tandis que le lignite désigne des charbons non agglutinants dont le pouvoir calorifique supérieur n'atteint pas 17 435 kJ/kg.

Il est essentiel de connaître les pouvoirs calorifiques précis pour établir des bilans énergétiques fiables, car ceux-ci sont élaborés sur la base des unités d'énergie et non de produits. Il est donc capital de fournir les pouvoirs calorifiques non seulement des combustibles produits, mais aussi ceux des combustibles échangés et destinés à plusieurs usages principaux. Les pouvoirs calorifiques sont utilisés pour estimer les émissions de CO₂ et pour vérifier les efficacités thermiques des processus de transformation.

S'il s'avère impossible d'obtenir les pouvoirs calorifiques de chaque mine, installation de brûlage des combustibles ou pour chaque origine d'importation et/ou destination d'exportation, on peut se fonder sur les moyennes représentatives (basées, par exemple, sur les mines de production les plus importantes ou sur les importations et/ou exportations totales de charbon).

Graphique 5.4 • Pouvoirs calorifiques



Informations spécifiques au questionnaire commun

Dans le tableau 4, il faut indiquer les pouvoirs calorifiques supérieur et inférieur des combustibles produits, échangés et destinés à plusieurs usages principaux (voir le chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 6, pour une description complète des pouvoirs calorifiques supérieur et inférieur).

Si vous ne disposez pas de la répartition des pouvoirs calorifiques en fonction des approvisionnements et des consommations, indiquez un pouvoir calorifique moyen pour toutes les utilisations. De même, si les pouvoirs calorifiques supérieurs ne sont pas disponibles pour les charbons, ils peuvent être estimés en ajoutant 5 % au pouvoir calorifique inférieur. Pour le coke et les gaz de hauts fourneaux, les différences entre PCS et PCI sont négligeables. Toutefois, pour les gaz d'usines à gaz et de cokerie, les pouvoirs calorifiques inférieurs sont approximativement 11 % plus bas que les pouvoirs calorifiques supérieurs. (Voir l'annexe 3, section 5 pour les pouvoirs calorifiques typiques des combustibles solides et des gaz dérivés.)

Les valeurs doivent être exprimées en mégajoules par tonne (MJ/t) et représenter les pouvoirs calorifiques des combustibles tels qu'ils sont livrés ou utilisés. Elles doivent être arrondies. Les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les pouvoirs calorifiques supérieur et inférieur doivent être fournis pour chaque combustible solide mentionné.

Les pouvoirs calorifiques supérieurs du charbon peuvent être estimés en ajoutant 5 % au pouvoir calorifique inférieur.

Production, emploi et productivité de la main d'œuvre dans les mines de charbon

Informations générales

Ces dernières décennies, le secteur du charbon a subi de profondes restructurations dans de nombreux pays. En même temps, l'extraction souterraine a laissé la place à l'extraction de surface, les activités, auparavant à prédominance manuelle, se sont mécanisées dans les deux types des mines, et la productivité a évolué rapidement. Afin de suivre l'évolution du secteur du charbon, les données socio-économiques liées au type de mine, à la productivité de la main-d'œuvre et à l'emploi doivent être combinées aux statistiques sur la production, les échanges commerciaux et la consommation.

Les données sur l'emploi et la productivité ne sont pas nécessaires pour dresser un bilan ordinaire sur l'énergie ou les produits, mais elles sont essentielles pour comprendre pleinement le secteur du charbon.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Production : indiquez les quantités extraites ou produites, mesurées après l'élimination des matières inertes éventuelles. Dans l'industrie minière, cette production est souvent qualifiée de « propre » ou de « commercialisable ». Elle comprend les quantités consommées par le producteur pour ses opérations de production. Elle doit être séparée entre production souterraine et production de surface, définies comme suit :

- la **production souterraine** de chaque catégorie de charbon (*houille* ou *lignite*) doit être égale à la somme des éléments indiqués dans le tableau 1. Par exemple, la somme du *charbon à coke*, des *autres charbons bitumineux* et de *l'anhracite* indiquée dans la rubrique « dont en sous-sol » du tableau 1 doit être égale à la *production de houille en sous-sol* signalée au tableau 5 ;
- de même, la **production en surface** de chaque catégorie de charbon (*houille* ou *lignite*) du tableau 5 doit être égale à la *somme des éléments* figurant dans le tableau 1. Par exemple, la somme du *charbon sous-bitumineux* et du *lignite* indiquée dans la rubrique « dont en surface » du tableau 1 doit être égale à la *production en surface de lignite* rapportée au tableau 5.

Le total des **schlamms récupérés (autres sources)** de chaque catégorie de charbon (*houille* ou *lignite*) du tableau 5 doit être égal à la *somme des éléments* figurant dans le tableau 1. Par exemple, la somme du *charbon à coke*, des *autres charbons bitumineux* et de *l'anhracite* indiquée dans la rubrique « Schlamms récupérés (autres sources) » du tableau 1 doit être égale à la quantité de *houille* indiquée dans la rubrique « *Schlamms récupérés (autres sources)* » du tableau 5.

Mine : les activités couvertes par la notion de « mine » pour le calcul de la consommation, de l'emploi et de la productivité englobent toutes les opérations se rapportant à l'abattage, à l'extraction, à la manutention, à la préparation et au transport du charbon depuis le front de taille ou le puits de production jusqu'au point d'expédition aux tiers. Sont également comprises les activités à la préservation de l'environnement de la mine, à l'entretien et à la réparation du matériel utilisé pour l'exploitation et celles liées à l'élimination des déchets.

Sont exclues les activités auxiliaires, telles que celles des fours à coke, des usines d'agglomération, des briqueteries et des centrales qui produisent de l'électricité principalement pour la vente à l'extérieur. Les centrales qui fournissent la majeure partie de leur électricité à la mine sont, elles, comprises dans les statistiques, tout comme les ateliers, les entrepôts et aires de stockage situés sur le site minier. Toutes les installations de préparation du charbon, toutes les activités de transport du charbon en surface (chemins de fer, camions, transporteurs à bande, câbles aériens, etc.) avant son expédition, et celles de transport des déchets miniers et du charbon vers une installation centralisée de préparation du charbon font partie des activités minières. Les opérations de transport du charbon préparé en surface, telles que le transport du charbon jusqu'à des dépôts centralisés, ne font pas partie des activités minières, pas plus que le transport de matériaux venant de fournisseurs extérieurs jusqu'à l'aire de stockage de la mine. Le matériel mobile de surface (chariots élévateurs à fourche, grues, etc.) utilisé sur les aires de stockage ou pour le transport des matériaux depuis ces sites vers d'autres installations de la mine fait quant à lui bel et bien partie des activités minières.

Les services sociaux tels que les cantines, les boutiques et les supermarchés des charbonnages, l'entretien des logements des mineurs, les installations de sports et de loisirs, et les centres médicaux ne font pas partie de la mine, contrairement au poste de premiers secours qui assure les soins immédiats sur le site minier.

Travailleurs de la mine (effectifs inscrits dans les registres de l'exploitation) : il s'agit de tout le personnel qui participe aux activités définies ci-dessus, à l'exception des employés de bureau et du personnel affecté uniquement à des

tâches administratives. Entrent dans la catégorie des ouvriers les travailleurs qui participent aux processus de production ou qui fournissent des services annexes à ces processus, comme les services d'entretien et les corps de métiers. En revanche, les travailleurs non manuels exclus de ces statistiques sont ceux qui effectuent essentiellement des tâches administratives et non du travail manuel ; il s'agit notamment du personnel de direction, du personnel scientifique (dont le personnel de laboratoire), du personnel technique (ingénieurs et géomètres), du personnel commercial (comptabilité, ventes, etc.), du personnel administratif (par exemple les employés du service du personnel), du personnel de bureau (employés, pointeurs, dactylographes) et du personnel du service informatique. Les cadres et agents de maîtrise sont compris, sauf ceux dont les subordonnés sont uniquement des employés de bureau ou des personnes chargées de tâches administratives. Le personnel d'entreprises sous-traitantes participant aux activités minières est compris.

Tous les travailleurs, à plein temps ou à temps partiel, inscrits dans les registres de la mine sont compris, mais pas ceux dont l'absence dépasse une période de six mois pour maladie, service militaire ou d'autres raisons.

Effectifs moyens annuels : en général, ce chiffre est calculé à partir des effectifs au bout de 13 mois (ou pour 53 semaines), le premier nombre utilisé se rapportant à la fin du dernier mois (ou de la dernière semaine) de l'année qui précède l'année considérée.

Poste : un poste est la durée normale de présence d'un travailleur à la mine durant un jour ouvrable. La durée d'un poste varie d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays suivant l'organisation du travail et les règlements en vigueur. Les statistiques des postes comprennent tous les postes ouverts par des travailleurs faisant partie des effectifs, calculés en postes normaux, les postes correspondant à des heures de travail supplémentaires étant ramenés proportionnellement à des postes normaux sur la base des heures supplémentaires effectives et non de celles rémunérées.

Postes ouverts par travailleur (moyenne annuelle) : on obtient cette moyenne en divisant le nombre total de postes ouverts par les travailleurs inscrits pendant l'année, par le nombre moyen annuel de travailleurs.

Durée moyenne d'un poste : la durée moyenne d'un poste n'est pas le temps de travail réel passé sur le lieu de travail, mais tout le temps que le travailleur doit passer à la mine. Le temps de travail couvre le temps d'attente pour l'affectation à une tâche, les pauses pour les collations et les repos prises au cours de la période du poste, ainsi que les déplacements et le temps d'attente pour le transport. La durée du temps de travail est comptabilisée en heures décimales.

Productivité en surface et en sous-sol : la productivité est calculée sur la base de la production de charbon liée au rendement et sur la base des postes ouverts par les travailleurs de la mine, selon les définitions ci-dessus. Par ailleurs, **les éléments suivants** (tant pour la production que pour les postes) **sont à exclure** :

- **la récupération sur les terrils**, qui comprend la récupération de houille sur les terrils ou le dragage des schlamms provenant des vieux bassins de décantation (les schlamms résultant de la préparation normale du charbon extrait sont inclus dans les chiffres de production, à condition qu'ils soient vendus ou utilisés dans la mine) ;

- **les petites mines**, c'est-à-dire celles qui n'ont pas d'influence sur l'économie charbonnière et où la collecte de données nécessiterait un travail qui serait sans commune mesure avec la faible incidence qu'elles auraient sur les résultats globaux ;
- **les travaux d'investissement**, qui comprennent les travaux autres que ceux qui sont nécessaires à la poursuite des activités de production en cours.

Sont exclus du calcul de la productivité les postes correspondant à des travaux d'investissement et, le cas échéant, le charbon extrait au cours de ces opérations.

Tout creusage ultérieur de voies de taille ou de voies de traverse, l'équipement d'une taille nouvellement aménagée ou le creusage de sections de galerie pour la taille chassante font tous partie intégrante de l'exploitation normale de la mine et sont inclus dans le calcul de la productivité.

Ce calcul doit tenir compte de tout le personnel de la mine, qu'il soit directement employé par elle ou qu'il travaille sous contrat pour le compte de tiers. Il comprend aussi le travail des cadres techniques, ainsi que celui des apprentis s'ils participent aux travaux normaux d'exploitation.

Les travaux normaux d'exploitation pour lesquels tous les postes sont inclus dans le calcul de la productivité comprennent :

- l'abattage du charbon ;
- le creusage des galeries sauf lorsqu'il entre dans la catégorie des travaux d'investissement précisés ci-dessus ;
- l'équipement et le déséquipement des tailles ;
- les opérations d'équipement aux puits de production de surface ;
- le roulage et le transport en sous-sol, qu'il s'agisse du charbon, du matériel ou du personnel ;
- l'entretien et la réparation des galeries et autres chantiers ;
- l'entretien et la réparation de l'équipement sur place, en sous-sol et aux puits de production en surface ; lorsque l'avarie est grave et nécessite une réparation, le démontage, le transport et le remontage de la machine sont tous inclus dans le calcul de la productivité ;
- les travaux concernant la sécurité, l'hygiène et l'aérage, tels que l'échantillonnage des poussières, la prévention des incendies, etc.

À retenir

Suivez attentivement les informations spécifiques données ci-dessus pour remplir le tableau 5 du questionnaire.

Consommation pour la production d'électricité et de chaleur des autoproducteurs

Informations générales

En raison de l'importance croissante de la problématique environnementale, il est essentiel de bien connaître la consommation totale de combustibles dans le secteur de l'industrie et dans celui de la consommation courante, afin de prendre des mesures appropriées à chacun d'eux en vue d'économiser l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Pour davantage d'informations et de définitions sur l'autoproduction, veuillez vous référer au chapitre 2, *Électricité et chaleur*, section 1.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation des autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur est indiquée dans les tableaux 6a, 6b et 6c.

Ce tableau fournit des informations sur les combustibles utilisés par les autoproducteurs d'électricité et de chaleur destinées à la vente selon leur principale activité économique. Il est divisé en trois parties, qui correspondent aux trois types de centrales reconnus : *électricité seule*, *cogénération* et *chaleur seule*. Ces données servent à dresser le bilan de la consommation de combustibles par les autoproducteurs dans le cadre des efforts déployés par les Nations unies pour comprendre les émissions de CO₂.

Dans le cas des centrales de cogénération, il faut, pour indiquer séparément les quantités de combustibles utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur, appliquer une méthode qui consiste à diviser la consommation totale de combustibles entre les deux productions d'énergie. Cette opération est nécessaire même si aucune chaleur n'est vendue, parce que les combustibles utilisés pour produire de l'électricité doivent être mentionnés dans *le secteur de la transformation*. La méthode proposée est décrite à l'annexe 1, section 1, et doit être scrupuleusement respectée.

Veuillez noter que les totaux indiqués dans ce tableau doivent correspondre aux totaux respectifs indiqués dans *le secteur de la transformation*. Le questionnaire sur *l'électricité et la chaleur* contient un tableau semblable (tableau 9). Afin d'éviter toute incohérence, veuillez contacter la personne chargée de compléter ce questionnaire dans votre pays.

À retenir

Indiquez le charbon et les produits houilleux consommés par les autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur dans leurs secteurs respectifs.

Énergies renouvelables et déchets



1 Que sont les énergies renouvelables et les déchets ?

Informations générales

La littérature technique regorge de définitions sur les énergies renouvelables. On y trouve notamment celle-ci : **l'énergie renouvelable** est l'énergie dérivée de processus naturels en perpétuel renouvellement. Bien que cette définition soulève certaines questions, par exemple quant au temps nécessaire à ce renouvellement, elle sera utilisée comme référence dans ce chapitre.

Il existe plusieurs formes d'énergie renouvelables, dérivées directement ou indirectement du soleil ou de la chaleur produite au plus profond de la Terre, notamment l'énergie générée par le soleil, le vent, la biomasse et la biomasse solide, la chaleur terrestre, l'eau des fleuves, des lacs, des mers et des océans, le biogaz et les biocarburants liquides.

Les **déchets** sont un combustible composé de matériaux divers issus des déchets de l'industrie, des administrations, des hôpitaux et des ménages, comme le caoutchouc, le plastique, les déchets de combustibles fossiles et d'autres produits semblables. Ils sont soit solides soit liquides, renouvelables ou non renouvelables, biodégradables ou non biodégradables.

Une liste détaillée des sources d'énergie renouvelable et des déchets ainsi que des technologies associées qui ont dépassé ou approchent le seuil de rentabilité économique est fournie dans le *glossaire*.

La biomasse solide (essentiellement le bois de chauffage utilisé pour cuisiner dans les pays en développement) est de loin la principale source d'énergie renouvelable. Elle représente plus de 10% de la production totale d'énergie primaire de la planète et les trois quarts de l'offre mondiale d'énergies renouvelables.

Depuis 1990, les sources d'énergie renouvelable dans le monde ont progressé à un rythme annuel moyen de 1,7 %, soit légèrement plus que le rythme de croissance de la production totale d'énergie primaire. Cette croissance a été particulièrement marquée pour les « nouvelles » énergies renouvelables (éolienne, solaire), lesquelles ont progressé en moyenne de 19 % par an. Cette augmentation concerne essentiellement les pays de l'OCDE, où des programmes d'envergure en matière d'énergie éolienne ont été développés dans les pays tels que le Danemark ou l'Allemagne.

Le débat sur le changement climatique a sans conteste stimulé le développement des énergies renouvelables en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre par les parties visées à l'annexe 1 de la convention-cadre des Nations unies sur les

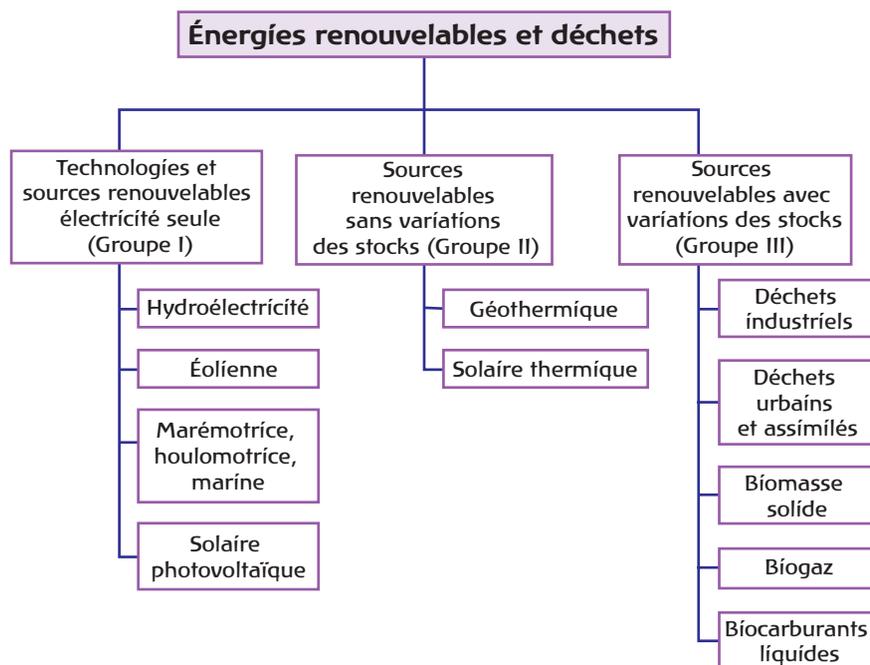
changements climatiques. Il est donc plus que nécessaire de surveiller cette évolution et, partant, de renforcer la collecte et la diffusion d'informations ponctuelles et fiables sur les énergies renouvelables et les déchets. C'est là un défi de taille, puisqu'une partie significative de cette énergie n'est pas commercialisée (bois de chauffage, capteurs solaires) et/ou est située dans des régions trop éloignées.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets classe les produits qui en sont issus en trois grands groupes :

- le groupe I comprend les produits qui doivent être transformés en électricité pour pouvoir être utilisés (tels que l'énergie hydraulique ou photovoltaïque solaire) ;
- le groupe II comprend les produits qui sont fabriqués et consommés pour de multiples usages dans les secteurs de la transformation et de la consommation (tels que l'énergie géothermique ou solaire thermique). De par leur nature, ces produits ne peuvent pas être stockés au sens conventionnel du terme et, par conséquent, ils ne font l'objet d'aucunes statistiques sur les variations des stocks ;
- le groupe III comprend les produits qui sont fabriqués et utilisés pour de multiples usages dans les secteurs de la transformation et de la consommation finale (les déchets, le bois de chauffage, le biogaz et les biocarburants liquides). La nature de ces produits permet de les stocker au sens conventionnel du terme. Ils peuvent donc faire l'objet de statistiques sur les variations des stocks.

Graphique 6.1 • Classification des énergies renouvelables et des déchets en trois groupes



Les déchets industriels et les déchets urbains et assimilés non renouvelables doivent être indiqués dans *le questionnaire annuel sur les énergies renouvelables et les déchets*, bien que les méthodologies de l'AIE et de l'Union européenne excluent ces types de déchets de la définition des énergies renouvelables.

Une attention toute particulière doit être accordée aux éléments suivants : les **déchets urbains et assimilés** et **l'énergie solaire passive**. Voici quelques indications quant à leur traitement dans le questionnaire.

Les **déchets urbains et assimilés** : une certaine controverse entoure la définition des déchets urbains et assimilés collectés dans les ménages, les établissements commerciaux, les hôpitaux et autres institutions, en raison du fait qu'ils contiennent des éléments tant biodégradables que non biodégradables. Les définitions des énergies renouvelables de l'AIE et de l'Union européenne excluent toutes deux les déchets urbains et assimilés non biodégradables, mais ce n'est pas le cas de tous les pays. Dans d'autres États membres, des enquêtes sont en cours pour déterminer la proportion de ces déchets qui constitue des énergies renouvelables. Enfin, les programmes de recyclage et de séparation sur le lieu de combustion qui sont mis en œuvre actuellement ainsi que d'autres techniques devraient réduire la proportion de déchets non biodégradables.

S'il s'avère impossible d'établir une distinction entre les déchets urbains et assimilés biodégradables et non biodégradables, la quantité totale doit être divisée en parts égales entre les deux catégories.

L'énergie solaire passive : certains pays encouragent l'énergie solaire passive, dont les applications se répandent peu à peu. Néanmoins, comme certains pays membres ne recueillent pas de statistiques sur les installations qui la produisent et puisqu'il est souvent impossible de collecter ou d'estimer les flux, cette énergie n'est pas incluse comme produit dans ce questionnaire.

À retenir

L'énergie renouvelable est dérivée de processus naturels en perpétuel renouvellement.

Les produits des énergies renouvelables et des déchets sont divisés en trois groupes principaux : électricité seule, sources sans variations des stocks et sources avec variations des stocks.

Le questionnaire comprend également les produits des déchets. Il n'inclut cependant pas l'énergie solaire passive.

2 Quelles sont les unités utilisées pour exprimer les énergies renouvelables et les déchets ?

Informations générales

En raison de leur diversité, les énergies renouvelables et les déchets sont traditionnellement mesurés dans toute une série d'unités. Les produits solides tels que le bois et les déchets de bois sont souvent mesurés en unités de volume (mètres cubes ou cordes) et de masse (tonnes). Les biogaz peuvent être mesurés sur la base de leur volume (mètres cubes) ou de leur teneur énergétique (thermies ou kilowattheures), et les biocarburants liquides en termes de volume (litres), de masse (tonnes) et/ou de teneur énergétique (joules ou mégajoules).

Enfin, les technologies et sources renouvelables qui produisent uniquement de l'électricité, tels que l'hydroélectricité, l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie marémotrice, houlomotrice, marine et éolienne, ne peuvent être mesurées qu'en termes de production d'électricité (généralement kilo-, méga- ou gigawattheures).

Informations spécifiques au questionnaire commun

Un des objectifs du *questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets* est de définir des unités de mesure standardisées afin de faciliter le traitement et la comparaison des données.

Les unités dans lesquelles les quantités doivent être exprimées sont les suivantes :

- *pour l'électricité*, la production est exprimée en gigawattheures (GWh) et la puissance électrique en mégawatts (MW). Pour les centrales à l'énergie solaire, toutefois, la surface des capteurs solaires doit également être communiquée (en milliers de m²), et dans le cas des centrales de biocarburants liquides, la puissance de ces centrales doit aussi être mentionnée (en tonnes/année) ;
- *pour la chaleur*, la production est exprimée en térajoules (TJ) ;
- *pour tous les autres flux* (approvisionnement, consommation finale des secteurs de la transformation et de l'énergie), les volumes de combustibles doivent être exprimés en térajoules (TJ), sauf pour le charbon de bois et les biocarburants liquides, qui doivent être exprimés en unités de masse (en milliers de tonnes).

La teneur énergétique totale des combustibles indiquée en térajoules doit être calculée en utilisant le **pouvoir calorifique inférieur** de ces combustibles. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

La production d'électricité doit être exprimée en gigawattheures (GWh).

La production de chaleur doit être exprimée en térajoules (TJ).

Les valeurs énergétiques de la plupart des combustibles doivent être indiquées en térajoules (TJ).

Les exceptions sont le charbon de bois et les biocarburants liquides, qui sont indiqués en milliers de tonnes.

3 Comment convertir la masse et le volume en énergie ?

Informations générales

Le bois de chauffage et les autres combustibles solides dérivés de la matière végétale peuvent être indiqués de bien des manières selon le combustible, l'utilisation et le pays. Les unités peuvent être très générales, comme les paquets de bois, ou plus précises lorsqu'elles sont liées au volume ou à la masse, comme les cordes, les mètres cubes et les tonnes.

Pour pouvoir utiliser ces données et les comparer avec celles d'autres combustibles, il est nécessaire de les convertir en unités d'énergie. Cette opération n'est pas toujours simple dès lors que plusieurs facteurs, comme la densité et l'humidité (par exemple pour le bois de chauffage), ont une grande influence sur le facteur de conversion utilisé.

Il en va de même des combustibles gazeux, qui sont souvent indiqués en unités de volume, comme les mètres cubes ou les pieds cubes. Dans ce cas, le volume doit être multiplié par un facteur « énergie par unité de volume » pour déduire la teneur énergétique totale.

Il se peut également que les biocarburants liquides soient mentionnés en litres, en kilogrammes ou en barils. Dans pareils cas, le volume de biocarburant doit être multiplié par un facteur « masse par unité de volume » pour déduire la masse totale du produit.

Pour des informations générales sur la conversion et les facteurs de conversion, veuillez vous référer au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, Section 5, *comment mesurer les quantités et les pouvoirs calorifiques*, à l'annexe 3, *Unités et équivalents de conversion*.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Quelles que soient les conversions qui doivent avoir lieu avant de compléter les tableaux du questionnaire, les valeurs pour la production d'électricité doivent être exprimées en gigawattheures (GWh) et celles pour la production de chaleur et la plupart des combustibles en térajoules (TJ).

La teneur énergétique totale des combustibles exprimée en térajoules doit être calculée au moyen du **pouvoir calorifique inférieur** des combustibles en question.

Les exceptions à cette règle générale concernent le *charbon de bois* et les *biocarburants liquides*, qui sont mentionnés en milliers de tonnes. Pour ces deux combustibles, il est néanmoins nécessaire d'indiquer les pouvoirs calorifiques inférieurs moyens dans le tableau 4. Ceux-ci varient sensiblement d'un biocarburant à l'autre, ainsi qu'en fonction du type de charbon de bois, de la densité et de l'humidité. Dès lors qu'il est impossible d'obtenir les pouvoirs calorifiques spécifiques pour chaque type de flux, le statisticien doit calculer une moyenne sur la base d'une ventilation représentative de ces combustibles.

À retenir

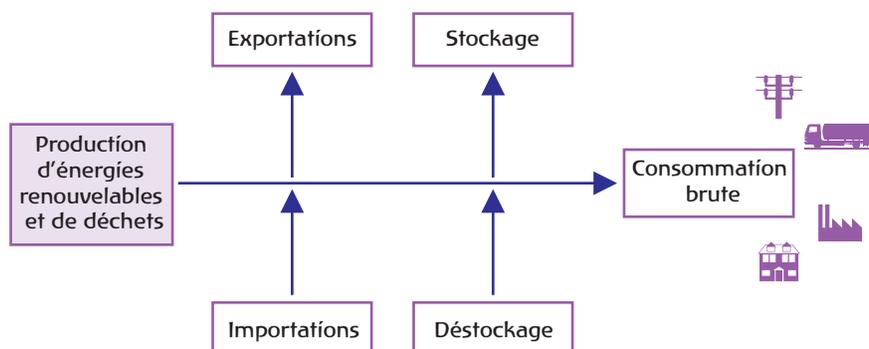
Exprimez les flux de produits en unités d'énergie : les gigawattheures (GWh) pour la production d'électricité et les térajoules (TJ), en utilisant les pouvoirs calorifiques inférieurs, pour les autres, à l'exception des biocarburants et du charbon, qu'il faut indiquer en unités de masse (milliers de tonnes).

4 Flux d'énergies renouvelables et de déchets

Informations générales

Le graphique 6.2 présente un schéma délibérément simplifié des flux des trois groupes d'énergies renouvelables et de déchets, depuis leur production jusqu'à leur consommation. Les différences dans le flux d'approvisionnement entre ces trois groupes seront abordées dans la section 5 ci-dessous.

Graphique 6.2 • Schéma simplifié des flux d'énergies renouvelables et de déchets



Informations spécifiques au questionnaire commun

Le questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets compte six tableaux, dans lesquels les flux doivent être indiqués.

- Tableau 1 : production brute d'électricité et de chaleur
- Tableau 2 : offre, secteurs de la transformation et de l'énergie
- Tableau 3 : consommation finale d'énergie (par secteurs)
- Tableau 4 : caractéristiques techniques des installations
- Tableau 5 : données relatives à la production d'électricité et de chaleur des autoproducteurs
- Tableau 6 : (analyse de la) production de bois, de déchets de bois et d'autres déchets solides

Chacun de ces tableaux sera présenté dans les paragraphes ci-après. Certains renseignements et totaux fondamentaux doivent cependant être maintenus entre les différents tableaux. Ceux-ci sont illustrés au graphique 6.3.

