

Indicateurs d'efficacité énergétique : principes fondamentaux de statistiques



Indicateurs d'efficacité énergétique : principes fondamentaux de statistiques

Avant-propos

L'efficacité énergétique est l'une des priorités de l'agenda politique actuel. Rares sont les pays dans lesquels aucun objectif n'a été fixé en matière d'économie d'énergie, de consommation d'énergie et de réduction des émissions de dioxyde de carbone.

Si le monde souhaite éviter une hausse de la température de 5 ou 6 degrés Celsius d'ici la fin du siècle, des programmes ambitieux d'efficacité énergétique doivent être mis en place dans tous les secteurs et dans tous les pays. Dans la première édition de son rapport sur le marché de l'efficacité énergétique, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) avait relevé à juste titre le changement de statut de l'efficacité énergétique : de source d'énergie cachée, elle est devenue la « première source d'énergie » disponible. Cela confirme les analyses des rapports *Perspectives énergétiques mondiales* et *Perspectives sur les technologies de l'énergie*, qui montrent qu'environ 40 % de l'énergie de demain devrait en réalité provenir des progrès de l'efficacité énergétique.

Mais les déclarations d'intention ne sont pas toujours suivies d'actions concrètes et, en dépit du fort consensus existant autour de l'efficacité énergétique, les chiffres montrent que l'impact de l'efficacité énergétique sur la demande a diminué de moitié au cours des 20 dernières années par rapport aux 20 années précédentes.

Plusieurs raisons peuvent expliquer l'écart entre les déclarations et les actions. Un manque de données adéquates permettant d'élaborer des indicateurs de suivi appropriés en est l'une des causes principales. Ainsi, combien de pays connaissent la quantité d'énergie utilisée par les ménages pour le fonctionnement des appareils électroménagers, l'énergie consommée dans les bureaux pour le chauffage ou encore l'énergie nécessaire aux poids-lourds pour le transport de marchandises ? La consommation d'énergie n'est pas le seul indicateur méconnu. Les données disponibles relatives à l'activité correspondante (nombre d'appareils, surface au sol ou nombre de tonnes-kilomètres) sont également limitées.

En l'absence de données, il ne peut exister d'indicateurs et sans indicateurs, il est évidemment difficile, voire impossible, de procéder à l'évaluation rigoureuse d'une situation. Le manque de données complexifie donc l'optimisation des mesures et des politiques publiques, ainsi que le suivi précis des progrès et des échecs.

Le manque de ressources, d'expertise, de savoir-faire et le recours à des pratiques inappropriées sont souvent mis en avant pour expliquer les lacunes en matière de données et d'indicateurs. Pourtant, diverses techniques d'enquêtes, de mesures et de modélisation existent déjà, partout dans le monde. Il suffit de prendre le temps de les examiner et de les rendre accessibles à tous.

Voilà précisément l'objectif de ce manuel. Après avoir identifié les indicateurs les plus couramment utilisés, le manuel décrit plus de 160 pratiques mises en œuvre à travers le monde pour collecter les données nécessaires à l'élaboration des indicateurs d'efficacité énergétique.

Ces pratiques englobent les principales méthodologies utilisées pour la collecte de données : le partage d'expériences et l'établissement de contacts et de liens entre les utilisateurs et les pays sont les deux objectifs sous-jacents du manuel.

En 2005, l'AIE et Eurostat ont publié conjointement un manuel sur les statistiques énergétiques. Traduit en dix langues, ce manuel a rencontré un franc succès et des dizaines de milliers d'exemplaires ont été diffusés à travers le monde. J'espère sincèrement que ce manuel rencontrera le même succès. Si des milliers de statisticiens, d'analystes et de décideurs politiques lisent et utilisent ce manuel, cela ne peut qu'aboutir à la production de données plus nombreuses et de meilleure qualité, à des indicateurs plus fiables, à la mise en œuvre de politiques et d'actions optimisées et, au final, à d'importants gains en efficacité énergétique, dans tous les secteurs et dans tous les pays.

Ce manuel va de pair avec un document complémentaire, intitulé *Indicateurs d'efficacité énergétique : fondamentaux pour l'élaboration des politiques publiques*. Alors que le présent manuel, *Indicateurs d'efficacité énergétique : principes fondamentaux de statistiques*, met l'accent sur les données à utiliser et sur la manière de les collecter, le second rapport vise à fournir aux analystes et aux décideurs du secteur de l'énergie les outils nécessaires pour définir les domaines prioritaires dans lesquels développer des indicateurs, ainsi que des conseils sur la manière de sélectionner et de développer les données et indicateurs les plus adaptés aux politiques d'efficacité énergétique.

Réduire la consommation d'énergie est une tâche immense et difficile. Le succès de cette entreprise dépend de notre capacité à agir de concert et à partager nos pratiques et nos expériences. Je suis donc particulièrement reconnaissante envers tous ceux qui ont accepté de partager leurs méthodes de travail. Cette étape constitue un excellent début en vue d'une plus grande coopération.

On dit souvent que tout commence par les statistiques. Espérons que ce manuel de statistiques constituera le point de départ permettant de faire de l'efficacité énergétique, non plus un concept, mais une réalité.

Ce rapport est publié sous mon autorité, en tant que directrice exécutive de l'AIE.

Maria van der Hoeven

Directrice exécutive
Agence internationale de l'énergie

Remerciements

Ce manuel a été préparé par le Centre de données sur l'énergie de l'Agence internationale de l'énergie, en coopération avec la Division des politiques de technologie énergétique de l'AIE.

Le manuel a été conçu et dirigé par Jean-Yves Garnier, responsable du Centre de données sur l'énergie. Roberta Quadrelli était chargée du pilotage global et de mener le projet à son terme. Anna Zyzniewski a largement contribué au lancement du projet, notamment en organisant une enquête sur les bonnes pratiques. Taejin Park a joué un rôle déterminant dans la phase de finalisation du manuel.

Bien qu'il soit difficile de lister ici tous ceux qui ont contribué à la publication de ce manuel, nous adressons des remerciements particuliers à Paolo Canfora, Davide d'Ambrosio, Mieke Reece et Robert Schnapp du Centre de données sur l'énergie, ainsi qu'à François Cuenot, Emer Dennehy, Jean-François Gagné, Cecilia Tam et Nathalie Trudeau de la Division des politiques de technologie énergétique ; mais aussi à Robert Tromop de la Division de l'efficacité énergétique et de l'environnement et à Mario Barreto du Forum international des transports.

Depuis son lancement et tout au long de son développement, ce projet a bénéficié de l'appui et des conseils du réseau ODYSSEE-MURE, notamment grâce à l'intervention de Didier Bosseboeuf et de Bruno Lapillonne.

Nous remercions également tout particulièrement Sharon Burghgraeve pour sa patience et l'ampleur de son travail dans le cadre des multiples formatages de ce document ; Erin Crum et Cheryl Haines pour leur regard aiguisé lors de l'édition finale du manuel et le Bureau de la communication et de l'information de l'AIE, en particulier Muriel Custodio, Rebecca Gaghen et Bertrand Sadin pour avoir donné vie à ce document.

Le Secrétariat de l'AIE tient également à remercier tous les participants aux trois ateliers qui ont ouvert la voie à la préparation du manuel, ainsi que toutes les personnes travaillant dans les administrations, les organisations et les entreprises et nous ayant envoyé des commentaires et des exemples de pratiques de collecte de statistiques, afin d'élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique dans les différents secteurs. Le manuel *Indicateurs d'efficacité énergétique : principes fondamentaux de statistiques* n'aurait pu voir le jour sans leur précieux concours.

Table des matières

1	Introduction.....	15
2	Qu'est-ce qu'un indicateur d'efficacité énergétique ?.....	19
	1. De la notion d'indicateurs	19
	2. De la notion d'efficacité énergétique	19
	3. Les indicateurs d'efficacité énergétique	20
	4. Et ensuite, que faire de ces indicateurs ?.....	21
3	Comment recueillir les données pour les indicateurs d'efficacité énergétique ?.....	23
	1. Deux principes fondamentaux	23
	2. Quels secteurs et quelles utilisations finales prendre en compte ?	25
	<i>Comment organiser hiérarchiquement les indicateurs ?</i>	<i>28</i>
	3. Comment recueillir les données ?.....	31
	<i>Données administratives</i>	<i>31</i>
	<i>Enquêtes</i>	<i>32</i>
	<i>Mesures</i>	<i>35</i>
	<i>Modélisation.....</i>	<i>36</i>
4	Quelles données collecter pour le secteur résidentiel et comment le faire ?.....	39
	1. Que représente le secteur résidentiel et que couvre-t-il ?.....	39
	2. Pourquoi le secteur résidentiel est-il important ?	41
	3. Quelles sont les principales utilisations finales influençant la consommation du secteur ?	44
	4. Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ?	48
	<i>Secteur résidentiel global.....</i>	<i>49</i>
	<i>Chauffage des locaux</i>	<i>50</i>
	<i>Refroidissement des locaux.....</i>	<i>51</i>
	<i>Chauffage de l'eau</i>	<i>53</i>
	<i>Éclairage</i>	<i>53</i>
	<i>Cuisson</i>	<i>54</i>
	<i>Appareils.....</i>	<i>55</i>

5. Les données à la base des indicateurs.....	58
<i>Les données relatives à la consommation d'énergie</i>	58
<i>Les données d'activité</i>	61
6. Comment recueillir les données ?	64
<i>Données administratives</i>	65
<i>Enquêtes</i>	66
<i>Mesures</i>	70
<i>Modélisation</i>	73

5 Quelles données collecter pour le secteur des services et comment le faire ? 77

1. Que représente le secteur des services et que couvre-t-il ?.....	77
2. Pourquoi le secteur des services est-il important ?	79
3. Quelles sont les principales utilisations finales influençant la consommation du secteur ?.....	82
4. Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ?	84
<i>Secteur des services global</i>	84
<i>Chauffage des locaux</i>	86
<i>Refroidissement des locaux</i>	87
<i>Chauffage de l'eau</i>	88
<i>Éclairage</i>	89
<i>Autres équipements</i>	90
5. Les données à la base des indicateurs.....	91
<i>Les données relatives à la consommation d'énergie</i>	92
<i>Les données d'activité</i>	96
6. Comment recueillir les données ?	98
<i>Données administratives</i>	99
<i>Enquêtes</i>	100
<i>Mesures</i>	105
<i>Modélisation</i>	106

6 Quelles données collecter pour le secteur industriel et comment le faire ?109

1. Que représente le secteur industriel et que couvre-t-il ?.....	109
2. Pourquoi le secteur industriel est-il important ?	111
3. Quels sont les principaux sous-secteurs influençant la consommation du secteur industriel ?.....	114
<i>Sidérurgie</i>	115
<i>Industrie chimique et pétrochimique</i>	115
<i>Métaux non ferreux</i>	116
<i>Minerais non métalliques</i>	116
<i>Équipements de transport</i>	116

Machinerie	116
Produits alimentaires et tabac	117
Bois et produits du bois	117
Imprimerie, pâtes et papiers	117
Textile et cuir	117
Industries non spécifiées	117
4. Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ?	118
Secteur industriel global	119
Sous-secteurs industriels	120
5. Les données à la base des indicateurs	122
Les données relatives à la consommation d'énergie	122
Les données d'activité	124
6. Comment recueillir les données ?	127
Données administratives	127
Enquêtes	128
Mesures	133
Modélisation	135

7 Quelles données collecter pour le secteur des transports et comment le faire?139

1. Que représente le secteur des transports et que couvre-t-il ?	139
2. Pourquoi le secteur des transports est-il important ?	142
3. Quels sont les principaux sous-secteurs et modes influençant la consommation des transports ?	145
Transport de passagers	146
Transport de marchandises	147
4. Quels sont les indicateurs les plus utilisés ?	150
Secteur des transports global	150
Transport de passagers	151
Transport de marchandises	153
5. Les données à la base des indicateurs	156
Les données relatives à la consommation d'énergie	156
Les données d'activité	157
6. Comment recueillir les données ?	161
Données administratives	163
Enquêtes	164
Mesures	169
Modélisation	171

8 La validation des données177

1. Pourquoi la validation des données est-elle importante ?	177
2. Quels sont les principaux critères de validation des données ?	177
Périmètre/définition	178

Cohérence interne.....	178
Cohérence par rapport à des sources de données externes.....	178
Vraisemblance	179
3. Comment valider les données pour chaque secteur	
d'utilisation finale ?.....	180
Secteur résidentiel	180
Secteur des services	183
Secteur industriel.....	184
Secteur des transports	187

9 La diffusion des données191

1. Pourquoi la diffusion des données est-elle importante ?	191
2. Quels sont les principes de base à observer ?	192
3. Quels moyens de diffusion utiliser ?	194
4. Exemples choisis de pratiques de diffusion	194
Soyez simples mais efficaces	195
Résidentiel : Département de l'énergie et du changement climatique, Royaume-Uni.....	196
Résidentiel : Bureau national des enquêtes par sondage, Inde	197
Services : Bureau central des statistiques, Pologne	198
Services : Ressources naturelles Canada	199
Industrie : Initiative ciment durable.....	200
Industrie : Institut international de l'aluminium.....	201
Transports : Agence européenne pour l'environnement	202
Transports : Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique	203
Rapport sur le marché de l'efficacité énergétique, AIE	204
Indicateurs sur l'efficacité énergétique en Europe, ODYSSEE-MURE	205

Annexes

Annexe A	
Abréviations, acronymes et unités de mesure	207
Annexe B	
Définition des secteurs	209
Annexe C	
Correction de température et degrés-jours de chauffe.....	211
Annexe D	
Recueil de pratiques nationales	215
Annexe E	
Références	217
Annexe F	
Notes des pays	219

Liste des figures

Figure 3.1	Répartition de la consommation finale totale par secteur pour deux pays hypothétiques.....	23
Figure 3.2	Répartition de la consommation énergétique de l'industrie et des transports par sous-secteur pour deux pays hypothétiques .	24
Figure 3.3	Parts des différents secteurs dans la consommation finale totale mondiale (1973 et 2011).....	26
Figure 3.4	Désagrégation schématique de la consommation finale totale par secteur et par sous-secteur ou utilisation finale	27
Figure 3.5	Représentation schématique de la pyramide d'indicateurs énergétiques de l'AIE	29
Figure 3.6	Enquête vs recensement.....	33
Figure 3.7	Représentation schématique d'un modèle pour le transport : sources, résultats et validation	38
Figure 4.1	Part du secteur résidentiel dans la consommation finale totale mondiale de certaines sources d'énergie (2011)	41
Figure 4.2	Part du secteur résidentiel dans la consommation finale totale de certains pays (2011)	42
Figure 4.3	Part des différentes sources d'énergie dans la consommation d'énergie résidentielle mondiale.....	43
Figure 4.4	Distribution de la consommation résidentielle par utilisation finale dans une sélection de 20 pays de l'OCDE (2010)	46
Figure 4.5	Pyramide d'indicateurs pour le secteur résidentiel	50
Figure 4.6	Pyramide d'indicateurs pour le chauffage des locaux dans le secteur résidentiel.....	51
Figure 4.7	Pyramide d'indicateurs pour le refroidissement des locaux dans le secteur résidentiel.....	52
Figure 4.8	Pyramide d'indicateurs pour le chauffage de l'eau dans le secteur résidentiel.....	53
Figure 4.9	Pyramide d'indicateurs pour l'éclairage dans le secteur résidentiel.....	54
Figure 4.10	Pyramide d'indicateurs pour la cuisson dans le secteur résidentiel.....	54
Figure 4.11	Pyramide d'indicateurs pour les appareils dans le secteur résidentiel.....	55
Figure 4.12	Schéma des principales données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur résidentiel.....	59
Figure 4.13	Schéma des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur résidentiel	62
Figure 5.1	Part du secteur des services dans la consommation finale totale de certains pays (2011)	80
Figure 5.2	Part du secteur des services dans la consommation finale totale mondiale de certaines sources d'énergie (2011)	81
Figure 5.3	Part des différentes sources d'énergie dans la consommation mondiale d'énergie du secteur des services	81
Figure 5.4	Répartition de la consommation d'énergie du secteur des services par utilisation finale pour cinq pays de l'OCDE	83

Figure 5.5	Pyramide d'indicateurs pour le secteur des services	85
Figure 5.6	Pyramide d'indicateurs pour le chauffage des locaux dans le secteur des services	86
Figure 5.7	Pyramide d'indicateurs pour le refroidissement des locaux dans le secteur des services	88
Figure 5.8	Pyramide d'indicateurs pour le chauffage de l'eau dans le secteur des services	89
Figure 5.9	Pyramide d'indicateurs pour l'éclairage dans le secteur des services	90
Figure 5.10	Pyramide d'indicateurs pour les autres équipements dans le secteur des services	91
Figure 5.11	Schéma synthétique des données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des services	94
Figure 5.12	Schéma synthétique des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des services.....	97
Figure 6.1	Part du secteur industriel dans la consommation finale totale de différents pays (2011)	112
Figure 6.2	Parts des différentes sources d'énergie dans la consommation mondiale d'énergie du secteur industriel	113
Figure 6.3	Part du secteur industriel dans la consommation finale totale mondiale de différentes sources d'énergie (2011)	113
Figure 6.4	Répartition de la consommation d'énergie de l'industrie par sous-secteur en 2011, monde et OCDE	114
Figure 6.5	Pyramide d'indicateurs pour le secteur industriel.....	119
Figure 6.6	Pyramide d'indicateurs pour les sous-secteurs industriels	121
Figure 6.7	Schéma synthétique des données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur industriel	123
Figure 6.8	Schéma synthétique des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur industriel	125
Figure 7.1	Part du secteur des transports dans la consommation finale totale d'énergie de certains pays (2011).....	143
Figure 7.2	Part du secteur des transports dans la consommation finale totale mondiale de certaines sources d'énergie (2011)	144
Figure 7.3	Part des différentes sources d'énergie dans la consommation d'énergie mondiale des transports	144
Figure 7.4	Consommation mondiale d'énergie du secteur des transports par sous-secteur.....	148
Figure 7.5	Consommation d'énergie par sous-secteur et par mode/type de véhicules pour le transport de passagers et le transport de marchandises (pour 23 pays de l'OCDE, 2010)	149
Figure 7.6	Consommation d'énergie du transport de voyageurs et de marchandises par source d'énergie (pour 23 pays de l'OCDE, 2010).....	149
Figure 7.7	Pyramide d'indicateurs pour le secteur des transports.....	151
Figure 7.8	Pyramide d'indicateurs pour le transport de passagers	152
Figure 7.9	Pyramide d'indicateurs pour le transport de marchandises	153