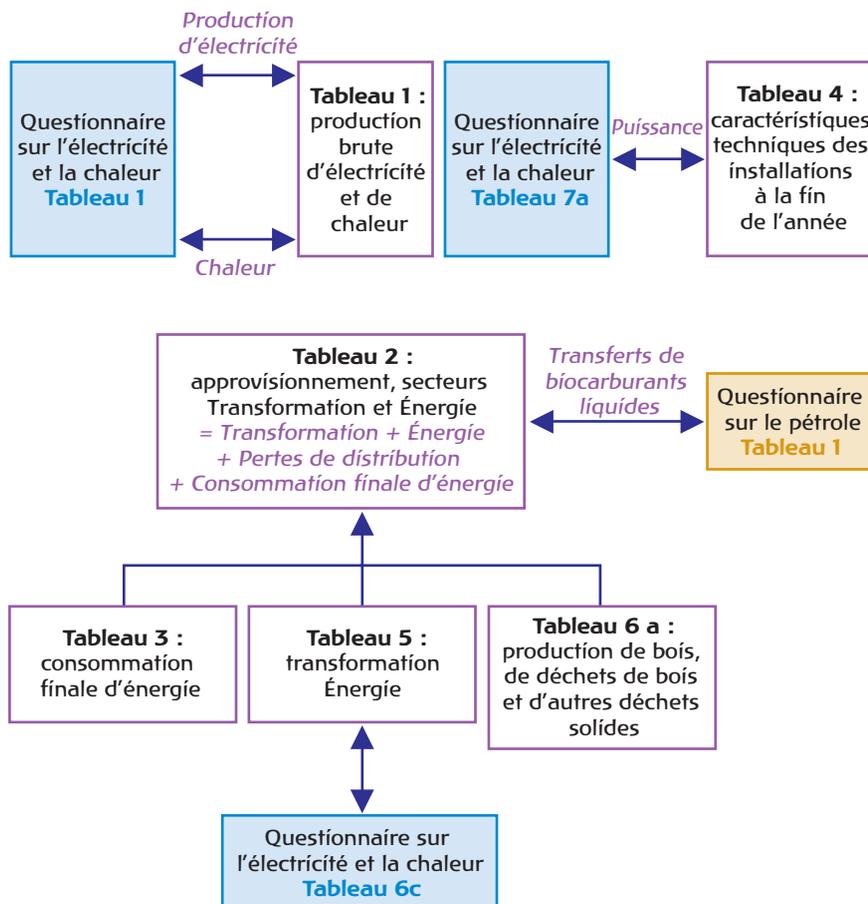
Il est essentiel que les chiffres indiqués dans chaque tableau soient correctement additionnés et que les totaux des différents tableaux soient cohérents lorsqu'il existe un lien logique entre eux. Il s'agit des totaux suivants :

- *la production de bois, de déchets de bois et d'autres déchets solides* du tableau 2 peut être détaillée dans le tableau 6. Une fois le tableau 6 complété, la production totale doit être égale à la production indiquée dans le tableau 2 ;
- *la somme des données* indiquées dans les tableaux 5a, 5b et 5c doit être cohérente avec les données indiquées dans le secteur de la transformation pour chaque produit du tableau 2.

Il est également capital que les entrées et les totaux qui figurent dans les autres questionnaires annuels soient cohérents lorsqu'il existe un lien logique entre eux :

- *les statistiques relatives à la production brute d'électricité et de chaleur* signalées dans le tableau 1 doivent correspondre à la production brute d'électricité et de chaleur indiquée pour les mêmes flux dans le questionnaire annuel sur l'électricité et la chaleur ;
- *les transferts de produits aux industries* couverts dans les questionnaires sur les autres combustibles (essentiellement les biocarburants liquides) sont indiqués dans le tableau 2 et doivent être cohérents avec les transferts signalés dans le tableau 1 du questionnaire sur le pétrole ;
- *la consommation indiquée dans le secteur de la transformation* pour la production d'électricité et de chaleur doit être cohérente avec la consommation indiquée dans le tableau 6 du questionnaire sur l'électricité et la chaleur. La consommation d'électricité et de chaleur indiquée dans le tableau 2 doit également être cohérente avec celle indiquée pour les autoproducteurs dans les tableaux 5a, 5b et 5c du questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets ;
- *les puissances électriques* indiquées dans le tableau 4 doivent être cohérentes avec les puissances indiquées pour chaque technologie dans le tableau 7 du questionnaire sur l'électricité et la chaleur.

Graphique 6.3 • Liens entre les tableaux du questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets



À retenir

Soyez attentifs aux liens entre les tableaux du questionnaire. Les totaux fondamentaux doivent être cohérents.

5

Offre d'énergies renouvelables et de déchets

Conformément à la définition donnée à la section 9 du chapitre 1, *Principes fondamentaux*, l'approvisionnement inclut la production, les échanges commerciaux et les variations des stocks. Chacun de ces trois éléments sera détaillé dans les paragraphes suivants.

Compte tenu de la nature diverse des énergies renouvelables et des déchets, leurs flux, depuis la production jusqu'à la consommation, sont légèrement différents puisque, par exemple, les énergies éolienne et solaire photovoltaïque sont exclusivement utilisées pour produire de l'électricité, ou que les énergies géothermique et solaire thermique ne se prête pas à des variations de stocks, contrairement aux liquides et aux biogaz.

Production.....

Informations générales

Comme le souligne la définition sur les énergies renouvelables et les déchets (section 1 de ce chapitre), certains produits (hydroélectricité, solaire photovoltaïque) doivent être transformés en énergie pour être utilisés. Par conséquent, la production d'énergie issue de ces produits, énumérés dans le groupe I ci-dessus, se limite pour l'instant à la production d'électricité.

Compte tenu de la diversité des produits, la production d'énergies renouvelables et de déchets est assez variée. Les autres technologies à base d'énergies renouvelables et de déchets, énumérées dans les groupes II et III ci-dessus, sont produites séparément et peuvent être utilisées pour produire de l'électricité et de la chaleur ou consommées directement à des fins énergétiques.

La production du groupe II se base sur le captage de l'énergie thermique de l'écorce terrestre ou du rayonnement solaire. La production géothermique utilise la technologie de récupération de la vapeur ou de l'eau chaude. La production solaire thermique utilise les capteurs solaires pour chauffer un milieu caloporteur, et cette chaleur est ensuite utilisée à des fins énergétiques.

Les produits du groupe III impliquent une transformation de matières biodégradables ou non biodégradables (tels que la pâte de bois, les boues des eaux usées ou les déchets des décharges) en produits énergétiques secondaires. Par exemple, le bois de chauffage peut être brûlé dans des centrales thermiques à vapeur pour produire de l'électricité et de la chaleur, transformé en charbon de bois ou consommé dans un foyer à trois pierres pour cuisiner.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les statistiques sur la production brute d'électricité et de chaleur sont recueillies pour permettre de dégager celles relatives la production du groupe I, ainsi que pour séparer cette activité des produits des groupes II et III.

La production du groupe I se base entièrement sur la production d'électricité et est indiquée dans le tableau 1 relatif à la production brute d'électricité et de chaleur. C'est le cas de la production d'hydroélectricité.

En ce qui concerne les produits des groupes II et III, leur production est indiquée dans le tableau 2. Néanmoins, lorsque ces produits sont transformés en électricité et en chaleur, la quantité d'électricité et de chaleur issue de cette transformation est indiquée dans le tableau 1.

La production d'énergie géothermique est mesurée en soustrayant la chaleur du fluide réinjecté dans l'écorce terrestre de la chaleur du fluide ou de la vapeur lors de son extraction de la croûte terrestre. La production solaire thermique est la chaleur disponible dans le milieu caloporteur diminuée des pertes optiques et de celles dues aux collecteurs.

La production de biomasse solide représente le pouvoir calorifique inférieur de la teneur en chaleur de la matière utilisée comme combustible. Dans la biomasse solide, l'exception est le charbon de bois, dont la production est la masse de la matière après carbonisation.

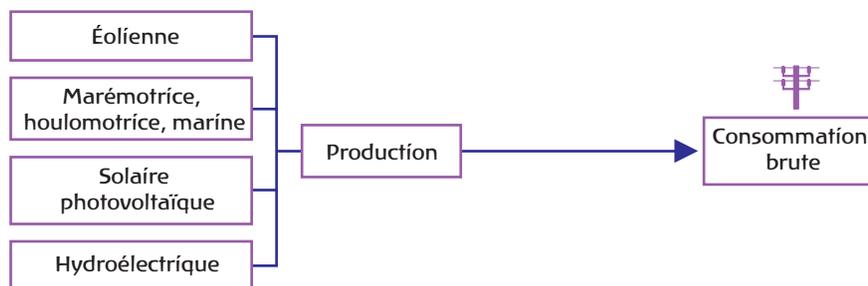
La production de déchets industriels et de déchets urbains et assimilés représente le pouvoir calorifique inférieur de la teneur en chaleur de la matière utilisée comme combustible.

La production de biogaz correspond au pouvoir calorifique inférieur de la teneur en chaleur du biogaz, en ce compris les gaz consommés dans les installations de fermentation, à l'exception de la partie des gaz brûlés à la torche.

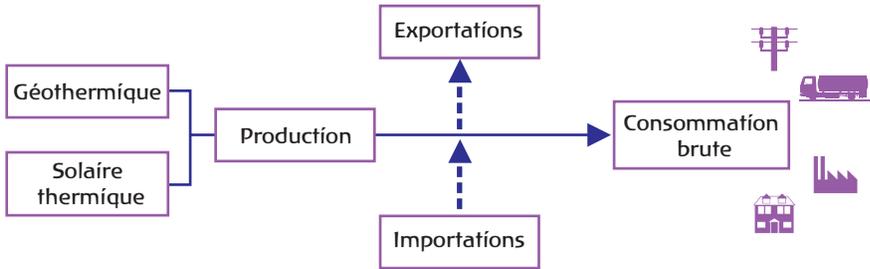
La production de biocarburants liquides est la masse des produits finis présents dans les équipements de production.

Les quantités doivent être indiquées en gigawattheures (GWh) pour l'électricité, en térajoules (TJ) pour la chaleur et en milliers de tonnes pour le charbon de bois et les biocarburants liquides. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

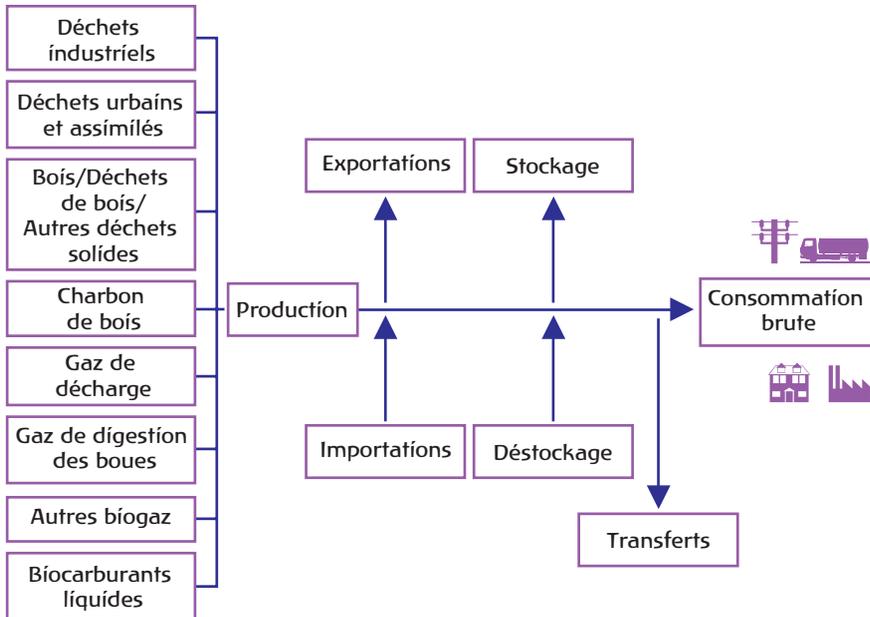
Graphique 6.4 • Schéma simplifié des flux du groupe I des énergies renouvelables et déchets



Graphique 6.5 • Schéma simplifié des flux du groupe II des énergies renouvelables et déchets



Graphique 6.6 • Schéma simplifié des flux du groupe III des énergies renouvelables et déchets



À retenir

La production du groupe I est indiquée dans le tableau 1.

La production des autres produits est indiquée dans le tableau 2.

Importations et exportations.....

Informations générales

Les importations et exportations d'énergies renouvelables et de déchets sont très limitées. Plusieurs raisons expliquent le faible développement du commerce des énergies renouvelables et des déchets entre les différents pays du monde.

Premièrement, la production du groupe I se base entièrement sur la production d'électricité et de chaleur. Par conséquent, tout commerce lié à cette production ne constitue pas du commerce d'énergies renouvelables et de déchets, mais du commerce d'électricité et de chaleur. Il est très difficile (voire impossible) d'identifier la source de l'électricité vendue. L'ouverture de marchés verts pourrait toutefois contraindre les statisticiens à ventiler les importations et exportations d'électricité en fonction de la source de production.

Deuxièmement, l'approvisionnement en produits du groupe II implique l'extraction et l'utilisation consécutive de la chaleur dérivée de l'écorce terrestre ou du soleil. En conséquence, les importations et exportations ne peuvent correspondre qu'à des mouvements de produits (en l'occurrence sous forme de chaleur) par-delà les frontières nationales, ce qui est peu probable.

Les importations et exportations du groupe III représenteraient ainsi la seule véritable possibilité d'échange commercial d'énergies renouvelables et de déchets. Par exemple, le bois de chauffage et les déchets agroalimentaires pourraient franchir les frontières. Cela dit, le faible pouvoir calorifique de la plupart de ces produits rend leur transport sur de longues distances peu rentables. C'est la raison pour laquelle le commerce des produits du groupe III est lui aussi très limité.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les échanges commerciaux totaux doivent être indiqués dans le tableau 2. Pour les énergies renouvelables et les déchets, il n'est pas nécessaire de collecter et de signaler les importations par origine et les exportations par destination, puisque le commerce est très limité.

Les importations et exportations se réfèrent à la quantité de combustible qui franchit la frontière politique d'un pays. Est considéré comme importé ou exporté le produit qui a franchi cette frontière, que le dédouanement ait été effectué ou non.

Le commerce d'électricité produite à partir d'énergies renouvelables et de déchets est communiqué dans le cadre de l'électricité en tant que partie du commerce total d'électricité, et non dans le cadre des énergies renouvelables et des déchets.

Les quantités doivent être indiquées en térajoules (TJ) pour la chaleur et en milliers de tonnes pour le charbon de bois et les biocarburants liquides. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les importations et exportations d'énergies renouvelables et de déchets sont extrêmement limitées et concernent essentiellement les produits du groupe III.

Variations de stocks

Informations générales

Ce qui a été dit pour le commerce est aussi valable pour les stocks. En effet, les stocks (et les variations des stocks) d'énergies renouvelables et de déchets sont encore très faibles, et ce pour plusieurs raisons.

La production relative au groupe I repose entièrement sur la production d'électricité et de chaleur, ce qui rend très difficile le stockage de ces deux vecteurs d'énergie. La production potentielle d'hydroélectricité des centrales de pompage ne doit pas être considérée comme un stock.

Le groupe II comprend les produits destinés à des usages multiples dans les secteurs de la transformation et de la consommation (comme l'énergie géothermique et solaire thermique). De par leur nature, ces produits ne peuvent pas être stockés au sens conventionnel du terme. Par conséquent, ils ne font l'objet d'aucunes statistiques sur les variations des stocks.

Le groupe III comprend les produits destinés à des usages multiples dans les secteurs de la transformation et de la consommation finale (tels que les déchets, le bois de chauffage, le biogaz et les biocarburants liquides). La nature de ces produits permet de les stocker au sens conventionnel du terme. Il s'agit des seuls produits pour lesquels des données sur les variations des stocks peuvent être indiquées.

Qui plus est, les stocks de bois de chauffage et de déchets agricoles ne sont pas stables dans le temps, en raison de plusieurs phénomènes, tels que la production de méthane. Ils sont donc souvent saisonniers et dépendent de la culture (canne à sucre, huile de palme, etc.).

Enfin, les quantités de stocks étant très limitées et les lieux de stockage étant très éloignés, il est extrêmement difficile de se faire une idée précise des stocks d'énergies renouvelables et de déchets et, partant, de leurs variations.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Seules les variations des stocks doivent être indiquées dans le tableau 2. Une variation équivaut au niveau initial du stock moins le niveau final. Autrement dit, une augmentation des stocks est indiquée par un chiffre négatif, tandis qu'une diminution apparaît sous la forme d'un chiffre positif.

Les stocks initiaux sont les niveaux des stocks le premier jour de la période analysée ; les stocks finaux sont les niveaux à la fin de cette même période. Par exemple, pour une année calendrier, les stocks initiaux sont les niveaux au 1^{er} janvier, tandis que les stocks finaux sont mesurés le 31 décembre.

Les quantités doivent être indiquées en térajoules (TJ) pour la chaleur et en milliers de tonnes pour le charbon de bois et les biocarburants liquides. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les variations des stocks des énergies renouvelables et des déchets sont très faibles et concernent principalement les produits du groupe III.

Transferts entre produits.....

Informations générales

Les quantités de biocarburants liquides envoyés aux raffineries ou dans d'autres types d'unités de production de produits pétroliers et utilisés pour être mélangés avec d'autres produits pétroliers ou comme additifs pour ces produits, sont dits « transférés ». Il s'agit de combustibles qui ne sont pas livrés pour la consommation finale, mais qui sont mélangés ou ajoutés aux produits pétroliers avant leur consommation.

Parmi ces produits, on peut citer, les biocarburants utilisés dans la préparation du biodiesel.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Reportez les quantités de biocarburants liquides qui ne sont pas destinés à la consommation finale mais qui sont utilisés avec d'autres produits pétroliers dans le questionnaire sur le pétrole.

Dès lors que les transferts ne s'appliquent qu'aux biocarburants liquides, les quantités doivent être exprimées en milliers de tonnes. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

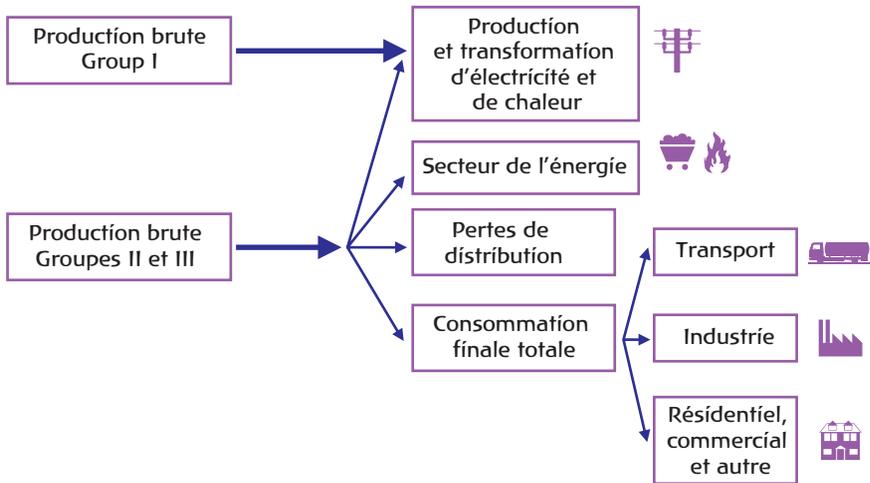
Les transferts ne s'appliquent qu'aux biocarburants liquides.

6 Consommation d'énergies renouvelables et de déchets

Les produits du groupe I impliquent une production directe d'électricité et de chaleur. Par conséquent, la consommation de ces produits n'entre pas dans l'analyse de la consommation des énergies renouvelables et des déchets, mais dans celle de la consommation globale d'électricité et de chaleur.

S'agissant des énergies renouvelables et des déchets des groupes II et III, ces derniers sont consommés dans plusieurs secteurs :

- le secteur de la transformation ;
- l'industrie énergétique au sein du secteur de l'énergie ;
- les différents secteurs et branches de la consommation finale (industrie, transport, résidentiel, services, agriculture, etc.).

Graphique 6.7 • Consommation d'énergies renouvelables et de déchets par secteur

Consommation d'énergies renouvelables et de déchets dans le secteur de la transformation.....

Informations générales

La transformation implique l'utilisation d'un combustible primaire pour produire ou créer un produit énergétique secondaire. L'exemple le plus évident est la production d'électricité et de chaleur à partir de combustibles à base d'énergies renouvelables et de déchets.

Les combustibles renouvelables, principalement le bois, mais pas exclusivement (coquilles de noix de coco, etc.) servent également à fabriquer du charbon de bois. Le charbon de bois est produit soit dans des usines spécifiques ou sur place, à proximité du bois disponible dans une forêt. Le charbon de bois est produit à partir de la distillation destructive et de la pyrolyse du bois ou d'autres matières végétales. En fonction de la technologie utilisée, l'efficacité peut varier dans une proportion de 1 à 3. Elle peut être mesurée en termes de proportion de masse (tonnes de charbon par rapport aux tonnes de bois) ou en termes d'énergie (teneur énergétique du charbon de bois par rapport à la teneur énergétique du bois).

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation du secteur de la transformation doit être indiquée dans le tableau 2.

Le secteur de la transformation inclut les statistiques sur la production d'électricité et de chaleur en fonction du type de centrale (électricité seule, chaleur seule ou cogénération) et de la séparation entre types de producteurs (fournisseur public ou autoproduiteur). Pour de plus amples informations sur ces différentes catégories, veuillez vous référer à l'annexe 1, section 1.

Ce secteur inclut également le bois et les matières végétales consommées pour fabriquer du charbon de bois. Si les quantités consommées ne sont pas connues, le statisticien doit les estimer sur la base d'une efficacité raisonnable entre la consommation et la production en fonction de la technologie de production.

Les quantités doivent être exprimées en térajoules, sauf pour le charbon de bois et les biocarburants liquides, qui doivent être indiqués en milliers de tonnes. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Indiquez l'énergie transformée en d'autres formes d'énergie dans le secteur de la transformation.

Consommation d'énergies renouvelables et de déchets dans le secteur de l'énergie

Informations générales

La consommation du secteur de l'énergie comprend l'« usage propre ». Elle inclut les énergies renouvelables et les déchets utilisés par l'industrie énergétique pour ses activités de production d'énergie. À titre d'exemple, on peut citer la consommation de charbon de bois pour chauffer les installations de production de charbon de bois et la consommation de biogaz pour chauffer les cuves de fermentation des boues usées et d'autres biogaz.

Les quantités indiquées pour les raffineries de pétrole ne doivent pas comprendre celles transférées aux raffineries pour être utilisées dans les mélanges ou en tant qu'additifs.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation du secteur de l'énergie est indiquée dans le tableau 2.

Indiquez la consommation propre de biogaz nécessaire pour assurer les températures indispensables à la fermentation anaérobie des installations de biogaz et la consommation propre d'énergies renouvelables et de déchets par les usines de charbon de bois pour leurs activités et, le cas échéant, par les centrales électriques, calogènes et de cogénération.

Les quantités doivent être exprimées en térajoules, sauf pour le charbon de bois et les biocarburants liquides, qui sont indiqués en milliers de tonnes. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Le secteur de l'énergie comprend l'énergie consommée pour les activités de transformation.

Les quantités indiquées pour les raffineries de pétrole ne doivent pas comprendre celles transférées aux raffineries pour être utilisées dans les mélanges ou en tant qu'additifs.

Pertes de distribution des énergies renouvelables et des déchets

Informations générales

Les énergies renouvelables et les déchets des groupes II et III sont sujets à des pertes lors du stockage et du transport. Par exemple, les matières solides tels que les copeaux de bois, les déchets urbains et les déchets agricoles sont susceptibles d'être dispersés par le vent et l'eau lorsqu'ils sont conservés sur les sites de stockage et/ou transportés. De même, les installations de transport du biogaz sont sujettes à des fuites.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Les pertes de distribution sont indiquées dans le tableau 2.

Les quantités doivent être exprimées en térajoules, sauf pour le charbon de bois et les biocarburants liquides, qui sont indiqués en milliers de tonnes. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Les biogaz rejetés doivent être comptabilisés dans les pertes de distribution.

Les biogaz brûlés à la torche ne doivent pas être comptabilisés dans les pertes de distribution, mais dans le secteur de l'énergie.

Consommation finale d'énergie des énergies renouvelables et des déchets.....

Informations générales

La consommation finale d'énergie couvre l'ensemble des énergies renouvelables et des déchets des groupes II et III livrés aux consommateurs dans l'industrie, le transport et les autres secteurs. Elle ne comprend pas les combustibles consommés pour la transformation ou dans les industries productrices d'énergie. Les branches de ces trois principaux secteurs sont étudiées au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 8.

Dans le secteur industriel, la consommation a lieu essentiellement dans deux sous-secteurs : imprimerie, pâtes et papier, d'une part, et bois et fabrication d'ouvrages en bois, d'autre part (tableau 3). Ils représentent quelque 80 % de la consommation finale d'énergies renouvelables et de déchets de tous les pays membres de l'OCDE.

La consommation d'énergies renouvelables et de déchets dans le secteur du transport est encore très limitée et représente moins de 1 % de la consommation mondiale de ce secteur. La part des énergies renouvelables y varie sensiblement d'un pays à l'autre, avec par exemple 15 % au Brésil, en raison d'un important programme concernant le méthanol. Une autre utilisation concerne les voitures roulant à l'énergie photovoltaïque, mais elles n'en sont encore qu'au stade des prototypes.

La majeure partie (plus de 80%) de la consommation finale d'énergies renouvelables et de déchets se situe dans les autres secteurs, principalement le secteur résidentiel et les services. Plus de 90% de cette consommation concerne les pays non membres de l'OCDE. La biomasse, et dans une large mesure le bois de chauffage, représente la majeure partie de cette consommation. Le bois de chauffage est principalement utilisé pour la cuisine, le chauffage et l'eau chaude à usage domestique.

Dans de nombreux pays, ce bois est « autocollecté », et il est donc difficile d'obtenir des statistiques fiables sur la consommation finale (ainsi que sur l'offre). Compte tenu de leur coût élevé, les enquêtes ne sont qu'occasionnelles (tous les cinq ans, par exemple). Lorsque celles-ci ne sont pas disponibles, il faut effectuer des extrapolations fondées sur plusieurs éléments, comme l'accroissement de la population et le taux d'urbanisation.

La production de biomasse pour la consommation est encore plus difficile à identifier, dès lors que la majeure partie du bois n'est pas commercialisée, mais « autocollectée ». Comme première donnée de substitution, lorsque la biomasse n'est pas transformée (en charbon de bois, par exemple), on peut considérer que la production est égale à la consommation. Toutefois, dans la mesure du possible, il est conseillé de mener à la fois une enquête sur la consommation et une enquête sur l'offre, de la production à la vente.

Pour être complet, il faut ajouter que plusieurs éléments (tels que le vent pour les bateaux à voile ou la chaleur gratuite du soleil pour chauffer les maisons) ne sont pas comptabilisés dans la consommation finale. S'ils l'étaient, la part globale des énergies renouvelables et des déchets serait plus élevée.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation finale d'énergie est indiquée dans le tableau 3.

Les quantités indiquées comprennent les combustibles consommés par les différentes entités pour produire de la chaleur destinée à la consommation propre et ceux utilisés dans les installations de traitement de la vapeur, les hauts fourneaux, les chaudières et autres installations. Les chiffres indiqués de la consommation des entreprises doivent exclure les quantités consommées pour produire de la chaleur et de l'électricité vendues à des tiers. Ces quantités doivent être communiquées dans le secteur de la transformation du tableau 2.

Les quantités doivent être exprimées en térajoules, sauf pour le charbon de bois et les biocarburants liquides, qui sont indiqués en milliers de tonnes. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

La consommation finale d'énergie n'inclut pas les combustibles utilisés pour la transformation ou dans les industries productrices d'énergie.

7

Exigences supplémentaires pour le questionnaire commun sur les énergies renouvelables et les déchets

Caractéristiques techniques des installations, pouvoir calorifique inférieur moyen, production de bois et d'autres déchets solides

Informations générales

Le débat sur le changement climatique a sans conteste stimulé le développement des énergies renouvelables en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre par les parties visées à l'annexe 1 de la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Il est donc plus que nécessaire de surveiller cette évolution et, partant, de renforcer la collecte et la diffusion d'informations ponctuelles et fiables sur les énergies renouvelables et les déchets. C'est là un défi de taille, puisqu'une partie significative de l'énergie renouvelable n'est pas commercialisée (bois de chauffage, capteurs solaires) et/ou est située dans des régions éloignées.

Par conséquent, il est nécessaire de recueillir des informations plus spécifiques sur certains produits afin de suivre leur évolution annuelle et d'établir des comparaisons avec d'autres pays.

Informations spécifiques au questionnaire commun

Ce complément d'informations concerne certaines caractéristiques techniques de trois types d'installation (centrales électriques, capteurs solaires et usines de biocarburants liquides), les pouvoirs calorifiques inférieurs moyens des biocarburants liquides et du charbon de bois, et la production de bois et d'autres déchets solides.

Les **caractéristiques techniques de ces installations** (puissance électrique, surface des capteurs solaires, puissance de l'usine de biocarburants liquides et pouvoirs calorifiques inférieurs moyens des biocarburants liquides et du charbon de bois) sont indiquées dans le tableau 4.

La capacité des centrales de pompage doit être incluse dans la rubrique « *Hydro-total* ». Dans les chiffres détaillés sur l'énergie hydraulique, l'accumulation par pompage doit être communiquée séparément. La puissance des centrales d'énergie hydraulique est ensuite séparée en trois catégories, selon leur taille. La puissance doit être attribuée à une catégorie de taille au niveau de la centrale. La quantité indiquée pour « *Hydro-total* » est constituée des données détaillées relatives à la puissance des centrales d'énergie hydraulique en fonction de leur taille, augmentée de la capacité des centrales de pompage.

Les chiffres relatifs à la puissance des installations productrices d'électricité pour les énergies renouvelables et les déchets (tableau 4 du *questionnaire sur les énergies renouvelables et les déchets*) doivent être égales à la puissance mentionnée dans le *questionnaire annuel sur l'électricité et la chaleur* (tableau 7). Veuillez contacter le personnel chargé de compléter ce questionnaire pour en déduire les statistiques sur les puissances.

Les **pouvoirs calorifiques** des biocarburants liquides et du charbon de bois dépendent du type de matériaux utilisés pour dériver ces produits ainsi que du procédé utilisé à cette fin. Le statisticien doit consulter le déclarant ou des experts de ces secteurs énergétiques pour déterminer ces statistiques.

Avant le lancement du *questionnaire annuel sur les énergies renouvelables et les déchets*, certaines statistiques sur ces sources énergétiques étaient collectées dans le *questionnaire annuel sur le charbon*. Pour le **bois**, les **déchets de bois** et les **autres déchets solides**, ces données étaient plus détaillées que dans le *questionnaire* actuel sur les *énergies renouvelables et les déchets*. Ces statistiques doivent être indiquées dans le tableau 6.

Le bois désigne uniquement au bois à brûler. Celui produit à des fins non énergétiques ne doit pas être comptabilisé. Les « *Autres matières végétales* » correspondent aux cultures produites à des fins énergétiques, aux déchets agricoles tels que les coques des graines et les déchets d'arbres et de vignes, et aux litières et déjections animales solides. Les déchets de bois comprennent des matières telles que la sciure et les copeaux d'écorce. La liqueur noire est une substance liquide issue du procédé de fabrication du papier, qui contient de la lignine, de la cellulose et des substances chimiques de digestion, et qui est « brûlée » pour récupérer les produits chimiques et extraire l'énergie.

Les caractéristiques techniques doivent être exprimées en MW pour la puissance électrique, en milliers de m² pour les capteurs solaires, en tonnes par année (tonnes/année) pour les usines de biocarburants liquides et en kilojoules par

kilogramme (kJ/kg) pour les pouvoirs calorifiques inférieurs moyens. La production de bois, de déchets de bois et d'autres déchets solides doit être exprimée en térajoules. Tous les chiffres doivent être arrondis et les valeurs négatives ne sont pas autorisées.

À retenir

Veillez compléter les tableaux 4 et 6 conformément aux informations spécifiques données ci-dessus.

Données relatives à la production d'électricité et de chaleur par les autoproducteurs

Informations générale

En raison de l'importance croissante de la problématique environnementale, il est essentiel de bien connaître la consommation totale de combustibles dans le secteur de l'industrie et dans celui de la consommation courante, afin de prendre des mesures appropriées à chacun d'eux en vue d'économiser l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Pour davantage d'informations et de définitions sur l'autoproduction, veuillez vous référer au chapitre 2, *Électricité et chaleur*, section 1.

Informations spécifiques au questionnaire commun

La consommation des autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur est indiquée dans les tableaux 5a, 5b et 5c.

Ces tableaux fournissent des informations sur les combustibles utilisés par les autoproducteurs d'électricité et de chaleur destinées à la vente selon leur principale activité économique. Il est divisé en trois parties, qui correspondent aux trois types de centrales reconnus : électricité seule, cogénération et chaleur seule. Ces données servent à dresser le bilan de la consommation de combustibles par les autoproducteurs dans le cadre des efforts déployés par les Nations unies pour comprendre les émissions de CO₂.

Dans le cas des centrales de cogénération, il faut, pour indiquer séparément les quantités de combustibles utilisés pour produire de l'électricité et de la chaleur, appliquer une méthode qui consiste à diviser la consommation totale de combustibles entre les deux productions d'énergie. Cette opération est nécessaire même si aucune chaleur n'est vendue, parce que les combustibles utilisés pour produire de l'électricité doivent être mentionnés dans le secteur de la transformation. La méthode proposée est décrite à l'annexe 1, section 1, et doit être scrupuleusement respectée.

Veillez noter que les totaux indiqués dans ce tableau doivent correspondre aux totaux respectifs indiqués dans le secteur de la transformation. Le questionnaire sur l'électricité et la chaleur contient un tableau semblable (tableau 5). Afin d'éviter toute incohérence, veuillez contacter la personne chargée de compléter ce questionnaire dans votre pays.

À retenir

Indiquez les énergies renouvelables et les déchets consommés par les autoproducteurs pour produire de l'électricité et de la chaleur (vendues) dans les secteurs respectifs.

Bilans énergétiques



1 Pourquoi établir des bilans ?

La présentation des statistiques énergétiques exprimées en unités naturelles sous la forme de **bilans par produit** entre leur production et leur consommation permet de vérifier l'exhaustivité des données et constitue un moyen simple d'assembler les principales statistiques de chaque produit, afin de dégager aisément les données essentielles. Cependant, dès lors que les combustibles sont principalement achetés pour leurs propriétés calorifiques et peuvent être convertis en d'autres combustibles, il est également utile de présenter les données relatives à la production et à la consommation en unités d'énergie. Le format adopté est appelé « **bilan énergétique** » et permet aux utilisateurs d'observer les efficacités de la conversion des combustibles et leur part relative dans l'économie.

Le bilan énergétique est également le point de départ naturel pour dégager plusieurs indicateurs de la consommation d'énergie (par exemple, la consommation par habitant ou par unité du PIB) et de l'efficacité énergétique. Le statisticien l'utilise aussi pour vérifier l'exactitude des données de manière approfondie : des gains énergétiques évidents ou des pertes significatives dans les procédés de conversion indiquent qu'il existe des problèmes au niveau des données.

2 Bilans par produit

Le bilan par produit a été largement étudié au chapitre 1, *Principes fondamentaux*, section 9, *Comment les données sur l'énergie sont-elles présentées ?* Ces bilans doivent être établis à l'échelon national pour chaque produit énergétique utilisé, quelle que soit son importance, et même si plusieurs produits sont regroupés par la suite pour pouvoir travailler. Ils doivent être considérés comme une structure de base pour les statistiques énergétiques nationales, comme un outil de comptabilisation appréciable pour établir des bilans énergétiques, des ensembles plus globaux et des indicateurs de la qualité des données grâce à la ligne de *l'écart statistique*.

Les statisticiens nationaux doivent analyser les grands écarts statistiques afin de déterminer quelles sont les données fausses ou incomplètes. Malheureusement, il n'est pas toujours possible de les corriger. Dans ce cas, l'écart statistique doit être maintenu tel quel afin d'illustrer l'ampleur du problème.

La décision de savoir s'il est opportun d'analyser un écart statistique avec la ou les entreprise(s) déclarante(s) est une question d'appréciation. Le pourcentage d'écart que l'on peut estimer acceptable dépend de l'importance de l'offre du produit. Pour les produits importants, comme le gaz naturel ou l'électricité, les écarts statistiques devraient de préférence être maintenus à un niveau inférieur à 1 %. Par contre, pour des produits de moindre importance, comme les goudrons ou les huiles issues des cokeries, une marge d'erreur de 10 % peut être tolérée.

Lorsque les bilans par produit sont élaborés sur la base des données transmises au statisticien, il peut également exister un écart statistique de zéro (bilan « fermé »). Il faut être prudent face à ce genre de situation car, dans la quasi-totalité des cas, cela indique que l'une ou l'autre donnée statistique du bilan a été évaluée pour équilibrer le relevé. Cela se produit souvent lorsque les données proviennent d'un seul déclarant (par exemple une raffinerie ou une usine sidérurgique) qui dispose de tous les éléments pour établir le bilan et qui est ainsi à même d'adapter les chiffres pour qu'il n'y ait pas d'écart. Pour identifier et évaluer les problèmes de données rencontrés par l'entreprise concernée, le statisticien doit découvrir le ou les éléments qui ont été estimés pour pouvoir équilibrer le bilan.

3 Bilans énergétiques

Il est essentiel d'élaborer les bilans énergétiques sur la base des bilans par produit, tant pour permettre de nouvelles vérification des données que pour permettre aux utilisateurs de retrouver les liens importants entre elles et qui sont dissimulés dans les bilans par produit.

Le graphique 7.1 illustre schématiquement la transformation des bilans par produit en un bilan énergétique.

Graphique 7.1 • Élaboration du bilan énergétique



La première étape consiste à convertir les unités naturelles des bilans par produit en l'unité d'énergie souhaitée, en les multipliant par l'équivalent de conversion approprié à chaque unité naturelle. Les principales organisations internationales dans le domaine de l'énergie, telles que l'AIE et Eurostat, utilisent dans leurs bilans la tonne-équivalent pétrole (tep), qui équivaut à 41,868 gigajoules (voir l'annexe 3 pour une étude sur les unités et équivalents de conversion). De nombreux pays utilisent cependant le térajoule.

Le reformatage consiste à disposer les bilans par produit, une fois convertis, les uns à côté des autres, en réarrangeant certaines lignes et en introduisant une convention de signe dans le secteur de la transformation. Une organisation peut présenter ses bilans énergétiques de plusieurs manières, en fonction des conventions et de l'importance qu'elles leur accorde. Les différences entre les formats de l'AIE et d'Eurostat seront expliquées de manière plus approfondie à la fin de ce chapitre.

Le choix d'une valeur énergétique pour la production primaire d'énergie

La section 3 du chapitre 1, *Principes fondamentaux*, traite du moment à partir duquel la production d'énergie primaire est considérée comme mesurée à des fins

statistiques et de la manière dont cette mesure définit la forme utilisée pour la comptabilisation de l'énergie. Par exemple, la production brute d'électricité dans les centrales hydrauliques est utilisée comme forme d'énergie primaire plutôt que l'énergie cinétique de la chute d'eau, car l'adoption de ce critère comme forme d'énergie primaire ne présenterait aucun avantage du point de vue statistique. Néanmoins, cela ne dit pas comment est calculée la quantité d'énergie à attribuer à la forme d'énergie primaire mais, dans ce cas-ci, il est naturel d'adopter la quantité d'électricité produite comme moyen de mesure.

Méthode de substitution partielle

Lorsque la méthodologie du bilan énergétique a fait ses premiers pas, l'évaluation de la production d'énergie primaire reposait sur une **méthode de substitution partielle**. Celle-ci méthode donnait à la production d'électricité une valeur énergétique égale à la quantité hypothétique de combustible nécessaire pour produire une quantité identique d'électricité dans une station thermique utilisant des combustibles classiques ou assimilés.

Cette méthode avait pour avantage de limiter les variations dans l'offre nationale totale d'énergie en raison de modifications de la production d'électricité primaire dans des pays où une partie significative de la production électrique était issue des combustibles classiques et assimilés. Les années où les précipitations étaient faibles, par exemple, la baisse de la production hydraulique était compensée par une quantité équivalente d'électricité produite générée au moyen de combustibles qui étaient soit produits soit importés à cet effet. Néanmoins, compte tenu de la moindre efficacité de la production d'énergie thermique (généralement 36 %), il fallait une quantité d'énergie sous forme de combustibles nettement plus grande pour compenser l'électricité perdue des centrales d'énergie hydraulique. Ce déséquilibre a été rétabli en remplaçant la production hydraulique par une valeur énergétique près de trois fois supérieure ($1/0,36$) à sa teneur énergétique physique.

Ce principe a été abandonné parce qu'il avait peu de sens pour les pays dans lesquels la production d'hydroélectricité constituait la majeure partie de l'offre et parce que les valeurs réelles de substitution étaient difficiles à déterminer, du fait qu'elles dépendaient des efficacités électriques marginales. La substitution partielle avait également des effets irréalistes sur le bilan énergétique, en faisant apparaître des pertes de transformation dépourvues de fondement physique.

Teneur énergétique physique

Le principe désormais adopté est celui de la méthode de la « teneur énergétique physique », selon laquelle la valeur énergétique physique normale de la forme d'énergie primaire est utilisée pour déterminer la production. Pour l'électricité primaire, il s'agit simplement du chiffre de production brute pour la source. La prudence est de mise lorsqu'on exprime le pourcentage des apports des différentes sources de production nationale d'électricité. Comme les bilans de la production d'électricité primaire n'identifient aucun procédé de transformation, ces pourcentages ne peuvent être calculés sur la base du combustible consommé. Ils doivent être calculés à partir des quantités d'électricité produites par les centrales classées par source d'énergie (charbon, nucléaire, hydraulique, etc.). Si l'électricité

est produite à partir de la chaleur primaire (nucléaire ou géothermique), la forme d'énergie primaire sera la chaleur. Étant donné qu'il peut s'avérer difficile de mesurer les flux de chaleur entrant dans les turbines, la consommation de chaleur fait souvent l'objet d'estimations.

Application du principe de la « teneur énergétique physique »

Production de chaleur nucléaire

La teneur en chaleur de la vapeur dégagée par le réacteur ne doit être estimée que si les valeurs réelles ne sont pas disponibles. Les États membres de l'Union européenne communiquent à Eurostat la production de vapeur des centrales nucléaires sur une base mensuelle. Pour ces pays, il n'est donc pas nécessaire de procéder à une évaluation. Les pays non membres de l'UE mais membres de l'AIE et de la Commission économique pour l'Europe ne disposent en général pas de telles informations. Pour eux, l'AIE attribue une valeur à la production brute d'électricité des centrales nucléaires en utilisant une efficacité thermique de 33 %. Comme cela a été précisé à la section 8 du chapitre 1, *Principes fondamentaux*, lorsqu'une partie de la vapeur directement dégagée par le réacteur est utilisée à des fins autres que la production d'électricité, la valeur estimée de la production primaire doit être ajustée pour la prendre en considération.

Production de chaleur géothermique

Les centrales géothermiques utilisent également de la chaleur primaire issue de sources géothermiques. On procède à un calcul rétrospectif semblable de l'approvisionnement en chaleur lorsque les quantités de vapeur fournies à la centrale ne sont pas mesurées. Dans ce cas toutefois, l'efficacité thermique utilisée est de 10 %. Ce pourcentage n'est qu'approximatif et reflète la qualité généralement plus faible de la vapeur issue de sources géothermiques. Néanmoins, si des données sont disponibles pour la consommation de vapeur des centrales géothermiques, elles doivent être utilisées pour déterminer la production de chaleur.

Le fait d'utiliser la vapeur dégagée par les réacteurs nucléaires comme forme d'énergie primaire pour les statistiques énergétiques a une incidence importante sur les indicateurs de la dépendance de l'approvisionnement énergétique. Conformément à convention en vigueur actuellement, la chaleur nucléaire primaire est considérée comme une ressource nationale. Néanmoins, la majeure partie des pays qui utilisent l'énergie nucléaire importent leur combustible nucléaire. Si cet élément était pris en considération, la dépendance de l'approvisionnement à l'égard d'autres pays serait accrue.

Production et consommation d'électricité par les centrales de pompage

L'hydroélectricité peut également être produite à partir des flux d'eau issus de réservoirs spéciaux remplis d'eau pompée dans des rivières ou des lacs situés à une altitude

inférieure. Dans les centrales de pompage, l'électricité (tirée du réseau national) est utilisée en période de faible demande (généralement la nuit) pour pomper de l'eau dans les réservoirs et la relâcher ensuite en période de forte demande, lorsque le coût marginal de la production est plus élevé. La production d'électricité est moindre que la proportion consommée pour amener l'eau dans le réservoir, mais cette procédure est rentable lorsque les coûts évités en n'utilisant pas les centrales électriques moins efficaces pour produire une même quantité d'électricité dépassent son propre coût.

Comme l'électricité nécessaire pour pomper l'eau est produite en utilisant les combustibles enregistrés dans la production nationale ou les importations ailleurs dans le bilan, l'inclusion de la production par pompage dans le flux naturel d'hydroélectricité doublerait le chiffre de la teneur énergétique de cette production par pompage dans la consommation intérieure brute (Eurostat) ou dans la production totale d'énergie primaire (AIE). C'est pourquoi le bilan énergétique n'inclut pas la production par pompage dans la production d'hydroélectricité.

L'énergie consommée lors du pompage, c'est-à-dire la différence entre la quantité d'électricité utilisée pour le pompage et celle produite dans les centrales de pompage, est incluse dans la consommation de la branche Énergie (Eurostat), dans la colonne *Énergie de l'électricité*.

Production de chaleur des pompes à chaleur.....

La collecte de données sur l'électricité utilisée par les pompes à chaleur et la chaleur produite ne pose en général pas de problème quant aux définitions des flux énergétiques. Là où les difficultés surviennent, c'est lorsqu'on essaie de déterminer la consommation des pompes à chaleur. La représentation de l'électricité consommée et de la chaleur produite dans le bilan énergétique constitue quant à elle une tâche plus complexe. Une approche simplifiée a été développée à cet effet.

L'énergie contenue dans la production d'une pompe à chaleur à température supérieure est la somme de la chaleur extraite d'une source plus froide et de l'énergie électrique nécessaire pour faire fonctionner la pompe. La chaleur extraite peut être estimée en soustrayant l'électricité consommée de l'énergie totale de la production. Cette chaleur est considérée comme de la chaleur « nouvelle » et est incluse dans la production nationale de chaleur. L'électricité utilisée pour faire fonctionner la pompe est indiquée comme consommation d'un procédé de transformation dans la rubrique *Pompes à chaleur*. La production de chaleur correspondante (transformation), égale à la consommation d'électricité, sera incluse dans la production totale des pompes à chaleur. L'énergie consommée par les pompes peut ainsi être identifiée et leur production totale peut être incluse dans la production de chaleur. On notera que la rubrique Pompes à chaleur du secteur de la transformation n'apparaît pas dans les bilans publiés et est trop insignifiante pour être répertoriée, mais l'électricité consommée et la chaleur produite par ces pompes sont comptabilisées dans la rubrique *Autre transformation* du bilan de l'AIE.

Production de gaz de haut fourneau

Le gaz de haut fourneau produit lors de la fabrication de fer dans les hauts fourneaux est un sous-produit dérivé de ce processus et est consommé soit par le

haut fourneau, soit ailleurs sur le site de fabrication, soit, parfois, par d'autres entreprises qui l'achètent. Le haut fourneau n'est pas conçu pour être un dispositif de conversion de combustible, mais il se comporte comme tel. Afin de suivre et de comptabiliser les flux de combustible et d'énergie, sa consommation et la production doivent être divisées entre la matrice de la transformation et le secteur de l'énergie. *L'annexe 1*, section 3, décrit les principes de fonctionnement d'un haut fourneau et fournit des explications quant à la notification de la production et de la consommation de combustibles dans ce type d'installation.

Cette notification a récemment changé. Auparavant, tous les combustibles utilisés par les hauts fourneaux étaient indiqués dans la consommation pour le procédé de transformation. L'AIE a ensuite employé un modèle pour répartir les combustibles entre les secteurs de la transformation et de l'énergie. Cette distinction n'apparaît pas dans les synthèses des bilans, car la consommation et la production des hauts fourneaux sont incluses dans la colonne *Charbon*.

4 Différences entre les bilans énergétiques d'Eurostat et de l'AIE

La section 9 du chapitre 1 présente les différences entre les **bilans par produit** utilisés par l'AIE et par Eurostat. La principale différence réside dans la présentation de la production de combustibles primaires et secondaires. Le format utilisé par Eurostat limite la ligne Production des bilans par produit à la production primaire (ou nationale) et place la production de produits secondaires dans la partie Production de la transformation. Ce modèle a pour avantage de ne nécessiter aucun reformatage des bilans. En d'autres termes, le bilan énergétique d'Eurostat est identique en apparence au bilan par produit, mais exprimé en unités d'énergie.

Dans le bilan par produit de l'AIE, les productions primaire et secondaire sont toutes deux comptabilisées dans la ligne Production, ce qui a pour avantage de présenter tous les produits de la même manière sans que l'utilisateur doive savoir que les informations relatives à la production figurent à deux endroits. L'inconvénient est que les bilans par produit doivent être reformatés pour préparer le bilan énergétique.

Les **différences entre les bilans énergétiques** sont illustrées dans les tableaux 7.1 et 7.2 au moyen des bilans énergétiques résumés de 1999 pour l'Espagne. Les deux organisations internationales réalisent les bilans énergétiques en affichant tous les produits, mais ne publient que des bilans résumés pour que la présentation soit gérable.

On l'a dit, le bilan énergétique d'Eurostat a un format identique au bilan par produit dans sa partie Transformation (parfois appelée « matrice de transformation »), divisée entre consommation et production. Toutes les quantités sont positives dans la matrice de transformation. Comme pour le bilan par produit, la production se limite à la production primaire.

Dans le bilan énergétique de l'AIE, la production nationale (production primaire) ne figure qu'à la ligne « production ». La production de produits énergétiques secondaires apparaît sous la forme d'une quantité positive dans la matrice de

transformation, en regard de la rubrique de l'industrie de transformation correspondante. Il existe une seule matrice de transformation unifiée, qui couvre tant la consommation que la production. Pour ce faire, la consommation doit être précédée d'un signe négatif. Dans les exemples donnés pour l'Espagne, la consommation de pétrole brut (en ce compris les produits d'alimentation) par les raffineries de pétrole est de $-62,44$ millions de tonnes-équivalent pétrole (Mtep), tandis que la production correspondante de tous les produits pétroliers est de $62,16$ Mtep. Les pertes de transformation sont présentées à droite de la matrice, dans la colonne Total, et sont la somme algébrique de la consommation et de la production. Ce chiffre est un moyen utile de vérifier l'exactitude des données fondamentales dans les bilans par produit et des équivalents de conversion (les pouvoirs calorifiques essentiellement) utilisés pour préparer le bilan énergétique. De petites pertes de l'ordre de $0,5\%$ sont acceptables pour le raffinage. Si ce pourcentage est plus important ou est positif (un gain de transformation), les données doivent être vérifiées. Les pertes de transformation pour la production d'électricité thermique sont beaucoup plus importantes, du fait que le processus de production d'électricité à partir de la chaleur est, par nature, inefficace.

Le chiffre correspondant d'Eurostat pour le pétrole brut et les produits d'alimentation utilisés par les raffineries est de $60,95$ Mtep, tandis que la production de tous les produits s'élève à $60,50$ Mtep. Dans le cas présent, les pertes de transformation sont obtenues en soustrayant les deux chiffres (soit $0,45$ Mtep).

Les deux organisations diffèrent également au niveau du traitement de certains aspects mineurs des bilans, dont un appelle une explication.

Le bilan de chaque organisation doit transférer les chiffres de la colonne de l'électricité primaire produite (hydroélectricité, par exemple) dans la colonne Électricité du bilan, de telle sorte que leur élimination, ainsi que tous les autres types d'électricité, puisse être comptabilisée en fonction des secteurs de consommation. Dès que l'électricité primaire entre dans un système de distribution national, elle n'est plus distinguée de l'électricité produite à partir d'autres sources. Il n'est généralement pas possible de déterminer quels utilisateurs sont approvisionnés en électricité primaire.

L'AIE transfère l'électricité primaire en l'intégrant dans la matrice de transformation en tant que consommation, précédée d'un signe négatif, tandis qu'une quantité identique est incluse dans la production totale d'électricité dans la colonne Électricité. Dans l'exemple de l'Espagne, l'hydroélectricité produite ($1,97$ Mtep) dans la colonne Hydro est de $-1,97$ dans le secteur de la transformation, et la production totale d'électricité, qui s'élève à $15,30$ Mtep, inclut les $1,97$ Mtep de l'électricité primaire.

Eurostat utilise la ligne Transfert pour effectuer cette même opération. La quantité $-1\ 966$ ktep figurera à la ligne Transfert de la colonne Hydro et $+1\ 966$ apparaîtra dans la ligne Transfert (entre produits) de la colonne Électricité, de même que toute autre électricité primaire transférée de la même manière (dans le cas présent, 236 ktep issus des centrales éoliennes). Le transfert s'ajoutera ensuite à l'électricité totale disponible et son élimination sera incluse dans les chiffres de consommation.

Tableau 7.1 • Bilan énergétique d'Eurostat pour l'Espagne, 1999

| Eurostat | (1000 tep) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---------|-----------------------|-----------------|----------|---------------------------|---------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------|------------------------------|-------------------|--------|
| | Total tous produits | Houille | Agglomérés de houille | Coke de lignite | Total de | Briquettes benzol lignite | Goudron Benzol brut | Pétrole brut | Produits d'alimen- tation | Total produits pétroliers | Gaz de raffineries | GPL | Essences lampont et carburés | Pétrole réacteurs | Naphte |
| Production primaire | 30305 | 7005 | - | - | 1561 | - | - | 297 | - | - | - | - | - | - | - |
| Récupération | 83 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Importations | 101063 | 12061 | - | 82 | - | - | - | 57665 | 876 | 16446 | - | 1381 | 931 | 436 | 2 160 |
| Variations des stocks | -1506 | -385 | - | 10 | 12 | - | - | 480 | 67 | -926 | - | -29 | 130 | -27 | 40 |
| Exportations | 7653 | - | - | 261 | - | - | - | - | 6855 | - | 133 | 1694 | 257 | 1610 | - |
| Soutes | 5823 | - | - | - | - | - | - | - | 5823 | - | - | - | - | - | - |
| Consommation intérieure brute | 117469 | 18 688 | - | -169 | 1573 | - | - | 58422 | 945 | 2842 | - | 1220 | -833 | 152 | 590 |
| Entrées en transformation | 105468 | 18 314 | - | 459 | 1510 | - | - | 58410 | 2639 | 5145 | - | 22 | - | - | 142 |
| Centrales thermiques publiques | 21688 | 15 786 | - | - | - | - | - | - | - | 3379 | - | - | - | - | - |
| Centrales thermiques des autoprod. | 4545 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | 1602 | - | - | - | - | - |
| Centrales nucléaires | 15181 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Fabriques d'agglomérés et de briquettes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cokeries | 2418 | 2 418 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hauts fourneaux | 459 | - | - | 459 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Usines à gaz | 164 | - | - | - | - | - | - | - | 164 | - | 22 | - | - | - | 142 |
| Raffineries | 60949 | - | - | - | - | - | - | 58410 | 2539 | - | - | - | - | - | - |
| Centrales de chauffage | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sorties de transformation | 78574 | - | - | 1587 | - | - | - | - | 60501 | 1864 | 1743 | 9918 | 4386 | 3260 | - |
| Centrales thermiques publiques | 7947 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Centrales thermiques des autoprod. | 2544 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Centrales nucléaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Fabriques d'agglomérés et de briquettes | 5080 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cokeries | 1959 | - | - | 1587 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hauts fourneaux | 458 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Usines à gaz | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Raffineries | 60501 | - | - | - | - | - | - | - | 60501 | 1864 | 1743 | 9918 | 4388 | 3260 | - |
| Centrales de chauffage | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Échanges, transferts, restitutions | 258 | - | - | - | - | - | - | 1594 | -1334 | 64 | -152 | 117 | -317 | 1081 | - |
| Échanges entre produits | -201 | - | - | - | - | - | - | - | -199 | 64 | -152 | 117 | -317 | 1113 | - |
| Produits transférés | 480 | - | - | - | - | - | - | - | 1583 | -1103 | - | - | - | - | - |
| Restitutions de la pétrochimie | -1 | - | - | - | - | - | - | 30 | -32 | - | - | - | - | -32 | - |
| Consommation de la branche Énergie | 5854 | 5 | - | - | - | - | - | - | 4288 | 1929 | - | - | - | - | - |
| Pertes sur les réseaux | 1933 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Disponible pour consom. finale | 83046 | 369 | - | 959 | 63 | - | - | 12 | 0 | 52576 | 0 | 2788 | 9402 | 4222 | 4789 |
| Consom. finale non énergétique | 8436 | - | - | - | - | - | - | - | - | 8107 | - | - | - | - | 4493 |
| Chimie | 5347 | - | - | - | - | - | - | - | - | 5018 | - | - | - | - | 4493 |
| Autres | 3089 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3089 | - | - | - | - | - |
| Consommation finale énergétique | 74297 | 738 | - | 959 | - | - | - | 11 | - | 43862 | - | 2784 | 9393 | 4207 | - |
| Industrie | 22369 | 587 | - | 959 | - | - | - | 11 | - | 5170 | - | 427 | - | - | - |
| Sidérurgie | 3681 | 389 | - | 881 | - | - | - | - | - | 370 | - | 38 | - | - | - |
| Métaux non ferreux | 1090 | 4 | - | 41 | - | - | - | - | - | 140 | - | 11 | - | - | - |
| Chimie | 3224 | 45 | - | 15 | - | - | - | - | - | 749 | - | 224 | - | - | - |
| Produits minéraux non métalliques | 5279 | 145 | - | - | - | - | - | - | - | 1964 | - | 27 | - | - | - |
| Extraction | 335 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 125 | - | 7 | - | - | - |
| Alimentation, boisson, tabac | 2282 | - | - | 5 | - | - | - | - | - | 578 | - | 35 | - | - | - |
| Textiles, cuir, habillement | 1059 | - | - | - | - | - | - | - | - | 182 | - | 3 | - | - | - |
| Papier et imprimerie | 2114 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 304 | - | 27 | - | - | - |
| Fabrications métalliques | 1683 | 3 | - | 17 | - | - | - | - | - | 361 | - | 41 | - | - | - |
| Autres industries | 1616 | - | - | - | - | - | - | - | - | 397 | - | 13 | - | - | - |
| Transports | 31890 | - | - | - | - | - | - | - | - | 31573 | - | 82 | 9393 | 4198 | - |
| Ferroviaires | 792 | - | - | - | - | - | - | - | - | 485 | - | - | - | - | - |
| Routiers | 25307 | - | - | - | - | - | - | - | - | 25297 | - | 82 | 9383 | - | - |
| Aériens | 4208 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4208 | - | - | 11 | 4198 | - |
| Navigation intérieure | 1584 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1584 | - | - | - | - | - |
| Foyers domest., commerce, adm., etc. | 20038 | 151 | - | - | - | - | - | - | - | 7110 | - | 2274 | - | 9 | - |
| Foyers domestiques | 11794 | 141 | - | - | - | - | - | - | - | 3953 | - | 1989 | - | - | - |
| Agriculture | 2192 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1712 | - | 77 | - | 9 | - |
| Écart statistique | 312 | -368 | - | 0 | 63 | - | - | 1 | 0 | 616 | - | 4 | 8 | 15 | 296 |