Figure 7.10	Schéma agrégé des données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des transports	157
Figure 7.11	Schéma agrégé des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des transports	158
Figure 7.12	Représentation schématique d'un modèle de transports	174
Figure 8.1	Consommation d'énergie d'un sous-secteur industriel national, bilan énergétique vs questionnaire d'efficacité énergétique soumis à l'AIE	179
Figure 8.2	Part du chauffage des locaux dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel dans 20 pays membres de l'OCDE (2010)	182
Figure 8.3	Part des appareils dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel dans 20 pays membres de l'OCDE (2010)	182
Figure 8.4	Fourchettes d'intensités par unité de valeur ajoutée dans quelques sous-secteurs industriels dans 23 pays de l'OCDE (2010) (en dollars US 2005 constants à parité de pouvoir d'achat)	186
Figure 8.5	Fourchettes d'intensités par unité de production dans quelques sous-secteurs industriels dans 15, 24 et 11 pays de l'OCDE (2010)	187
Figure 8.6	Fourchettes de valeurs déclarées pour la consommation d'énergie par pkm et par tkm pour le transport de passagers et de marchandises, pour un groupe de 20 pays de l'OCDE	189
Figure D.1	Comment lire un modèle de pratique	215

Liste des tableaux

Tableau 3.1	Avantages et inconvénients de l'utilisation des données administratives	32
Tableau 3.2	Avantages et inconvénients des enquêtes	34
Tableau 3.3	Avantages et inconvénients des campagnes de mesures	36
Tableau 3.4	Avantages et inconvénients de la modélisation	38
Tableau 4.1	Synthèse des indicateurs les plus courants pour le secteur résidentiel	56
Tableau 4.2	Synthèse des principales données nécessaires pour les indicateurs du secteur résidentiel et exemples de sources et de méthodologies possibles	64
Tableau 5.1	Exemples de catégories de services et d'unités d'activité	86
Tableau 5.2	Synthèse des principaux indicateurs pour le secteur des services ...	92
Tableau 5.3	Synthèse des principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs pour le secteur des services et exemples de sources et de méthodologies possibles	98
Tableau 6.1	Exemples de processus et de produits types de certains sous-secteurs industriels	118
Tableau 6.2	Synthèse des indicateurs les plus courants pour le secteur industriel	122

Tableau 6.3	Synthèse des données nécessaires pour élaborer les indicateurs pour le secteur de l'industrie et exemples de sources et de méthodologies possibles.....	126
Tableau 7.1	Exemples de modes/types de véhicules par segment et par sous-secteur	146
Tableau 7.2	Synthèse des indicateurs les plus courants pour le secteur des transports.....	155
Tableau 7.3	Synthèse des principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs pour le secteur des transports et exemples de sources et de méthodologies possibles	162
Tableau 7.4	Description schématique de différentes méthodes de collecte de données sur le transport routier	175
Tableau 8.1	Fourchettes de valeurs observées pour la consommation unitaire moyenne de quelques appareils électriques dans 14 pays de l'OCDE	183
Tableau 8.2	Fourchettes de valeurs déclarées pour le coefficient de remplissage et la distance annuelle parcourue pour un groupe de 20 pays de l'OCDE (2010).....	189
Tableau B.1	Correspondance des secteurs avec la CITI, révision 4	209

Liste des encadrés

Encadré 2.1	« Prenez les escaliers – soyez plus efficaces »	20
Encadré 2.2	L'intensité énergétique est-elle un indicateur d'efficacité énergétique ?	21
Encadré 3.1	Qu'est-ce qu'un bilan énergétique ?	25
Encadré 3.2	La collecte de données organisée par l'AIE sur les indicateurs d'efficacité énergétique	30
Encadré 5.1	Sélection de sources de données internationales pour le secteur des bâtiments	99
Encadré 5.2	Sélection de sources de données internationales macroéconomiques.....	101
Encadré 6.1	Sélection de sources de données internationales sur l'industrie	128
Encadré 6.2	Les benchmarkings industriels.....	135
Encadré 7.1	Méthode de calcul des données d'activité pour le transport	159
Encadré 7.2	Sélection de sources de données internationales sur les transports.....	165
Encadré 7.3	Un exemple de modélisation dans le secteur des transports : le modèle de mobilité de l'AIE (MoMo)	173
Encadré 7.4	Point sur la route : synthèse des principales méthodologies de collecte de données.....	175
Encadré 9.1	Formuler des messages courts mais clairs	193
Encadré C.1	Sources possibles de données météorologiques.....	213

1 Pourquoi un manuel ?

En 2005, l'Agence internationale de l'énergie (AIE), en coopération avec Eurostat, a publié un manuel de statistiques énergétiques afin d'aider les statisticiens à mieux comprendre les principes fondamentaux des statistiques énergétiques et de faciliter la préparation des questionnaires annuels sur l'énergie. Ce manuel représentait en fait une réponse à plusieurs problèmes, notamment la rotation rapide du personnel dans les bureaux et les ministères chargés des statistiques de l'énergie et la nécessité de mettre à niveau rapidement les nouveaux arrivants sur le terrain.

Le succès rencontré par ce manuel a largement dépassé les attentes. Des dizaines de milliers de copies du manuel, traduit en dix langues, ont été diffusées à travers le monde. Cela a certainement joué un rôle important dans l'amélioration de la qualité des statistiques énergétiques à travers le monde.

Quatre ans plus tard, lors de la réunion ministérielle de l'AIE en 2009, les ministres ont convenu de lancer un nouveau questionnaire annuel consacré aux statistiques nécessaires au développement d'indicateurs sur l'efficacité énergétique. Depuis, l'AIE collecte annuellement des statistiques sur l'efficacité énergétique dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Ces données sont ensuite utilisées pour développer des indicateurs et alimenter des analyses, comme c'est par exemple le cas dans le rapport annuel sur le marché de l'efficacité énergétique lancé en 2013 par l'AIE.

Au fil des ans, la qualité et la portée des questionnaires reçus par l'AIE se sont améliorées. Les statisticiens et les analystes de tous les pays expriment néanmoins le besoin croissant d'être guidés en ce qui concerne les données à recueillir en fonction des indicateurs et, surtout, la meilleure façon de collecter ces données.

Afin de répondre à cette demande, l'AIE a lancé une enquête d'envergure mondiale visant à recueillir le plus grand nombre possible de bonnes pratiques sur la manière dont les pays élaborent les statistiques destinées à développer les indicateurs. Les pays et les organisations ont massivement répondu à l'appel, ce qui a permis la constitution d'une base de plus de 200 pratiques pertinentes couvrant à la fois les enquêtes, les mesures et la modélisation dans les secteurs résidentiel, des services, de l'industrie et des transports, dans toutes les régions du monde.

La participation spontanée et le soutien des différents pays ont joué un rôle décisif dans la décision de l'AIE de rédiger un manuel sur les statistiques utilisées pour l'élaboration des indicateurs d'efficacité énergétique. Comme pour le manuel sur les statistiques de l'énergie, l'AIE a souhaité rendre ce nouveau manuel aussi utile et convivial que possible. En d'autres termes, nous avons travaillé sans précipitation, en accordant la priorité à la bonne compréhension des besoins des utilisateurs

potentiels, avant de passer à la préparation du document. L'AIE a ainsi organisé deux ateliers dans le but de mieux cerner les attentes des utilisateurs potentiels.

Les réponses à la question « Pourquoi un manuel ? » sont donc multiples : une demande forte exprimée par les différents pays, l'absence de tout autre manuel traitant de ce sujet spécifique, un besoin manifeste de conseils en vue de la collecte des données appropriées, la mise à disposition d'un vecteur permettant de partager des pratiques et de promouvoir l'apprentissage et la création de liens entre les personnes ayant déjà une certaine expérience et celles cherchant à en acquérir.

2 Conception d'ensemble du manuel

Conformément à l'approche mise en œuvre dans le *Manuel sur les statistiques énergétiques* et par souci de simplicité, le manuel est rédigé sous la forme de questions-réponses. Les différents points abordés sont introduits par des questions de base, telles que « Que représente le secteur résidentiel et que couvre-t-il ? », « Quelles sont les principales utilisations finales influençant la consommation du secteur ? », « Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ? » et « Quels moyens de diffusion utiliser ? ».

Les réponses à ces questions sont apportées dans des termes simples et illustrées par des graphiques et des tableaux.

Le manuel comporte neuf chapitres. Après un bref chapitre introductif, les indicateurs d'efficacité énergétique seront définis dans le second chapitre et des principes généraux liés à la collecte de données en vue de l'élaboration de ces indicateurs seront donnés dans le troisième chapitre. Les quatre chapitres suivants porteront chacun sur un secteur spécifique (résidentiel, services, industrie et transports). Le chapitre qui suit abordera la question de la validation des données et, enfin, le dernier chapitre traitera de l'importance de disposer d'un bon mécanisme de diffusion des données et des indicateurs. Le manuel comprend également plusieurs annexes.

La structure des quatre chapitres sectoriels est identique : le secteur traité et son importance y seront d'abord définis, puis les principales utilisations finales du secteur et les indicateurs qui y sont associés seront présentés. Chacun des chapitres s'achèvera par une description détaillée des données correspondant à ces indicateurs et des mécanismes utilisés pour les collecter.

3 L'annexe sur le recueil des pratiques

Si la principale valeur du manuel réside dans la définition des principaux indicateurs d'efficacité énergétique et des données correspondantes pour chaque secteur, le recueil de pratiques mises en œuvre par les pays pour collecter ces données constitue un autre apport important. Ces pratiques sont résumées dans les chapitres sectoriels, puis détaillées individuellement à l'annexe D, consacrée aux pratiques de collecte des données. L'annexe D représente la moitié du volume du manuel en nombre de pages, ce qui illustre l'importance de ces pratiques.

Le même format a été utilisé pour la présentation de toutes les pratiques, afin de permettre aux lecteurs de comprendre facilement le modèle suivi et de procéder à des comparaisons entre pratiques. Ces dernières sont présentées par secteur

(résidentiel, services, industrie et transports) et par type de méthodologie de collecte (données administratives, enquêtes, mesures et modélisation).

Chaque pratique est accompagnée d'un bref historique (nom, pays, objectif) et d'informations détaillées sur les données collectées. Des détails sur la fréquence et les responsables de la collecte des données sont également fournis, ainsi que des remarques et commentaires sur les défis, les aspects à améliorer et, le cas échéant, une liste de documents à consulter pour plus d'informations.

De nombreux pays, membres de l'OCDE ou non, ont été consultés dans le cadre du recueil de ces pratiques. Les écarts entre les niveaux de détails et la désagrégation des données entre pratiques reflètent les différents degrés de développement des pratiques de collecte des données des pays, en vue de l'élaboration des indicateurs d'efficacité énergétique.

4 Un usage plus général du manuel

Le présent manuel est principalement destiné aux personnes chargées de la réalisation de statistiques pour l'élaboration des indicateurs d'efficacité énergétique ; il est également destiné aux analystes qui développent ces indicateurs.

Mais, parce que nous nous sommes attachés à éviter autant que possible le jargon technique et à élaborer un texte et une structure aussi simples que possible, il pourrait et devrait également être utilisé par toutes les personnes que le sujet intéresse (universitaires, décideurs, etc.), pour obtenir un premier aperçu des éléments nécessaires au développement d'indicateurs d'efficacité énergétique.

L'objectif de l'AIE est de faciliter la compréhension des données de base nécessaires à l'élaboration d'indicateurs significatifs mais aussi, et surtout, de la façon dont les autres pays collectent ces données. Nous espérons également que ce manuel incitera un grand nombre d'autres pays à se lancer dans des programmes d'indicateurs d'efficacité énergétique dans le but d'optimiser les actions et les politiques de réduction de la consommation.

Nous avons conscience que ce manuel n'apportera pas de réponses à toutes les questions. Vos commentaires sont donc les bienvenus. Ils nous permettront, dans une prochaine édition ou dans une édition électronique, d'améliorer le contenu de ce manuel et de le compléter en répondant aux questions les plus fréquemment posées. Les commentaires et suggestions peuvent être envoyés à l'AIE à l'adresse électronique suivante : energyindicators@iea.org.

Qu'est-ce qu'un indicateur d'efficacité énergétique ?

1

De la notion d'indicateurs

Les dictionnaires définissent le terme « indicateur » de plusieurs manières, selon qu'il soit lié au domaine de l'ingénierie, de la chimie, de la biologie ou des sciences. En termes très simples, un indicateur peut être défini comme quelque chose fournissant une indication ; de manière un peu plus complexe, un indicateur peut être l'une des diverses valeurs statistiques qui fournissent, ensemble, une indication.

Cette ambiguïté a donné lieu à un débat entre experts, car certains considèrent qu'une valeur absolue peut être un indicateur tandis que d'autres pensent que seuls les ratios ou les valeurs composées peuvent être considérés comme des indicateurs.

Dans ce manuel, même si la plupart des indicateurs temporels se réfèrent à des ratios (la consommation d'énergie par tonne de ciment, par exemple), certains indicateurs agrégés peuvent également prendre la forme de valeurs absolues ; c'est le cas, notamment, de la consommation énergétique totale du secteur résidentiel : un chiffre élevé indique une consommation importante et il est donc nécessaire d'examiner attentivement l'importance de ce secteur par rapport, par exemple, au secteur des services, dont la consommation en termes absolus est 20 fois inférieure à celle du secteur résidentiel.

Ainsi, les indicateurs peuvent être exprimés en unités d'énergie (consommation d'un secteur ou d'une utilisation finale) mais également sous la forme de ratios (litres par 100 kilomètres, kilowattheures [kWh] par tonne de papier). Ils peuvent également être indiqués en pourcentage : pourcentage du secteur industriel dans la consommation totale d'énergie, pourcentage de logements ayant accès à l'électricité.

2

De la notion d'efficacité énergétique

Le second terme à définir dans la notion globale d'indicateurs d'efficacité énergétique est celui d'« efficacité énergétique ». Si le sens de cette expression est assez intuitif, parvenir à en donner une définition claire est plus complexe.

Il est en fait souvent plus facile de définir une augmentation (ou une diminution) de l'efficacité énergétique que l'efficacité énergétique elle-même. Par exemple, on dira de quelque chose qu'il est plus efficace d'un point de vue énergétique s'il offre un plus grand niveau de service pour le même apport énergétique ou le même niveau de service, pour un apport énergétique moindre. Par exemple, une lampe fluorescente compacte (LFC) est considérée plus efficace d'un point de vue énergétique, car elle consomme moins d'énergie qu'une ampoule à incandescence pour produire la même quantité de lumière.

L'efficacité énergétique est généralement définie selon deux perspectives : une perspective de service ou une perspective mécaniste. Cela est illustré plus précisément par l'encadré 2.1, publié par l'Energy Information Administration (EIA) des États-Unis.

Bien qu'une définition précise de l'efficacité énergétique ne soit pas indispensable pour travailler sur les indicateurs d'efficacité énergétique et pour la lecture du reste de ce manuel, le Laboratoire national Lawrence Berkeley en fournit une définition reconnue : l'efficacité énergétique consiste à « consommer moins d'énergie pour fournir le même service ».

Encadré 2.1 • « Prenez les escaliers – soyez plus efficaces »

Pour la personne A, cet écriteau reflète la « bonne » définition de l'efficacité énergétique. La personne A n'utilise pas l'ascenseur. Elle parvient où elle veut se rendre en utilisant moins d'énergie pour le faire.

La personne B considère au contraire, qu'en prenant les escaliers, elle ne parvient pas où elle veut se rendre avec la même facilité. Elle ne pense pas être efficace d'un point de vue énergétique en prenant les escaliers, mais considère plutôt « économiser de l'énergie » tout en bénéficiant d'un niveau de service réduit - car elle doit marcher au lieu de prendre l'ascenseur.

Aucune définition des expressions « être efficace d'un point de vue énergétique » ou « efficacité énergétique », ne semble communément admise. Mais, à l'instar de ce que pense la personne B, il est généralement admis que l'efficacité énergétique augmente lorsque les apports en énergie sont réduits pour un même niveau de service, ou que le niveau de service est augmenté ou amélioré pour une même quantité d'intrants énergétiques.

3 Les indicateurs d'efficacité énergétique

Curieusement, malgré la difficulté à définir convenablement les termes « indicateur » et « efficacité énergétique », il semble plus aisé de définir le concept d'indicateurs d'efficacité énergétique. Il s'agit, généralement, d'indicateurs permettant de déterminer si une chose est plus efficace qu'une autre d'un point de vue énergétique.

Par exemple, une voiture est-elle plus efficace qu'une autre d'un point de vue énergétique, sur la base de sa consommation de carburant aux 100 kilomètres ? La consommation de chauffage par unité de surface au sol dans le secteur résidentiel est-elle inférieure ou supérieure à celle de l'année précédente, ou à celle d'il y a dix ans ? La consommation d'énergie par tonne de ciment est-elle inférieure ou supérieure dans le pays A par rapport au pays B ?

Les indicateurs d'efficacité énergétique peuvent être très agrégés (par exemple, la consommation d'énergie totale des appareils électroménagers, par appareil) ou désagrégés (par exemple, la consommation moyenne de chauffage par unité de surface au sol des maisons individuelles chauffées au gaz naturel). Ils sont généralement composés d'une donnée sur la consommation d'énergie au numérateur et d'une donnée d'activité au dénominateur. Il existe bien entendu des exceptions,

comme par exemple la consommation d'énergie des véhicules, qui peut s'exprimer en volume (litres, gallons) sans être convertie en unités d'énergie.

La consommation d'énergie peut s'exprimer en différentes unités (kWh, joules, tonnes d'équivalent pétrole, etc.) ; les données d'activité concernent quant à elles un large éventail d'activités (production de ciment, surface au sol, passagers-kilomètres, employés, etc.) et sont exprimées en autant d'unités qu'il y a d'activités (tonnes, mètres carrés, kilomètres, nombre d'employés, etc.).

Les définitions ne seront pas plus détaillées dans ce chapitre introductif. Les indicateurs à prendre en compte dans chaque secteur seront donnés dans les chapitres sectoriels correspondants, en suivant une approche pyramidale, de même que les raisons qui justifient cette prise en compte.

Encadré 2.2 • L'intensité énergétique est-elle un indicateur d'efficacité énergétique ?

L'intensité énergétique est souvent utilisée comme un indicateur de l'efficacité énergétique d'un pays, principalement car l'intensité énergétique est un indicateur facilement accessible : il s'agit du rapport entre l'approvisionnement total en énergie primaire (ATEP) et le produit intérieur brut (PIB) du pays.