Tableau 7.1 • Bilan énergétique d'Eurostat pour l'Espagne, 1999 (suite)

| | | | | | | | | | | | | | | (1000 tep) | |
|--------------------------|-------------------|----------------------------|-------------|----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|-----------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---|
| Gasoil & fuel oil fluide | Fuel-oil résiduel | Autres produits pétroliers | Gaz naturel | Gaz dérivé nucléaire | Chaleur nucléaire | Total énergie renouvelable | Chaleur solaire | Chaleur géothermique | Bio-masse | Énergie éolienne | Énergie hydraulique | Autres combustibles | Chaleur dérivée | Énergie électrique | Eurostat |
| - | - | - | 131 | - | 15181 | 6130 | 28 | 5 | 3894 | 236 | 1966 | - | - | - | Production primaire |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Récupération |
| 9819 | 2135 | 358 | 13903 | - | - | - | - | - | - | - | - | 75 | - | 1026 | Importations |
| -572 | -355 | -57 | -744 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Variations des stocks |
| 737 | 1338 | 289 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 537 | Exportations |
| 1159 | 4653 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Soutes |
| 4351 | -4210 | -11 | 13289 | - | 15181 | 6130 | 28 | 5 | 3894 | 236 | 1966 | 75 | - | 492 | Consommation intérieure brute |
| 363 | 4618 | - | 2963 | 372 | 15181 | 501 | - | - | 501 | - | - | 75 | - | - | Entrées en transformation |
| 222 | 3157 | - | 576 | 291 | - | 145 | - | - | 145 | - | - | - | - | - | Centrales thermiques publiques |
| 140 | 1462 | - | 2387 | 80 | - | 355 | - | - | 355 | - | - | 75 | - | - | Centrales thermiques des autoprod. |
| - | - | - | - | - | 15181 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Centrales nucléaires |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Fabriques d'agglomérés et de briquettes |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Cokeries |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Hauts fourneaux |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Usines à gaz |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Raffineries |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Centrales de chauffage |
| 20578 | 13496 | 1721 | - | 860 | - | - | - | - | - | - | - | - | 74 | 15552 | Sorties de transformation |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7947 | Centrales thermiques publiques |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2544 | Centrales thermiques des autoprod. |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5080 | Centrales nucléaires |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Fabriques d'agglomérés et de briquettes |
| - | - | - | - | 372 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Cokeries |
| - | - | - | - | 458 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Hauts fourneaux |
| - | - | - | - | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Usines à gaz |
| 20578 | 13496 | 1721 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Raffineries |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Centrales de chauffage |
| -1497 | -149 | -550 | - | - | - | -2203 | - | - | -236 | -1966 | - | - | - | 2202 | Échanges, transferts, restitutions |
| -1497 | -149 | 553 | - | - | - | -2203 | - | - | -236 | -1966 | - | - | - | 2202 | Échanges entre produits |
| - | - | -1103 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Produits transférés |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Restitutions de la pétrochimie |
| 72 | 2061 | 114 | 18 | 226 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1317 | Consommation de la branche Énergie |
| - | - | - | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1687 | Pertes sur les réseaux |
| 22998 | 2457 | 1046 | 10063 | 262 | - | 3426 | 28 | 5 | 3394 | - | - | - | 74 | 15241 | Disponible pour consom. finale |
| - | - | 776 | 322 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Consom. finale non énergétique |
| - | - | 525 | 322 | 7 | - | - | - | - | 1401 | - | - | - | - | - | Chimie |
| - | - | 251 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Autres |
| 22965 | 2468 | - | 9740 | 255 | - | 3426 | 28 | - | - | - | - | - | 74 | 15241 | Consommation finale énergétique |
| 935 | 1779 | - | 7368 | 225 | - | 1401 | - | - | 13 | - | - | - | 74 | 6574 | Industrie |
| 51 | 119 | - | 676 | 225 | - | - | - | - | 130 | - | - | - | - | 1141 | Sidérurgie |
| 24 | 105 | - | 131 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 774 | Métaux non ferreux |
| 86 | 356 | - | 1461 | - | - | 13 | - | - | 507 | - | - | - | 23 | 918 | Chimie |
| 57 | 192 | - | 2284 | - | - | 130 | - | - | - | - | - | - | - | 756 | Produits minéraux non métalliques |
| 76 | 43 | - | 77 | - | - | - | - | - | 487 | - | - | - | - | 132 | Extraction |
| 237 | 306 | - | 749 | - | - | 284 | - | - | - | - | - | - | 7 | 658 | Alimentation, boisson, tabac |
| 81 | 97 | - | 527 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | 344 | Textiles, cuir, habillement |
| 33 | 244 | - | 829 | - | - | 507 | - | - | - | - | - | - | - | 471 | Papier et imprimerie |
| 106 | 115 | - | 559 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 742 | Fabrications métalliques |
| 182 | 202 | - | 76 | - | - | 487 | - | - | - | - | - | - | 38 | 638 | Autres industries |
| 17681 | 220 | - | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 307 | Transports |
| 485 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 307 | Ferroviaires |
| 15832 | - | - | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Routiers |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Aériens |
| 1364 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Navigation intérieure |
| 4349 | 469 | - | 2362 | 30 | - | 2025 | 28 | 5 | 1992 | - | - | - | - | 8361 | Foyers domest., commerce, adm., etc. |
| 1874 | 86 | - | 1752 | 21 | - | 2020 | 28 | - | 1992 | - | - | - | - | 3907 | Foyers domestiques |
| 1586 | 60 | - | 81 | - | - | 5 | - | 5 | - | - | - | - | - | 394 | Agriculture |
| 33 | -11 | 270 | 0 | 0 | - | 0 | 1 | - | 0 | - | - | - | - | 0 | Écart statistique |

Tableau 7.2 • Bilan énergétique de l'AIE pour l'Espagne, 1999

| <i>Millions de tonnes-équivalent pétrole</i> | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------|---------------|
| APPROVISIONNEMENT ET CONSOMMATION | Charbon | Pétrole brut | Produits pétroliers | Gaz | Nucléaire | Hydro | Géotherm. solaire, etc. | Énergies renouvelables et déchets | Électricité | Chaleur | Total |
| Production | 8,60 | 0,30 | - | 0,13 | 15,34 | 1,97 | 0,27 | 4,08e | - | - | 30,70 |
| Importations | 11,30 | 60,01 | 16,85 | 13,90 | - | - | - | - | 1,03 | - | 103,09 |
| Exportations | -0,28 | - | -7,09 | - | - | - | - | - | -0,54 | - | -7,90 |
| Soutages maritimes internationaux | - | - | -5,88 | - | - | - | - | - | - | - | -5,88 |
| Variations des stocks | -0,36 | 0,54 | -0,97 | -0,74 | - | - | - | - | - | - | -1,54 |
| PROD. TOTALE D'ÉN. PRIMAIRE | 19,26 | 60,85 | 2,91 | 13,29 | 15,34 | 1,97 | 0,27 | 4,08 | 0,49 | - | 118,46 |
| Transferts | - | -1,56 | -1,52 | - | - | - | - | - | - | - | 0,05 |
| Écarts statistiques | -0,35 | - | -0,74 | - | - | - | - | - | - | - | -1,08 |
| Centrales électriques | -16,27 | - | -3,44 | -0,59 | -15,34 | -1,97 | -0,24 | -0,28 | 15,30 | - | -22,82 |
| Centrales de cogénération | -0,04 | - | -1,58 | -2,37 | - | - | - | -0,75e | 2,44e | 0,07 | -2,22 |
| Centrales calogènes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Usines à gaz | - | - | -0,14e | 0,03 | - | - | - | - | - | - | -0,11 |
| Raffineries de pétrole | - | -62,44 | 62,16 | - | - | - | - | - | - | - | -0,27 |
| Transformation de charbon | -1,05 e | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -1,05 |
| Unités de liquéfaction | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Autre transformation | - | 0,03 | -0,03 | - | - | - | - | - | - | - | -0,00 |
| Usage propre | -0,23 | - | -4,27 | -0,02 | - | - | - | - | - | - | -5,81 |
| Pertes de distribution | - | - | - | -0,25 | - | - | - | -0,00e | -1,71 | - | -1,96 |
| CONSOM. FINALE TOTALE | 1,32 | 0,01 | 53,37 | 10,09 | - | - | 0,03 | 3,04 | 15,24 | 0,07 | 83,18 |
| SECTEUR INDUSTRIE | 1,17 | 0,01 | 9,78 | 7,69 | - | - | -0,00 | 1,02 | 6,57 | 0,07 | 26,33 |
| Sidéurgie | 0,89e | - | 0,37 | 0,68 | - | - | - | - | 1,14 | - | 3,08 |
| Chimie et pétrochimie | 0,06 | 0,01 | 5,35 | 1,78 | - | - | - | - | 0,92 | 0,02 | 8,15 |
| <i>dont : produits d'alimentation</i> | - | - | 4,60 | 0,43 | - | - | - | - | - | - | 5,03 |
| Métaux non ferreux | 0,05 | - | 0,14 | 0,13 | - | - | - | - | 0,77 | - | 1,09 |
| Minéraux non métalliques | 0,15 | - | 1,94 | 2,28 | - | - | - | 0,08e | 0,76 | - | 5,21 |
| Matériel de transport | - | - | 0,13 | 0,35 | - | - | - | - | 0,28 | - | 0,76 |
| Machines | 0,02 | - | 0,23 | 0,21 | - | - | - | - | 0,46 | - | 0,93 |
| Industries extractives | 0,00 | - | 0,13 | 0,08 | - | - | - | - | 0,13 | - | 0,34 |
| Produits alimentaires, boissons et tabac | 0,01 | - | 0,59 | 0,75 | - | - | 0,00 | - | 0,66 | 0,01 | 2,01 |
| Imprimerie, pâtes et papiers | 0,00 | - | 0,31 | 0,83 | - | - | - | - | 0,47 | - | 1,61 |
| Bois et ouvrages en bois | - | - | 0,04 | 0,07 | - | - | - | - | 0,12 | - | 0,23 |
| Construction | - | - | 0,11 | 0,00 | - | - | - | - | 0,11 | - | 0,22 |
| Textiles et cuir | - | - | 0,18 | 0,53 | - | - | - | - | 0,34 | 0,01 | 1,06 |
| Non spécifié | - | - | 0,25 | 0,01 | - | - | 0,00 | 0,94 e | 0,40 | 0,04 | 1,65 |
| TRANSPORT | - | - | 32,33 | 0,01 | - | - | - | - | 0,31 | - | 32,65 |
| Aviation civile internationale | - | - | 2,62 | - | - | - | - | - | - | - | 2,62 |
| Transports aériens nationaux | - | - | 1,75 | - | - | - | - | - | - | - | 1,75 |
| Transport routier | - | - | 25,86 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | 25,87 |
| Transport ferroviaire | - | - | 0,50 | - | - | - | - | - | 0,21 | - | 0,70 |
| Transport par conduites | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Navigation intérieure | - | - | 1,62 | - | - | - | - | - | - | - | 1,62 |
| Non spécifié | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,10 | - | 0,10 |
| AUTRES SECTEURS | 0,14 | - | 7,28 | 2,39 | - | - | 0,03 | 2,02 | 8,36 | - | 20,23 |
| Agriculture | - | - | 1,75 | 0,08 | - | - | 0,00 | 0,00e | 0,39 | - | 2,23 |
| Commerce et services publics | 0,01 | - | 1,47 | 0,54 | - | - | 0,02 | - | 3,87 | - | 5,91 |
| Secteur résidentiel | 0,13 | - | 4,06 | 1,77 | - | - | 0,01 | 2,00e | 3,91 | - | 11,88 |
| Non spécifié | - | - | - | - | - | - | - | 0,02e | 0,19 | - | 0,21 |
| USAGE NON ÉNERGÉTIQUE | 0,01 | - | 3,97 | - | - | - | - | - | - | - | 3,97 |
| Industrie/Transformation/Energie | 0,01 | - | 3,64 | - | - | - | - | - | - | - | 3,65 |
| Transport | - | - | 0,31 | - | - | - | - | - | - | - | 0,31 |
| Autres Secteurs | - | - | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | 0,02 |
| Électricité produite - GWh | 75436 | - | 24445 | 19058 | 58852 | 22863 | 2761 | 2902e | - | - | 206317 |
| Centrales électriques | 75071 | - | 14541 | 2643 | 58852 | 22863 | 2761 | 1161 | - | - | 177892 |
| Centrales de cogénération | 365 | - | 9904 | 16415 | - | - | - | 1741e | - | - | 28425 |
| Chaleur produite - TJ | - | - | 320 | 2205 | - | - | - | 576 | - | - | 3101 |
| Centrales de cogénération | - | - | 320 | 2205 | - | - | - | 576 | - | - | 3101 |
| Centrales calogènes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

e = estimation

Annexe 1

Processus de conversion des combustibles et de production d'énergie



1 Production d'électricité et de chaleur

Types d'installation

Les questionnaires annuels classent les centrales de production d'électricité et de chaleur en trois groupes : les **centrales à électricité seulement** – qui produisent uniquement de l'électricité ; les **centrales de production de chaleur** – qui produisent uniquement de la chaleur ; et les **centrales de cogénération** – qui produisent à la fois chaleur et électricité.

Les processus techniques de fourniture d'électricité et de chaleur les plus largement utilisés sont décrits ci-dessous dans la section consacrée aux processus de *production d'électricité et de chaleur*.

Centrales à électricité seulement

La plus grande partie de la production d'électricité sans fourniture de chaleur est obtenue à partir d'alternateurs que font fonctionner des turbines tournant avec de la vapeur produite par des carburants combustibles (y compris des déchets), ou de la chaleur nucléaire. Les petites installations à électricité seulement utilisent aussi des turbines à gaz ou des moteurs à combustion interne.

Il est aussi possible d'obtenir de la vapeur directement à partir de réservoirs géothermiques bien que la vapeur géothermique et/ou l'eau chaude aient éventuellement besoin en appoint du chauffage de combustibles fossiles pour produire une vapeur de qualité suffisante (température et pression) pour faire fonctionner les turbines.

Les centrales hydrauliques, éoliennes, marémotrices et utilisant l'énergie des mers ont aussi recours à des turbines pour faire fonctionner les alternateurs et font partie de la catégorie du « électrique uniquement ». L'énergie cinétique du fluide traversant la turbine (eau ou vent) fait fonctionner la turbine et tourner l'alternateur.

Les centrales à chaleur uniquement

La chaleur peut être fournie aux consommateurs par un réseau de conduites ou par une chaudière installée à l'intérieur ou à proximité d'un bâtiment abritant les logements et desservant ce bâtiment seulement. Dans tous les cas, la chaleur est vendue au consommateur par paiement direct ou indirect de frais d'abonnement.

Lorsqu'une installation est consacrée à la desserte d'un seul bâtiment ou d'un seul ensemble de bâtiments sans faire appel à un réseau local ou régional, la fourniture de chaleur devrait être exclue de l'enquête. Cette consommation d'énergie sera ensuite saisie dans les statistiques de la fourniture de combustibles pour l'installation de chaudière.

La plupart des centrales de chaleur font appel à de simples chaudières utilisant des combustibles classiques ou la chaleur géothermique. Dans un petit nombre de pays où l'hydroélectricité est abondante, il peut s'avérer économique de fournir de la chaleur au moyen de chaudières à chauffage électrique. La chaleur géothermique est utilisée, lorsqu'elle est disponible, soit en étant soutirée en l'état soit en étant améliorée en brûlant des combustibles pour ajouter de la chaleur au débit géothermique.

Production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE)

Les unités de production combinée de chaleur et d'électricité (aussi connue sous le nom de cogénération) alimentent simultanément en électricité et en chaleur à partir d'un ou parfois plusieurs éléments d'équipements générateurs. Lorsque deux dispositifs générateurs sont employés, ils sont couplés par l'intermédiaire de la sortie de chaleur du premier ou des premiers dispositifs servant de source d'énergie pour l'alimentation du deuxième dispositif. Lorsqu'une unité de PCCE cesse de produire de la chaleur et ne produit que de l'électricité, elle devient une unité « électricité uniquement » et devrait être recensée comme telle.

Les conditions d'exploitation dans lesquelles la production d'électricité d'une unité PCCE peut être classée comme électricité PCCE font actuellement l'objet d'un examen par Eurostat pour s'assurer que seule une production combinée authentique de chaleur et d'électricité est retenue. Par conséquent, les statisticiens peuvent s'attendre à ce que les définitions prises en compte dans le recensement de cette activité évoluent dans un proche avenir.

Les centrales de cogénération peuvent se diviser en cinq types : centrales de contre-pression, à turbine à vapeur avec soutirage et condensation, à turbine à gaz avec récupération de chaleur, à cycle combiné avec récupération de chaleur et à moteur alternatif.

Centrale de contre-pression

La centrale de cogénération la plus simple est la centrale dite de contre-pression où l'électricité PCCE est générée dans une turbine à vapeur, et où une contre-pression exercée sur la vapeur dans la turbine maintient la température de la vapeur à la sortie de la turbine. La vapeur est alors utilisée pour la vapeur de traitement ou pour le chauffage urbain. La chaudière à vapeur alimentant un complexe turbine à contre-pression/chaleur peut être conçue pour brûler des combustibles solides, liquides ou gazeux (voir la figure A1.1)

Centrale avec soutirage et condensation

Une centrale électrique à condensation ne génère souvent que de l'électricité. Toutefois, dans une centrale à soutirage et condensation, une partie de la vapeur est soutirée de la turbine. La vapeur prélevée est alors utilisée comme vapeur de traitement ou pour assurer le chauffage urbain. La chaudière à vapeur alimentant un ensemble combinant turbine avec soutirage et condensation/chauffage peut être conçue pour brûler des combustibles solides, liquides ou gazeux (voir figure A1.2).

Paramètres caractéristiques d'une centrale de cogénération

Il existe un certain nombre de paramètres pour décrire le fonctionnement d'une centrale de cogénération.

L'efficacité globale est définie comme le ratio du total de l'énergie fournie par le système et de l'énergie qu'elle consomme.

Si H_m dénote le combustible consommé par la centrale et H et E dénotent la chaleur et l'électricité utiles fournies par cette centrale, respectivement, l'efficacité énergétique globale, U , est alors égale à :

$$U = (H + E)/H_m$$

L'efficacité de la production d'électricité exige une méthode pour estimer la quantité de chaleur utilisée pour la production d'électricité. La méthode utilisée est connue sous le nom de méthode « Ecabert ».

Tout d'abord, la chaleur utile produite, H , est convertie en son équivalent à l'entrée en la divisant par l'efficacité de la chaudière, R_c (c'est-à-dire, soit l'efficacité de la chaudière remplacée par le système PCCE, soit celle d'une chaudière conventionnelle). Ainsi :

$$H_c = H/R_c$$

Ensuite, la chaleur affectée à la production d'électricité H_e est :

$$H_e = H_m - H_c$$

C'est-à-dire, H_e est le solde de chaleur après soustraction de l'équivalent à l'entrée de la chaleur utile.

L'efficacité impliquée de la production d'électricité est donc :

$$R_e = E/H_e$$

À noter que cette efficacité dépend de l'efficacité de la chaudière de « remplacement » choisie plus haut.

La consommation spécifique associée à la production d'électricité est :

$$C_{se} = 1/R_e$$

L'indice d'économie d'énergie (S) évalue la quantité d'énergie économisée parce qu'une centrale conventionnelle, d'une efficacité R_p , n'a pas été utilisée pour produire l'électricité.

$$S = (E/R_p) - [H_m - (H/R_c)]$$

Centrale à turbine à gaz avec récupération de chaleur

Dans les centrales à turbine à gaz avec récupération de chaleur, la combustion du combustible fossile se fait dans la turbine et les gaz de combustion chauds à la sortie de la turbine transitent par une chaudière équipée d'un système de récupération de chaleur. Dans la plupart des cas, du gaz naturel, du pétrole ou un mélange de ces combustibles est utilisé pour alimenter la turbine. Les turbines à gaz peuvent être alimentées avec des combustibles solides ou liquides gazéifiés, mais une installation de gazéification appropriée doit être implantée à proximité de la turbine (voir figure A1.3).

Centrale à cycle combiné avec récupération de chaleur

Récemment, des centrales fonctionnant au gaz naturel en cycle combiné comportant une ou plusieurs turbines à gaz, des chaudières avec système de récupération de chaleur, et une turbine à vapeur sont devenues tout à fait courantes.

Centrale avec moteur alternatif

Au lieu d'une turbine à gaz, un moteur alternatif, comme un moteur diesel, peut être combiné avec une chaudière avec système de récupération de chaleur, qui fournit, dans certaines applications, de la vapeur à une turbine à vapeur pour produire à la fois de l'électricité et de la chaleur.

Les processus les plus largement utilisés pour fournir de l'électricité et de la chaleur sont décrits dans la section ci-dessous.

Processus de production d'électricité de chaleur.....

Turbines à vapeur

Bien que la technologie évolue à un point où les moteurs alternatifs et les turbines à combustion sont utilisés dans des applications PCCE, les centrales à turbine à vapeur restent les plus couramment répandues pour la cogénération d'électricité et de chaleur. Une unité à vapeur consiste en une chaudière adaptée à la production de vapeur surchauffée que l'on fait transiter par une turbine à vapeur qui est à contre-pression, à condensation ou combinée (condensation + soutirage).

Turbines à condensation

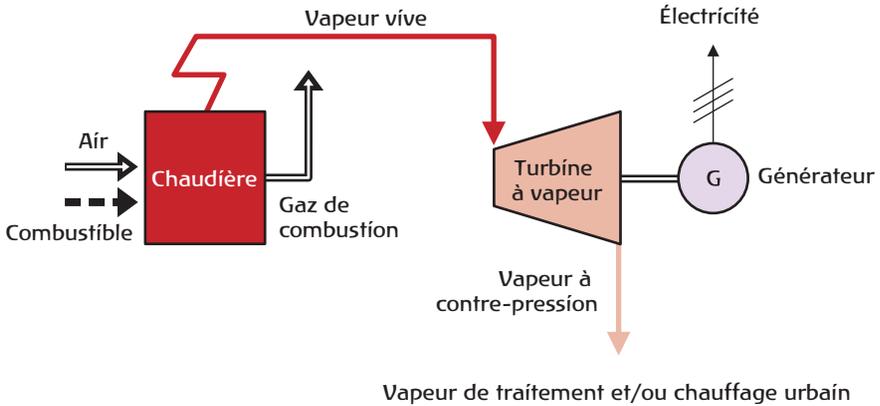
Les turbines à condensation sont généralement utilisées dans des centrales à « électricité uniquement ». La vapeur surchauffée sous haute pression produite dans une chaudière traverse une turbine où elle se détend et se refroidit. L'énergie cinétique libérée par la détente de la vapeur fait tourner les aubes de la turbine et l'alternateur, produisant ainsi de l'électricité. Si la génération d'électricité doit être maximisée, il est souhaitable d'atteindre la pression et la température d'échappement les plus basses possible. L'échappement à basse température tire peu d'énergie utile de la vapeur à la sortie de la turbine et la plus grande partie de la chaleur restante s'échappe généralement dans l'eau de refroidissement ou dans l'air.

Centrales à contre-pression

Dans les centrales à contre-pression (figure A1.1), l'objet n'est pas de maximiser la production d'électricité mais de satisfaire la demande en chaleur d'un processus industriel ou d'un réseau de chauffage urbain. Le contenu énergétique de la vapeur d'échappement dépend essentiellement de sa pression et, en modifiant la pression d'échappement il est possible de maîtriser le ratio chaleur/électricité d'une turbine à contre-pression. Augmenter la contre-pression réduit la production d'électricité au profit de la production de chaleur. Il est parfois possible de soutirer de la vapeur de la turbine à une pression intermédiaire, auquel cas la production de chaleur est augmentée.

Lorsque de l'eau chaude est nécessaire, comme c'est systématiquement le cas pour le chauffage urbain, la vapeur d'échappement de la turbine se condense dans un « condenseur chaud » où la chaleur est prélevée par l'eau qui s'écoule vers le réseau de distribution d'eau chaude.

Graphique A1.1 • Centrales à contre-pression



La production d'électricité d'une turbine à contre-pression totale peut être considérée comme de la PCCE à plein titre.

Les turbines à contre-pression sont le plus couramment utilisées pour la cogénération d'électricité et de chaleur dans l'industrie. Elles peuvent exploiter tous les types de combustibles solides, gazeux et liquides. À la différence des moteurs à combustion interne et des turbines à gaz qui sont choisis en fonction des dimensions disponibles sur le marché, les turbines à vapeur peuvent être adaptées à l'usager, dans certaines limites, en fonction de la puissance nécessaire de la centrale. Les unités avec turbine à contre-pression se caractérisent par des rendements thermiques élevés qui peuvent atteindre, voire dépasser 90 %. L'efficacité de la production d'électricité est généralement de l'ordre de 15 à 25 %.

Turbines à vapeur avec prélèvement et condensation

Si la vapeur d'échappement d'une turbine se condense totalement à faible pression, il n'est produit aucune chaleur utile. Néanmoins, la vapeur peut être soutirée de la turbine à une pression intermédiaire. Pour être considérées comme fonctionnelles pour la PCCE, les turbines à vapeur à condensation doivent avoir un dispositif de soutirage de vapeur. Dans ce type d'unité, une partie de la vapeur se détend totalement au cours de son passage à travers la turbine et sort à faible température et faible pression, tandis qu'une fraction de la vapeur est prélevée du flux à l'intérieur de la turbine à un stade antérieur.

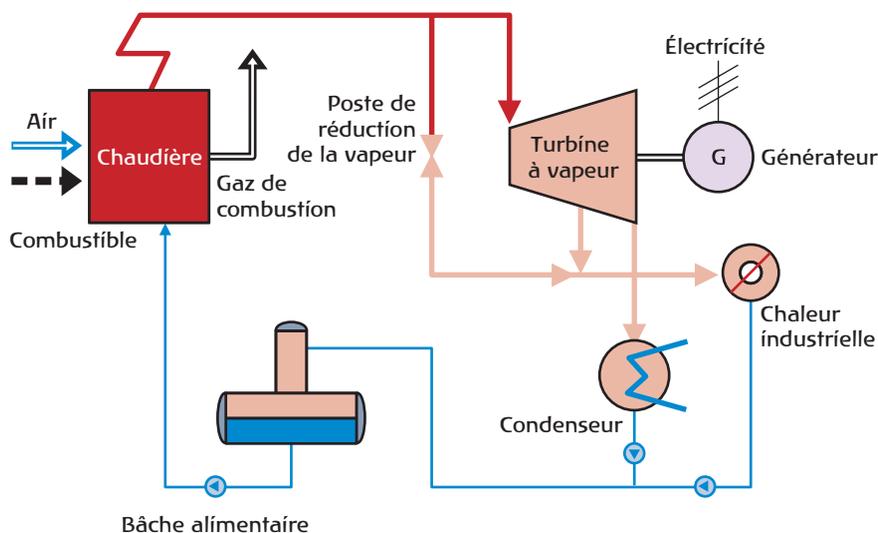
L'efficacité thermique des turbines à prélèvement et condensation n'est pas aussi élevée que celle des centrales à contre-pression car l'énergie de la vapeur d'échappement n'est pas totalement soutirée. Il y a une déperdition d'une partie de cette énergie dans le condenseur (de 10 à 20 %).

Le rendement à la production d'électricité des centrales à vapeur à condensation équipées d'un dispositif de prélèvement de la chaleur dépend de la quantité de chaleur produite. Dans un mode de condensation complète, où il n'y a aucune production de chaleur utile, ce rendement peut atteindre 40 %.

Dans les applications industrielles, les turbines à prélèvement et condensation sont utilisées lorsque de fortes charges électriques se conjuguent avec une demande de chaleur variable. La turbine à prélèvement et condensation est très souple dans la modulation de la production de vapeur pour de la chaleur industrielle et le chauffage urbain. À l'inverse, les turbines à contre-pression conventionnelles sont utilisées lorsque la charge thermique varie peu.

Les turbines à prélèvement et condensation sont généralement utilisées dans des grandes centrales. C'est plus particulièrement le cas dans l'Europe septentrionale où elles peuvent produire de l'électricité et assurer le chauffage urbain en hiver et tourner à plein régime de condensation en été, pour ne produire que de l'électricité. Cette électricité dite « de condensation » n'est pas considérée comme PCCE.

Graphique A1.2 • Turbine à vapeur avec prélèvement et condensation



L'expression « électricité de condensation » est parfois utilisée aussi pour la production d'électricité avec d'autres types de cycles, lorsque la production ne correspond pas à la définition de l'exploitation simultanée de l'énergie thermique pour la production d'électricité et de chaleur par cogénération. Dans les turbines à vapeur en particulier, même si une petite partie de la vapeur est condensée, la partie de la production d'électricité correspondant à la quantité de chaleur perdue ne devrait pas être considérée comme PCCE.

Dans les centrales à vapeur, les unités à contre-pression ou à condensation, il est souvent possible de prélever une partie de la vapeur avant qu'elle ne passe à travers la turbine pour la production de chaleur. Ce prélèvement est réalisé par l'intermédiaire d'un poste de réduction de la vapeur. La chaleur obtenue par cette méthode ne constitue pas une chaleur de cogénération, étant donné que la vapeur ne passe pas par les turbines et que l'énergie thermique de la vapeur prélevée n'est pas utilisée pour la production d'électricité.

Une première comparaison des deux types précédents de centrales de cogénération aboutit aux conclusions suivantes :

- La turbine à contre-pression fournit d'amples quantités d'énergie thermique à bas prix, mais relativement moins d'électricité ; et elle ne saurait s'adapter facilement à des variations majeures du ratio chaleur/énergie.
- La turbine à prélèvement et condensation peut s'adapter instantanément à la demande tant de chaleur que d'énergie, mais au prix d'une diminution du rendement énergétique au fur et à mesure que la charge augmente. En d'autres termes, le coût unitaire de la production augmente au fur et à mesure que la vapeur qui va vers le condenseur augmente.

Turbine à gaz avec récupération de chaleur

Les turbines à gaz produites en masse sont d'une capacité qui varie de quelques centaines de kW à plus de 100 MW. Les modèles vont aussi des « simples » turbines obtenues à partir de moteurs d'avion jusqu'à des machines de plus « grand débit » avec des instruments et une conception des aubes des turbines plus sophistiqués. Plus les caractéristiques des modèles sont pointues, plus le rendement du système est élevé. L'efficacité thermique des turbines à combustion varie de 17 à 33 %. Les turbines à gaz peuvent être utilisées comme unités de production d'électricité autonomes ou être combinées avec des centrales à vapeur ou des moteurs à combustion interne.

Le combustible gazeux ou liquide est injecté dans une chambre contenant de l'air sous haute pression, où se produit la combustion. Les gaz chauds traversent la turbine au fur et à mesure qu'ils se détendent et les gaz d'échappement sont utilisés pour produire de la chaleur utile. La température des gaz d'échappement de la turbine à gaz varie de 400 à 600°C, ce qui permet d'exploiter la chaleur récupérée aux fins de la production d'eau chaude, de vapeur surchauffée industrielle et de vapeur pour la production d'électricité dans une turbine à vapeur. Les caractéristiques de la vapeur qui peut être produite sont directement liées à la température des gaz d'échappement. Les valeurs repères maximums sont 480°C et 65 bars pour la récupération directe à partir d'une turbine à gaz caractéristique.

Comme la chaleur récupérée à partir de turbines à gaz se concentre presque totalement dans les gaz d'échappement, la récupération se limite seulement à un échangeur de chaleur unique. Malgré cette simplicité d'exploitation, l'échangeur doit être de grande dimension en raison du volume de gaz concerné.

Parce que la qualité thermique du flux des gaz d'échappement est très élevée, elle se prête bien à une importante récupération de chaleur. Même avec les limites des machines et les limites des besoins de l'utilisateur, il est possible d'atteindre une efficacité thermique totale allant de 75 à 80 % avec des systèmes de cogénération à turbine à gaz.

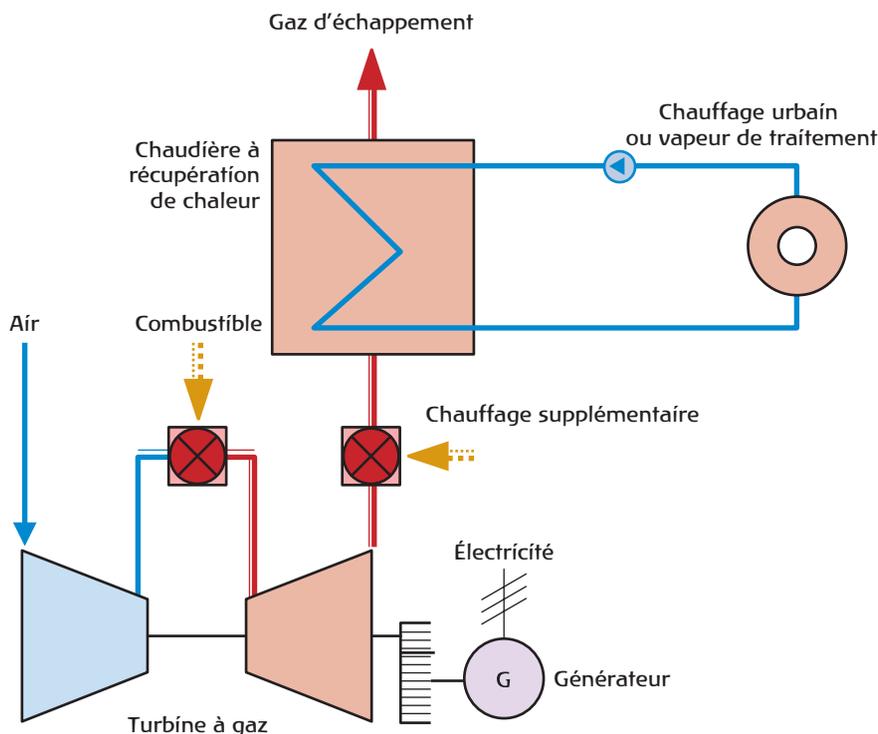
Une caractéristique spéciale du flux d'échappement des turbines à gaz est que l'oxygène reste présent dans des concentrations de 16 à 17 % en poids. Ceci permet un « post-brûlage » – l'injection d'un supplément de combustible dans le flux d'échappement (post-combustion) sans apport d'air. Ceci a pour résultat de renforcer davantage la qualité thermique des gaz d'échappement et d'accroître la récupération de chaleur. L'efficacité thermique atteint par cette méthode est proche

de 100 % car la déperdition de chaleur en amont de la chaudière à récupération de chaleur est pratiquement nulle. Il est à noter, néanmoins, que la chaleur produite par post-brûlage ne constitue pas une chaleur de cogénération, et il conviendrait de considérer à la fois le combustible d'appoint et la chaleur produite comme un système « à chaleur uniquement ».

Les turbines à gaz peuvent être exploitées en évitant tout ou partie du système de récupération de chaleur. Dans ce cas, l'énergie thermique restant dans les gaz d'échappement n'est pas utilisée pour la production de chaleur et la production d'électricité correspondant aux gaz d'échappement dérivés est considérée comme « électricité de condensation » et non comme PCCE.

Le rendement de la production d'électricité d'une simple unité à turbine à gaz autonome est systématiquement inférieur à celui d'une centrale à vapeur à condensation. Néanmoins, les frais de construction d'une simple centrale à turbine à gaz par kW sont relativement modestes et ne représentent actuellement qu'une fraction du coût d'une centrale à vapeur à condensation. Ainsi, les unités à turbine à gaz autonomes sont souvent utilisées pour couvrir la demande d'électricité pendant les périodes de charge maximale car elles peuvent être installées à peu de frais et être raccordées rapidement au secteur.

Graphique A1.3 • Turbine à gaz avec récupération de chaleur



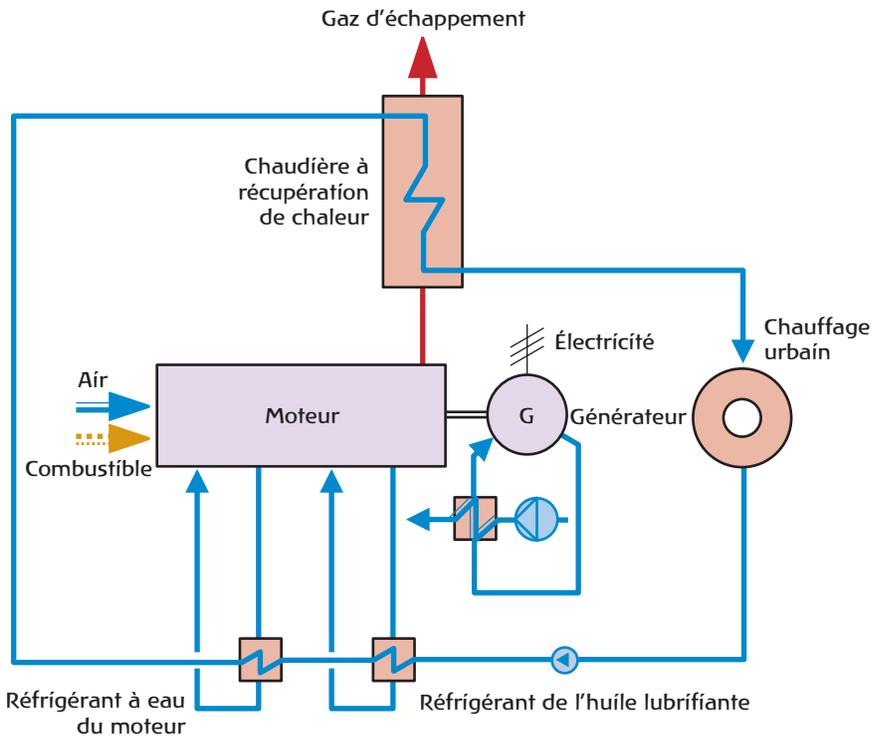
Moteurs alternatifs à combustion interne

Les moteurs alternatifs utilisés pour les applications de PCCE ont une puissance qui va de quelques kW (généralement des moteurs automobiles) jusqu'à 20 MW. Les moteurs alternatifs les plus utilisés pour la cogénération appartiennent à deux catégories nettement distinctes :

- Les moteurs diesel, utilisant du gazole, ou (pour une puissance allant de plus de 800 à 1 000 kW) du mazout.
- Les moteurs Otto, utilisant du gaz combustible (gaz naturel, biogaz etc.).

La principale différence réside dans l'allumage (les moteurs Otto sont à allumage par étincelle), le rendement électrique et la chaleur dégagée dans les gaz d'échappement.

Graphique A1.4 • Moteurs alternatifs à combustion interne



Une caractéristique importante des moteurs alternatifs diesel est le rendement élevé dans la production d'électricité. Ce rendement va de 35 à 41 % pour les moteurs de petite et de forte puissance respectivement.

La chaleur est récupérée en exploitant les gaz d'échappement, l'eau de refroidissement, les lubrifiants et, dans les moteurs suralimentés, la chaleur présente dans l'air de suralimentation.

Il y a plusieurs qualités dans la chaleur récupérée dans les systèmes à moteur à combustion interne. La moitié environ de la chaleur est récupérée dans les gaz d'échappement du moteur qui sont à haute température et ont une valeur thermique élevée. De faibles températures sont la caractéristique d'autres sources comme l'eau de refroidissement et les lubrifiants, qui ont ainsi une faible valeur thermique. Les générateurs à forte et moyenne puissance peuvent fournir de l'eau chaude ou surchauffée et même de la vapeur à basse pression (6-7 bars). Avec les petits moteurs diesel, la récupération moyenne se limite à la production d'eau chaude à une température d'environ 90°C.

Les moteurs à combustion interne peuvent être combinés avec d'autres cycles, par exemple avec des turbines à vapeur ou à gaz et avoir toute une gamme d'applications. Ils sont appréciés comme capacité de réserve dans les hôpitaux, les centrales nucléaires etc. et sont aussi utilisés pour la production régulière d'énergie. On peut utiliser des combustibles gazeux et des combustibles liquides traditionnels dans les moteurs à combustion interne.

Cycle combiné gaz/vapeur dans la cogénération

Actuellement, les installations à cycle combiné configurent au moins deux types de systèmes l'un après l'autre de telle sorte que la chaleur résiduelle du premier système est exploitée par le second. En principe, toutes les combinaisons des cycles sont possibles mais la plus courante est celle où un système à turbine à gaz est installé en amont d'un système à vapeur conventionnel.

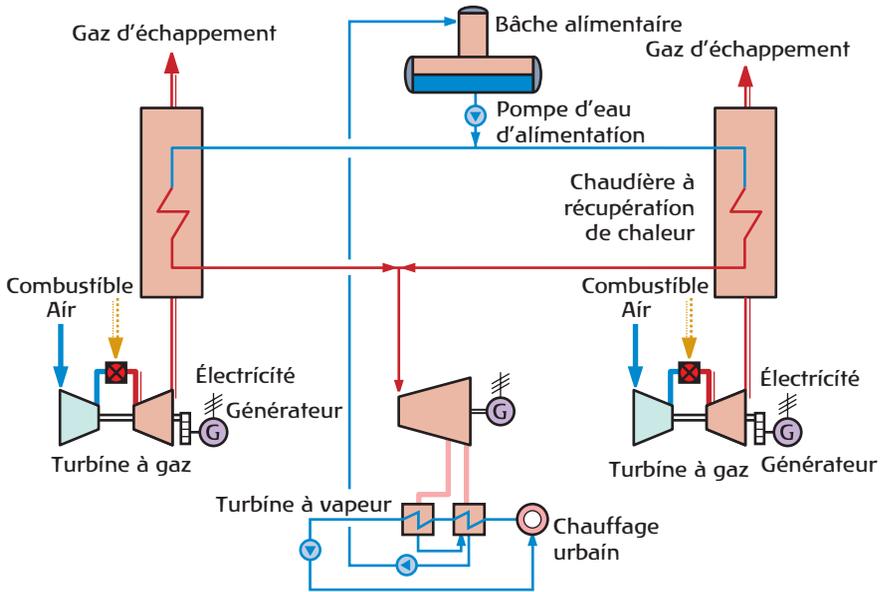
Ainsi, la chaleur des gaz d'échappement de la turbine à gaz fournit de l'énergie thermique au système de vapeur. Comme cela a déjà été noté plus haut, la chaleur de ces gaz peut être augmentée en injectant une énergie (un combustible) primaire supplémentaire dans les gaz chauds – pratique appelée post-brûlage. Si la vapeur est du type à condensation totale sans prélèvement de chaleur, l'électricité produite par l'ensemble du système n'est pas considérée comme PCCE.

Si, néanmoins, le système de vapeur permet de prélever de la chaleur, l'électricité produite par le système à turbine à gaz et le système à vapeur est une énergie PCCE lorsque la chaleur est récupérée pour la chaleur industrielle ou le chauffage urbain. Ce type d'installation peut atteindre un rendement thermique élevé lorsque l'énergie primaire est convertie en chaleur et en énergie électrique, étant donné qu'il y a un changement de température effectif de près de 1000 °C sur l'ensemble du système contre un changement de 550 à 600 °C dans le système à turbine à gaz et à vapeur le plus moderne lorsque ce système fonctionne en installation à électricité seulement.

Le rendement thermique du segment électricité approche, et dans les unités de grande taille les plus récentes, peut dépasser 50 %. Les avantages de ce système sont une exploitation plus complète de la chaleur d'échappement qui serait autrement perdue.

Récemment, le cycle combiné gaz/vapeur a été adopté plus généralement, en particulier dans certains secteurs de l'industrie, et aussi dans le secteur de l'énergie de moyenne puissance et de moyennement basse puissance. La disponibilité accrue de turbines à gaz efficaces et ayant fait leurs preuves devrait favoriser la poursuite de l'expansion de cette technologie.

Graphique A1.5 • Cycle combiné gaz/vapeur dans la cogénération



Production d'hydro-électricité

En faisant passer des eaux courantes dans une turbine spécialement conçue raccordée à un générateur d'électricité, l'énergie de ces eaux courantes est convertie en électricité.

L'eau peut être prélevée dans une retenue construite pour alimenter les turbines. Ces centrales sont généralement de grosses unités de production. Les petites installations hydro-électrique exploitent le débit naturel des rivières et sont décrites comme des usines « au fil de l'eau ».

Accumulation par pompage

L'hydro-électricité peut aussi être produite à partir d'un flux d'eau prélevé dans des réservoirs spéciaux remplis par pompage de l'eau d'une rivière ou d'un lac situés à des niveaux inférieurs. Dans les stations d'accumulation par pompage, l'électricité (prélevée du réseau national) est utilisée au cours des périodes de faible demande (généralement la nuit) pour pomper l'eau dans des réservoirs afin d'être prélevée au cours des périodes de pointe dans la demande d'électricité lorsque le coût marginal de la production d'électricité est plus élevé. On produit moins d'électricité qu'il n'en faut pour pomper l'eau vers le réservoir en hauteur. Toutefois, la procédure est économique lorsque les coûts évités en n'utilisant pas des centrales thermiques moins efficaces pour produire une quantité comparable d'électricité dépassent le coût de la procédure d'accumulation par pompage. La méthodologie pour l'inclusion de la production d'électricité par accumulation par pompage dans le bilan énergétique est discutée au chapitre 7, section 3.

Pompes à chaleur

Les pompes à chaleur sont des dispositifs de transfert de chaleur d'une source froide vers une source plus chaude et peuvent être utilisées pour puiser de la chaleur de l'extérieur d'un bâtiment pour réchauffer l'intérieur. Ces pompes fonctionnent généralement à l'électricité et peuvent constituer un moyen de chauffage efficace. Elles ne sont cependant pas largement utilisées et n'apportent qu'une petite contribution aux ressources énergétiques nationales.

La chaleur produite par une pompe à chaleur comprend la chaleur extraite de la source froide et l'équivalent calorifique de l'électricité utilisée pour faire tourner la pompe. Dans les cas où la pompe de chaleur prélève la chaleur d'une source naturelle (par exemple l'air ambiant ou la nappe d'eau souterraine), la production de chaleur combine chaleur primaire et chaleur secondaire.

2 Fabrication de produits pétroliers

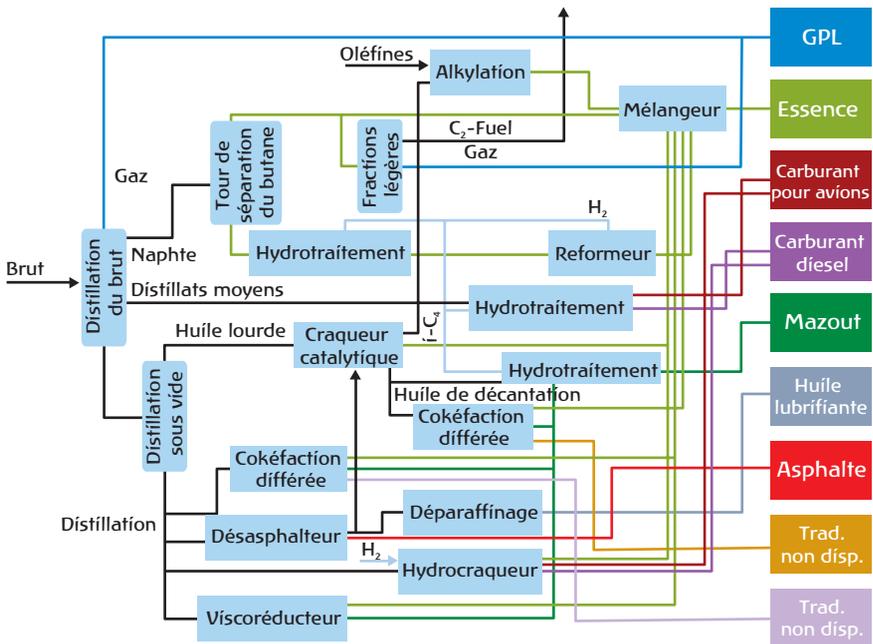
Raffinage

Le pétrole brut et le gaz naturel sont des mélanges de nombreux hydrocarbures différents et de petites quantités d'impuretés. La composition de ces matières premières peut varier sensiblement en fonction de leur source. Les raffineries de pétrole sont des installations complexes où la combinaison et la séquence des processus sont généralement très spécifiques aux caractéristiques des matières premières (pétrole brut) et des produits à fabriquer. Une raffinerie prend le pétrole brut et le sépare en différentes fractions, avant de convertir ces fractions en produits utilisables, et ces produits sont en fin de compte mélangés pour fabriquer un produit fini. Ces produits sont les combustibles et les produits chimiques utilisés quotidiennement. Dans une raffinerie, des parties des produits obtenus à partir de certains processus sont réintroduites dans le même processus, introduites dans de nouveaux processus, introduites à nouveau dans un processus antérieur ou mélangées avec d'autres produits pour former des produits finis. La figure A1.6. en présente un exemple. Néanmoins, les raffineries sont différentes du point de vue de leur configuration, de l'intégration des processus, du stock de matières premières, de la flexibilité des stocks, des produits, du mélange de produits, de la taille de l'installation et de sa conception, et des systèmes de commande.

En outre, les différences de stratégie des propriétaires, la situation du marché, la situation et l'âge de la raffinerie, l'évolution historique, l'infrastructure disponible et la réglementation de l'environnement expliquent entre autres la grande variété des modèles des raffineries, des conceptions et modes d'exploitation. Le bilan en matière d'environnement peut aussi varier d'une raffinerie à l'autre.

La production d'un grand nombre de combustibles est de loin la fonction la plus importante des raffineries et déterminera généralement la configuration et l'exploitation d'ensemble. Néanmoins, certaines raffineries peuvent produire des produits non combustibles précieux comme les matières premières des industries chimiques et pétrochimiques. Citons comme exemples les mélanges de naphte destinés au vapocraquage, le propylène récupéré, le butylène pour les applications

Graphique A1.6 • Exploitation d'une raffinerie caractéristique



polymères et la fabrication de produits aromatiques. Les autres produits spécialisés d'une raffinerie comportent le bitume, les huiles lubrifiantes, les paraffines et le coke. Ces dernières années, les compagnies d'électricité de nombreux pays ont été libéralisées, ce qui permet aux raffineries d'alimenter le secteur avec les excédents d'électricité qu'elles produisent.

Le raffinage du pétrole brut pour obtenir des produits pétroliers utilisables peut se diviser en deux phases et un certain nombre d'opérations d'appoint. La première phase est le dessalage du pétrole brut et sa distillation ultérieure pour obtenir divers composants ou « fractions ». Une nouvelle distillation des composants légers et du naphte est réalisée pour récupérer le méthane et l'éthane destinés à être utilisés comme combustibles de raffinerie, le GPL (propane et butane), les composants destinés à entrer dans le mélange des essences et les matières premières destinées à la pétrochimie. Toutes les raffineries réalisent la séparation des produits légers.

La deuxième phase consiste en trois types différents de processus « en aval » : combinaison, séparation et reformage de fractions. Ces processus modifient la structure moléculaire des molécules d'hydrocarbures soit en les séparant en molécules plus petites, en les réunissant pour former de grandes molécules, ou en les reformant en molécules de haute qualité. L'objectif de ces processus est de convertir certaines des fractions de distillats en produits pétroliers commercialisables au moyen de n'importe quelle combinaison de processus en aval. Ces processus définissent les différents types de raffineries, dont le plus simple est l'unité « hydroskimming » qui se contente de désulfurer et de reformer par

catalyse des produits sélectionnés de l'unité de distillation. Les quantités des divers produits obtenus sont déterminées presque entièrement par la composition du pétrole brut. Si le mélange ne répond plus aux exigences du marché, des unités de conversion doivent être ajoutées pour rétablir l'équilibre.

Depuis de nombreuses années, la demande du marché a obligé les raffineries à convertir les fractions lourdes en fractions légères de plus haute valeur. Ces raffineries séparent les résidus atmosphériques en fractions de gasoil sous vide et de résidus sous vide par distillation sous vide élevé et expédient l'un de ces produits ou les deux vers les unités de conversion appropriées. Ainsi, en incluant des unités de conversion, la gamme des produits peut être modifiée pour répondre aux exigences du marché indépendamment du type de pétrole brut. Le nombre et les combinaisons possibles d'unités de conversion sont importants.

L'unité de conversion la plus simple est l'unité de craquage thermique où les résidus sont soumis à des températures si élevées que les grosses molécules d'hydrocarbures des résidus sont converties en petites molécules. Les unités de craquage thermique peuvent traiter pratiquement tous les résidus mais produisent des quantités relativement faibles de produits légers. Un type d'unité de craquage thermique améliorée est l'unité de cokéfaction où l'ensemble des résidus sont convertis en distillats et en coke. Pour renforcer le degré de conversion et améliorer la qualité du produit, un certain nombre de processus de craquage catalytique différents ont été mis au point, dont le craquage catalytique à huile fluide et l'hydrocraquage sont les plus éminents. Récemment, des processus de gazéification de résidus ont été introduits dans des raffineries, leur permettant d'éliminer complètement les résidus lourds et de les convertir en gaz de synthèse propres destinés à être utilisés dans la raffinerie et pour la production d'hydrogène, de vapeur et d'électricité au moyen de techniques à cycle combiné.

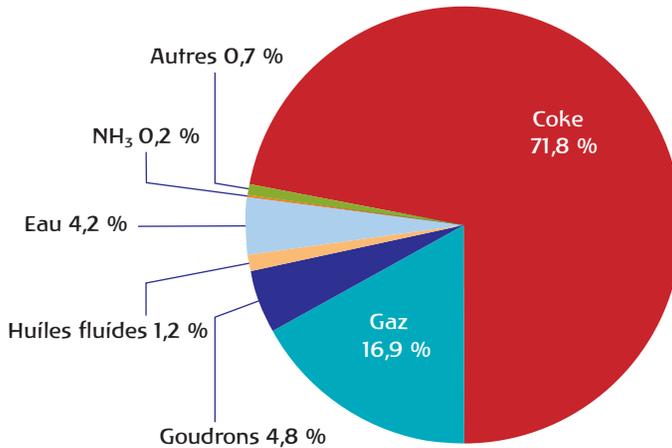
3 Fabrication de combustibles dérivés du charbon

Cokes.....

Coke à haute température

Le coke est fabriqué par pyrolyse du charbon. La pyrolyse du charbon signifie que le charbon a chauffé dans une atmosphère exempte d'oxygène pour produire des gaz, des liquides et un résidu solide (résidu charbonneux ou coke). La pyrolyse du charbon à haute température est appelée carbonisation. Au cours de la carbonisation, plusieurs changements importants interviennent. L'humidité est libérée du charbon entre 100 et 150 °C. Dans la gamme de température de 400 à 500 °C, une grande partie de la matière volatile est libérée sous forme de gaz. De 600 à 1300 °C, la perte supplémentaire de matière volatile est très faible et la perte de poids est faible. Lorsqu'il est chauffé, le charbon devient plastique et poreux au cours du dégagement des gaz. Lorsqu'il se solidifie, il comporte de nombreuses fissures et pores. Au cours du processus, la température des gaz atteint 1150 à 1350 °C, portant indirectement la température du charbon à 1000 – 1200 °C pendant 14 à 24 heures. Cette opération produit des cokes de haut fourneau et de fonderie.

Graphique A1.7 • Débits de masse types des cokeries



Seuls certains charbons possédant des propriétés plastiques convenables (par exemple les charbons à coke bitumineux ou les charbons semi tendres) peuvent être convertis en coke. Plusieurs types de charbons peuvent être mélangés pour améliorer le rendement des hauts fourneaux, allonger la durée de vie des batteries à coke etc.

Le coke est fabriqué dans des fours comprenant une batterie de chambres individuelles dont le nombre peut atteindre soixante. Les différentes chambres des fours à coke sont séparées par des parois chauffantes. Ces parois consistent en un certain nombre de carneaux de chauffage avec des buses pour l'alimentation en combustible, et une ou plusieurs prises d'air, en fonction de la hauteur de la paroi du four à coke. La température moyenne de la brique de la buse, qui caractérise le fonctionnement du carneau de chauffage, est généralement réglée entre 1150 et 1350 °C. Généralement, le gaz épuré du four à coke est utilisé comme combustible, mais d'autres gaz comme le gaz de haut fourneau enrichi au gaz naturel, ou du simple gaz naturel, peuvent également être utilisés.