Les données relatives à l'ATEP et au PIB pouvant être facilement obtenues dans tous les pays, l'intensité énergétique est souvent utilisée comme indicateur d'efficacité énergétique. Mais il s'agit d'une erreur, car un pays ayant une faible intensité énergétique ne se caractérise pas nécessairement par une forte efficacité énergétique. Par exemple, un petit pays au climat doux, dont l'économie est centrée sur les services, affichera certainement une intensité énergétique beaucoup plus faible qu'un grand pays industriel situé dans une zone climatique très froide, même si l'énergie est consommée plus efficacement dans ce pays que dans le premier.

Si l'efficacité énergétique est un facteur déterminant de l'intensité énergétique, un grand nombre d'autres aspects, souvent plus importants, doivent également être pris en compte, notamment : la structure de l'économie (présence de grandes industries consommatrices d'énergie par exemple), la taille du pays (demande plus élevée du secteur des transports), le climat (demande plus élevée en chauffage ou refroidissement) et le taux de change.

4 Et ensuite, que faire de ces indicateurs ?

La collecte de données et l'élaboration d'indicateurs ne doivent pas être considérées comme une fin en soi, mais plutôt comme une première étape en vue d'exploitations ultérieures. Comme nous l'avons mentionné précédemment, des données doivent être collectées et des indicateurs élaborés uniquement s'ils peuvent être utilisés largement et efficacement.

Si ce manuel consacre un chapitre au thème de la diffusion des données et des indicateurs, il ne traite pas de la question du développement et de l'utilisation des indicateurs par les analystes et par les décideurs, en vue de définir des objectifs

d'efficacité énergétique et de suivre leurs progrès. Ces points font l'objet d'un manuel complémentaire, intitulé *Indicateurs d'efficacité énergétique : fondamentaux pour l'élaboration des politiques publiques*, également publié par l'AIE. Ces deux manuels sont complémentaires et devraient servir de base au travail de tous les statisticiens, analystes et décideurs pour la mise en œuvre de politiques publiques et de mesures éclairées, en matière d'efficacité énergétique.

Comment recueillir les données pour les indicateurs d'efficacité énergétique ?

1

Deux principes fondamentaux

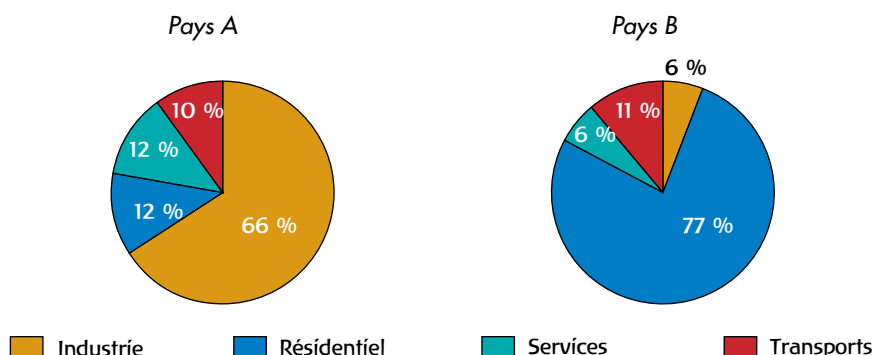
La pratique des statistiques est régie par les deux principes fondamentaux suivants : la collecte des données ne doit pas être une fin en soi et seules les données nécessaires doivent être collectées. Car collecter des données a un coût.

Parallèlement à cela, ne pas disposer des données appropriées peut conduire à une prise de décisions inadéquate et à la mise en place de mesures politiques inadaptées et peut donc s'avérer encore plus coûteux. L'objectif est donc de limiter la collecte des données au strict nécessaire, mais de la conduire efficacement.

Dès lors, la question sous-jacente immédiate est la suivante : quels sont les besoins ? Les réponses à cette question sont multiples, car les besoins dépendent de la situation de chaque pays. Bien que cette règle s'applique à tous les types de statistiques et aux statistiques énergétiques, elle est d'autant plus vraie en ce qui concerne les statistiques relatives aux indicateurs d'efficacité énergétique, car recueillir des données sur l'énergie et sur l'activité à un niveau très détaillé peut avoir un coût élevé.

L'un des points de départ possibles pour identifier les priorités est de se référer à la distribution de la consommation finale d'énergie par secteur. Ces informations peuvent généralement être aisément extraites du bilan énergétique du pays. La Figure 3.1 donne deux exemples (pays A et B) de distributions différentes de la consommation d'énergie.

Figure 3.1 • Répartition de la consommation finale totale par secteur pour deux pays hypothétiques

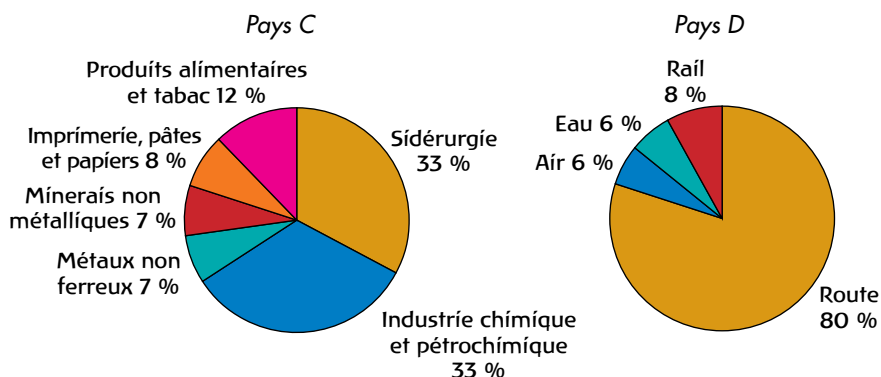


Dans le pays A, les deux tiers de la consommation finale sont liés au secteur industriel. Il semble dès lors évident que la recherche d'économies d'énergie doit se concentrer prioritairement sur l'industrie. Dans le pays B, le secteur résidentiel semble être le

secteur prioritaire à prendre en compte pour des économies d'énergie potentielles. Mais, si cette répartition fournit une première indication utile pour hiérarchiser le travail de collecte des données, il est néanmoins nécessaire de prendre en compte d'autres éléments spécifiques avant d'entamer toute collecte de données.

Disposer de données détaillées présente un avantage certain, car cela limite la recherche de données à un niveau sous-sectoriel plutôt que sectoriel. Comme dans l'exemple précédent, le bilan énergétique (avec une répartition par sous-secteur) peut permettre de déterminer les sous-secteurs prioritaires. La Figure 3.2 donne deux exemples de répartition par sous-secteur pour les pays C et D.

Figure 3.2 • Répartition de la consommation énergétique de l'industrie et des transports par sous-secteur pour deux pays hypothétiques



Dans le pays C, les sous-secteurs de la sidérurgie et de l'industrie chimique et pétrochimique représentent chacun un tiers de la consommation d'énergie totale de l'industrie. Il est donc probable que ces deux sous-secteurs seront les premiers à prendre en compte pour réaliser des économies d'énergie – tout en gardant à l'esprit, bien entendu, que les priorités spécifiques de chaque pays doivent également être prises en compte. Dans le pays D, la route représente la part la plus importante de la consommation d'énergie pour les transports. Ce sous-secteur devra donc être considéré comme une priorité.

Le deuxième principe fondamental consiste à identifier les données déjà existantes avant de se lancer dans un programme de collecte coûteux. L'expérience nous a prouvé que de nombreuses informations sont souvent disponibles dans des lieux insoupçonnés. C'est par exemple le cas des données d'activité détaillées sur les transports (passagers-kilomètres), souvent méconnues des personnes travaillant sur les statistiques énergétiques, mais disponibles dans les ministères dédiés aux transports. Nous reviendrons sur ce point plus tard, dans la section consacrée à la méthode utilisée pour la collecte des données.

Une fois les besoins en données définis, il convient également d'évaluer les ressources nécessaires, et notamment les ressources humaines, le coût global de la collecte des données et les obstacles potentiels pouvant empêcher ou retarder la réussite du projet. Un certain nombre de questions doivent être abordées : le projet implique-t-il la collecte de nouvelles données ? Si oui, quelles données devront être collectées ?

À quelle fréquence ? Les données existantes sont-elles facilement accessibles ? Qui sera chargé de la collecte des données ? Le travail sera-t-il effectué par du personnel interne ou avec l'aide de consultants externes ?

2 Quels secteurs et quelles utilisations finales prendre en compte ?

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les indicateurs d'efficacité énergétique devraient cibler les secteurs et les utilisations finales prioritaires, afin de limiter le coût de la collecte des données. Il est donc recommandé de procéder à un premier examen des priorités sur la base des informations déjà disponibles en ce qui concerne les tendances de la consommation d'énergie dans le pays, mais également les enjeux politiques auxquels il convient de répondre.

Encadré 3.1 • Qu'est-ce qu'un bilan énergétique ?

Un bilan énergétique est une structure permettant de compiler des données sur l'ensemble des produits énergétiques entrant, sortant et consommés dans un pays, au cours d'une période de référence (par exemple, un an). Dans un bilan énergétique, toutes les données sont exprimées dans une unité d'énergie commune, ce qui permet de définir un produit « total ».

L'élaboration d'un bilan énergétique, à partir des différents bilans de matières premières, poursuit de nombreux objectifs. Il s'agit : 1) de fournir un aperçu global du profil énergétique d'un pays, de suivre les tendances de la sécurité énergétique, des marchés de l'énergie, ainsi que les objectifs politiques, et de formuler des politiques énergétiques appropriées ; 2) de fournir une base pour les indicateurs socio-économiques agrégés et pour l'estimation des émissions de CO₂ ; 3) de comparer différentes périodes de référence et différents pays ; 4) de disposer d'un outil garantissant l'exhaustivité, la cohérence et la comparabilité des statistiques de base ; 5) de mesurer l'efficacité des processus de transformation, ainsi que les parts relatives des différents secteurs ou produits dans l'approvisionnement total ou la consommation totale du pays.

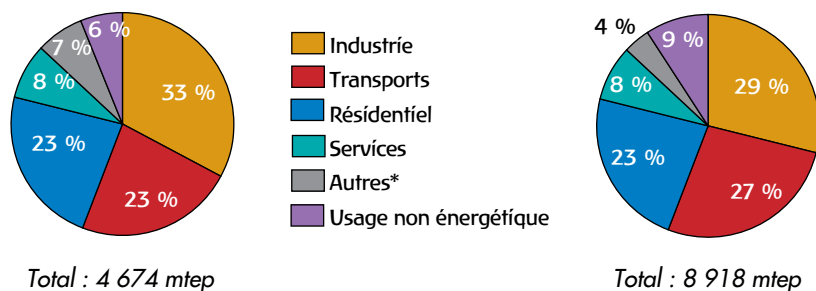
Un bilan énergétique prend généralement la forme d'une matrice de produits et de flux, avec différents niveaux de désagrégation, bien que des formats graphiques soient également disponibles (par exemple, le diagramme de Sankey). Pour une discussion méthodologique sur la manière d'élaborer les bilans énergétiques, veuillez vous reporter à AIE (2005).

Dans un bilan énergétique, la consommation finale totale est désagrégée en secteurs : industrie, transports, résidentiel, services et « autres ». Mais le niveau de désagrégation des données sur l'énergie dans un bilan énergétique n'est pas suffisant pour suivre les tendances de l'efficacité énergétique. Aucune information n'est par exemple donnée sur les utilisations finales du secteur résidentiel ou des services, ni sur les types ou segments de véhicules du secteur des transports. Le bilan énergétique est donc utile pour évaluer les secteurs de consommation dans lesquels le potentiel d'économie d'énergie est le plus important, avant de mettre en œuvre des programmes de collecte de données plus ciblés et d'élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique.

Puisqu'ils sont disponibles dans presque tous les pays, les bilans énergétiques peuvent dans un premier temps être utilisés afin d'avoir un aperçu global de la consommation énergétique du pays concerné. Même si la consommation finale n'y est divisée qu'en secteurs agrégés, les bilans énergétiques contiennent des informations utiles pour comprendre la structure et l'évolution de la consommation d'énergie (par exemple, les évolutions de la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel au fil du temps). C'est pourquoi ce manuel est organisé autour des quatre principaux secteurs de la consommation finale totale (CFT), tels que définis dans les bilans énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) (ainsi que d'autres organisations), à savoir : les secteurs résidentiel, des services, des transports et de l'industrie. Chaque secteur d'utilisation finale fera l'objet d'un chapitre dédié.

Sur la base des bilans énergétiques mondiaux de l'AIE, la Figure 3.3 donne les parts respectives des différents secteurs au sein de la CFT mondiale et leur évolution au fil du temps. Bien que les parts des différents secteurs varient considérablement d'un pays à l'autre, comme nous le verrons dans les chapitres sectoriels, les secteurs de l'industrie, des transports et résidentiel sont les principaux secteurs d'utilisation finale au niveau mondial. La part du secteur des transports augmente au fil du temps aux dépens de l'industrie, tandis que la part du secteur résidentiel reste stable.

Figure 3.3 • Parts des différents secteurs dans la consommation finale totale mondiale (1973 et 2011)

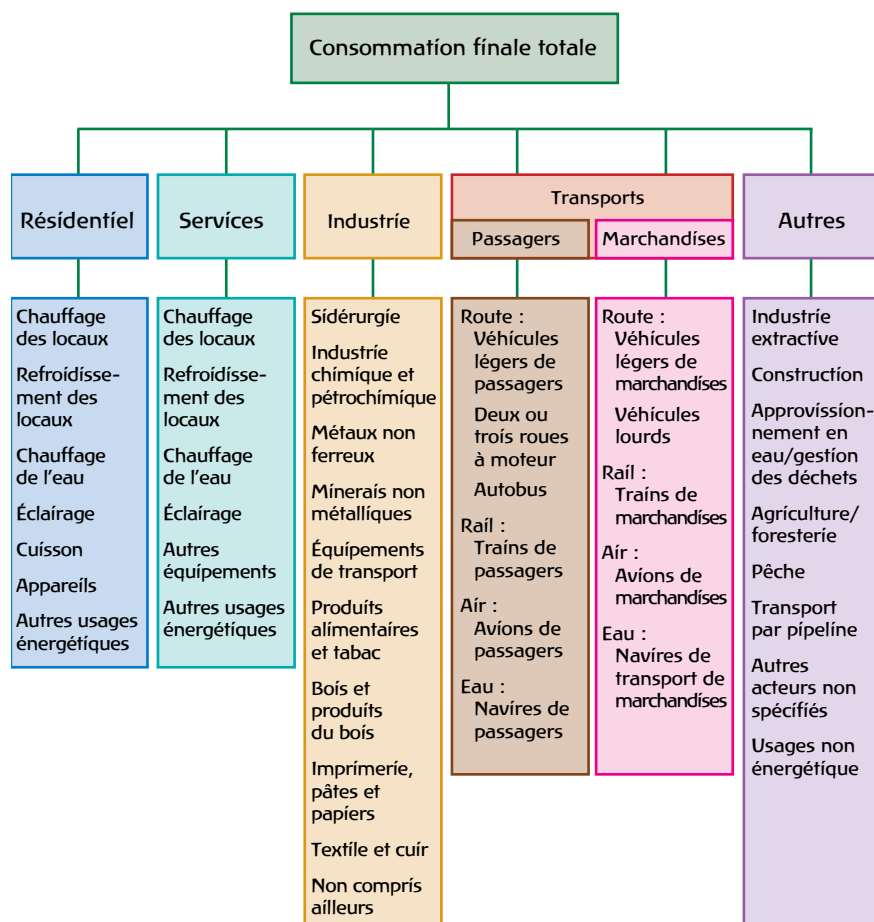


* La catégorie « Autres » comprend l'agriculture/foresterie, la pêche et les données non spécifiées.

Note : sauf indication contraire, tous les tableaux et figures de ce chapitre proviennent de données et d'analyses de l'AIE.

Au niveau d'un pays, ce type d'information peut s'avérer utile pour saisir rapidement les tendances agrégées de la consommation d'énergie et être utilisé pour élaborer des indicateurs macroéconomiques – comme la consommation d'énergie totale du secteur résidentiel par habitant – utiles pour suivre les tendances globales de la consommation d'énergie. Mais les données agrégées sont rarement significatives pour suivre les tendances de l'efficacité énergétique car elles ne fournissent qu'un aperçu général, pas suffisamment ciblé, pour éclairer les politiques, les actions et les mesures. Pour élaborer des indicateurs d'efficacité énergétique, il est donc nécessaire de désagréger davantage les données et de comprendre quels sous-secteurs ou quelles utilisations finales influencent la consommation d'énergie dans chacun des secteurs. Par exemple, dans un pays froid, l'utilisation finale la plus importante dans le secteur résidentiel sera probablement le chauffage des locaux, tandis qu'il s'agira sans doute du refroidissement dans un pays chaud.

Figure 3.4 • Désagrégation schématique de la consommation finale totale par secteur et par sous-secteur ou utilisation finale



Si, dans certains cas, la répartition de la consommation par secteur dépend de spécificités locales (le pompage/l'élévation de l'eau dans certains pays, l'agriculture dans d'autres), il existe la plupart du temps une répartition communément admise des sous-secteurs et utilisations finales qui englobe la majeure partie de la consommation finale. La Figure 3.4 illustre la désagrégation des secteurs, en sous-secteurs ou utilisations finales, adoptée dans ce manuel pour les indicateurs d'efficacité énergétique. Les utilisations finales du secteur résidentiel comprennent le chauffage et le refroidissement des locaux, le chauffage de l'eau, l'éclairage, la cuisson et les appareils électroménagers ; la désagrégation pour le secteur des services y est similaire, à l'exception de la catégorie « Autres équipements » qui intègre la cuisson, les appareils et de nombreuses autres utilisations finales. Le secteur de l'industrie est subdivisé en différents sous-secteurs, tels que la sidérurgie, l'industrie chimique et pétrochimique, etc. Le secteur des transports, de passagers et de marchandises, est subdivisé en sous-secteurs (rail, route, air, eau) puis en différents modes/types

de véhicules (voitures, trains, navires, etc.). La catégorie « Autres » comprend les catégories de la CFT non prises en compte dans ce manuel car moins pertinentes pour les indicateurs d'efficacité énergétique. L'annexe B décrit les frontières de chacun des secteurs en les reliant à la Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI) des Nations Unies.

Questions-réponses

Q1 Que comprend la catégorie « Autres » dans la désagrégation sectorielle de la CFT ?