Le processus de carbonisation débute immédiatement après le chargement du charbon. Les gaz volatils et l'humidité chassés par le chauffage du charbon représentent 8 à 11% de la charge de charbon. Le gaz de cokerie brut est évacué par des canalisations dans un système de collecte. En raison de sa valeur calorifique relativement élevée, ce gaz, après épuration, est utilisé comme combustible (par exemple pour le chauffage de la batterie). Le charbon est chauffé par le système de chauffage/d'allumage et reste dans le four à coke jusqu'à ce que le cœur du charbon ait atteint une température de 1000 à 1100 °C.

Le coke de haut fourneau doit répondre à certaines exigences en matière de dimension et de résistance qui le rendent propre à soutenir une charge de minerai d'oxyde de fer et des fondants (calcaire ou chaux) dans un haut fourneau. Il fournit de la chaleur et du carbone pour la réduction du minerai de fer.

Le coke de fonderie est le plus souvent utilisé pour fondre et couler du fer et d'autres métaux.

Après refroidissement et traitement, les coques sont triés (passés au crible) pour obtenir les dimensions exigées pour leur utilisation ultérieure. Les petits fragments de coke éliminés au cours du processus sont appelés braise de coke et souvent utilisés dans les ateliers de frittage des usines sidérurgiques. Le frittage est un processus au cours duquel les fines de minerais de fer sont chauffées dans un mélange de fondants pour agglomérer les particules en pièces de grande taille.

Produits des fours à coke

Les fours à coke produisent du coke et du gaz de four à coke non traité. Le gaz est « épuré » par élimination des particules de poussières et d'autres produits précieux. Ces produits comprennent les goudrons, les huiles légères (essentiellement le benzène, le toluène et le xylène), l'ammoniac et le soufre. Le gaz de four à coke est un combustible de haute qualité riche en hydrogène (40 à 60 % en volume) et en méthane (30 à 40 % du volume).

Les rendements effectifs des produits d'un four à coke dépendent des charges de charbon et de la longueur de la période de chauffage. Néanmoins, des chiffres caractéristiques sont illustrés dans la figure A1.7 et représentent les rendements en pourcentage de la charge de charbon en masse.

Cokes à basse température (semi-cokes)

Les résidus agglomérés du charbon qui est carbonisé à des températures inférieures à environ 850 °C sont appelés cokes à basse température. Ils possèdent généralement une certaine teneur résiduelle en matière volatile et sont essentiellement utilisés comme combustibles défumés solides (voir les agglomérés et les briquettes ci-dessous).

Agglomérés et briquettes.....

Agglomérés

Les combustibles solides fabriqués sont généralement répertoriés comme deux types de produits distincts. Un de ces types recouvre les agglomérés. On parle de combustible défumé dérivé de fines ou de poussières résiduelles de houille. Ce charbon finement divisé est pressé pour fabriquer une briquette avec ou sans agent liant. Parfois, les agents liants sont d'autres combustibles comme du pétrole ou des agglomérants renouvelables comme du brai de houille. En outre, le processus peut comprendre le chauffage à basse température ou la carbonisation de la briquette en cours de formation. Un certain nombre d'agglomérés sont aussi des semi-cokes.

Briquettes BKB ou de lignite et briquettes de tourbe

Les briquettes sont aussi fabriquées à partir de lignite ou de tourbe. On parle de briquettes de lignite ou BKB (de l'allemand *Braunkohlenbriketts*), qui peuvent être fabriquées avec ou sans agent liant. Les usines de briquettes de lignite et de tourbe utilisent souvent l'humidité résiduelle du combustible pour agglomérer les particules à haute pression.

En général, les agglomérés ont des valeurs calorifiques nettes qui sont comparables voire légèrement supérieures à celles du combustible dont ils sont dérivés. Dans

certains cas, cela est dû à l'addition de liants (au besoin) mais résulte essentiellement de l'élimination des impuretés et de l'humidité des fines particules existant avant traitement et transformation en briquettes. Lorsque les données d'entrée pour la fabrication de ces combustibles sont relevées, il importe d'y inclure les agents liants (s'il s'agit de produits énergétiques) et la chaleur et l'électricité utilisés dans le processus de pressage et d'agglomération.

Production et utilisation de combustibles dans la production sidérurgique

Les activités sidérurgiques de certains pays se limitent uniquement au traitement et à la finition de l'acier, sans fabrication de coke ou à l'exploitation des hauts-fourneaux. Les usines qui combinent les stades de la production de coke et de la métallurgie ainsi que le traitement et la finition de l'acier sont connues sous le nom d'usines sidérurgiques intégrées.

La fabrication de coke et la production de gaz de four à coke, de goudrons et d'huiles ont été décrites plus haut. Le coke est trié après production et la braise de coke est utilisée pour les opérations des usines de frittage. Le coke est chargé dans le haut fourneau.

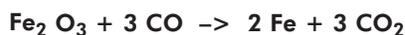
Installations de frittage

Une installation de frittage prépare du minerai de fer finement divisé et des déchets recyclés du haut fourneau et de ses propres opérations en vue de les charger dans les hauts fourneaux. Le frittage est nécessaire parce qu'une grande partie du minerai de fer à présent disponible est de plus petite dimension que les dimensions idéales destinées à être utilisées directement dans le haut fourneau. Par l'addition de braise, de coke et par chauffage, la braise brûlera et contribuera à agglomérer le lit de matériaux de mélange finement divisés. Ce lit de mélange aggloméré est ensuite brisé en morceaux et trié pour sélectionner les dimensions requises pour la charge du haut fourneau. La braise de coke consommée dans l'usine de frittage est considérée comme combustion de combustible qui devrait être rapportée comme consommation de l'industrie sidérurgique.

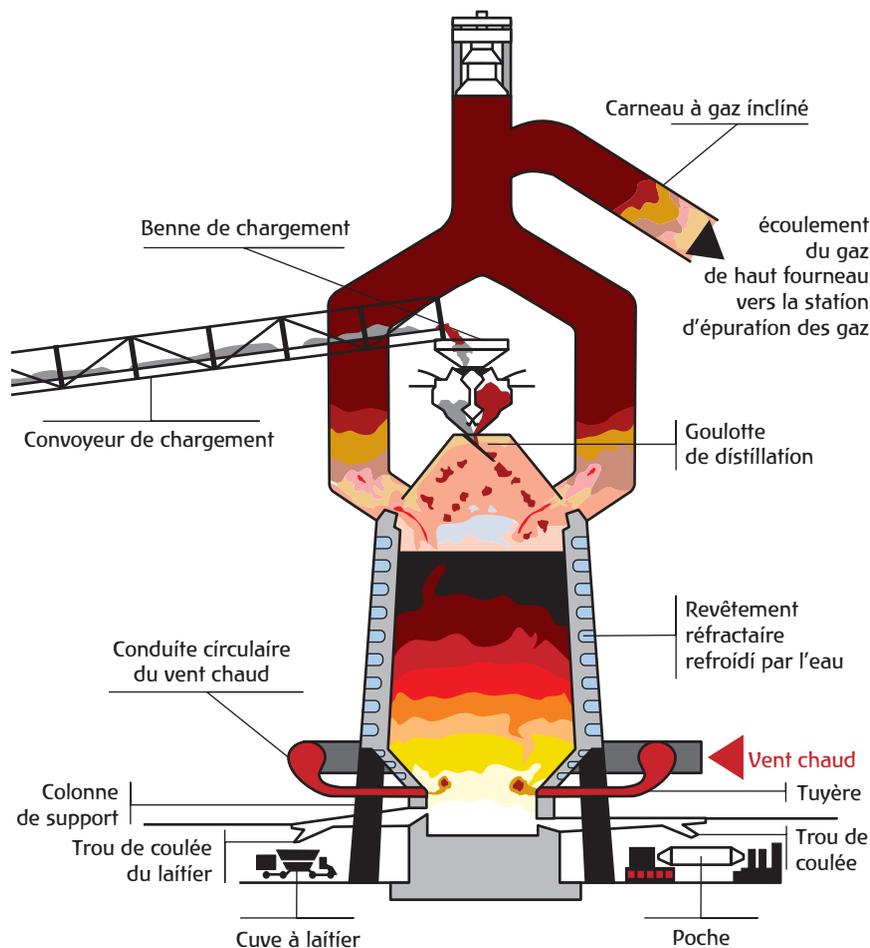
Hauts fourneaux

Les hauts fourneaux sont utilisés pour fabriquer du fer dont la grande majorité est transformée en acier. Les éléments à l'entrée des hauts fourneaux sont du minerai d'oxyde de fer, des fondants (chaux ou calcaire) destinés à faciliter l'écoulement du métal en fusion à travers le lit de coke et à éliminer les acidités, et du coke destiné à fournir de la chaleur et une structure de matrice ouverte pour accueillir le minerai et les fondants et permettre au fer en fusion d'atteindre le fond du haut fourneau. La figure A1.8 présente dans les grandes lignes les caractéristiques principales d'un haut fourneau.

L'aspect chimique essentiel du processus est la réduction du minerai de fer (oxyde de fer) avec du carbone obtenu à partir du coke :



Graphique A1.8 • Principales caractéristiques d'un haut fourneau



Le monoxyde de carbone (CO) n'est pas intégralement converti en dioxyde de carbone (CO_2) au cours du processus et l'excédent passe du haut fourneau dans le gaz de haut fourneau. La présence de monoxyde de carbone dans le gaz de haut fourneau lui donne (en production) une valeur calorifique. La température de l'air à l'entrée du haut fourneau peut atteindre 900°C et couvre la plus grande partie de l'exigence de chaleur. La combustion partielle des combustibles dans le haut fourneau et, le cas échéant, des combustibles injectés dans l'air du haut fourneau, fournit la chaleur restante. Le gaz de haut fourneau est épuré et peut être enrichi avec du gaz de four à coke avant utilisation pour chauffer l'air du haut fourneau et pour d'autres applications sur le site de production. Les régénérateurs (cowpers) sont séparés des hauts fourneaux et n'apparaissent pas sur la figure A1.8.

D'autres matériaux ne sont pas injectés dans l'air chaud de chaque installation. L'objet de l'injection est de fournir un complément de carbone dans le processus et de réduire le besoin en coke. La plus grande partie, mais pas la totalité, des matériaux

injectés sont reconnus dans les questionnaires comme des combustibles. Les matériaux s'oxydent partiellement au contact du vent chaud et le monoxyde de carbone ainsi produit, avec celui du coke, traverse la charge de bas en haut pour réduire l'oxyde de fer.

Le relevé de l'utilisation de combustibles dans les hauts fourneaux dépend des statistiques du processus fournies par les installations sidérurgiques. Il ressort clairement de ce qui précède, et de l'exposé sur la fabrication du coke, que les usines sidérurgiques intégrées sont de gros consommateurs d'énergie et des éléments importants du secteur énergétique. La nature concurrentielle de l'industrie exige des efforts considérables pour réduire les coûts, dont la consommation d'énergie représente une large part. En conséquence, la plupart des entreprises tiennent une comptabilité soignée de l'utilisation de combustibles et d'énergie qui sont très comparables aux bilans décrits dans le présent *manuel*. Cela implique que les grandes installations, au moins, devraient être en mesure de rendre compte de leur consommation de combustibles pour chaque processus pour autant que les formats de collecte des données sont bien adaptés à leurs comptes d'exploitation.

Dans des conditions idéales, les statisticiens auraient les chiffres pour les différents types et quantités de combustibles utilisés sur les hauts fourneaux ainsi que les chiffres pour les gaz des hauts fourneaux produits. Néanmoins, il est peu probable que les quantités de combustibles utilisées pour le chauffage de l'installation et comme matières premières pour le haut fourneau seront identifiées séparément. En l'absence de ce renseignement, l'enquête devrait partir de l'hypothèse selon laquelle la totalité du gaz de haut fourneau et du gaz de four à coke utilisés sur les hauts fourneaux est destinée au chauffage et devrait être considérée comme une consommation du secteur énergétique. La totalité des cokes, des charbons ou des pétroles devraient être traités comme moyens de transformation dans le haut fourneau. Occasionnellement, l'utilisation de gaz naturel peut être relevée mais la nature de son utilisation est moins claire car il pourrait être consommé des deux façons. Si l'utilisation de gaz naturel est rapportée, le statisticien devrait consulter le fournisseur de données.

En supposant que toutes les données sont disponibles, il s'agit d'une méthode simple et pragmatique pour distinguer l'utilisation des combustibles à des fins de transformation et pour les besoins du secteur énergétique.

Fours à acier à l'oxygène

Les fours à acier à l'oxygène et les fours à arc sont les moyens primaires de la fabrication d'acier à partir de fonte et de riblons d'acier. Le four à acier à l'oxygène est intéressant pour le statisticien de l'énergie parce que le processus dégage un gaz comparable dans sa composition au gaz de haut fourneau et qui fait généralement l'objet de relevés avec ce dernier, en étant comptabilisé comme élément de la production de gaz des hauts fourneaux.

Le four à acier à l'oxygène fonctionne avec une charge de fonte en fusion et de quelques riblons d'acier. L'oxygène est insufflé dans la charge en fusion et oxyde le carbone présent dans le fer (environ 4 %), le ramenant aux niveaux exigés pour l'acier (environ 0,5 %). Le dioxyde de carbone et le monoxyde de carbone produits sont évacués par le système de collecte des gaz et des poussières. Le processus d'oxydation chauffe la charge en fusion et contribue à faire fondre les riblons en

acier qui ont été ajoutés. De cette façon, les riblons d'acier stabilisent la température du processus.

L'examen du flux de carbone à travers le haut fourneau et le fourneau à oxygène révèle que la quasi-totalité ($\approx 99,5\%$) de l'entrée de carbone dans le haut fourneau est évacuée dans le gaz de haut fourneau (y compris pour l'acier à oxygène).

4 Gaz naturel

Gaz naturel liquéfié (GNL)

Le GNL est un gaz naturel qui a été refroidi à une température (d'environ -160°C) à laquelle il devient liquide à la pression atmosphérique. Il occupe alors $1/600^{\text{e}}$ du volume qu'il occupe à des températures normales.

La liquéfaction du gaz naturel réduit les coûts du transport de gaz sur de longues distances et, à la suite de réductions récentes des coûts de la liquéfaction, du stockage et de la regazéification ultérieure du GNL, la liquéfaction a rendu de plus en plus économique l'exploitation des sources de gaz éloignées des centres de demande.

Processus de liquéfaction

Le gaz extrait est séché et les composants acides sont éliminés avant liquéfaction. Le refroidissement est obtenu par un ou plusieurs processus dans lesquels le gaz est remis en circulation avec extraction ultérieure du composant liquide. Les gaz lourds commercialisables (éthane, propane etc.) et les gaz inertes sont éliminés au cours de la phase de liquéfaction. De ce fait, la composition du GNL est généralement plus riche en méthane (en général 95%) que le gaz naturel commercialisable qui n'a pas été liquéfié.

La liquéfaction est un processus à haute intensité énergétique qui exige de l'électricité et de la chaleur. Les deux formes d'énergie sont généralement produites sur le site à partir du gaz naturel reçu par la station de liquéfaction.

Chaîne d'approvisionnement et transport du GNL

La chaîne d'approvisionnement du GNL comprend quatre étapes dont la première n'est pas propre au GNL :

- Production de gaz naturel.
- Liquéfaction et stockage.
- Transport.
- Stockage et regazéification.

Les méthodes de stockage du GNL sur le site de liquéfaction et les terminaux de réception dans les pays de destination sont comparables et comportent une conception de « citerne à l'intérieur d'une citerne ». La citerne interne est généralement fabriquée à partir d'acier au nickel tandis que la citerne externe l'est à partir d'acier au carbone ou de béton précontraint. Les deux citernes sont séparées par des matériaux d'isolation thermique.

Le transport de GNL par bateau se fait au moyen de navires spécialisés à double coque transportant des citernes isolées. Le modèle de bateau le plus courant utilise des citernes de stockage sphériques dont une partie est clairement visible au-dessus des ponts.

Le bateau peut utiliser le gaz ainsi que le pétrole comme carburant pour sa propulsion.

Au cours de son stockage et de son transport, le GNL est maintenu à la pression atmosphérique.

Le GNL est déchargé du navire dans des citernes de stockage à destination en vue de son utilisation. Le liquide est regazéifié en passant par des conduites qui sont chauffées directement par combustion ou indirectement par des liquides chauffés. Le gaz est injecté dans des systèmes de transmission du gaz naturel pour son utilisation finale. Le GNL peut être utilisé pour satisfaire une partie de la demande de base ou pour être livré rapidement en « compensation de pointe (13'47" ») lorsque la demande sur le réseau gazier est élevée. Son stockage relativement simple est particulièrement utile lorsque les formations géologiques naturelles dans une région de forte demande de gaz ne permettent pas le stockage souterrain du gaz naturel.

Gaz naturel comprimé

Le gaz naturel comprimé (GNC) est de plus en plus utilisé comme carburant propre pour les véhicules de transport routier. Le gaz naturel est comprimé à haute pression (en général 220 atmosphères) et stocké dans des conteneurs spécialement conçus pour être utilisés dans les véhicules. La conception et l'inspection des conteneurs sont rigoureuses car ils doivent résister non seulement à la haute pression mais également aux dégâts accidentels et à l'incendie. Les coûts d'installation et d'inspection des conteneurs de GNC sur des petits véhicules routiers sont rarement économiques en comparaison avec des carburants conventionnels. Néanmoins, l'utilisation de GNC est souvent économique avec les véhicules de transport public.

Il existe des projets de transport de GNC par bateau. Malgré les difficultés des problèmes de conception que présente le stockage à haute pression, ce transport permettrait l'exploitation de sources « échouées » de gaz naturel qui sont trop réduites pour être exploitées dans des conditions économiques par liquéfaction du gaz.

Un bateau de transport du GNC a aussi l'avantage de pouvoir décharger sa cargaison presque directement dans le réseau de gaz naturel à destination. Au contraire du GNL, aucune citerne de stockage n'est nécessaire.

Stockage de gaz naturel

Les stocks de gaz naturel jouent un rôle essentiel dans la satisfaction de la demande lorsque la demande ou l'offre évolue rapidement. La demande de gaz augmente de façon spectaculaire par temps froid et il est beaucoup plus économique de satisfaire une partie de la demande à partir de sites de stockage que de construire des systèmes de production et de distribution pour répondre à des pointes de la demande. Le stockage du gaz est de plus en plus utilisé comme instrument commercial pour se prémunir contre de fortes augmentations du prix de l'offre au cours de périodes de pointe de la demande.

Les installations de stockage du gaz entrent dans deux catégories fondamentales qui définissent leurs caractéristiques : saisonnière ou de pointe. Les sites de stockage saisonnier, qui peuvent aussi servir à des fins stratégiques, doivent être en mesure de stocker d'énormes volumes de gaz accumulés au cours des périodes de faible demande pour être lentement distribués au cours des périodes de forte demande. Les installations de pointe stockent des quantités plus réduites mais doivent permettre d'injecter du gaz rapidement dans le réseau de distribution pour faire face aux bonds de la demande.

Le stockage du gaz naturel à l'état gazeux exige des capacités de grand volume et le choix manifeste est celui de formations géologiques souterraines qui possèdent des caractéristiques convenables. Manifestement, la cavité souterraine doit conserver le gaz naturel stocké en son intérieur mais elle doit aussi permettre de le distribuer avec les débits souhaités. Il existe trois grands types de stockages utilisés.

Champs de pétrole et de gaz épuisés

Il s'agit de bons choix car ils sont naturellement capables de conserver le gaz et possèdent des installations existantes pour l'injection et l'extraction du gaz. Ils constituent généralement l'option la moins chère mais ne peuvent pas toujours fournir le gaz avec des débits élevés.

Terrains aquifères

Ils peuvent être utilisés comme réservoirs de stockage pour autant qu'ils possèdent les caractéristiques géologiques appropriées. La couche sédimentaire poreuse doit être recouverte par une couche imperméable.

Cavités salines

Les cavités dans les sédiments salins peuvent exister naturellement ou être formées en injectant de l'eau et en éliminant la saumure. Elles sont généralement plus petites que les réservoirs fournis par les champs de pétrole et de gaz épuisés ou les terrains aquifères mais elles offrent de très bons débits d'extraction et sont bien adaptées aux exigences de la compensation de pointe.

Le volume de gaz dans une cavité se divise en deux parties : le « gaz récupérable » et le « gaz tampon ».

Le gaz tampon (ou de base) est le volume qui doit être présent pour maintenir la pression et la capacité d'exploitation. Il ne saurait être extrait au cours de la durée d'exploitation de la cavité. Il est analogue au pétrole ou au gaz présent dans un oléoduc ou un gazoduc.

Le gaz récupérable (ou de travail) est le gaz conservé en plus du gaz tampon.

Valeurs calorifiques.....

La valeur calorifique d'un gaz naturel varie en fonction de sa composition, c'est-à-dire des volumes de gaz constituants qu'il contient. La composition du gaz dépend du champ pétrolier ou gazier dont il est extrait et de son traitement avant commercialisation. Certains constituants du gaz peuvent être « inertes », sans

valeur calorifique (par exemple le dioxyde de carbone ou l'azote). En général, le gaz naturel liquéfié a une teneur en méthane plus élevée que le gaz naturel à l'état gazeux, des huiles lourdes ou des gaz inertes étant éliminés au cours de la liquéfaction.

Au fur et à mesure que la teneur en méthane du gaz naturel augmente, sa valeur calorifique diminue quand elle est exprimée en mégajoules (MJ) par mètre cube mais augmente lorsqu'elle est exprimée en MJ par kilogramme.

Il n'est pas possible d'établir la valeur calorifique du gaz naturel sans la mesurer directement ou bien la calculer à partir d'une analyse du gaz. En général, les valeurs calorifiques indiquées dans les contrats commerciaux aux points d'importation, d'exportation ou d'entrée dans le réseau national devraient être utilisées dans les statistiques nationales. Le calcul de la moyenne de plusieurs flux d'importation dont les valeurs calorifiques diffèrent a été couvert dans la discussion du *questionnaire sur le gaz naturel*.

La valeur calorifique du gaz naturel est généralement exprimée en MJ par mètre cube, mesurée à une température et à des conditions de pression spécifiques fixées comme norme par l'industrie du gaz nationale ou spécifiées dans le contrat de vente. L'importance de connaître les conditions de température et de pression dans lesquelles la valeur calorifique a été mesurée a été couverte dans la discussion du *questionnaire du gaz naturel*. Il est très inhabituel, dans le commerce du gaz, de trouver la valeur calorifique du gaz naturel à l'état gazeux exprimée en MJ par kilo ou gigajoule (GJ) par tonne. Néanmoins, pour référence, la valeur calorifique du méthane pur à 25°C est de 55,52 GJ/tonne. Les valeurs observées seront donc inférieures à cette valeur.

Par contraste, la valeur calorifique du GNL peut être exprimée en MJ/m³ du gaz liquéfié ou en GJ par tonne. Le ratio entre un mètre cube de GNL et un mètre cube de GNL regazéifié dépend de la composition du GNL et est de l'ordre de 1:600. La densité du GNL est comprise entre 0,44 et 0,47 tonne par mètre cube et dépend aussi de la composition. Les valeurs calorifiques pour le GNL regazéifié vont de 37,6 MJ/m³ à 41,9 MJ/m³.

Annexe 2

Caractéristiques des combustibles



1 Combustibles fossiles solides et gaz manufacturés

Charbon.....

Il existe de nombreux types de charbon. Ils se différencient par leurs caractéristiques physiques et chimiques qui définissent pour quels usages ils sont appropriés.

Le charbon est constitué essentiellement de carbone (voir tableau A.2.1). Lorsqu'il est chauffé à des températures de décomposition, le charbon produit également des matières volatiles. En outre, il contient de l'humidité et des matières minérales formant des cendres. La matière carbonifère contient du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, du soufre et de l'oxygène. La combinaison de ces différents éléments et la proportion de matières volatiles, de cendres et d'eau varient considérablement d'un charbon à l'autre. C'est la teneur en carbone fixe et les matières volatiles associées qui déterminent la valeur énergétique du charbon ainsi que son pouvoir cokéfiant et en font un minéral de valeur sur les marchés mondiaux. La teneur en carbone fixe influence généralement la teneur énergétique du charbon. Plus la teneur en carbone fixe est élevée, plus la teneur énergétique du charbon l'est également.

Tableau A2.1 • Composition schématique du charbon

| Matière non carbonifère | Matière carbonifère |
|-------------------------|---------------------|
| Humidité | Carbone fixe |
| Cendres | |

- Par *matières volatiles*, il faut entendre la proportion de l'échantillon de charbon séché à l'air qui est libérée sous forme de gaz au cours d'un essai à la chaleur normalisé. Les matières volatiles sont une caractéristique positive pour le charbon thermique mais peuvent être une caractéristique négative pour le charbon à coke.

- Par *cenclres*, il faut entendre les résidus qui subsistent après combustion complète de l'ensemble de la matière carbonifère organique et décomposition des matières minérales présentes dans le charbon. Plus la teneur en cenclres est élevée, plus la qualité du charbon est basse. Une haute teneur en cenclres signifie un pouvoir calorifique inférieur (ou une plus faible teneur énergétique par tonne de charbon) et donc des coûts de transport accrus. La plupart des charbons exportés sont lavés de manière à réduire le rendement en cenclres (enrichissement) et à garantir une qualité constante.
- Par *taux d'humidité*, il faut entendre la quantité d'eau présente dans le charbon. Les coûts du transport sont directement fonction du taux d'humidité. L'humidité excessive peut être éliminée par enrichissement dans des installations de traitement ; toutefois, cette opération accroît également les coûts de manutention.
- La *teneur en soufre* accroît les frais d'exploitation et d'entretien pour les utilisateurs finals. Une teneur en soufre élevée provoque de la corrosion et entraîne l'émission de dioxyde de soufre, tant pour les producteurs d'acier que pour les centrales énergétiques. Une faible teneur en soufre permet de ne pas être contraint d'installer des équipements de désulfuration afin de respecter la législation en matière d'émissions. Les charbons de l'hémisphère sud ont généralement une teneur en soufre plus basse que ceux de l'hémisphère nord.

Dans le système de classification discuté ci-après, les charbons de rang élevé ont des taux d'humidité plus faibles et contiennent moins de matières volatiles. Ils ont également tendance à avoir une teneur en carbone fixe et une teneur énergétique plus élevées.

Pour évaluer la qualité d'un charbon, d'autres propriétés telles la broyabilité, la réflectance de la vitrinite et l'indice de gonflement au creuset sont également importantes. En règle générale, les charbons de rang élevés ont un meilleur pouvoir cokéfiant. Les charbons à coke sont moins abondants que les charbons thermiques ; leur prix est donc plus élevé.

Classification des charbons

Le charbon étant très largement distribué et négocié, de nombreux systèmes nationaux pour la classification de ses nombreux types. Les différents systèmes nationaux de classement se sont avérés utiles pour classer en catégories les ressources en charbon de chaque pays et pour procéder à des comparaisons avec les produits importés d'âge géologique et de rang similaires. Le rang mesure le degré de carbonisation – ou de transformation – que le minéral a subi au cours de sa formation. L'évolution du charbon passe par différentes étapes successives et continues, allant de la lignite (houille brune) au charbon sous-bitumineux ou bitumineux et finalement à l'anhracite. Le charbon passe par ces différents rangs au fur et à mesure que l'augmentation de la température et de la pression a pour effet d'abaisser son taux d'humidité et d'augmenter sa teneur en carbone. Le charbon sous-bitumineux, le charbon bitumineux et l'anhracite sont souvent appelés ensemble la « houille noire ».

Les charbons de rang bas comme la lignite et le charbon sous-bitumineux sont souvent mous et friables avec une apparence terreuse et mate ; ils se caractérisent par un haut degré d'humidité et une faible teneur en carbone et, par conséquent, une faible teneur énergétique.

Les charbons de rang élevé sont généralement plus durs et plus résistants et présentent souvent un brillant vitreux noir (houille brillante). L'augmentation du rang s'accompagne d'une hausse de la teneur en carbone et de la teneur énergétique et d'une baisse du taux d'humidité. L'anhracite vient en haut de l'échelle et a donc une teneur en carbone et une teneur énergétique très élevées et un niveau d'humidité très bas.

L'élaboration d'une classification unique des charbons qui pourrait être appliquée sans ambiguïté à l'ensemble des charbons au niveau mondial et qui serait acceptée par l'industrie charbonnière internationale est un défi qui reste à relever. L'Organisation internationale de normalisation (ISO) tente actuellement de mettre au point un système de classification ISO qui, tout en restant simple, est basé sur suffisamment de paramètres clés pour fournir une base utile pour le classement des charbons de tous rangs au plan mondial.

Reproduit du tableau 5.1, le tableau A.2.2 propose une répartition des produits houilleux primaires et des combustibles dérivés entre combustibles solides et gaz manufacturés. Tous les produits sont définis dans le *glossaire*.

Tableau A2.2 • Produits houilleux solides primaires et dérivés

| | | |
|---|--|--|
| PRODUITS HOUILLEUX PRIMAIREs | Charbon à coke | COMBUSTIBLES FOSSILES SOLIDES |
| | Autres charbons bitumineux et anthracite | |
| | Charbon sous-bitumineux | |
| | Lignite/houille brune | |
| | Tourbe | |
| COMBUSTIBLES DÉRIVÉS | Agglomérés | |
| | Coke de cokerie | |
| | Coke de gaz | |
| | Briquettes | |
| | Gaz d'usines à gaz | |
| | Gaz de cokerie | |
| | Gaz de haut fourneau | |
| | Gaz de convertisseur à l'oxygène | |

2 Pétrole brut et produits pétroliers

Pétrole brut

Le pétrole brut est essentiellement un mélange d'éléments chimiques contenant de l'hydrogène et du carbone appelés hydrocarbures.