Comme le montre la Figure 3.4, dans ce manuel, la catégorie « Autres » regroupe l'ensemble des sous-secteurs de la consommation finale totale qui ne sont pas inclus dans les quatre principaux secteurs (résidentiel, services, industrie et transports). Dans la perspective des indicateurs d'efficacité énergétique, l'industrie ne couvre que le secteur manufacturier ; par conséquent, les industries extractives et la construction ne sont pas intégrées dans l'industrie mais dans la catégorie « Autres » ; tout comme les usages non énergétiques des combustibles dans l'ensemble des secteurs, l'agriculture et la foresterie, la pêche, l'approvisionnement en eau, le transport par pipeline et les autres secteurs non spécifiés.

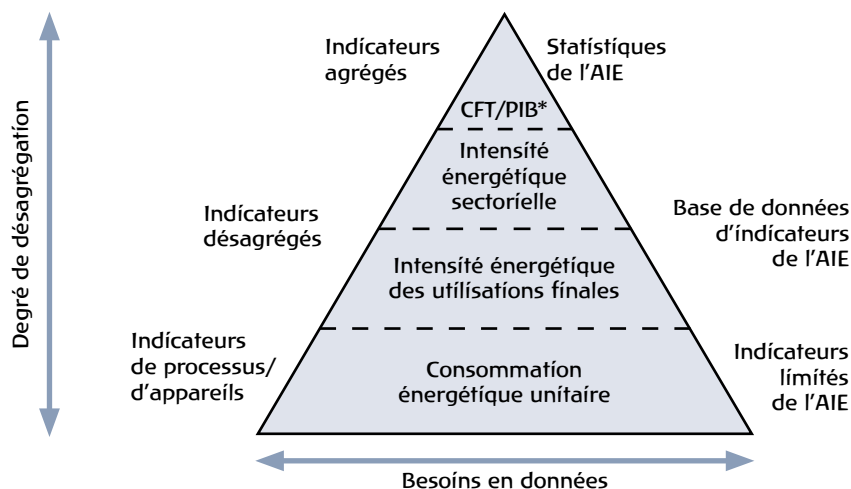
Q2. Pourquoi les usages non énergétiques sont-ils exclus pour les indicateurs d'efficacité énergétique ?

Dans la perspective des indicateurs d'efficacité énergétique, l'accent est mis sur l'efficacité de la consommation d'énergie dans le processus de production, de sorte que la consommation exclut les usages non énergétiques des combustibles. Bien entendu, une évaluation plus générale du potentiel d'économies d'énergie devrait également prendre en compte la consommation des combustibles utilisés comme matière première, car elle peut représenter une part importante de la consommation totale, notamment dans certains sous-secteurs comme l'industrie chimique et pétrochimique.

Comment organiser hiérarchiquement les indicateurs ?.....

Les indicateurs conçus pour comprendre les tendances de la consommation d'un sous-secteur ou d'une utilisation finale peuvent être plus ou moins agrégés et sophistiqués selon la disponibilité des données. Les indicateurs proposés dans ce manuel sont présentés pour chaque secteur, puis pour chaque sous-secteur ou utilisation finale, selon une « approche pyramidale », du niveau le plus agrégé au niveau le plus désagregé. La Figure 3.5 illustre ce concept général.

Figure 3.5 • Représentation schématique de la pyramide d'indicateurs énergétiques de l'AIE



* Produit intérieur brut

Le degré de désagrégation choisi a un impact sur les besoins en matière de collecte de données. Ainsi, les indicateurs sectoriels, comme par exemple le ratio entre la consommation totale de l'industrie et la valeur ajoutée totale de l'industrie, peuvent être facilement obtenus à partir des bilans énergétiques et d'autres données macroéconomiques. Les informations qu'ils fournissent ne sont pas suffisamment précises pour suivre les tendances de l'efficacité énergétique, mais peuvent néanmoins être utiles pour une première évaluation des tendances de la consommation d'énergie par secteur et pour comparer les pays. Ces indicateurs sont pris en compte dans ce manuel dans la catégorie générale des « Indicateurs énergétiques ».

Les indicateurs d'efficacité énergétique nécessitent quant à eux des informations plus détaillées. En général, les indicateurs d'efficacité énergétique sont des intensités, qui se présentent sous la forme d'un rapport entre une consommation d'énergie (mesurée en unités énergétiques) et des données d'activité (mesurées en unités physiques).

$$\text{Indicateur d'efficacité énergétique} = \frac{\text{Consommation d'énergie}}{\text{Données d'activité}}$$

Les indicateurs d'efficacité énergétique sont calculés au niveau de l'utilisation finale ou du sous-secteur, ou à un niveau encore plus désagrégé, celui de la consommation d'énergie unitaire. Par exemple, dans le secteur résidentiel, la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux par unité de surface au sol est un indicateur d'efficacité énergétique au niveau de l'utilisation finale, tandis que la consommation d'énergie par appareil est un indicateur d'efficacité énergétique au niveau de la consommation unitaire.

Encadré 3.2 • La collecte de données organisée par l'AIE sur les indicateurs d'efficacité énergétique

En 2009, les membres de l'AIE se sont engagés à recueillir des données pour les indicateurs d'efficacité énergétique au moyen d'un nouveau questionnaire annuel (le « Document type pour les indicateurs d'efficacité énergétique de l'AIE » présenté ci-dessous). Ce document permet de collecter des données sur la consommation d'énergie et l'activité des différentes utilisations finales, sous-secteurs et modes/types de véhicules dans les quatre secteurs : résidentiel, services, industrie et transports.

L'AIE a commencé le recueil des données peu de temps après. La collecte en est encore à ses débuts, avec des niveaux de qualité et de couverture variables selon les pays membres, mais tend à s'améliorer.

Le document type est disponible en ligne sur la page Internet de l'AIE consacrée aux statistiques sur l'efficacité énergétique : www.iea.org/statistics/topics/energyefficiency/.



Document type pour les indicateurs d'efficacité énergétique
Nom du pays

DONNÉES PAYS (à vérifier et à mettre à jour)		web links
DONNÉES MACROÉCONOMIQUES	Données macroéconomiques et d'activité	>>
MARCHANDISES	Données de production de certaines industries consommatrices d'énergie	>>
INDUSTRIE	Consommation d'énergie par catégorie de la CITI	>>
SERVICES	Consommation d'énergie par utilisations finales dans le secteur des services	>>
RÉSIDENTIEL	Consommation d'énergie des ménages par utilisations finales et données sur certains appareils	>>
TRANSPORTS	Données énergétiques et d'activité pour le transport de passagers et de marchandises	>>
DONNÉES AIE et INDICATEURS AGRÉGÉS		
PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ	Production d'électricité à partir des différents combustibles et rendements	>>
INDICATEURS DE BASE	Ensemble préétabli d'indicateurs énergétiques et d'activité agrégés	>>
OUTILS SUPPORTS		
COMMENTAIRES DES UTILISATEURS	Permet d'intégrer des commentaires liés aux données à partir de chaque feuillet	>>
COUVERTURE DES DONNÉES	Génère une synthèse graphique du niveau de couverture des données (réalisé vs attendu)	>>
GRAPHIQUES INDICATEUR UNIQUE	Génère un graphique pour un indicateur énergétique	>>
GRAPHIQUES INDICATEURS MULTIPLES	Génère un graphique comparant les tendances à partir de plusieurs indicateurs	>>
CONTRÔLE DE COHÉRENCE	Permet d'exécuter les contrôles de cohérence intégrés	>>

Pour toute question ou si vous souhaitez obtenir de l'aide pour remplir ce questionnaire, consultez le site Internet dédié : <http://indicators.iea.org>

– nom d'utilisateur : indicators

– mot de passe : efficiency

ou envoyez un courriel à l'adresse energyindicators@iea.org

Les évolutions des indicateurs d'efficacité énergétique, déterminées par les politiques publiques mais aussi par les progrès technologiques et les changements structurels ou comportementaux, auront à leur tour un impact sur les indicateurs énergétiques agrégés, que nous avons situés au niveau le plus élevé des pyramides.

Dans ce manuel, nous présentons des pyramides d'indicateurs pour chaque secteur d'utilisation finale mais également, dans chaque secteur, pour chaque utilisation finale ou sous-secteur. Par exemple, pour le secteur résidentiel, une première pyramide d'indicateurs présente un ensemble d'indicateurs sectoriels, puis six pyramides présentent des ensembles d'indicateurs au niveau des utilisations finales. Tous les indicateurs sectoriels ne sont pas pertinents pour tous les pays. Le niveau de détail des indicateurs dépendra des ressources et des données existantes, des

spécificités nationales et des priorités politiques. Néanmoins, un indicateur est recommandé pour chaque utilisation finale, signalé par un émoticône souriant, pour les pays souhaitant élaborer des indicateurs d'efficacité énergétique particulièrement significatifs pour une utilisation finale spécifique.

3 Comment recueillir les données ?

Une fois qu'un ensemble d'indicateurs prioritaires est défini, il s'agit d'identifier puis de collecter les données relatives à la consommation d'énergie et l'activité correspondantes. Certaines données sont plus faciles à collecter que d'autres ; cela est vrai pour la consommation d'énergie comme pour les données d'activité. Dans tous les cas, il est essentiel de définir une stratégie de collecte de données la plus adaptée possible à la situation spécifique du pays. Les exemples de pratiques mises en œuvre par des pays aux contextes similaires peuvent aider à identifier les besoins en données ainsi que les approches possibles. L'annexe D de ce manuel présente un grand nombre de pratiques mises en œuvre par différents pays pour recueillir des données dans les différents secteurs d'utilisation finale.

Avant de mettre en œuvre un nouveau programme de collecte de données, il est essentiel de procéder à un examen approfondi des données existantes, en ce qui concerne la consommation d'énergie et les données relatives à l'activité. Cet examen doit porter sur toutes les sources d'information potentielles ainsi que sur toutes les administrations et organisations non gouvernementales (ministère de l'Énergie, bureau des statistiques, ministère des Transports, chambre du commerce, associations industrielles, etc.). Il existe en effet dans tous les pays un nombre considérable de données méconnues des statisticiens de l'énergie et qui, une fois identifiées, peuvent constituer une bonne base pour développer des indicateurs d'efficacité énergétique et ainsi permettre de réduire le coût global du programme de collecte en évitant la duplication de projets coûteux.

Les différentes méthodes utilisées pour recueillir les données sur la consommation d'énergie et l'activité dans les différents secteurs d'utilisation finale peuvent être regroupées en quatre grandes catégories : les données administratives, les enquêtes, les mesures (compteurs) et la modélisation. Chacune de ces méthodes possède ses forces et faiblesses, et les pays les associent souvent (données administratives et modélisation, par exemple) afin de constituer des ensembles complets d'indicateurs. Nous présenterons brièvement chacune de ces méthodes ; des descriptions plus détaillées de ces méthodes pour les secteurs résidentiel, des services, de l'industrie et des transports, sur la base des pratiques nationales reçues par l'AIE et résumées à l'annexe D, seront données dans les quatre chapitres sectoriels suivants.

Données administratives.....

Les données administratives sont les données pertinentes déjà collectées pour élaborer des indicateurs d'efficacité énergétique ou, le plus souvent, à d'autres fins. Comme nous l'avons mentionné, il est essentiel, avant toute nouvelle collecte de données, de déterminer de quelles données pertinentes disposent déjà les gouvernements et les autres organisations. Cela permet d'éviter la duplication des efforts et d'identifier plus rapidement les données manquantes.

Les administrations, gouvernements nationaux, étatiques ou locaux tels que les municipalités, collectent généralement un nombre important d'informations qui peuvent être utiles pour développer des indicateurs énergétiques et d'efficacité énergétique. Ainsi, les agences et bureaux de statistiques nationaux collectent différentes données macroéconomiques, comme la population, le PIB et la valeur ajoutée de l'industrie ; les services fiscaux recueillent également des données précieuses sur la population, l'industrie, etc. Parmi les organisations non gouvernementales, les associations industrielles rassemblent généralement des informations sectorielles détaillées, bien que parfois confidentielles ; les sociétés de distribution, qui suivent les envois, peuvent fournir des informations sur la pénétration de certains équipements ; les constructeurs automobiles enregistrent le nombre de véhicules neufs vendus chaque année ; les registres d'immatriculation des véhicules collectent des données d'activité sur le parc de véhicules national, etc.

Mais, ces données devront parfois être achetées aux organisations qui les collectent, ou il conviendra d'établir un protocole d'accord. Dans tous les cas, un certain niveau d'investissement sera nécessaire pour établir une procédure de travail pour le partage des données entre les organisations. L'utilisation de données administratives permet néanmoins d'éviter le coût d'un nouveau projet spécifique de collecte de données. Le Tableau 3.1 donne un aperçu synthétique des avantages et inconvénients du recours aux données administratives.

Tableau 3.1 • Avantages et inconvénients de l'utilisation des données administratives

Avantages	Inconvénients
• Évite le coût d'un nouveau processus de collecte de données • Disponibilité relativement rapide • Synergie accrue entre institutions • Renforce la visibilité et l'intérêt pour l'efficacité énergétique dans les différents services	• Problèmes de délimitation : inadéquation potentielle des définitions et populations-cibles entre les données existantes et les données requises • Enjeux liés à l'établissement et au maintien de la communication avec l'organisation source • Coûts potentiels (directs et indirects : achat de données, conclusion d'accords, modification des formats de données, etc.) • Temps investi dans la recherche des sources de données

Enquêtes.....

Une enquête consiste à collecter des données, via un ensemble de questions, sur un échantillon de la population à étudier, par exemple les ménages, les propriétaires de véhicules, les membres d'une association sectorielle, etc. Un processus d'enquête s'organise en différentes étapes : conception préliminaire, phase de test, mise en œuvre et collecte des données, analyse finale des résultats. La littérature théorique sur les enquêtes est très vaste¹ ; ce manuel ne revient que sur certains aspects clés, en mettant l'accent sur ceux qui concernent plus précisément les données relatives aux indicateurs d'efficacité énergétique.

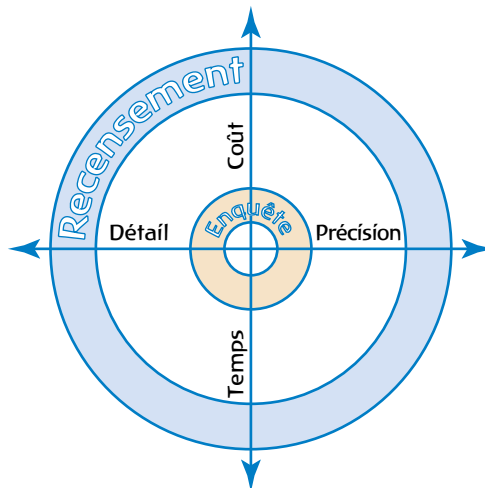
1. Voir par exemple le rapport ONU (2005).

Des objectifs clairs doivent être définis au début de la phase de conception de l'enquête. À quels besoins politiques les informations collectées doivent-elles répondre ? Quelles informations sont nécessaires ? Quelle population cibler ? Quelles sont les exigences légales ?

Afin d'obtenir des informations de qualité, il est essentiel de disposer d'un questionnaire bien conçu. Tout en essayant de minimiser la charge pesant sur les répondants, un questionnaire bien pensé doit chercher à recueillir les données les plus complètes et les plus précises possibles, en tenant compte à la fois des exigences statistiques des utilisateurs des données et des caractéristiques de la population interrogée. Avant leur finalisation, les questionnaires doivent être examinés en interne et testés pour s'assurer que les instructions sont claires. Pour garantir un taux de réponse satisfaisant, les questionnaires ne doivent chercher à obtenir que les informations essentielles et les questions doivent être formulées le plus simplement possible.

Le succès d'une enquête dépend également de la représentativité de l'échantillon sélectionné par rapport à la population cible visée. Les « recensements » couvrent l'ensemble de la population, mais ils sont généralement complexes à mettre en œuvre. Par exemple, si une association industrielle nationale peut facilement interroger l'ensemble de ses membres, il est beaucoup plus complexe pour un pays de mener une enquête auprès de tous les propriétaires de véhicules. La Figure 3.6 illustre cette tension : si un recensement permet un niveau élevé de détails, il est généralement coûteux en matière de temps et d'argent. *A contrario*, une enquête est plus rentable et moins chronophage, mais ses résultats seront moins précis que ceux d'un recensement car ils pourraient être affectés par des erreurs d'échantillonnage.

Figure 3.6 • Enquête vs recensement



Un élément clé dans la conception d'une enquête sur un échantillon de population est la bonne stratification de l'échantillon, afin que l'échantillon national soit représentatif. La taille de l'échantillon doit en outre être définie de manière pertinente : un échantillon trop grand n'apporte rien de plus aux résultats finaux. Un échantillon trop petit, quant à lui, ne fournit pas de résultats fiables. Une enquête

peut être administrée sous différentes formes et les données collectées de différentes manières, par exemple via des entretiens téléphoniques ou en face-à-face, via des questionnaires papier envoyés par courrier ou disponibles sur Internet. Il existe également des outils d'enquête plus sophistiqués, tels que les entretiens téléphoniques assistés par ordinateur et les entretiens personnels assistés par ordinateur. Dans tous les cas, la formation des enquêteurs joue un rôle essentiel pour l'obtention de résultats cohérents et impartiaux.

Les enquêtes sont généralement mises en œuvre de façon régulière, tous les trois ou quatre ans, afin d'assurer la continuité des résultats. À mesure que les enquêtes se répètent, les organisations deviennent généralement de plus en plus efficaces pour fournir les résultats.

Le Tableau 3.2 donne un aperçu synthétique des avantages et inconvénients des enquêtes. Bien entendu, les enquêtes, à elles seules, peuvent ne pas être suffisantes et devront peut-être être complétées par d'autres sources d'informations, comme les données administratives, les mesures directes ou les études de modélisation.

Tableau 3.2 • Avantages et inconvénients des enquêtes

Avantages	Inconvénients
• Relativement rentables, compte tenu du nombre d'informations recueillies • Possibilité de définir de manière <i>ad hoc</i> les éléments à collecter en fonction de la finalité de l'enquête • Représentativité/signification statistique • Dans l'ensemble, informations complètes et de bonne qualité	• Coût absolu potentiellement élevé • Chronophages • Un travail d'estimation supplémentaire peut être nécessaire (par exemple, pour extrapoler entre les années) • Risque de réponses incomplètes, de biais, d'erreurs d'échantillonnage • Formation du personnel nécessaire

Questions-réponses

Q3. Comment est-il possible d'utiliser les enquêtes existantes ?

Élargir le périmètre d'enquêtes existantes afin de recueillir des informations complémentaires pour les indicateurs d'efficacité énergétique peut représenter une bonne option, moins coûteuse que de concevoir une nouvelle enquête. Par exemple, des questions peuvent être ajoutées à une enquête nationale déjà existante sur les ménages, afin de recueillir des données sur la diffusion des appareils et leur type, les sources d'énergie utilisées et les tendances de la consommation énergétique des appareils.

Q4. Qu'est-ce qu'une enquête par panel ?

Les enquêtes par panel permettent une collecte de données basée sur un échantillon de personnes sélectionné, puis régulièrement interrogé dans le temps. Au fil du temps, les répondants se familiarisent avec les questions et prennent moins de temps pour y répondre. Les bases*

de données qui en résultent permettent généralement de mener des analyses quantitatives des changements sociaux et économiques. Ces enquêtes sont des instruments intéressants, à un coût relativement faible, si suffisamment de volontaires sont impliqués dans le projet.

Q5. Comment traiter des questions de confidentialité lors de la conception d'une enquête ?

Les questionnaires peuvent aborder des questions sensibles ou confidentielles, et la manière dont sont posées ces questions influencera les réponses données. Dès lors, les questionnaires doivent clairement indiquer de quelle manière les données confidentielles seront protégées, traitées et diffusées, afin de garantir que les personnes interrogées se sentent à l'aise et puissent apporter des réponses les plus objectives possibles.

* Voir, par exemple, le panel communautaire des ménages (PCM), disponible à l'adresse : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/microdata/echp>

Mesures.....

Les mesures directes sont la méthode la moins fréquemment utilisée pour collecter des données pour les indicateurs d'efficacité énergétique, principalement en raison de leur coût élevé – ce qui implique également que les échantillons sont généralement de petite taille et donc rarement représentatifs. Les principaux facteurs impactant le coût des campagnes de mesures sont le coût des équipements individuels et le coût de la main-d'œuvre nécessaire à leur mise en place et leur maintien en état de fonctionnement, et à la collecte des données. D'autres coûts, communs aux autres méthodes de collecte, sont à prévoir en lien avec la conception de l'échantillon, l'analyse des données et la communication des résultats. À l'avenir, la baisse du coût des équipements pourrait permettre aux initiatives de mesures de se développer.

Bien que basées sur des échantillons restreints, les campagnes de mesures peuvent apporter des informations importantes sur des tendances de consommation ; elles peuvent également être utilisées pour estimer la consommation des différents secteurs et utilisations finales en complément d'autres méthodes de collecte de données. Les mesures sur un échantillon restreint permettent de collecter des informations qui n'auraient pas pu être obtenues par ailleurs. Par exemple, les mesures directes peuvent permettre de suivre la consommation d'énergie des appareils ménagers ou les réglages de température dans les différentes pièces d'un foyer, la consommation d'électricité d'un système de ventilation de bâtiment, l'activité de circulation par type de véhicules sur un axe donné ou encore la consommation d'énergie et la durée de chaque trajet de transport, etc. Les mesures se faisant la plupart du temps grâce à des compteurs (compteurs kilométriques pour la distance parcourue, compteurs de consommation électrique, etc.), le terme « metering » est souvent utilisé en anglais.

Les campagnes de mesures, dans le secteur résidentiel par exemple, impliquent généralement l'installation de compteurs entre les prises électriques et les principaux

appareils électroménagers (machines à laver, lave-vaisselle, ordinateurs, téléviseurs), mais aussi les appareils d'éclairage, de cuisson, etc. Les mesures sont généralement effectuées sur une période relativement courte, de quelques semaines, bien que dans certains cas les équipements de mesure puissent être actifs pendant de plus longues périodes, jusqu'à un an. Lorsque l'utilisation des compteurs est aisée, les relevés peuvent être effectués directement par les ménages ; si cela n'est pas le cas, les données sont transmises à un centre de traitement.

Outre les problèmes évoqués ci-dessus, les campagnes de mesures peuvent également être perçues comme une forme d'espionnage, en particulier dans le secteur résidentiel, où le fait de mesurer la consommation de chaque appareil en temps réel peut être considéré comme une violation de la vie privée.

Les mesures sont souvent privilégiées pour les audits énergétiques (industrie, bâtiments, etc.) lorsqu'il est nécessaire de disposer d'informations précises plutôt que d'indicateurs d'efficacité. Seules des campagnes de mesures directes peuvent fournir des informations sur l'efficacité des différents équipements, la quantité d'énergie consommée en mode veille, la part de chaque utilisation finale dans la consommation totale d'énergie et la variation de la consommation globale au fil du temps. Ce type de données contribue à mieux informer les décideurs afin qu'ils puissent prévoir des mesures adaptées pour réduire la consommation d'énergie. Elles peuvent également appuyer des stratégies de gestion de la demande et, dans le secteur de l'électricité, permettre une planification plus rigoureuse de la capacité de production et de la puissance des systèmes de transmission et de distribution, en particulier dans les zones rurales. Les résultats des campagnes de mesures sont également utiles aux utilisateurs eux-mêmes afin de leur permettre de comprendre de quelle manière ils utilisent l'énergie et de les sensibiliser aux économies d'énergie potentielles pouvant résulter de changements de comportement.

Tableau 3.3 • Avantages et inconvénients des campagnes de mesures

Avantages	Inconvénients
• Fournissent des informations sur la consommation d'énergie réelle au niveau de l'utilisation finale ou de l'équipement • Grande précision des données collectées • Permettent d'éclairer les comportements réels • Peuvent être un complément essentiel à d'autres méthodes	• Coût élevé des équipements • Échantillon restreint du point de vue de la population et dans le temps/faible représentativité • Dysfonctionnement possible des équipements • Difficulté à trouver des volontaires

Modélisation

La modélisation fait partie intégrante du processus d'estimation de la consommation d'énergie dans les secteurs d'utilisation finale, qu'elle soit considérée seule ou en complément des résultats d'autres méthodes, par exemple ceux d'une enquête ou ceux provenant de données administratives. À partir de différentes données d'entrée et d'hypothèses, un modèle permet d'aboutir à un ensemble de données de sortie, telles que la consommation d'énergie ou les émissions de gaz à effet de serre au niveau d'un secteur ou d'un sous-secteur ; ou encore des données d'activité, telles que la diffusion d'un certain type d'appareils dans le secteur résidentiel. La modélisation

joue également un rôle essentiel dans la consolidation des séries chronologiques historiques concernant les utilisations finales et peut également être utilisée pour établir des projections et des scénarios énergétiques.

Les principales étapes du travail de modélisation sont l'établissement du cadre de la modélisation, la définition des hypothèses du modèle, la saisie des données, l'exécution du modèle, la validation des résultats à l'aune des données existantes et leur analyse. La qualité des données d'entrée et l'exactitude des hypothèses ont un impact important sur la qualité des résultats. Un grand nombre de pratiques nationales collectées par l'AIE souligne le problème de l'absence de données de bonne qualité dans les différents secteurs d'utilisation finale pour modéliser efficacement les tendances de la consommation d'énergie.

Dans la plupart des cas, les modèles utilisés pour les indicateurs d'efficacité énergétique sont des modèles ascendants, qui utilisent une approche statistique ou une approche d'ingénierie. Le terme ascendant signifie simplement que les données d'entrée du modèle sont désagrégées au niveau de la consommation finale. Les modèles d'ingénierie sont plus techniques et peuvent intégrer des informations technologiques, telles que le cycle de vie et les coûts, mais également prendre en compte l'évolution technologique. En l'absence de données suffisantes sur les utilisations finales, les modélisateurs ont plutôt tendance à utiliser l'approche descendante, qui se base sur des éléments macro et microéconomiques, ainsi que sur des études et recherches mettant en relation différentes variables, comme par exemple le revenu disponible, les dépenses des ménages et la consommation d'énergie. Il s'agit généralement de modèles et d'analyses économétriques fondés sur des régressions.

Les résultats des modèles doivent toujours être validés à l'aune des données nationales existantes, dans les bilans énergétiques ou les statistiques énergétiques nationales par exemple. Ainsi, la consommation d'énergie modélisée de tous les types de véhicules de transport de passagers et de marchandises doit correspondre à la consommation totale d'énergie des transports dans le bilan énergétique du pays.

La Figure 3.7 donne un exemple d'approche de modélisation ascendante pour le secteur des transports. Le modèle, basé sur des données sur la consommation d'énergie et l'activité issues de données administratives, d'enquêtes sur la mobilité ou de mesures, produit des estimations distinctes pour la consommation d'énergie du transport de passagers et la consommation du fret, après validation de la consommation totale du secteur par rapport au bilan énergétique du pays.

Le temps nécessaire pour élaborer et calibrer correctement un modèle peut varier selon sa complexité, mais également si le modèle est développé à partir d'un modèle existant ou non – auquel cas la phase de développement consiste uniquement en une mise à jour basée sur des hypothèses et des données personnalisées. En général, le coût de la modélisation dépend fortement du coût de la main-d'œuvre et, éventuellement, du coût des données nécessaires.

Figure 3.7 • Représentation schématique d'un modèle pour le transport : sources, résultats et validation

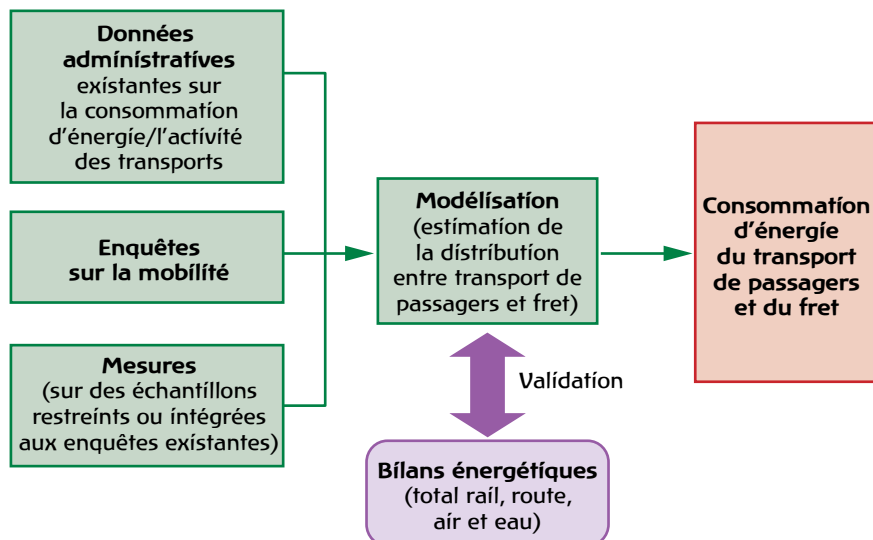


Tableau 3.4 • Avantages et inconvénients de la modélisation

Avantages	Inconvénients
• Rentable • Les modèles peuvent être conçus à des fins spécifiques • Permet de consolider des données issues de plusieurs sources • Permet d'estimer certaines variables ne pouvant pas être mesurées • Les résultats des estimations ascendantes peuvent être validés à l'aune des statistiques énergétiques nationales	• Dépend de la disponibilité des données d'entrée • Dépend de la qualité des données d'entrée • Dépend des hypothèses formulées • La transparence peut poser problème

Quelles données collecter pour le secteur résidentiel et comment le faire ?

1

Que représente le secteur résidentiel et que couvre-t-il ?

D'après les *Recommandations internationales des Nations Unies sur les statistiques énergétiques* (2013), un ménage est « un groupe de personnes qui partagent le même logement, qui mettent en commun une partie ou l'ensemble de leurs revenus et de leur richesse et qui consomment certains types de biens et services collectivement, principalement liés au logement et à la nourriture ». Le secteur résidentiel, également dénommé secteur des ménages, regroupe donc l'ensemble des ménages d'un pays. Dans un objectif de clarté et d'harmonisation avec la terminologie utilisée dans les bilans énergétiques, l'expression « secteur résidentiel » sera utilisée dans ce manuel.

Plus concrètement, en ce qui concerne la consommation d'énergie, le secteur résidentiel comprend toutes les activités consommatrices d'énergie (chauffage, cuisson, appareils, etc.) liées aux logements privés, dans lesquels réside au moins une personne. Un large éventail de logements sont concernés, des immeubles modernes à plusieurs étages situés au centre-ville des mégapoles, aux tentes de nomades au milieu du désert.

Il est important de noter que la consommation d'énergie liée aux transports personnels des ménages doit être déclarée dans le secteur des transports. Par conséquent, les déplacements quotidiens vers ou depuis le lieu travail ou tout autre lieu, en véhicules personnels ou en transports publics, doivent être pris en compte dans le secteur des transports et non dans le secteur résidentiel.

Questions-réponses :

Q1. Y a-t-il une différence entre logements et ménages ?

Un logement est ce que l'ONU désigne comme une « unité d'habitation », un lieu de résidence distinct et indépendant destiné à être habité par un seul ménage. Cependant, une unité d'habitation (donc un logement) peut être occupée par un ou plusieurs ménages. En matière de consommation d'énergie, il est plus facile de collecter les informations pour le logement dans son ensemble que pour chacun des ménages vivant dans la même unité d'habitation.

Q2. Que faut-il inclure dans le « nombre total de logements » ?

Nombre total de logements : comprend tous les logements du secteur résidentiel : résidences principales et secondaires, peu importe qu'elles soient occupées ou non. Les logements en construction sont néanmoins exclus.

Nombre total de logements occupés : seules les résidences principales sont comptabilisées ; les logements inoccupés et les résidences secondaires, tels que les maisons de vacances et les maisons de campagne, sont exclus.

Q3. Les logements vacants doivent-ils être pris en compte dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel ?

La part des logements vacants (résidences secondaires) au sein du nombre total de logements d'un pays doit, autant que faire se peut, être séparée. La prudence est notamment de mise lorsque les logements vacants représentent plus de 1 % du parc de logements existants, car ils peuvent alors avoir une incidence sur l'analyse de l'efficacité énergétique du parc de logements occupés. Dans les données relatives à l'activité, telles que la surface occupée, les paramètres de résidences principales et secondaires doivent autant que possible être distingués. Les logements vacants doivent alors être exclus.

Q4. Existe-t-il une différence entre logements et bâtiments ?

Oui ; dans le secteur résidentiel, un bâtiment peut se composer de plusieurs logements résidentiels dans lesquels habitent des ménages. Notons que la notion de « secteur du bâtiment », souvent utilisée par les analystes, comprend à la fois le secteur résidentiel et le secteur des services.

Q5. Qu'en est-il des bâtiments extérieurs, tels que les garages ou les hangars privés ?

Les données relatives au secteur résidentiel doivent inclure toutes les consommations d'énergie ayant lieu dans le périmètre des biens immobiliers. Toutes les activités liées aux habitations fixes sur une propriété doivent donc être prises en compte. Cela peut inclure un bâtiment externe servant de hangar ou de garage, d'atelier ou de dortoir.

Q6. Comment traiter les pièces utilisées en tant que bureaux dans les logements privés ?

Certaines personnes utilisent une partie de leur logement pour héberger une activité professionnelle : c'est le cas par exemple des médecins recevant des patients dans un cabinet situé à l'intérieur de leur logement ou des commerçants dont le magasin se situe au sein de leur habitation. Techniquement parlant, toute consommation d'énergie à des fins professionnelles devrait être exclue de la consommation résidentielle. Mais cela s'avère la plupart du temps complexe à mettre en œuvre car le logement ne dispose souvent que d'un seul compteur électrique ou d'un seul système de chauffage pour les deux activités. En fonction du poids relatif de la consommation professionnelle, la consommation du ménage devrait être réduite au prorata de la superficie ou de l'occupation respective.

2

Pourquoi le secteur résidentiel est-il important ?

Le secteur résidentiel représente environ un quart de la consommation finale totale (CFT) mondiale. Cette part est demeurée stable au cours des 35 dernières années et devrait rester à peu près au même niveau à l'avenir. Il ne s'agit toutefois que d'une moyenne mondiale et la part du secteur résidentiel varie considérablement d'un pays à l'autre en raison des conditions climatiques, de la disponibilité des ressources énergétiques, des infrastructures énergétiques, du niveau de revenu, de la structure économique du pays ainsi que d'autres circonstances et préférences nationales.

On peut distinguer deux cas extrêmes en ce qui concerne la part de la consommation d'énergie du secteur résidentiel dans la CFT : d'une part, les pays tropicaux en développement aux secteurs de l'industrie et des services limités et, d'autre part, les pays qui n'ont pas de besoins de chauffage et dont l'économie est basée sur un important secteur des services et/ou sur l'industrie. Le premier type de pays dépend principalement de la biomasse comme source d'énergie, notamment pour la cuisson ; dans ces pays, il est courant que la part du secteur résidentiel dans la CFT dépasse 75 %. En revanche, dans le second type de pays mentionné, la consommation d'énergie du secteur résidentiel peut représenter moins de 10 % de la CFT. Cet écart est représenté sur la Figure 4.2, qui montre la part du secteur résidentiel dans la CFT pour une sélection de pays. Ces estimations ont été réalisées à partir des statistiques énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et devraient être utilisées avec précaution comme une indication préliminaire du poids du secteur résidentiel par rapport aux autres secteurs dans ces pays, certains pays ayant des difficultés à distinguer la consommation du secteur résidentiel de celle des services pour plusieurs utilisations finales et sources d'énergie.

Si la part du secteur résidentiel dans la CFT varie considérablement d'un pays à l'autre, c'est également le cas des parts respectives des sources d'énergie consommées dans ce secteur. Globalement, le secteur résidentiel représente près d'un quart de la CFT mondiale, mais il consomme 74 % de la biomasse, 30 % du gaz naturel, 27 % de l'électricité et seulement 6 % du pétrole au niveau mondial (Figure 4.1).