Il existe de nombreuses variétés de pétrole brut, chacun étant composé d'un large éventail d'hydrocarbures qui est fonction de son lieu de provenance. Les hydrocarbures en question varient des plus légers aux plus lourds ; ce sont les caractéristiques de chaque pétrole brut qui en déterminent le prix.

Un pétrole brut contenant un grand nombre d'hydrocarbures lourds et un petit nombre d'hydrocarbures légers est considéré comme un pétrole brut lourd ; dans le cas inverse, on parle de pétrole brut léger. Citons comme exemple de brut lourd le « Mexican Maya » et comme exemple de brut léger le « Nigerian Bonny Light ». La composition d'un pétrole brut dépendant du lieu où il est découvert car il reçoit généralement le nom de la région ou de l'endroit d'où il provient. En outre, le brut provenant d'un même gisement ou champ ou d'une même région est souvent appelé « change ».

En plus des hydrocarbures, le pétrole brut qui vient pour la première fois à la surface peut contenir des sels, dont certains peuvent être corrosifs, et du soufre. Les sels sont éliminés par un processus de dessalage. Le soufre peut également poser problème pour le traitement et la qualité et il peut s'avérer nécessaire de l'éliminer. La concentration de soufre dans les pétroles bruts varie de moins de 0,05 % à plus de 5 % ; généralement, plus la densité du brut est élevée, plus la teneur en soufre l'est également. Les bruts à faible teneur en soufre sont généralement appelés « bruts doux » (ou non corrosifs) tandis que les variétés à haute teneur en soufre sont qualifiées de « bruts sulfureux » (ou corrosifs). Le soufre peut être éliminé par désulfuration.

Pour évaluer un pétrole brut, plusieurs propriétés sont prises en compte :

- la densité relative (voir chapitre 4, section 3) qui fournit une indication des proportions de lourd et de léger ;
- la viscosité ou la résistance à l'écoulement ;
- le point d'écoulement, c'est-à-dire la température la plus basse (en °F ou °C) à laquelle un liquide continue de s'écouler (c'est-à-dire continue de se comporter comme un fluide) ;
- la teneur en eau ;
- la teneur en soufre (voir plus haut) ;
- la teneur en paraffine et en asphaltène (cire en pourcentage de la masse) ;
- la présence d'impuretés et de métaux lourds.

Le prix d'un pétrole dépend largement des propriétés précitées car elles influencent le traitement et la production. Le prix du pétrole brut n'est donc pas uniquement fonction du rendement, mais également de la complexité du traitement qu'il doit subir pour être raffiné.

Liquides du gaz naturel (LGN).....

Les liquides du gaz naturel sont des mélanges liquides d'hydrocarbures qui se trouvent à l'état gazeux aux conditions de température et de pression du gisement mais qui peuvent être récupérés par condensation et absorption.

Les liquides du gaz naturel peuvent être classés en fonction de leur tension de vapeur, c'est-à-dire la pression exercée par une vapeur s'échappant d'un liquide qui correspond à la tendance des molécules à entrer en phase gazeuse. Un liquide du gaz naturel ayant une faible tension de vapeur est appelé condensat ; si la tension de vapeur est intermédiaire, il s'agira d'une essence naturelle, tandis que si elle est élevée, on aura un gaz de pétrole liquéfié. Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) est donc gazeux à la température et à la pression ambiantes et est composé de propane et de butane. L'essence naturelle est composée de pentanes et homologues supérieurs ainsi que d'hydrocarbures lourds. Elle est liquide à la température et à la pression ambiantes.

Les liquides du gaz naturel comprennent le propane, le butane, les pentanes, l'hexane et l'heptane mais pas le méthane ni l'éthane car ces deux derniers hydrocarbures doivent être réfrigérés pour être liquéfiés. Les liquides du gaz naturel sont souvent connus sous leur abréviation LGN.

Autres entrées en raffinerie

Outre le pétrole brut et les liquides du gaz naturel, toute une variété d'autres produits servent également à la fabrication de produits pétroliers. Il s'agit notamment des produits d'alimentation des raffineries – houilles non finies ayant subi un processus de raffinage, pétroles bruts synthétiques provenant par exemple de sables asphaltiques ou issus de la liquéfaction du charbon et autres composants qui sont utilisés en mélange principalement avec l'essence pour en améliorer les propriétés.

Ces autres entrées en raffinerie proviennent de toutes sortes d'origines et peuvent être qualitativement très différentes.

Produits pétroliers

La fonction la plus importante d'une raffinerie est de produire le plus économiquement possible les produits pétroliers demandés par le marché. Les produits pétroliers sont donc issus de la transformation du pétrole brut.

La distillation est le premier processus de raffinage que subit le pétrole brut afin de le séparer en différentes fractions. Une installation de distillation chauffe le pétrole brut, les différents produits étant obtenus et récupérés à différentes températures. Les produits légers, le GPL, le naphte et l'essence sont obtenus aux températures les plus basses, tandis que les carburateurs type essence, le kérosène et le gazole/carburant diesel le sont aux températures moyennes.

Les différentes fractions de la production d'une installation de distillation doivent généralement être raffinées davantage, non seulement parce que les produits ne présentent pas les propriétés requises mais également parce que ce raffinage supplémentaire accroîtra leur valeur marchande. Le marché demande de plus en

plus des produits légers de plus grande qualité ; plusieurs procédés de raffinage, par exemple un procédé de valorisation comme le craquage catalytique, ont pour but d’obtenir une plus grande production de produits légers.

Quelques-unes des principales catégories de produits pétroliers et leurs utilisations sont décrites ci-après :

- le gaz de pétrole liquéfié (GPL) a des usages à la fois énergétiques et non énergétiques. En tant que combustible, il est souvent utilisé pour le chauffage et la cuisine domestiques ou résidentiels, dans l’agriculture et, dans le secteur du transport routier, de plus en plus pour l’alimentation des moteurs à combustion interne. Au plan non énergétique, il sert de produit d’alimentation de procédés pétrochimiques comme le vapocraquage.

Tableau A2.3 • Produits pétroliers primaires et secondaires

| | | |
|---|---|---|
| PRODUITS PÉTROLIERS PRIMAIRES | Pétrole brut | |
| | Liquides du gaz naturel | |
| | Autres hydrocarbures | |
| PRODUITS SECONDAIRES ENTRÉES EN RAFFINERIE | Additifs/composés oxygénés | |
| | Produits d’alimentation des raffineries | |
| PRODUITS PÉTROLIERS SECONDAIRES | Gaz de raffinerie | Diesel de transport |
| | Éthane | Gaz de pétrole liquéfiés |
| | Fioul domestique et autres gazoles | Fuel-oil résiduel à faible teneur en soufre |
| | Naphte | Fuel-oil résiduel à haute teneur en soufre |
| | Essence aviation | White spirit + SBP |
| | Carburéacteur type essence | Lubrifiants |
| | Essence sans plomb | Bitume |
| | Essence au plomb | Paraffines |
| | Carburéacteur type kérosène | Coke de pétrole |
| | Pétrole lampant | Autres produits |

- L'essence moteur sert avant tout de carburant pour les voitures et les véhicules utilitaires légers. La demande d'essence moteur a crû très rapidement au cours des dernières décennies, parallèlement au nombre de voitures. Toutefois, les problèmes d'environnement ont imposé d'améliorer la composition de l'essence. C'est ainsi que le plomb, qui était ajouté pour augmenter l'indice d'octane, a été en grande partie supprimé dans de nombreux pays et remplacé par d'autres additifs et oxygénants - butane, aromatiques, alcools et éthers - qui améliorent la combustion. En outre, pour réduire davantage la pollution, des biocarburants (par exemple le méthanol issu de la biomasse ou l'éthanol tiré de cultures agricoles) sont en cours de développement ; ils sont destinés à être mélangés à l'essence ou à la remplacer.
- Le gazole/carburant diesel comprend le diesel de transport, le fuel domestique et les autres gazoles. Le diesel de transport est utilisé pour l'alimentation des moteurs diesel des voitures, bus, camions, trains et autres machines industrielles. Le fuel domestique est utilisé pour le chauffage des habitations individuelles ainsi que des immeubles résidentiels et commerciaux, de même que dans les chaudières industrielles. Le gazole sert également à la production d'électricité, quoique dans une mesure moindre que le fuel. La principale différence entre le diesel et le fuel domestique est la teneur en soufre puisque, à des fins de protection de l'environnement, la teneur en soufre maximale imposée pour le diesel de transport est sensiblement inférieure à celle en vigueur pour le fuel domestique.
- Le fuel-oil est utilisé dans les centrales thermiques pour la production d'électricité et de chaleur, par des utilisateurs industriels pour la production de chaleur et par le secteur commercial pour le chauffage des bâtiments. Avec la prise de conscience des problèmes d'environnement et la nécessité d'abandonner progressivement le pétrole, la demande de fuel-oil pour la production d'énergie a diminué relativement rapidement au cours des trente dernières années. Le fuel-oil est également le principal combustible de soute pour les navires.

Produits pétroliers non énergétiques

Les produits pétroliers ne sont pas exclusivement utilisés comme combustibles (à des fins énergétiques) ; nombre d'entre eux servent également comme matières premières dans différents secteurs. Citons quelques exemples de produits pétroliers utilisés à des fins non énergétiques :

- le LPG et l'essence moteur pour l'industrie pétrochimique ;
- le white spirit comme solvant pour les peintures et vernis ;
- les lubrifiants pour moteurs et machines ;
- le bitume pour la construction des routes ;
- la cire de paraffine pour les bougies, cirages et allumettes ;
- le coke de pétrole pour la fabrication d'électrodes ainsi que pour la production de carbone, de graphite et de produits chimiques.

Reproduit du tableau 4.1, le tableau A.2.3 donne une liste complète de produits pétroliers subdivisés en produits primaires et produits secondaires. Tous ces produits sont définis dans le *glossaire*.

3 Gaz naturel

Le gaz naturel se compose principalement de méthane (CH_4), soit la chaîne d'hydrocarbures la plus simple. Il est incolore, inodore, insipide et plus léger que l'air. Il passe à l'état gazeux à toute température supérieure à $-107,2\text{ °C}$; sa densité relative de 0,6 est inférieure à celle de l'air. La qualité et la composition du gaz naturel varient fortement selon le gisement, le champ ou la formation géologique d'où il provient. Quand il est extrait, il contient un certain nombre d'autres composants comme du CO_2 , de l'hélium, du sulfure d'hydrogène, de l'azote, de la vapeur d'eau et d'autres impuretés qui peuvent être corrosives ou toxiques.

Le gaz naturel n'est commercialisable qu'après avoir subi un traitement destiné à éliminer ces composants non désirés. Toutefois, il est possible que toutes les impuretés ne puissent être éliminées quand elles sont présentes en trop petite quantité dans le gaz.

La valeur d'un gaz naturel est fonction de sa teneur énergétique qui dépend dans une large mesure de sa pureté et du nombre d'atomes de carbone par unité de volume. Un gaz naturel à haut pouvoir calorifique est par exemple celui extrait du plus grand champ algérien appelé Hassi-R'Mel (environ $42\ 000\ \text{kJ/m}^3$) ; par contre, le gisement de Groningen aux Pays-Bas produit un gaz à faible pouvoir calorifique (environ $35\ 000\ \text{kJ/m}^3$).

Lorsqu'un gaz naturel est refroidi à une température inférieure à -160 °C sous pression atmosphérique, il se condense en un liquide appelé gaz naturel liquéfié (GNL). Le principal avantage du GNL sur le gaz naturel est que son volume est environ 600 fois inférieur. De plus, le GNL ne pèse que 45 % de son volume équivalent en eau. Le volume et le poids du GNL en permettent le stockage et le transport entre les régions de production et de consommation.

Le gaz naturel est considéré comme un combustible propre du fait que le méthane pur est hautement inflammable, qu'il brûle facilement et quasi complètement et qu'il n'émet que très peu de polluants atmosphériques. En outre, il est exempt de soufre et donc ne produit aucun dioxyde de soufre (SO_2). Par ailleurs, les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de CO_2 sont inférieures à celles des autres combustibles fossiles.

4 Biocombustibles

Bois de chauffage

Le bois de chauffage est essentiellement du « bois rond » se présentant sous forme de billes et pouvant être fendu avant utilisation. Le bois de chauffage se présentant sous d'autres formes - copeaux, sciures ou granulés - est considéré séparément ci-après.

Lorsqu'ils sont mesurés exempts de cendres et d'humidité, tous les bois contiennent environ 50 % de carbone, 44 % d'oxygène et 6 % d'hydrogène. Le bois a généralement 1 % de cendres, cette proportion ne variant pas beaucoup d'une espèce à l'autre. Ce sont donc les teneurs en carbone et en hydrogène qui déterminent le pouvoir calorifique intrinsèque du bois puisque 1 kg de n'importe quel type de bois séché fournit environ la même quantité de chaleur.

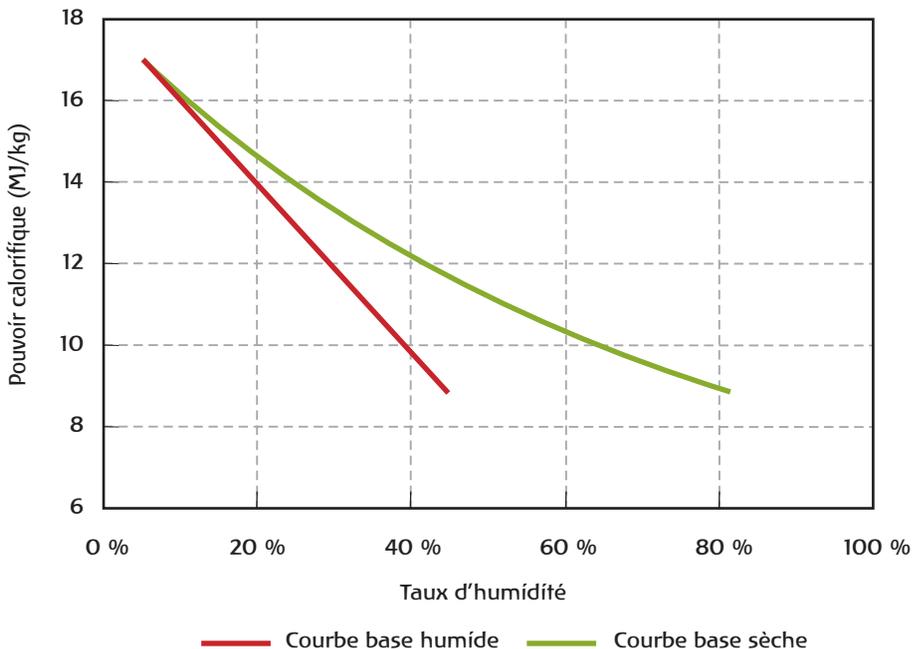
La valeur thermique ou pouvoir calorifique du bois peut s'exprimer de trois manières :

- a) par kilo de bois ;
- b) par mètre cube solide ;
- c) par mètre cube apparent (stère).

La mesure la plus significative est a) puisque b) et c) sont liées à a) par la densité du bois et la densité d'empilement.

La présence d'humidité dans un kilo de bois influence son pouvoir calorifique de deux manières. Si la masse reste constante à un kilo, une augmentation du taux d'humidité a pour effet de réduire les fibres de bois disponibles et donc la source de chaleur. En outre, l'eau absorbe et transporte la chaleur du feu, réduisant ainsi la quantité de chaleur utile. Le pouvoir calorifique est donc fortement influencé par le taux d'humidité. Le bois vert fraîchement coupé a un pouvoir calorifique de 8,2 MJ/kg, tandis que le bois séché (taux d'humidité compris entre 10 et 20%) a un pouvoir calorifique de 16 MJ/kg. Le pouvoir calorifique du bois complètement séché (ou four) est d'environ 18 MJ/kg.

Graphique A2.1 • Pouvoir calorifique du bois de chauffage



Le taux d'humidité peut être exprimé de deux manières, à chaque fois généralement sous forme de pourcentage :

- taux d'humidité, base sèche = poids humide moins poids sec divisé par poids sec ;
- taux d'humidité, base humide = poids humide moins poids sec divisé par poids humide.

Le graphique A.2.1 donne le pouvoir calorifique pour différents taux d'humidité selon les deux bases.

Au dessus d'un taux d'humidité d'environ 15%, la différence entre les pouvoirs calorifiques selon chacune des bases devient significative. Quand on parle du pouvoir calorifique d'un bois, il est dès lors important de connaître à la fois le taux d'humidité et la base sur laquelle celui-ci est exprimé.

Lorsque le pouvoir calorifique est calculé par mètre cube solide ou par stère, il convient de spécifier la densité du bois ainsi que son taux d'humidité.

Bois de chauffage sous d'autres formes et déchets de bois

Les copeaux et les granulés de bois sont de plus en plus utilisés dans les chaudières de grande dimension car ils offrent des conditions de combustion plus uniformes et plus aisément contrôlables. Les broyeurs à copeaux peuvent également être utilisés pour préparer le bois en vue d'une gazéification et la distribution d'un combustible sous forme de gaz. Les granulés sont fabriqués à partir de sciure que l'on lie à l'aide de lignine. Au moment de leur fabrication, leur taux d'humidité est faible ($\approx 10\%$). Le taux d'humidité et le pouvoir calorifique des copeaux et des granulés sont généralement indiqués par les fournisseurs.

Les déchets de bois résultent de très nombreuses activités industrielles et commerciales ; ils sont rarement négociés mais plutôt utilisés sur site. Il est possible que l'entreprise déclarante puisse indiquer ou estimer la quantité de déchets consommée ou indiquer la quantité de chaleur produite sur le site concerné. Un cas particulier de déchets de bois est celui de la production et de la consommation de liqueur noire.

Les déchets constitués de résidus de récoltes constituent également une source importante de combustibles et peuvent être utilisés dans des installations qui leur sont spécifiquement destinées comme des chaudières à paille.

Biocombustibles liquides

Les biocombustibles liquides sont décrits dans le *glossaire*.

Biocombustibles gazeux

Les biocombustibles gazeux sont décrits dans le *glossaire*.

Annexe 3

Unités et équivalents de conversion



1 Introduction

Les unités les plus couramment utilisées pour désigner les quantités de combustible et d'énergie sont les unités de volume, de masse et d'énergie. Les unités effectivement employées varient selon le pays et les conditions locales ; elles traduisent l'héritage historique du pays et sont parfois adaptées à l'évolution des conditions d'approvisionnement de combustible.

La présente annexe décrira tout d'abord les diverses unités utilisées et les relations entre elles. Elle fournira ensuite les gammes de référence des pouvoirs calorifiques des combustibles les plus usités.

2 Les unités et les relations entre elles

Les unités reconnues sur le plan international et recouvrant la quasi-totalité des mesures de quantité de combustible et d'énergie sont le mètre cube, la tonne et le joule. Dérivées du mètre, du kilogramme et de la seconde, ces unités font partie du Système International d'Unités (SI) et sont des références internationales dans le domaine scientifique, technique et commercial. Elles sont appelées unités SI. Mais d'autres unités ont été longtemps utilisées et les points ci-après présentent les relations existant entre elles dans la mesure où elles sont bien définies.

3 Préfixes du système décimal

Tableau A3.1 • Préfixes multiples et sousmultiples les plus courants

| Multiple | | Sous-multiple | |
|------------------|-----------|-------------------|-----------------|
| 10 ¹ | deca (da) | 10 ⁻¹ | déci (d) |
| 10 ² | hecto (h) | 10 ⁻² | centi (c) |
| 10 ³ | kilo (k) | 10 ⁻³ | milli (m) |
| 10 ⁶ | méga (M) | 10 ⁻⁶ | micro (μ) |
| 10 ⁹ | giga (G) | 10 ⁻⁹ | nano (n) |
| 10 ¹² | téra (T) | 10 ⁻¹² | pico (p) |
| 10 ¹⁵ | peta (P) | 10 ⁻¹⁵ | femto (f) |
| 10 ¹⁸ | exa (E) | 10 ⁻¹⁸ | atto (a) |

Le tableau ci-avant présente les préfixes multiples et sous-multiples les plus courants utilisés dans les statistiques de l'énergie. À noter que les préfixes doivent être utilisés exactement comme indiqué. En particulier, les préfixes en minuscules ne doivent jamais être écrits en majuscules. Par exemple, un chiffre exprimant x kilowatts doit s'écrire x kW et non x KW.

4 Équivalents de conversion

*Note : Un outil de conversion pratique des unités électriques de volume, de masse et d'énergie est disponible sur le site Internet de l'AIE www.iea.org. Sur le site, cliquez sur **Statistics** puis sur **Unit Converter** et suivez les instructions.*

Unités de volume.....

L'unité de longueur est le fondement de l'unité de volume (mètre, centimètre, etc.).

Si, à l'origine, le gallon et le litre étaient des mesures normalisées des liquides, ils sont actuellement officiellement définis en termes de mètre cube.

Le stère et la corde sont exclusivement utilisés pour la mesure du bois de chauffage et représentent respectivement 1 mètre cube et 128 pieds cubes de bois de chauffage empilé. Le volume effectif de bois solide compris dans chaque unité est donc mal défini puisque la densité de l'empilage et la forme des bûches accusent d'importantes variations.

Tableau A3.2 • Équivalents de conversion entre unités de volume

| En : | gal US | gal UK | bbl | ft ³ | l | m ³ |
|------------------------------|------------------|--------|---------|-----------------|---------|----------------|
| De : | multiplier par : | | | | | |
| Gallon américain (gal) | 1 | 0,8327 | 0,02381 | 0,1337 | 3,785 | 0,0038 |
| Gallon impérial (gal) | 1,201 | 1 | 0,02859 | 0,1605 | 4,546 | 0,0045 |
| Baril (bbl) | 42,0 | 34,97 | 1 | 5,615 | 159,0 | 0,159 |
| Pied cube (ft ³) | 7,48 | 6,229 | 0,1781 | 1 | 28,3 | 0,0283 |
| Litre (l) | 0,2642 | 0,220 | 0,0063 | 0,0353 | 1 | 0,001 |
| Mètre cube (m ³) | 264,2 | 220,0 | 6,289 | 35,3147 | 1 000,0 | 1 |

Unités de masse.....

L'unité SI de masse est le kilogramme (kg) ; la tonne, égale à 1 000 kilogrammes, est largement utilisée comme la plus petite unité dans les statistiques de l'énergie. Dans la plupart des pays, les bilans nationaux des produits utilisent la kilotonne (1 000 tonnes) comme unité de présentation des produits exprimée en termes de masse.

Tableau A3.3 • Équivalents de conversion entre unités de masse

| | En: kg | t | lt | st | lb |
|--------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------|
| De : | multiplier par : | | | | |
| Kilogramme (kg) | 1 | 0,001 | $9,84 \times 10^{-4}$ | $1,102 \times 10^{-3}$ | 2,2046 |
| Tonne (t) | 1000 | 1 | 0,984 | 1,1023 | 2204,6 |
| Tonne longue (lt) | 1016 | 1,016 | 1 | 1,120 | 2240,0 |
| Tonne courte (st) | 907,2 | 0,9072 | 0,893 | 1 | 2000,0 |
| Livre (lb) | 0,454 | $4,54 \times 10^{-4}$ | $4,46 \times 10^{-4}$ | $5,0 \times 10^{-4}$ | 1 |

Unités d'énergie.....

L'unité SI de l'énergie est le joule (J). C'est à la fois pour des raisons historiques et du fait de la valeur minuscule du joule qui appelle l'usage de préfixes décimaux peu familiers (pour les non-scientifiques) que de nombreuses autres unités de l'énergie sont utilisées pour l'expression pratique des quantités. C'est pourquoi les organisations internationales ont utilisé des unités d'énergie d'une valeur jugée appropriée pour exprimer les flux nationaux de combustible et associée aux produits utilisés. Historiquement, la tonne équivalent charbon a été utilisée, mais

Tableau A3.4 • Équivalents de conversion entre unités d'énergie

| | De: TJ | Gcal | Mtoe | MBtu | GWh |
|-----------------------|-------------------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| De : | multiplier par : | | | | |
| Térajoule (TJ) | 1 | 238,8 | $2,388 \times 10^{-5}$ | 947.8 | 0,2778 |
| Gigacalorie | $4,1868 \times 10^{-3}$ | 1 | 10^{-7} | 3,968 | $1,163 \times 10^{-3}$ |
| Mtep* | $4,1868 \times 10^4$ | 10^7 | 1 | $3,968 \times 10^7$ | 11630 |
| Million Btu | $1,0551 \times 10^{-3}$ | 0,252 | $2,52 \times 10^{-8}$ | 1 | $2,931 \times 10^{-4}$ |
| Gigawattheure | 3.6 | 860 | $8,6 \times 10^{-5}$ | 3412 | 1 |

*Million de tonnes équivalent pétrole.

avec l'essor du pétrole, elle a été largement remplacée par la tonne équivalent pétrole (tep) définie comme 41,868 gigajoules. De nombreux bilans nationaux utilisent cette unité bien que le térajoule se répande de plus en plus conformément aux recommandations de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Plusieurs définitions de la calorie sont utilisées. L'équivalent de conversion entre la calorie et le joule donnée ici est la valeur IT (*International Steam Table*) qui est définie comme étant de 4,1868 joules. De même, la valeur internationalement convenue de l'unité thermique britannique (Btu) est actuellement de 1 055,06 joules. La Btu est la base du quad (10^{15} Btu) et de la thermie (10^5 Btu).

5 Pouvoirs calorifiques typiques

Charbon

Tableau A3.5 • Gamme des pouvoirs calorifiques par type de houille

| Houille | PCS (tel qu'utilisé) MJ/kg | PCI (tel qu'utilisé) MJ/kg | Teneur en carbone (tel qu'utilisé) kg/t | Teneur en humidité (telle qu'utilisée) % | Teneur en carbone (dmmf)* kg/t |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|--------------------------------|
| Anthracite | 29,65 - 30,35 | 28,95 - 30,35 | 778 - 782 | 10 - 12 | 920 - 980 |
| Charbon à coke | 27,80 - 30,80 | 26,60 - 29,80 | 674 - 771 | 7 - 9 | 845 - 920 |
| Autre bitumeux | 23,85 - 26,75 | 22,60 - 25,50 | 590 - 657 | 13 - 18 | 810 - 845 |

Cokes

Tableau A3.6 • Pouvoirs calorifiques par type de coke

| Type de coke | PCS (tel qu'utilisé) MJ/kg | PCI (tel qu'utilisé) MJ/kg | Teneur en carbone (tel qu'utilisé) kg/t | Teneur en humidité (telle qu'utilisée) % | Teneur en carbone (dmmf)* kg/t |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|--------------------------------|
| Coke métallurgique | 27,90 | 27,45 | 820 | 8 - 12 | 965 - 970 |
| Coke de gaz | 28,35 | 27,91 | 853 | 1 - 2 | 856 |
| Semicoke | 26,30 | 25,40 | 710 | 15 | 900 |
| Coke de pétrole | 30,5 - 35,8 | 30,0 - 35,3 | 875 | 1 - 2 | 890 |

*dmmf : produit sec exempt de matières minérales.

Gaz dérivés du charbon

Tableau A3.7 • Pouvoirs calorifiques typiques des gaz dérivés du charbon

| Types de gaz | PCS (tel qu'utilisé) MJ/m ³ | PCI (tel qu'utilisé) MJ/m ³ | PCI (tel qu'utilisé) MJ/kg | Teneur en carbone (tel qu'utilisé) % |
|----------------------|---|---|-------------------------------|---|
| Gaz de four à coke | 19,01 | 16,90 | 37,54 | 464 |
| Gaz de haut fourneau | 2,89 | 2,89 | 2,24 | 179 |

Produits pétroliers

Tableau A3.8 • Pouvoirs calorifiques typiques de certains produits pétroliers

| Produit | Densité kg/m ³ | Litres par tonne | Pouvoir calorifique supérieur (GJ/t) | Pouvoir calorifique inférieur (GJ/t) ⁽¹⁾ |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------|---|--|
| Éthane | 366,3 | 2730 | 51,90 | 47,51 |
| Propane | 507,6 | 1970 | 50,32 | 46,33 |
| Butane | 572,7 | 1746 | 49,51 | 45,72 |
| GPL ⁽²⁾ | 522,2 | 1915 | 50,08 | 46,15 |
| Naphte | 690,6 | 1448 | 47,73 | 45,34 |
| Essence aviation | 716,8 | 1395 | 47,40 | 45,03 |
| Essence moteur ⁽³⁾ | 740,7 | 1350 | 47,10 | 44,75 |
| Carburéacteur type kérosène | 802,6 | 1246 | 46,23 | 43,92 |
| Pétrole lampant | 802,6 | 1246 | 46,23 | 43,92 |
| Gazole/carburant diesel | 843,9 | 1185 | 45,66 | 43,38 |
| Fuel oil à faible teneur en soufre | 925,1 | 1081 | 44,40 | 42,18 |
| Fuel oil à haute teneur en soufre | 963,4 | 1038 | 43,76 | 41,57 |

(1) Pour le naphte et les huiles plus lourdes, le pouvoir calorifique inférieur est estimé à 95 % du pouvoir calorifique supérieur.