Figure 4.1 • Part du secteur résidentiel dans la consommation finale totale mondiale de certaines sources d'énergie (2011)

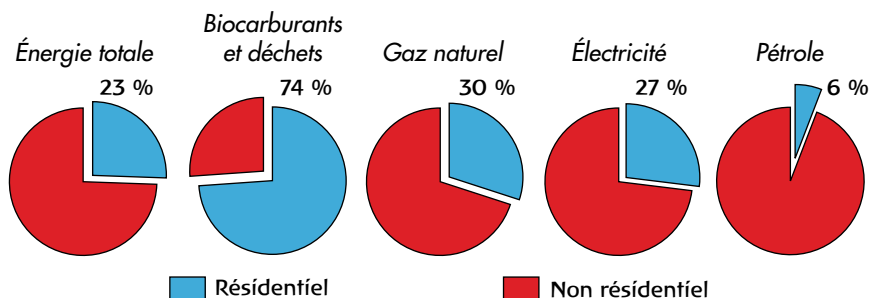
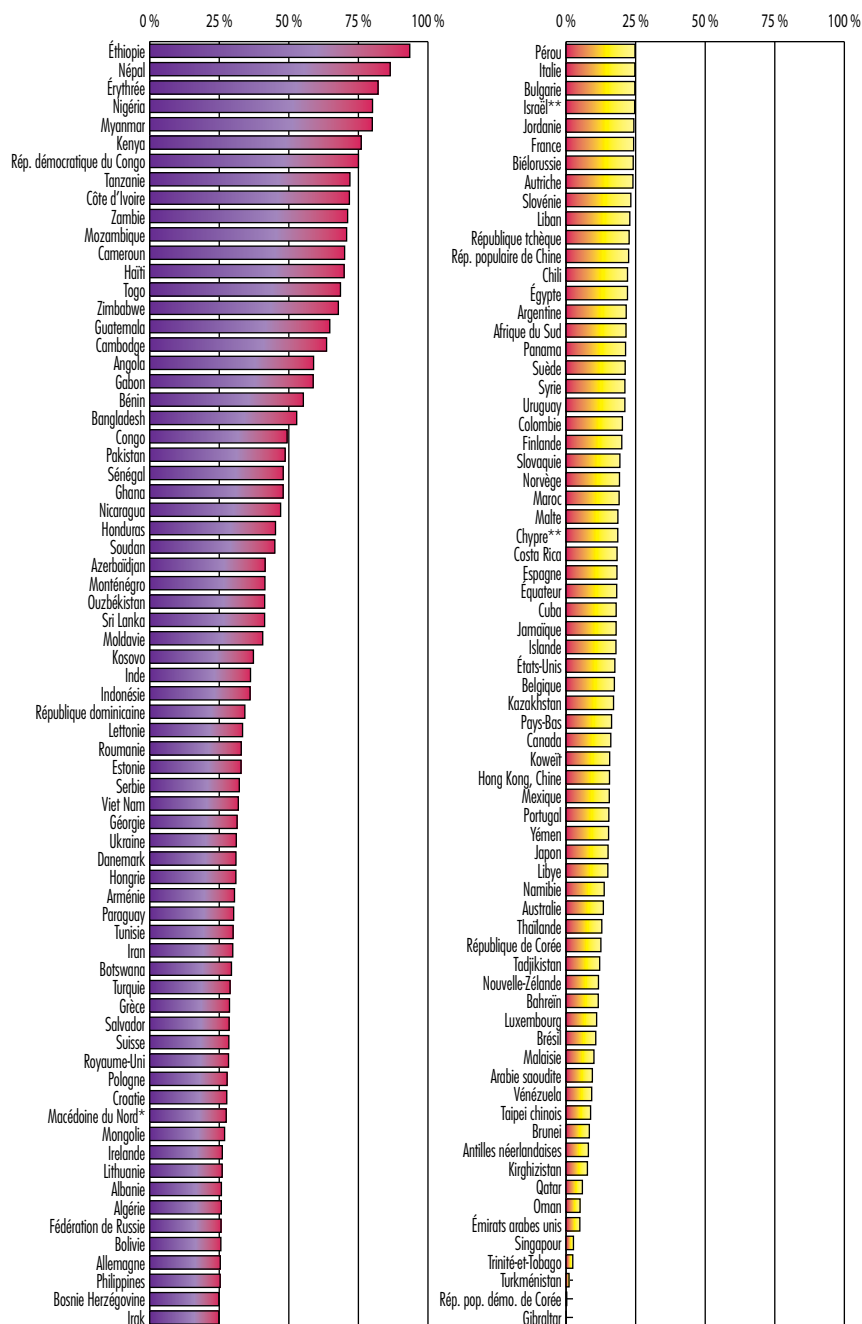


Figure 4.2 • Part du secteur résidentiel dans la consommation finale totale de certains pays (2011)



Note : sauf indication contraire, tous les tableaux et figures de ce chapitre proviennent de données et d'analyses de l'AIE.

* Ex-République yougoslave de Macédoine [maintenant Macédoine du Nord]. ** Voir l'annexe F.

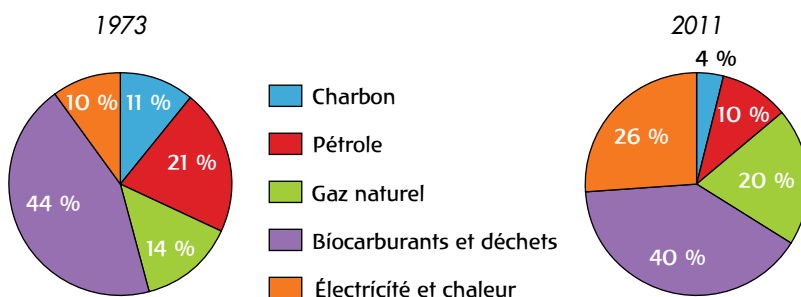
Ces moyennes ne sont évidemment pas représentatives pour l'ensemble des pays. Les ménages des pays tropicaux en développement dépendent par exemple de la biomasse pour plus de 90 % de leur consommation d'énergie, alors que la biomasse est rarement la source d'énergie principale dans les pays où des sources d'énergie diversifiées et plus modernes sont disponibles.

De même, la consommation d'électricité du secteur résidentiel représente la plupart du temps plus de 90 % de la CFT du secteur dans les pays où l'électricité est utilisée pour le chauffage et le refroidissement des locaux, la cuisson et le chauffage de l'eau, tandis que dans les pays où les taux d'électrification sont faibles la part de la consommation d'électricité est très limitée.

En 1973, les biocombustibles solides (principalement le bois de chauffage) représentaient une part importante (44 %) du mix énergétique mondial, suivis par les produits pétroliers (21 %), le gaz naturel (14 %), le charbon (11 %) et l'électricité (10 %). Depuis, la part de l'électricité s'est accrue de manière spectaculaire, atteignant 26 % du total en 2011 et ce, pour plusieurs raisons : programmes d'électrification massive, pénétration de l'électricité pour le chauffage des locaux et de l'eau et développement de l'utilisation des appareils électroménagers, petits et gros.

Sur cette période, la part du gaz naturel a également augmenté pour atteindre 20 %, tandis que les parts du pétrole et du charbon ont fortement baissé, jusqu'à 10 % et 4 % respectivement en 2011. Bien que la part des biocarburants soit encore, et de loin, la plus importante (40 %), elle a également diminué en termes relatifs (Figure 4.3).

Figure 4.3 • Part des différentes sources d'énergie dans la consommation d'énergie résidentielle mondiale



Dès lors, il est important que les décideurs reconnaissent à la fois le poids de la demande énergétique du secteur résidentiel dans un pays donné mais également les économies d'énergie potentielles qui pourraient être réalisées dans ce secteur. Ces économies d'énergie peuvent exercer une influence à la fois sur le commerce de l'énergie, la sécurité de l'approvisionnement, les ressources intérieures, le niveau de vie des ménages et les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, imposer des codes de construction stricts, éliminer progressivement les ampoules à incandescence, interdire les appareils qui ne respectent pas les normes d'efficacité minimales, subventionner certains équipements, appliquer des taxes sur des pratiques et des sources d'énergie particulières et encourager l'utilisation de poêles à bois plus efficaces sont des mesures pouvant avoir un impact majeur sur la consommation d'énergie globale.

Si le poids des décideurs est primordial dans la maîtrise de la consommation énergétique du secteur résidentiel, de nombreux autres acteurs ont également un rôle à jouer : les ménages eux-mêmes, en traduisant les signaux-prix par des actions et des changements de comportement, les fabricants, en proposant des appareils plus performants, les architectes, en concevant des bâtiments plus efficaces et les communautés locales, en évitant d'aggraver le processus de désertification par une surconsommation de la biomasse.

Questions-réponses :

Q7. La consommation d'énergie du secteur résidentiel figurant dans le bilan énergétique peut-elle différer de ce qui est déclaré pour les indicateurs d'efficacité énergétique ?

La première section, « Que représente le secteur résidentiel et que comprend-il ? », indique que les indicateurs d'efficacité énergétique sont généralement calculés sur la base des logements occupés. Dans un bilan énergétique, la consommation du secteur résidentiel prend en compte l'ensemble des logements. Il peut donc exister une différence entre les deux montants. D'autres différences peuvent en outre exister entre les deux ensembles de données, liées par exemple à la correction de température en fonction des degrés-jours de chauffe et de refroidissement.

3

Quelles sont les principales utilisations finales influençant la consommation du secteur ?

Les utilisations finales de l'énergie dans le secteur résidentiel peuvent être regroupées en six catégories principales : le chauffage des locaux, le refroidissement des locaux, le chauffage de l'eau, la cuisson, l'éclairage et les appareils. Chacune de ces utilisations est décrite brièvement ci-dessous, bien que cette liste et les descriptions associées ne soient en aucun cas exhaustives.

- **Chauffage des locaux** : le chauffage des locaux, pour le confort des occupants, peut être obtenu grâce à différents systèmes et combustibles. Les systèmes de chauffage peuvent être subdivisés en deux catégories : les systèmes de chauffage centraux et les systèmes de chauffage dédiés à des zones/pièces. Les systèmes de chauffage centraux permettent de chauffer l'ensemble du logement. Ils comprennent des systèmes à eau chaude et à vapeur avec radiateurs, le chauffage au sol ou mural, le chauffage collectif, les pompes à chaleur, etc. Les systèmes de chauffage dédiés peuvent être divisés en plusieurs catégories : radiateurs électriques autonomes, cheminées et poêles autonomes utilisant des produits pétroliers ou d'autres combustibles, tels que le charbon ou le bois. Il n'est pas rare que les ménages associent plusieurs systèmes de chauffage, par exemple des radiateurs électriques en complément de systèmes de chauffage

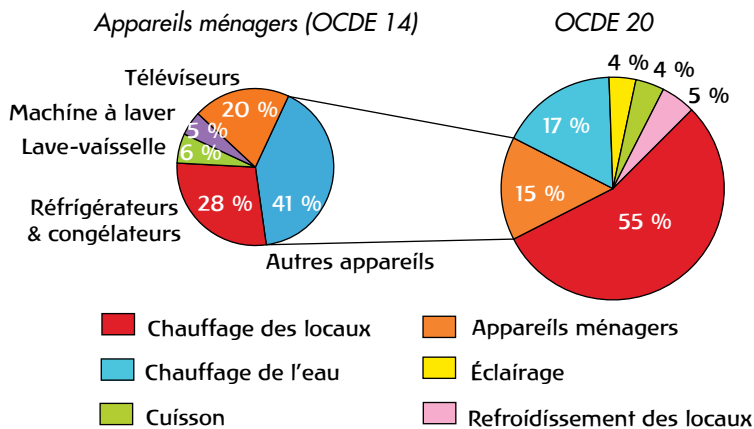
centraux insuffisants. Les systèmes de chauffage génèrent de la chaleur grâce à l'utilisation de différentes sources d'énergie : électricité, gaz naturel, charbon, mazout, gaz de pétrole liquéfié (GPL), kérosène, biomasse et énergie solaire active ou passive.

- **Refroidissement des locaux** : les équipements utilisés pour refroidir une surface habitable peuvent être divisés en deux grandes catégories : les systèmes de refroidissement centraux et les systèmes de refroidissement dédiés à des pièces. Les climatiseurs centraux alimentent un système de conduits pouvant également être utilisé par un système de chauffage central. Les climatiseurs muraux et les systèmes biblocs sont utilisés pour refroidir des pièces en particulier. Il existe d'autres systèmes de refroidissement, tels que les refroidisseurs par évaporation qui refroidissent l'air par évaporation de l'eau, des pompes à chaleur utilisées en mode inversé pour refroidir l'air et les systèmes de refroidissement collectif. La majorité des systèmes de refroidissement du secteur résidentiel fonctionnent exclusivement à l'électricité.
- **Chauffage de l'eau** : l'eau chaude est utilisée pour les douches, les bains, le lavage, etc. Un certain nombre de systèmes, avec ou sans réservoir, peuvent être utilisés pour chauffer l'eau. Le chauffage de l'eau peut être autonome ou lié au système de chauffage. Les principales sources d'énergie utilisées par les systèmes de chauffage de l'eau sont le gaz naturel, le GPL, l'électricité, la biomasse et, de plus en plus, l'énergie solaire thermique dans un nombre croissant de pays. Le chauffage de l'eau dans le secteur résidentiel peut aussi être dénommé eau chaude sanitaire.
- **Éclairage** : l'éclairage intérieur ou extérieur des logements est principalement alimenté par l'électricité. Les ampoules à incandescence, qui existent depuis plus d'un siècle, sont progressivement remplacées par des appareils plus efficaces, par exemple des tubes fluorescents, des lampes fluorescentes compactes et des LED (diodes électroluminescentes). De plus en plus de pays adoptent des réglementations afin d'éliminer l'utilisation des ampoules à incandescence. Les ménages qui n'ont pas accès à l'électricité continuent d'avoir recours à des formes d'éclairage traditionnelles, telles que les lampes au kérosène et au GPL, voire les bougies et les lampes de poche. Les applications solaires hors réseau pour l'éclairage pourraient en outre gagner en importance à l'avenir.
- **Cuisson** : la cuisson des aliments pour les repas peut se faire en utilisant différents types de foyers, des cuisinières à induction modernes aux foyers traditionnels à trois pierres. Différentes sources d'énergie sont utilisées pour la cuisson : gaz naturel, électricité, biomasse, GPL, kérosène et charbon. Les fours sont également inclus dans la consommation d'énergie pour la cuisson. En revanche, il sera plus facile de déclarer la consommation des appareils comme les grille-pain et les fours à micro-ondes dans la catégorie des appareils, en raison de la difficulté à isoler leurs consommations respectives.
- **Appareils** : les appareils comprennent deux catégories principales : les gros appareils (parfois appelés articles blancs ou appareils électroménagers) et les autres appareils (généralement beaucoup plus petits). Les gros appareils électroménagers comprennent principalement les réfrigérateurs, les congélateurs, les machines à laver, les sèche-linge et les lave-vaisselle. La catégorie « Autres » rassemble une vaste gamme d'appareils, des équipements électroniques tels que les téléviseurs, les ordinateurs et les équipements audio et vidéo aux aspirateurs, fours à micro-ondes et fers à repasser. Presque tous les appareils fonctionnent à l'électricité.

La part respective, en termes absolus ou relatifs, de la consommation d'énergie de chaque utilisation finale dépend des contextes et des préférences propres à chaque pays. Dans les pays à climat froid, le chauffage peut représenter une part importante de la consommation totale, tandis que dans les pays tropicaux en développement, où la biomasse est abondante et le taux d'électrification faible, la cuisson peut représenter la majeure partie de la demande énergétique totale.

Du fait du manque de données sur la consommation finale dans de nombreux pays, il n'est pas possible, à ce stade, de donner un pourcentage moyen représentatif de chaque utilisation finale dans la consommation d'énergie mondiale. Même si elle est loin d'être représentative de l'ensemble du monde, la Figure 4.4 donne néanmoins la répartition de la consommation résidentielle par catégorie d'utilisations finales pour 20 pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) pour lesquels les données sur la consommation finale sont disponibles. Dans cet échantillon de pays, le chauffage représente environ la moitié de la consommation résidentielle, suivi par l'eau chaude sanitaire et les appareils ménagers.

Figure 4.4 • Distribution de la consommation résidentielle par utilisation finale dans une sélection de 20 pays de l'OCDE (2010)



Note : la répartition par types d'appareil est disponible uniquement pour 14 pays.

Il est intéressant de constater que si les gros appareils électroménagers représentaient auparavant la majeure partie de la consommation globale des appareils ménagers, les « autres appareils » représentent désormais la plus grande part de la consommation d'énergie des appareils ménagers dans les pays de l'OCDE. Cela s'explique principalement par le développement spectaculaire des équipements audio-vidéo et informatiques, des autres appareils électroniques et des petits appareils de cuisine, ainsi que par l'amélioration de l'efficacité énergétique des gros appareils.

À titre de comparaison, une étude du Conseil mondial des affaires pour le développement durable (WBCSD, 2009) donne des chiffres intéressants sur la répartition des utilisations finales en République populaire de Chine et en Inde. Selon cette étude, le chauffage des locaux représente en Chine 33 % de la

consommation du secteur résidentiel, suivi par l'éclairage et les appareils ménagers, qui représentaient ensemble 30 %, le chauffage de l'eau (25 %) et la cuisson (12 %). En Inde, la cuisson est la principale utilisation finale (63 %), suivie par l'éclairage et les appareils ménagers (20 %), le chauffage de l'eau (10 %) et le refroidissement des locaux (7 %).

Questions-réponses :

Q8. Comment prendre en compte les équipements spécifiques, tels que les tondeuses à gazon, les souffleuses à neige, etc. ?

Un grand nombre d'équipements spécifiques sont utilisés par les ménages dans leurs logements et s'avèrent parfois difficiles à classer parmi les utilisations finales principales énumérées précédemment. C'est le cas, par exemple, des souffleuses à neige, des tondeuses à gazon, des chauffages extérieurs et de bien d'autres équipements inclus dans la catégorie « Autres utilisations de l'énergie » de la Figure 4.4 sur la répartition du secteur résidentiel. Ces usages sont généralement spécifiques à certains types de logements (avec jardins) ou à certaines régions (temps froid ou chaud). Par conséquent, et pour permettre les comparaisons entre catégories et régions, ces consommations spécifiques ne doivent pas être comptabilisées dans les utilisations finales principales. Pour des comparaisons détaillées, il est néanmoins possible d'inclure ce niveau de détail lors de l'élaboration des indicateurs.

Q9. Où doit-on reporter les ventilateurs ?

Les ventilateurs sont souvent utilisés, sinon pour refroidir un logement, au moins pour donner une sensation d'air plus frais. Dans certains logements, les ventilateurs, en particulier les ventilateurs de plafond, sont le seul moyen de « rafraîchir » l'air intérieur. Une question se pose dès lors : faut-il les inclure dans le refroidissement des locaux ou dans la catégorie des appareils, en tant qu'élément de ventilation ? Dans la plupart des cas, ils doivent être inclus dans la catégorie des petits appareils et non dans le refroidissement.

Q10. Faut-il inclure le chauffage de l'eau des piscines dans le chauffage de l'eau ?

Comme pour les équipements spécifiques, et compte tenu du nombre généralement faible de piscines dans le secteur résidentiel, la consommation d'énergie nécessaire pour chauffer l'eau des piscines doit être exclue de la consommation d'énergie totale liée au chauffage de l'eau. Cela s'applique également à d'autres types d'équipements, tels que les saunas ou les jacuzzis.

Q11. Dans quelle catégorie inclure les cuiseurs à riz (ou autres équipements similaires), largement utilisés pour la cuisson dans certaines régions ?

Lorsqu'un type d'équipements spécifique représente une part importante de la consommation d'énergie pour la cuisson, comme c'est le cas des cuiseurs à riz dans certaines régions, la consommation de ces équipements doit être déclarée dans la consommation globale d'énergie liée à la cuisson.

Q12. Dans quelle catégorie inclure l'électricité utilisée pour charger les batteries des voitures électriques ?

La consommation d'énergie liée aux transports personnels des ménages, y compris celle des voitures électriques, doit être reportée dans le secteur des transports et non dans le secteur résidentiel.

4

Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ?

En fonction de la disponibilité des données, des indicateurs extrêmement désagrégés pourront être élaborés ou, au contraire, le niveau considéré sera trop agrégé pour être significatif en ce qui concerne l'analyse de l'efficacité énergétique.

Les indicateurs les plus agrégés comprennent, par exemple, la part de la consommation résidentielle dans la CFT, ou la consommation résidentielle globale par habitant, par logement ou par unité de surface au sol. Si ces indicateurs permettent des comparaisons très approximatives (et souvent trompeuses) entre les pays et dans le temps, ils ne peuvent être considérés comme des indicateurs d'efficacité énergétique en tant que tels.

Certains indicateurs agrégés peuvent également être utilisés à des fins spécifiques. Par exemple, le taux d'électrification des ménages dans un pays (total ou réparti entre zones urbaines et rurales) peut être utilisé pour nourrir les études sur les programmes d'électrification. Ou encore, le pourcentage de ménages urbains et ruraux dépendant principalement de la biomasse peut être utilisé pour évaluer la pauvreté énergétique ou mesurer l'impact sur l'environnement local. Mais, là encore, ces indicateurs ne peuvent être considérés comme des indicateurs d'efficacité énergétique en tant que tels. De véritables indicateurs d'efficacité énergétique nécessitent des données sur l'énergie et sur l'activité plus précises pour être significatifs, comme décrit dans les paragraphes suivants, consacrés chacun à l'une des six utilisations finales principales identifiées précédemment.

Pour chaque utilisation finale, les indicateurs sont définis selon une approche pyramidale, en partant du niveau agrégé (par exemple, la part du chauffage des locaux dans la consommation totale des ménages) vers des indicateurs désagrégés (par exemple, la consommation du chauffage des locaux par type de systèmes

de chauffage, par logement ou par unité de surface au sol). Plus le niveau de la pyramide est « large », plus le niveau de détails nécessaire augmente. Trois niveaux sont utilisés dans cette approche pyramidale, le niveau 1 étant le plus agrégé et le niveau 3 le plus désagrégé. De plus, par souci de simplification, des noms de code courts à trois caractères sont associés à chaque indicateur, afin d'identifier l'utilisation finale et le niveau de l'indicateur.

Les indicateurs commençant par un H concernent le chauffage (*Heating*), par un C le refroidissement (*Cooling*), par un W le chauffage de l'eau (*Water heating*), par un L l'éclairage (*Lighting*), par un K la cuisson (*cooKing*) et par un A les appareils (*Appliances*). Le nombre qui suit concerne le niveau de désagrégation, 1 étant le niveau le plus agrégé et 3 le niveau le plus désagrégé. La fonction principale du troisième caractère, une lettre, est de différencier les indicateurs de même niveau pour la même utilisation finale. À titre d'exemple, l'indicateur (L2a) est un indicateur de deuxième niveau pour l'éclairage (*Lighting*) (dans ce cas particulier, la consommation d'éclairage par habitant).

Une septième pyramide, présentée en premier dans la section suivante, est également proposée afin de regrouper les indicateurs les plus agrégés. Comme mentionné précédemment, ces indicateurs ne correspondent pas toujours à des indicateurs d'efficacité énergétique en tant que tels mais, faute de données détaillées, ils sont souvent les seuls pouvant être élaborés. Ils constituent un premier pas vers des indicateurs plus détaillés et plus significatifs. Ces indicateurs commencent par la lettre R (Résidentiel) et suivent la même classification à trois niveaux que pour les six utilisations finales du secteur.

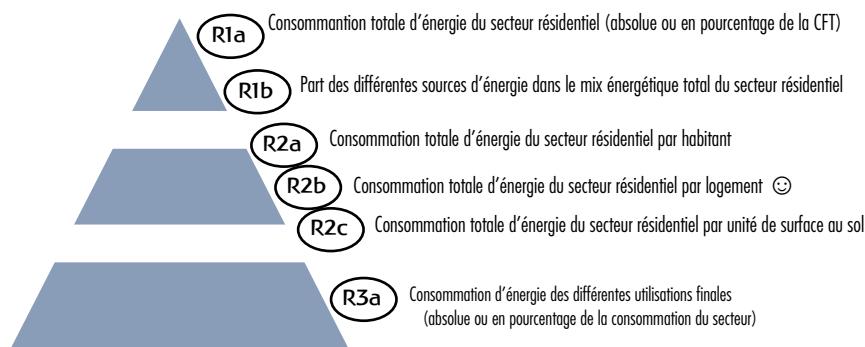
Pour chaque utilisation finale, l'un des indicateurs proposés est signalé par un émoticône souriant (☺), ce qui signifie que cet indicateur est l'indicateur recommandé pour cette utilisation finale.

Secteur résidentiel global.....

Dans la plupart des pays, la consommation des différents secteurs est synthétisée dans un bilan énergétique, de sorte que la consommation totale d'énergie de chaque secteur est souvent connue, y compris celle du secteur résidentiel. En outre, les données administratives de base, comme celles issues des recensements, peuvent fournir des informations utiles sur les données d'activité de base pour le secteur résidentiel : population, nombre de logements, etc. La consommation d'énergie du secteur résidentiel et les données d'activité de base constituent un bon point de départ pour élaborer les indicateurs agrégés de premier et de second niveau, pour le secteur résidentiel.

L'indicateur le plus simple, au niveau 1, est la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la CFT (R1a). La part du secteur résidentiel dans la CFT est utile afin d'apprécier le poids du secteur dans la demande énergétique, comme indiqué dans la section 2 « Pourquoi le secteur résidentiel est-il important ? ». Le second indicateur du niveau 1 concerne la part des différentes sources d'énergie dans le mix énergétique du secteur résidentiel (R1b). Ces deux indicateurs ne doivent pas être considérés comme des indicateurs d'efficacité mais, dans la mesure où ils sont parfois les seuls disponibles, ils peuvent être utilisés pour évaluer la politique énergétique sectorielle.

Figure 4.5 • Pyramide d'indicateurs pour le secteur résidentiel*



* N.B. : cette désagrégation s'applique à l'ensemble du secteur, ainsi qu'à chaque type de logements (par exemple, maisons individuelles, maisons mitoyennes, etc.).

Le second niveau d'indicateurs introduit des ratios entre la consommation totale d'énergie et certaines données d'activité de base : population totale (R2a), nombre total de logements (R2b) et, si l'information est disponible, surface au sol totale (R2c). La consommation totale d'énergie du secteur résidentiel par logement est l'indicateur que nous recommandons pour le secteur.

Le troisième niveau d'indicateurs concerne la répartition de la consommation totale du secteur résidentiel par utilisations finales, en termes absolus ou en pourcentage (R3a). Cet indicateur est intéressant car il montre quelles utilisations finales sont les plus importantes dans la consommation du secteur.

Certains pays vont encore plus loin dans la désagrégation des indicateurs pour le secteur résidentiel, en intégrant par exemple des indicateurs basés sur l'année de construction des logements ou sur les revenus des ménages. Cependant, par souci de simplification, ces indicateurs n'ont pas été pris en compte dans ce manuel.

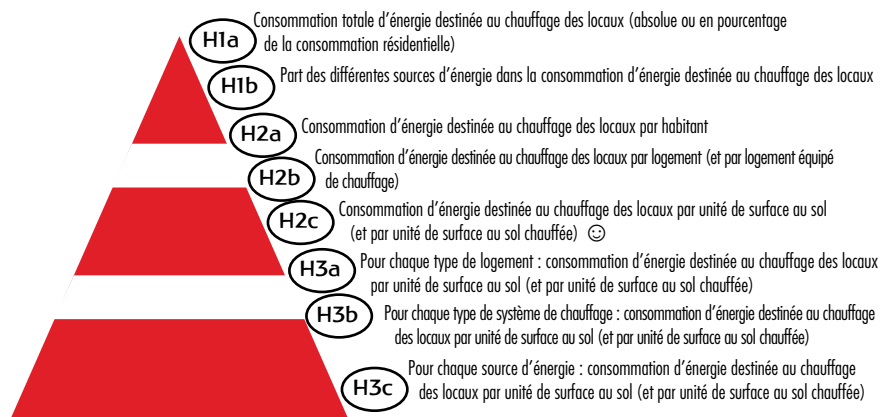
Chauffage des locaux.....

Plusieurs indicateurs peuvent être élaborés pour le chauffage des locaux, en fonction de la disponibilité des données et de la finalité des indicateurs.

L'indicateur le plus simple, de niveau 1, est la consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux dans le pays, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation du secteur (H1a). Il ne s'agit pas vraiment d'un indicateur d'efficacité énergétique, mais il donne une première indication du poids absolu et relatif du chauffage des locaux dans la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel, et peut permettre de mettre en avant la nécessité d'accorder une attention particulière au chauffage des locaux pour réaliser des économies d'énergie.

Le deuxième indicateur de niveau 1 pouvant être utilisé concerne la part des différents combustibles dans le mix énergétique du chauffage des locaux dans le secteur résidentiel (H1b). Comme pour le premier indicateur, il ne s'agit pas d'un indicateur d'efficacité, mais il peut être utilisé pour évaluer la politique énergétique du secteur.

Figure 4.6 • Pyramide d'indicateurs pour le chauffage des locaux dans le secteur résidentiel



Le deuxième niveau d'indicateurs comprend la consommation de chauffage par habitant (H2a), par logement (H2b) et par unité de surface au sol (H2c). Lorsqu'un nombre important de logements ne sont pas chauffés, les indicateurs (H2b) et (H2c) ne sont pas suffisamment significatifs et il est alors recommandé d'élaborer des indicateurs similaires par logement chauffé et par unité de surface au sol chauffée. L'indicateur recommandé pour le chauffage des locaux est la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité de surface au sol chauffée.

L'indicateur (H2c) peut en outre être désagrégé au troisième niveau par type de logement (H3a), par type de système de chauffage (H3b) et/ou par source d'énergie (H3c).

Des indicateurs supplémentaires, prenant en compte le volume et non la surface, les pertes thermiques, l'efficacité du système de chauffage (avec l'introduction de la notion d'énergie utile), peuvent également s'avérer utiles dans certains cas spécifiques, comme lors d'audits thermiques des bâtiments. Cependant, comme la plupart d'entre eux concernent plus le domaine de l'audit des bâtiments que les indicateurs d'efficacité énergétique, ils ne sont pas pris en compte dans ce manuel.

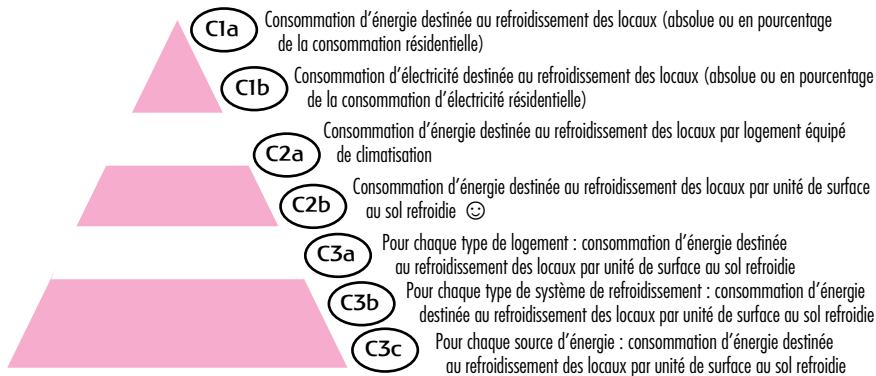
N.B. : quel que soit le niveau considéré pour les indicateurs, il est recommandé de corriger la consommation de chauffage en y intégrant des données relatives aux variations de température annuelles, afin de pouvoir comparer la situation pour différentes années. La meilleure façon de procéder consiste à utiliser les degrés-jours de chauffe (DJC), comme expliqué à l'annexe C.

Refroidissement des locaux.....

Avec le développement de la climatisation dans les maisons et les appartements au cours de la décennie passée, disposer d'indicateurs d'efficacité énergétique relatifs au refroidissement des locaux devient de plus en plus important. Ils sont cependant plus complexes à élaborer que les indicateurs liés au chauffage, en raison : a) du faible nombre de maisons équipées de systèmes de refroidissement, b) du fait que seules quelques pièces sont refroidies et non la surface totale du logement, c) de

la difficulté à isoler la consommation d'électricité destinée au refroidissement de la consommation totale d'électricité et d) de l'utilisation intermittente du refroidissement pendant les jours et les nuits.

Figure 4.7 • Pyramide d'indicateurs pour le refroidissement des locaux dans le secteur résidentiel



Les indicateurs pour la consommation d'énergie liée au refroidissement des locaux suivent une structure similaire à celle du chauffage des locaux. L'indicateur de plus haut niveau est la consommation d'énergie totale destinée au refroidissement des locaux dans le pays, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation du secteur (C1a). Les mêmes réserves s'appliquent à (C1a) qu'à (H1a) en ce qui concerne la significativité, bien qu'il puisse être utile d'évaluer la pénétration du refroidissement des locaux dans le secteur résidentiel d'un pays. En outre, l'électricité étant de loin la principale source d'énergie utilisée pour le refroidissement, la consommation électrique totale destinée au refroidissement (exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale d'électricité) est également un indicateur significatif (C1b).

Bien que la consommation d'énergie destinée au refroidissement par logement soit parfois utilisée en guise d'indicateur, elle n'a pas été retenue dans cette pyramide car le nombre de logements ne disposant d'aucun système de refroidissement est souvent bien supérieur au nombre de ceux qui en sont équipés, ce qui rend cet indicateur peu utile. En conséquence, les deux indicateurs de niveau 2 retenus sont la consommation d'énergie destinée au refroidissement par logement équipé de systèmes de refroidissement (C2a) ou, mieux encore, la consommation d'énergie destinée au refroidissement par unité de surface au sol refroidie (C2b). La consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de surface au sol refroidie est l'indicateur recommandé pour le refroidissement des locaux.

Nous proposons également trois indicateurs de troisième niveau : la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de surface au sol (ou par unité de surface au sol refroidie) par type de logement (C3a), par type de système de refroidissement (C3b) et par source d'énergie (C3c). L'indicateur (C3c) n'est mentionné que dans la perspective d'une utilisation future, car la plupart des systèmes de refroidissement fonctionnent actuellement à l'électricité. Cependant, la pénétration

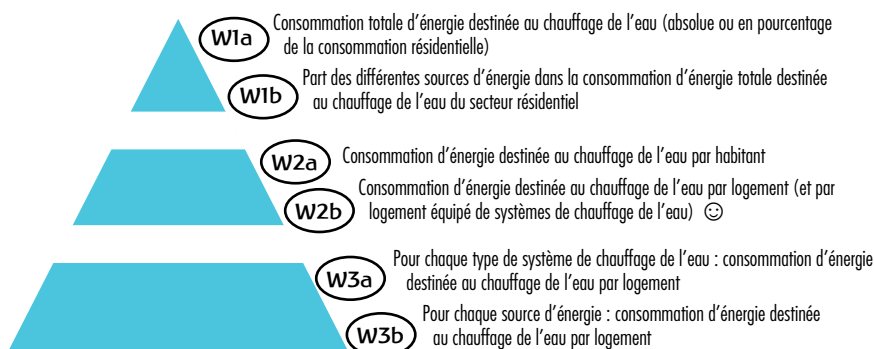
des systèmes à gaz, du refroidissement solaire ou encore du refroidissement collectif (comme dans le secteur des services) est envisageable dans un avenir proche.

N.B. : tout comme il est nécessaire d'appliquer des DJC à l'énergie consommée pour le chauffage des locaux, il est recommandé d'avoir recours aux degrés-jours de refroidissement (DJR) pour lisser les tendances de la consommation d'énergie destinée au refroidissement dans le temps, c'est-à-dire pour réduire l'effet des variations météorologiques.

Chauffage de l'eau

Comme pour le chauffage des locaux (et avec les mêmes précautions), les indicateurs de premier niveau pour le chauffage de l'eau concernent la consommation totale d'énergie destinée à cette utilisation finale (W1a) et la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale destinée au chauffage de l'eau (W1b).

Figure 4.8 • Pyramide d'indicateurs pour le chauffage de l'eau dans le secteur résidentiel



Le niveau intermédiaire de la pyramide comporte deux indicateurs : la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par habitant (W2a) et par logement (et par logement équipé de système de chauffage de l'eau) (W2b). L'indicateur recommandé pour le chauffage de l'eau est la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par logement (W2b).

Les indicateurs de troisième niveau comprennent la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par logement pour chaque type de système de chauffage de l'eau (W3a) et pour chaque source d'énergie (W3b).

Éclairage

Les indicateurs de premier niveau sont similaires à ceux utilisés pour le refroidissement des locaux : la consommation totale d'énergie du secteur destinée à l'éclairage, en termes absolus ou relatifs (L1a) et, du fait de l'importance de l'électricité pour l'éclairage, la consommation d'électricité destinée à l'éclairage, également exprimée en termes absolus ou relatifs (L1b).