(2) Hypothèse d'un mélange de 70 % de propane et de 30 % de butane par masse.

(3) Une moyenne pour les essences moteur à indice d'octane compris entre 91 et 95.

Gaz naturel

Le méthane présente un pouvoir calorifique supérieur de 55,52 MJ/kg (37,652 MJ/m³) et un pouvoir calorifique inférieur de 50,03 MJ/kg (33,939 MJ/m³). Cependant, le gaz naturel tel que fourni contient des gaz autres que le méthane (normalement de l'éthane et du propane). Comme les gaz plus lourds augmentent le pouvoir calorifique par mètre cube, le pouvoir calorifique supérieur peut varier assez largement, à savoir de 37,5 à 40,5 MJ/m³.

Tableau A3.9 • Facteurs de conversion de la masse ou du volume en chaleur (pouvoir calorifique supérieur)

| En : | GNL | | GAZ | | | | | | | |
|-------------|------------------|-------|---------|-------|----------|-------|--------|-------|---------|-------|
| | | | Norvège | | Pays-Bas | | Russie | | Algérie | |
| | MJ | Btu | MJ | Btu | MJ | Btu | MJ | Btu | MJ | Btu |
| De : | multiplier par : | | | | | | | | | |
| Mètre cube* | 40,00 | 37912 | 42,51 | 40290 | 35,40 | 33550 | 37,83 | 35855 | 39,17 | 37125 |
| Kilo-gramme | 54,40 | 51560 | 52,62 | 49870 | 45,19 | 45.19 | 42830 | 54,42 | 20,56 | 47920 |

* à 15 °C.

Tableau A3.10 • Équivalents de conversion entre les mètres cubes standard (Scm) et les mètres cubes normaux (Ncm)

| En : | Mètre cube standard | Mètre cube normal |
|----------------------|---------------------|-------------------|
| De : | multiplier par : | |
| Mètre cube standard* | 1 | 0,948 |
| Mètre cube normal** | 1,055 | 1 |

*1 Scm mesuré à 15°C et 760 mmHg.

**1 Ncm mesuré à 0°C et 760 mmHg.

Tableau A3.11 • *Équivalents de conversion entre les unités de GNL et du gaz naturel*

| | En : | Tonne de GNL | Mètre cube de GNL | Mètre cube standard* |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| De : | multiplier par : | | | |
| Tonne de GNL | | 1 | 0.948 | 1360 |
| Mètre cube (m ²) de GNL | | 0.45 | 1 | 615 |
| Mètre cube standard* | | 7,35*10 ⁻⁴ | 1,626*10 ⁻³ | 1 |

*1 Scm = 40 MJ.

Tableau A3.12 • *Pouvoir calorifique supérieur ou inférieur du gaz naturel*

$$1 \text{ PCI}^* = 0,9 \text{ PCS}^{**}$$

*PCI = Pouvoir calorifique inférieur

**PCS = Pouvoir calorifique supérieur



Définitions des combustibles

Additifs/composés oxygénés : Les additifs sont des substances autres que des hydrocarbures qui sont ajoutées ou mélangées à un produit afin de modifier ses propriétés (indice d'octane ou de cétane, propriétés à froid, etc.) :

- les composés oxygénés comme les alcools (méthanol, éthanol), les éthers comme le MTBE (méthyl tertio-butyl éther), l'ETBE (éthyl tertio-butyl éther), le TAME (tertioamylméthyl éther) ;
- les esters (par exemple, ester méthylique de colza, etc.) ;
- ou des composés chimiques (tels que le tétraméthylplomb, le tétraéthylplomb et les détergents).

Note : Les quantités d'éthanol indiquées dans cette catégorie correspondent à celles d'éthanol carburant.

Agglomérés : Les agglomérés sont de combustibles composites fabriqués par moulage au moyen de fines de charbon avec addition d'un liant. À noter qu'en raison de l'addition du liant, la quantité d'agglomérés fabriquée peut être légèrement supérieure à la quantité de charbon utilisée pour la fabrication.

Anthracite : voir Houille.

Autres charbons bitumineux et anthracite : voir Houille.

Autres hydrocarbures : Cette catégorie comprend le pétrole brut synthétique, les huiles minérales extraites des schistes bitumineux, des sables asphaltiques, etc. ainsi que les huiles issues de la liquéfaction du charbon, les produits liquides dérivés de la conversion du gaz naturel en essence, l'hydrogène et les huiles émulsifiées (par exemple orimulsion).

Autres produits pétroliers : Tous les produits pétroliers qui ne sont pas expressément cités ci-dessus, comme par exemple le goudron et le soufre. Cette catégorie comprend également les composés aromatiques (p. ex. BTX ou benzène, toluène et xylène) et les oléfines (p. ex. propylène) produits dans les raffineries.

Biocarburants : Cette catégorie comprend le bioéthanol, le biodiesel, le biométhanol, le biodiméthylether, la bio-huile. Les principaux biocarburants liquides sont le biodiesel, le bioéthanol et l'ETBE. Ils peuvent être produits à partir d'huiles végétales neuves ou usées et être mélangés avec des carburants à base de pétrole ou les remplacer. Les produits d'alimentation d'origine végétale comprennent l'huile de soja, l'huile de tournesol et l'huile de colza. Dans certaines circonstances, les huiles végétales usées peuvent également servir de produits d'alimentation.

Biogaz : Il s'agit d'un gaz composé essentiellement de méthane et de gaz carbonique produit par digestion anaérobie de la biomasse. Cette catégorie regroupe :

- les gaz de décharge provenant de la digestion des déchets stockés dans les décharges ;
- les gaz de digestion des boues provenant de la fermentation anaérobie des boues des eaux usées ;
- les autres biogaz, tels que les biogaz provenant de la fermentation anaérobie des boues et des déchets des abattoirs, des brasseries et autres industries agroindustrielles.

Biomasse solide : La biomasse comprend toute matière organique non fossile d'origine biologique qui peut être utilisée comme combustible pour la production de chaleur ou la génération d'électricité. Elle comprend :

- Charbon de bois : Par charbon de bois, on entend tout résidu solide d'une distillation destructive ou d'une pyrolyse du bois ou d'une autre matière végétale.
- Bois, déchets de bois, autres déchets solides : Cette catégorie regroupe des espèces plantées à vocation énergétique (peupliers, saules, etc.), un nombre très élevé de matières ligneuses produites lors d'un processus industriel (notamment dans l'industrie du bois ou de la pâte à papier) ou provenant directement de l'exploitation forestière ou agricole (bois de feu, particules de bois, écorce, sciure, éclats, copeaux, liqueur noire, etc.) ou encore des déchets tels que la paille, les enveloppes du riz, les coques et coquilles de noix, les déchets de volailles, le marc de raisin, etc. La combustion est la technologie la plus usitée pour ces déchets solides. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du PCI (pouvoir calorifique inférieur).

Bitume : Hydrocarbure solide, semi-solide ou visqueux, à structure colloïdale, de couleur brune à noire ; c'est un résidu de la distillation du pétrole brut, obtenu par distillation sous vide des huiles résiduelles de distillation atmosphérique. Le bitume est aussi souvent appelé asphalte et il est principalement employé pour le revêtement des routes et pour les matériaux de toiture. Cette catégorie comprend le bitume fluidifié et le bitume fluxé.

B.K.B. (Braunkohlenbriketts) (y compris briquettes de tourbe) : Les B.K.B. sont des agglomérés fabriqués au moyen de lignite. Le lignite est broyé, séché et moulu sous pression élevée pour donner une briquette de forme régulière sans l'addition d'élément liant. La production allemande de poussières de lignite est classée dans cette catégorie.

Bois/déchets de bois/autres déchets solides : voir Biomasse solide.

Briquettes de tourbe : voir B.K.B.

Carburant diesel : voir Gazole/Carburant diesel.

Carburéacteur type essence (carburéacteur type naphte ou JP4) : Cette catégorie comprend tous les hydrocarbures légers utilisés dans les turbomoteurs pour avion. Ils distillent entre 100°C et 250°C et sont obtenus par mélange de kérosène et d'essence ou de naphte de manière que la teneur en composés aromatiques soit égale ou inférieure à 25% en volume, et la tension de vapeur se situe entre 13,7 kPa et 20,6 kPa.

Carburéacteur type kérosène : C'est un distillat moyen utilisé dans les turbomoteurs pour avion, qui répond aux mêmes caractéristiques de distillation

(entre 150°C et 300°C mais en général pas au-delà de 250°C) et présente le même point d'éclair que le kérosène. Par ailleurs, il répond à certaines spécifications particulières (concernant par exemple le point de congélation) fixées par l'Association du transport aérien international (IATA). Cette catégorie comprend les composés pour mélange avec carburéacteur type kérosène.

Charbon à coke : voir Houille.

Charbon de bois : voir Biomasse solide.

Charbon sous-bitumineux : On appelle charbon sous-bitumineux les charbons non agglutinants d'un pouvoir calorifique supérieur compris entre 17 435 kJ/kg (4 165 kcal/kg) et 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg) contenant plus de 31% de matières volatiles pour un produit sec exempt de matières minérales.

Charbon vapeur : voir Houille.

Coke de cokerie : Produit solide obtenu par carbonisation à température élevée d'un charbon, et notamment d'un charbon à coke ; la teneur en humidité et en matières volatiles est faible. Le coke de cokerie est essentiellement utilisé dans l'industrie sidérurgique comme source d'énergie et réactif chimique. Le poussier de coke et le coke de fonderie sont classés dans cette catégorie. Le semi-coke, produit solide obtenu par carbonisation du charbon à basse température, doit être classé dans cette catégorie. Le semi-coke sert de combustible pour les ménages, ou encore il peut être utilisé directement par l'usine de transformation. Cette rubrique couvre également le coke, le poussier de coke et le semi-coke obtenus à partir de lignite.

Coke de gaz : Sous-produit de la houille utilisé pour la production de gaz de ville dans les usines à gaz. Il est utilisé pour le chauffage.

Coke de pétrole : Produit solide noir secondaire, obtenu principalement par craquage et carbonisation de résidus de produits d'alimentation, de résidus de distillation sous vide, de goudrons et de poix, dans des procédés tels que la cokéfaction différée ou la cokéfaction fluide. Il se compose essentiellement de carbone (90 à 95%) et brûle en laissant peu de cendres. Il est employé comme produit d'alimentation dans les cokeries des usines sidérurgiques, pour le chauffage, pour la fabrication d'électrodes et pour la production de substances chimiques. Les deux qualités les plus importantes de coke sont le coke de pétrole et le coke de pétrole calciné. Cette catégorie comprend également le coke de catalyse, qui se dépose sur le catalyseur pendant les opérations de raffinage ; ce coke n'est pas récupérable, et il est en général brûlé comme combustible dans les raffineries.

Déchets :

- **Déchets industriels** : Produits liquides et solides d'origine non biodégradable brûlés directement pour produire de la chaleur et/ou de l'énergie électrique. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du PCI (pouvoir calorifique inférieur). Les déchets industriels renouvelables doivent être exprimés dans les catégories Biomasse solide, Biogaz et/ou Biocarburants ;
- **Déchets urbains et assimilés (renouvelables)** : Déchets produits par les ménages, l'industrie, les hôpitaux et le secteur tertiaire qui contiennent des matières

biodégradables incinérées dans des installations spécifiques. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du PCI (pouvoir calorifique inférieur).

- **Déchets urbains et assimilés (non renouvelables) :** Déchets produits par les ménages, l'industrie, les hôpitaux et le secteur tertiaire qui contiennent des matières non biodégradables incinérées dans des installations spécifiques. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du PCI (pouvoir calorifique inférieur).

Énergie éolienne : Énergie cinétique du vent exploitée pour la production d'électricité au moyen d'aérogénérateurs.

Énergie géothermique : Énergie thermique provenant de l'intérieur de l'écorce terrestre, généralement sous forme d'eau chaude ou de vapeur. Elle est exploitée dans les sites qui s'y prêtent :

- pour la production d'électricité en mettant à profit la vapeur sèche ou la saumure naturelle de haute enthalpie après vaporisation instantanée, ou
- directement sous forme de chaleur pour le chauffage urbain, l'agriculture, etc.

Énergie marémotrice/houlomotrice : Énergie mécanique résultant du mouvement des marées, de la houle ou des vagues exploitée pour la production d'électricité.

Énergie solaire : Rayonnement solaire exploité pour la production d'eau chaude et d'électricité, au moyen de :

- capteurs plans, qui fonctionnent essentiellement en thermosiphon, pour la production d'eau chaude sanitaire ou pour le chauffage saisonnier des piscines,
- cellules photovoltaïques, ou
- centrales thermohélioélectriques.

Note : L'énergie solaire passive pour le chauffage, la climatisation et l'éclairage directs des logements ou autres bâtiments n'est pas prise en compte.

Essence : voir Essence moteur et Carburéacteur type essence.

Essence aviation : Il s'agit d'une essence spécialement préparée pour les moteurs à piston des avions, avec un indice d'octane adapté au moteur, un point de congélation de -60°C et un intervalle de distillation habituellement compris entre 30°C et 180°C.

Essence moteur : C'est un mélange d'hydrocarbures légers distillant entre 35°C et 215°C. Elle est utilisée comme carburant dans les moteurs terrestres à allumage commandé. L'essence moteur peut comprendre des additifs, des composés oxygénés et des pro-octanes, notamment des composés plombés comme le TEL (tétraéthylplomb) et le TML (tétraméthylplomb). L'essence moteur se divise en deux groupes :

- **Essence moteur sans plomb :** Essence moteur sans adjonction de composés de plomb pour améliorer l'indice d'octane. Elle peut contenir des traces de plomb organique.
- **Essence moteur au plomb :** Essence moteur additionnée de TEL (tétraéthylplomb) et/ou de TML (tétraméthylplomb) destiné à relever l'indice d'octane. Cette catégorie comprend les composés pour mélange avec l'essence (à l'exclusion des additifs/composés oxygénés), tels qu'alkylats, isomérats, reformats ou essence de craquage pour utilisation comme essence moteur.

Essence moteur au plomb : voir Essence moteur.

Essence moteur sans plomb : voir Essence moteur.

Éthane : L'éthane (C_2H_6) est un hydrocarbure à chaîne droite, gazeux à l'état naturel, que l'on extrait du gaz naturel et des gaz de raffinerie.

Fuel-oil : Ce sont tous les fuel-oils résiduels (lourds), y compris ceux obtenus par mélange, dont la viscosité cinétique est supérieure à 10 cSt à 80°C. Le point d'éclair est toujours supérieur à 50°C et la densité toujours supérieure à 0,90 kg/l.

- Fuel-oil à faible teneur en soufre : Fuel-oil lourd dont la teneur en soufre est inférieure à 1 %.
- Fuel-oil à haute teneur en soufre : Fuel-oil lourd dont la teneur en soufre est de 1 % ou plus.

Gaz de cokerie : Le gaz de cokerie est un sous-produit des opérations de carbonisation et de gazéification des combustibles solides, effectuées par les producteurs de coke ou les usines sidérurgiques qui ne sont pas reliées à des usines à gaz, municipales ou autres. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du pouvoir calorifique supérieur.

Gaz de convertisseur à l'oxygène : Sous-produit de l'élaboration de l'acier dans les fours à oxygène, récupéré en sortie du convertisseur. Ce gaz est également appelé gaz de convertisseur, gaz BOS ou gaz LD. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du pouvoir calorifique supérieur.

Gaz de haut fourneau : Le gaz de haut fourneau est un sous-produit du fonctionnement des hauts fourneaux. Il est récupéré à la sortie du haut fourneau et employé en partie dans l'usine et en partie dans d'autres opérations de l'industrie sidérurgique, ou encore il peut être utilisé dans des centrales électriques équipées pour brûler ce combustible. La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du pouvoir calorifique supérieur.

Gaz de pétrole liquéfiés (GPL) : Il s'agit des fractions légères d'hydrocarbures paraffiniques qui s'obtiennent lors du raffinage ainsi que dans les installations de stabilisation du pétrole brut et de traitement du gaz naturel. Ce sont principalement le propane (C_3H_8) et le butane (C_4H_{10}) ou un mélange de ces deux hydrocarbures. Ils peuvent aussi inclure le propylène, la butylène, l'isobutène et l'isobutylène. Les GPL sont en général liquéfiés sous pression pour le transport et le stockage.

Gaz de raffinerie (non liquéfiés) : Cette catégorie couvre les divers gaz non condensables obtenus dans les raffineries lors de la distillation du pétrole brut ou du traitement des produits pétroliers (par craquage par exemple), essentiellement l'hydrogène, le méthane, l'éthane et les oléfines. Comprend également les gaz retournés par l'industrie pétrochimique.

Gaz d'usines à gaz : Cette catégorie comprend tous les types de gaz, le gaz naturel de synthèse inclus, fabriqués dans les usines des entreprises de services publics ou des sociétés privées, ayant pour principale activité la production, le transport et la distribution du gaz. Elle comprend le gaz produit par carbonisation indiqué dans la rubrique « Production » (y compris les gaz produits par les fours à coke et transférés dans « Gaz d'usines à gaz »), par gazéification totale avec ou sans enrichissement au moyen de produits pétroliers (GPL, fuel résiduel, etc.), par craquage du gaz naturel ou par reformage, ou encore par simple mélange avec d'autres gaz et/ou de l'air, indiqué dans la rubrique « Autres sources ».

Gaz naturel : Le gaz naturel est constitué de gaz – méthane essentiellement – présents dans des gisements souterrains, sous forme liquide ou gazeuse. Il peut s’agir aussi bien de gaz « non associés », provenant de gisements qui produisent uniquement des hydrocarbures sous forme gazeuse, que de gaz « associés », obtenus en même temps que le pétrole brut, ou de méthane récupéré dans les mines de charbon (grisou).

Gaz naturel comprimé (GNC) : Le GNC est le gaz naturel utilisé dans les véhicules spécialement équipés à cet effet, où il est stocké dans des cylindres à combustible à haute pression. C’est en partie pour ses propriétés de combustion propres que le GNC est utilisé, car il produit moins d’émissions de gaz d’échappement et de gaz à effet de serre que l’essence ou le diesel. Il est le plus souvent utilisé dans les véhicules utilitaires légers, pour le transport de passagers et dans les camionnettes légères, les camionnettes de livraison de gamme moyenne, les autobus et les cars scolaires.

Gaz naturel de synthèse : Le gaz naturel de synthèse est un gaz au pouvoir calorifique élevé, manufacturé par conversion chimique de combustibles hydrocarbures fossiles. Il est chimiquement et physiquement interchangeable avec le gaz naturel et généralement distribué par le même réseau que le gaz naturel. La matière première pour la fabrication du gaz naturel de synthèse est : le charbon, le pétrole et les schistes bitumineux. Le gaz naturel de synthèse peut être distingué des autres gaz manufacturés par son pouvoir calorifique élevé (au-dessus de 8 000 kcal/m³) et par son contenu élevé en méthane (supérieur à 85%). Le gaz naturel de synthèse produit par la gazéification de combustibles, autres que le charbon, entre également dans la rubrique « Autres sources ». La quantité de combustible doit être exprimée sur la base du pouvoir calorifique supérieur.

Gaz naturel liquéfié (GNL) : Le gaz naturel refroidi à approximativement -160°C sous pression atmosphérique se condense sous sa forme liquide appelée GNL. Le GNL est inodore, incolore, non corrosif et non toxique.

Gazole/carburant diesel : Les gazoles/carburants diesel sont essentiellement des huiles intermédiaires qui distillent entre 180°C et 380°C. Plusieurs qualités sont disponibles, suivant l’utilisation :

- *Diesel :* gazole pour moteur diesel à allumage par compression (automobile, poids lourds, etc.) normalement à faible teneur en soufre.
- *Fioul domestique et autres gazoles :*
 - fioul pour le chauffage des locaux industriels et commerciaux ;
 - diesel marine et gazole/diesel utilisé dans le transport ferroviaire ;
 - autres gazoles, y compris les huiles lourdes distillant entre 380°C et 540°C qui sont utilisées comme produit d’alimentation dans l’industrie pétrochimique.

Houille : On appelle houille un charbon dont le pouvoir calorifique supérieur (PCS) dépasse 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg), valeur mesurée pour un combustible exempt de cendres, mais humide et ayant un indice moyen de réflectance de la vitrinite au moins égal à 0,6. La houille comprend les catégories suivantes :

i) Charbon à coke : Charbon d’une qualité permettant la production d’un coke susceptible d’être utilisé dans les hauts fourneaux. Les codes de classification du charbon énumérés ci-dessous couvrent les charbons compris dans cette catégorie :

- Codes de classification internationale 323, 333, 334, 423, 433, 434, 435, 523, 533 (ONU, Genève, 1956) 534, 535, 623, 633, 634, 635, 723, 733, 823.
- Classification américaine : Classe II, groupe 2 « Medium Volatile Bituminous ».
- Classification britannique : Classes 202, 203, 204, 301, 302, 400, 500, 600.
- Classification polonaise : Classes 33, 34, 35.1, 35.2, 36, 37.
- Classification australienne : Classes 4A, 4B, 5.

ii) Autres charbons bitumineux et anthracite (charbon vapeur) : On appelle charbon vapeur le charbon utilisé pour la production de vapeur et pour le chauffage des locaux ; cette catégorie comprend tous les charbons anthraciteux et bitumineux autres que les charbons à coke.

Hydro-électricité : Énergie potentielle et cinétique des eaux transformée en électricité dans les centrales hydro-électriques. L'énergie des centrales de pompage doit être incluse. Les capacités détaillées des centrales doivent être nettes de la capacité de pompage.

Lignite : Les lignites sont des charbons non agglutinants dont le pouvoir calorifique supérieur est inférieur à 17 435 kJ/kg (4 165 kcal/kg) et qui contiennent plus de 31 % de matières volatiles pour un produit sec exempt de matières minérales. Les schistes bitumineux et les sables asphaltiques produits et utilisés pour d'autres processus de transformation devront être rapportés dans cette catégorie. Ceci comprend la partie des schistes bitumineux et des sables asphaltiques consommés dans les activités de transformation.

Liqueur noire : Il s'agit d'un sous-produit recyclé issu de l'industrie de fabrication de la pâte à papier. Dans ce processus, la lignine du bois est séparée de la cellulose qui forme les fibres de papier. La liqueur noire est le mélange entre le résidu de lignine, l'eau et des produits chimiques utilisés pour l'extraction de la lignine et qui est brûlé dans une chaudière de récupération. La chaudière produit de la vapeur et de l'électricité et récupère les substances chimiques inorganiques à des fins de recyclage tout au long du processus.

Liquides de gaz naturel (LGN) : Les LGN sont des hydrocarbures liquides ou liquéfiés obtenus à partir du gaz naturel dans les installations de séparation ou de traitement du gaz. Les LGN comprennent l'éthane, le propane, le butane (butane normal et isobutane), le pentane et isopentane et les pentanes plus (essence naturelle ou condensat).

Le gaz naturel peut être extrait avec le pétrole brut (gaz associé) ou à partir d'un gisement de gaz sans le pétrole brut. Les LGN peuvent être séparés du flux de gaz naturel à proximité de la tête de puits ou être transportés vers une installation de traitement du gaz éloignée. Lorsque le traitement du gaz et la production de pétrole brut sont concomitants, il est courant qu'une partie de la fraction de condensat des LGN soit injectée dans le flux de pétrole brut.

Lubrifiants : Ce sont des hydrocarbures obtenus à partir de distillats ou de résidus ; ils sont principalement utilisés pour réduire les frottements entre surfaces d'appui. Cette catégorie comprend tous les grades d'huiles lubrifiantes, depuis les spindles jusqu'aux huiles à cylindres, y compris les huiles moteur et tous les grades d'huiles de base pour lubrifiants.

Naphte : Les naphtes sont un produit d'alimentation des raffineries destiné à l'industrie pétrochimique (par exemple fabrication d'éthylène ou production de composés aromatiques). Les naphtes correspondent aux fractions distillant entre 30°C et 210°C ou sur une partie de cette plage de température. Les naphtes importés pour mélange doivent être indiqués dans les importations, puis repris à la ligne "Transferts entre produits", affectés d'un signe négatif pour les naphtes, et d'un signe positif pour les produits finis correspondants.

Orimulsion : Huiles émulsifiées constituées d'eau et de bitume naturel.

Paraffines : Hydrocarbures aliphatiques saturés, les paraffines sont des résidus du déparaffinage des huiles lubrifiantes ; elles présentent une structure cristalline, plus ou moins fine, selon le grade. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes : incolores, inodores et translucides, point de fusion supérieur à 45°C.

Pétrole brut : C'est une huile minérale d'origine naturelle, constituée d'un mélange d'hydrocarbures et d'impuretés associées, soufre par exemple. Elle existe en phase liquide aux conditions standard de température et de pression et ses caractéristiques physiques (densité, viscosité, etc.) sont extrêmement variables. Cette catégorie comprend aussi les condensats extraits des gaz associés ou non associés sur les gisements et les périmètres d'exploitation lorsque ceux-ci sont mélangés au brut commercial.

Pétrole lampant : Ce sont des distillats de pétrole raffiné, utilisés dans d'autres secteurs que le transport aérien. Le pétrole lampant distille entre 150°C et 300°C.

Produits d'alimentation des raffineries : Produit ou combinaison de produits dérivé du pétrole brut et destiné à subir un traitement ultérieur autre qu'un mélange dans l'industrie du raffinage (par exemple fuel-oil de distillation directe ou gazole sous vide). Il est transformé en un ou plusieurs constituants et/ou produits finis. Cette définition recouvre également les produits renvoyés par l'industrie pétrochimique aux raffineries (par exemple, essence de pyrolyse, coupes C4, coupes de gazole et de fueloil).

Sables asphaltiques : voir Lignite.

Schistes bitumineux : voir Lignite.

Tourbe : Sédiment fossile d'origine végétale, poreux ou comprimé, combustible à haute teneur en eau (jusqu'à environ 90 % sur brut) facilement rayé, de couleur brun clair à brun foncé. Seule la tourbe utilisée comme énergie doit être indiquée ici.

White spirit et SBP (essences spéciales) : Ce sont des distillats intermédiaires raffinés, dont l'intervalle de distillation se situe entre celui des naphtes et celui du kérosène. Ils se subdivisent en :

- **Essences spéciales (SBP)** : Huiles légères distillant entre 30°C et 200°C. On distingue 7 ou 8 qualités d'essences spéciales, selon la position de la coupe dans l'intervalle de distillation. Les qualités sont définies en fonction de la différence de température entre les points de distillation pour 5 % et 90 % en volume (qui ne dépasse pas 60°C).
- **White spirit** : Essence industrielle dont le point d'éclair est supérieur à 30°C. L'intervalle de distillation du white spirit est compris entre 135°C et 200°C.

2 Liste d'abréviations

| | |
|-------------------|---|
| b/j | barils par jour |
| Bos | acier à l'oxygène |
| bbl | baril |
| bcm | milliard de mètres cubes |
| Btu | unité thermique britannique |
| CCNUCC | Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques |
| CFT | consommation finale totale |
| CHP | production combinée de chaleur et d'électricité (cogénération) |
| CO | monoxyde de carbone |
| CO ₂ | dioxyde de carbone |
| COG | gaz de cokerie |
| COV | composés organiques volatils |
| GES | gaz à effet de serre |
| GJ | gigajoule ou un joule $\times 10^9$ (voir Joule) |
| GJ/t | gigajoule par tonne |
| GNC | gaz naturel comprimé |
| GNL | gaz naturel liquéfié |
| GPL | gaz de pétrole liquéfié ; se réfère au propane, au butane et à leurs isomères, qui sont des gaz à pression atmosphérique et température normale |
| J | joule |
| kWh | kilowattheure ou un watt \times une heure $\times 10^3$ |
| MBtu | million d'unités thermiques britanniques |
| MJ/m ³ | mégajoule/mètre cube |
| Mm ³ | million de mètres cubes |
| MPP | principal producteur (public) d'énergie |
| MSW | déchets urbains solides |
| Mtec | million de tonnes équivalent charbon (1 Mtec = 0,7 Mtep) |
| Mtep | million de tonnes équivalent pétrole |
| MW | mégawatt, ou un watt $\times 10^6$ |
| Nm ³ | mètre cube normal |
| NOx | oxydes d'azote |
| PC | pouvoir calorifique |
| PCCE | Production combinée de chaleur et d'électricité |
| PCI | pouvoir calorifique inférieur |
| PCS | pouvoir calorifique supérieur |
| PV | photovoltaïque |
| tec | tonne équivalent charbon = 0,7 tep |

| | |
|--------|--|
| tep | tonne équivalent pétrole |
| TGCC | turbine à gaz à cycle combiné |
| TJ | térajoule ou un joule $\times 10^{12}$ |
| TPES | approvisionnement total en énergie primaire |
| UNIPED | Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique (depuis sa fusion avec Eurelectric en 2002, constituée en Groupement européen des entreprises d'électricité GEIE) |