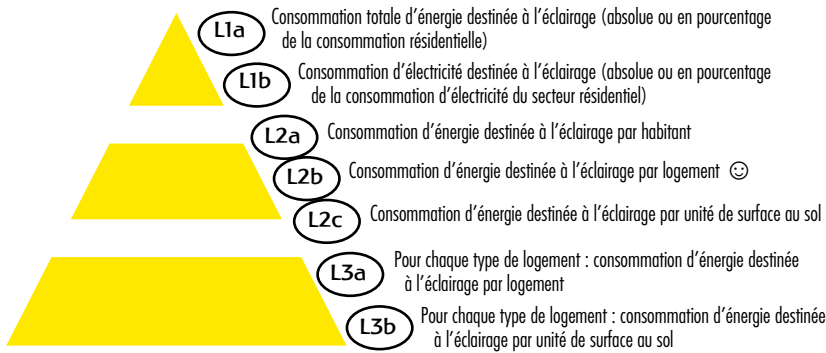
La consommation totale peut ensuite être décomposée en trois indicateurs de niveau 2 : la consommation d'énergie destinée à l'éclairage par habitant (L2a), par

logement (L2b) et par unité de surface au sol (L2c). L'indicateur recommandé pour l'éclairage est la consommation d'énergie destinée à l'éclairage par logement occupé.

Lorsque des données relatives aux types de logements sont disponibles, des indicateurs de troisième niveau peuvent en outre être élaborés pour chaque type de logements, comprenant la consommation d'énergie destinée à l'éclairage par logement (L3a) ou par unité de surface au sol (L3b).

Des indicateurs plus détaillés pourraient par ailleurs permettre d'établir une distinction entre les différentes technologies d'éclairage, mais ils sont rarement utilisés en raison du manque de données disponibles. Ils ne sont donc pas inclus dans ce manuel.

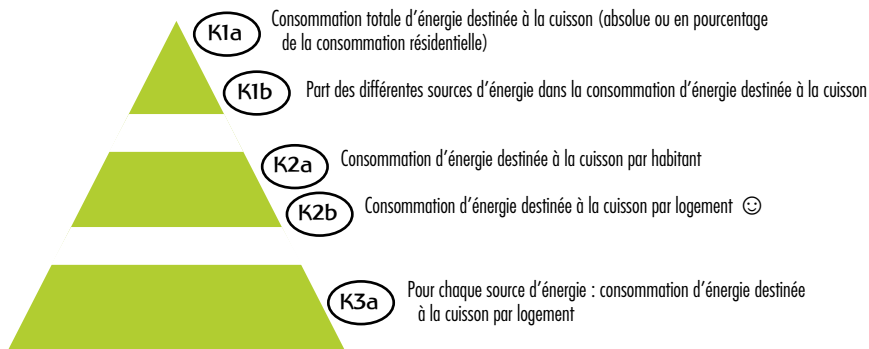
Figure 4.9 • Pyramide d'indicateurs pour l'éclairage dans le secteur résidentiel



Cuisson

Bien que de nombreux indicateurs puissent être élaborés et utilisés pour analyser l'énergie utilisée pour la cuisson, seuls cinq indicateurs ont été retenus dans ce manuel. Les deux premiers, de niveau 1, sont la consommation totale d'énergie destinée à la cuisson, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation du secteur (K1a), et la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale d'énergie destinée à la cuisson (K1b). Les réserves formulées précédemment pour les autres utilisations finales s'appliquent également à ces indicateurs.

Figure 4.10 • Pyramide d'indicateurs pour la cuisson dans le secteur résidentiel



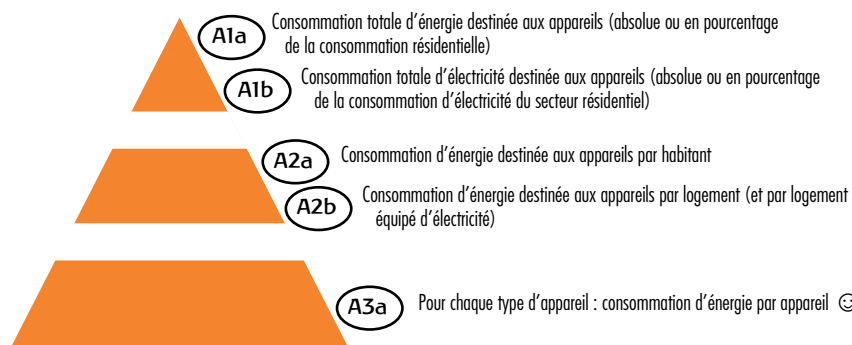
Au niveau 2, deux indicateurs simples indiquent la consommation moyenne d'énergie destinée à la cuisson par habitant (K2a) et par logement (K2b). La consommation d'énergie destinée à la cuisson par logement est l'indicateur recommandé pour la cuisson. L'indicateur de niveau 3 proposé est proche de cet indicateur recommandé, mais ventilé par source d'énergie (K3a) : par exemple, la consommation totale d'électricité destinée à la cuisson divisée par le nombre de logements utilisant l'électricité pour la cuisson.

D'autres indicateurs intéressants pourraient être utilisés, en particulier dans les pays où la surconsommation de bois-énergie pourrait entraîner un processus de désertification. Par exemple, le pourcentage de ménages utilisant du bois-énergie ou du charbon de bois pour cuisiner en zones rurales et/ou urbaines ou encore le taux de pénétration de certaines formes d'énergie dans le mix énergétique utilisé pour la cuisson dans les villes ou les villages.

Appareils

Au sommet de la pyramide, deux indicateurs s'appliquent à l'ensemble des appareils : le premier indique la consommation totale d'énergie destinée aux appareils, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel (A1a) ; le second, comme pour le refroidissement et l'éclairage, concerne la consommation d'électricité destinée aux appareils, car l'électricité est quasiment la seule source d'énergie utilisée pour les appareils ménagers (A1b). Bien que d'autres sources d'énergie puissent être utilisées pour le fonctionnement des appareils ménagers, elles sont encore marginales. Les indicateurs présentés ici peuvent également être élaborés pour chaque type d'appareils, grands ou petits, d'un ménage (par exemple, la consommation totale d'énergie des réfrigérateurs, des téléviseurs, etc.).

Figure 4.11 • Pyramide d'indicateurs pour les appareils dans le secteur résidentiel



Le niveau intermédiaire donne une répartition plus détaillée de la consommation d'énergie moyenne du pays pour l'ensemble des appareils (ou pour chaque type d'appareil) par habitant (A2a) et par logement (A2b) (et par logement équipé d'électricité).

Le niveau le plus désagrégé comporte la consommation d'énergie moyenne par appareil pour chaque type d'appareil (A3a). Dans le cas des réfrigérateurs, il s'agit par exemple de la consommation moyenne d'un réfrigérateur sur un an, soit la consommation d'énergie totale des réfrigérateurs du pays, divisée par le

nombre de réfrigérateurs. Ce type d'indicateurs permet de faciliter l'identification des opportunités d'amélioration de l'efficacité du parc d'appareils existant. La consommation d'énergie par appareil est l'indicateur recommandé pour les appareils.

Le Tableau 4.1 synthétise les principaux indicateurs utilisés pour le secteur résidentiel, à l'exclusion des indicateurs de niveau 1 qui ne sont pas des indicateurs réels de l'efficacité énergétique ni même de l'intensité énergétique ; ils permettent uniquement de déterminer l'importance absolue ou relative d'une utilisation finale dans le mix sectoriel ou le mix énergétique total.

Tableau 4.1 • Synthèse des indicateurs les plus courants pour le secteur résidentiel

Indicateur	Périmètre	Données énergétiques	Données d'activité	Code	Recommandé
Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par habitant	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux	Population totale	H2a	
Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par logement	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux	Nombre total de logements	H2b	
Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité de surface au sol (et par unité de surface au sol chauffée)	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux	Surface au sol totale	H2c	☺
	Par type de logement	Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux des logements de type A	Surface au sol des logements de type A	H3a	
	Par système de chauffage	Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux des logements équipés de systèmes de chauffage α	Surface au sol des logements équipés de systèmes de chauffage α	H3b	
	Par source d'énergie	Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux des logements utilisant la source d'énergie Z	Surface au sol des logements utilisant la source d'énergie Z	H3c	
Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par logement équipé de système de refroidissement	Global	Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux	Nombre total de logements équipés de systèmes de refroidissement	C2a	
Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de surface au sol des logements équipés de systèmes de refroidissement	Global	Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux	Surface au sol totale refroidie	C2b	☺
	Par type de logement	Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux des logements de type A	Surface au sol refroidie des logements de type A équipés de systèmes de refroidissement	C3a	
	Par type de système de refroidissement	Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux des logements équipés de systèmes de refroidissement α	Surface au sol refroidie des logements équipés de systèmes de refroidissement α	C3b	
	Par source d'énergie	Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux des logements équipés de systèmes de refroidissement utilisant la source d'énergie Z	Surface au sol refroidie des logements équipés de systèmes de refroidissement utilisant la source d'énergie Z	C3c	

Indicateur	Périmètre	Données énergétiques	Données d'activité	Code	Recommandé
Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par habitant	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau	Population totale	W2a	
Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par logement	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau	Nombre total de logements	W2b	☺
	Par type de système de chauffage de l'eau	Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau des logements équipés de systèmes de chauffage de l'eau α	Nombre total de logements équipés de systèmes de chauffage de l'eau α	W3a	
	Par source d'énergie	Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau des logements équipés de systèmes de chauffage de l'eau utilisant la source d'énergie Z	Nombre total de logements équipés de systèmes utilisant la source d'énergie Z	W3b	
Consommation d'énergie destinée à l'éclairage par habitant	Global	Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage	Population totale	L2a	
Consommation d'énergie destinée à l'éclairage par logement	Global	Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage	Nombre total de logements	L2b	☺
	Par type de logement	Consommation d'énergie destinée à l'éclairage des logements de type A	Nombre de logements de type A	L3a	
Consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité de surface au sol	Global	Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage	Surface au sol totale	L2c	
	Par type de logement	Consommation d'énergie destinée à l'éclairage des logements de type A	Surface au sol totale des logements de type A	L3b	
Consommation d'énergie destinée à la cuisson par habitant	Global	Consommation totale d'énergie destinée à la cuisson	Population totale	K2a	
Consommation d'énergie destinée à la cuisson par logement	Global	Consommation totale d'énergie destinée à la cuisson	Nombre total de logements	K2b	☺
	Par source d'énergie	Consommation d'énergie destinée à la cuisson utilisant la source d'énergie de cuisson Z	Nombre de logements utilisant la source d'énergie de cuisson Z	K3a	
Consommation d'énergie destinée aux appareils par habitant	Global	Consommation totale d'énergie destinée aux appareils	Population totale	A2a	
Consommation d'énergie destinée aux appareils par logement	Global	Consommation totale d'énergie destinée aux appareils	Nombre total de logements	A2b	
Consommation d'énergie par appareil	Par type d'appareil	Consommation d'énergie de tous les appareils de type A	Nombre d'appareils de type A	A3a	☺

■ Chauffage ■ Refroidissement ■ Chauffage de l'eau ■ Éclairage ■ Cuisson ■ Appareils

Pour chaque indicateur de niveaux 2 et 3, le tableau indique le nom de l'indicateur, son périmètre (global ou spécifique), les données énergétiques et les données d'activité à utiliser. L'avant-dernière colonne donne le code de l'indicateur et la dernière colonne indique, par un émoticône souriant, les indicateurs recommandés pour chaque utilisation finale.

5 Les données à la base des indicateurs

Comme mentionné précédemment, un certain nombre de données sont nécessaires pour établir des indicateurs de base sur l'efficacité énergétique du secteur résidentiel : des données énergétiques doivent être combinées aux données d'activité. La Figure 4.12 met en évidence les principales données relatives à la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs décrits dans la section précédente. Ces données concernent les différentes manières dont l'énergie est utilisée dans un logement, pour chauffer, refroidir, cuisiner et, plus généralement, vivre. Les données d'activité (résumées à la Figure 4.13) concernent les informations nécessaires pour obtenir les consommations moyennes par personne, par logement, par unité de surface au sol et par appareil.

Les données relatives à la consommation d'énergie

Données relatives à la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour chauffer l'ensemble des logements occupés. Elle englobe toutes les sources d'énergie (électricité, gaz naturel, biomasse, etc.) utilisées par les différents types de systèmes de chauffage (centraux ou individuels) pour tous les types de logements. Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (H2a), (H2b) et (H2c).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux des logements de type A : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le chauffage des logements d'un certain type : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à logements multiples, maisons mobiles, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (H3a).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux des logements utilisant des systèmes de chauffage de type α : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le chauffage des logements utilisant un certain type de système ou d'équipement de chauffage : chauffage central, chauffage collectif, poêles individuels, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (H3b).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux des logements utilisant la source d'énergie Z pour se chauffer : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le chauffage des logements utilisant la source d'énergie Z : électricité, gaz naturel, bois, charbon, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (H3c).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux

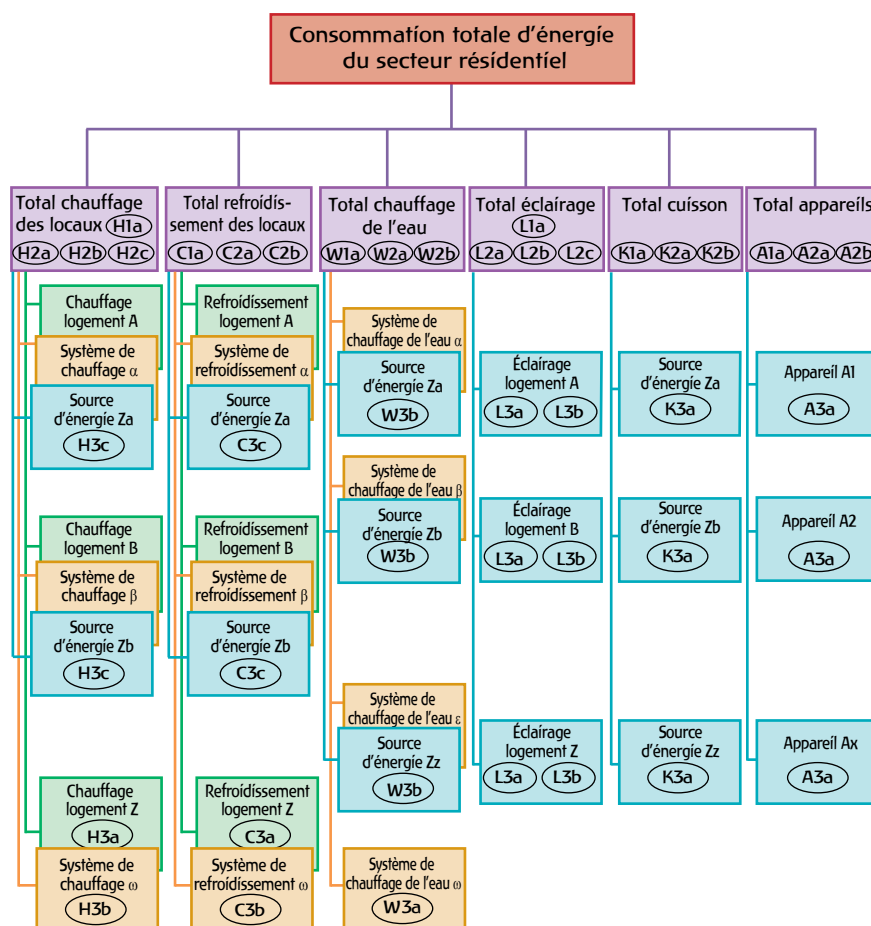
Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour le refroidissement de l'ensemble des logements, ou au moins ceux équipés d'un système de refroidissement. Elle englobe

tous les types de systèmes de refroidissement (centraux ou dédiés à la pièce). Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (C2a) et (C2b).

Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des logements de type A : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le refroidissement des logements d'un certain type : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à logements multiples, maisons mobiles, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (C3a).

Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des logements utilisant les systèmes de refroidissement de type α : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le refroidissement des logements utilisant un certain type de système ou d'équipement de refroidissement : central, dédié à la pièce (fenêtre, système biblocs). Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (C3b).

Figure 4.12 • Schéma des principales données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur résidentiel



Note : le terme « source » signifie « source d'énergie » dans la figure.

Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des logements utilisant la source d'énergie Z : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le refroidissement des logements équipés de systèmes de refroidissement utilisant la source d'énergie Z. Cette consommation est utilisée comme numérateur pour l'indicateur (C3c). L'indicateur (C3c) n'est mentionné que dans la perspective d'une utilisation future car la plupart des systèmes de refroidissement fonctionnent actuellement à l'électricité, mais la pénétration des systèmes à gaz, solaire et du refroidissement collectif semble envisageable dans un futur proche. Cela s'applique également au secteur des services.

Données relatives à la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau résidentiel : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour le chauffage de l'eau dans l'ensemble des logements. Elle englobe toutes les sources d'énergie (électricité, gaz naturel, biomasse, solaire, etc.) utilisées par les différents types de systèmes de chauffage de l'eau (individuels ou centraux). Cette consommation est utilisée comme numérateur pour les indicateurs (W2a) et (W2b).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau des logements équipés de systèmes de type α : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour le chauffage de l'eau de tous les logements utilisant un certain type de système de chauffage : systèmes de chauffe-eau directs ou indirects, systèmes de chauffe-eau électriques, couplés avec le système de chauffage, capteurs solaires, etc. Cette consommation est utilisée comme numérateur pour l'indicateur (W3a).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau des logements utilisant la source d'énergie Z : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour le chauffage de l'eau des logements utilisant une certaine source d'énergie : électricité, gaz naturel, GPL, solaire, etc. Cette consommation est utilisée comme numérateur pour l'indicateur (W3b).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée à l'éclairage

Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour éclairer l'ensemble des logements. Elle englobe toutes les sources d'énergie (presqu'exclusivement l'électricité) utilisées par les différents types d'appareils d'éclairage (ampoules à incandescence, tubes fluorescents, appareils compacts, etc.). Cette consommation est utilisée comme numérateur pour les indicateurs (L2a), (L2b) et (L2c).

Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage des logements de type A : il s'agit de la consommation totale d'énergie pour l'éclairage des logements d'un certain type : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à logements multiples, maisons mobiles, etc. Cette consommation est utilisée comme numérateur pour les indicateurs (L3a) et (L3b).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée à la cuisson

Consommation totale d'énergie destinée à la cuisson : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour la cuisson par l'ensemble des ménages. Elle englobe toutes les

sources d'énergie (électricité, gaz naturel, GPL, biomasse, etc.). Cette consommation est utilisée comme numérateur pour les indicateurs (K2a) et (K2b).

Consommation totale d'énergie destinée à la cuisson des ménages utilisant la source d'énergie Z comme source d'énergie de cuisson principale : il s'agit de la consommation totale d'énergie utilisée pour la cuisson par tous les ménages utilisant un certain type d'énergie comme source d'énergie de cuisson principale : électricité, gaz naturel, GPL, kérosène, biomasse, etc. Cette consommation est utilisée comme numérateur pour l'indicateur (K3a).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée aux appareils

Consommation totale d'énergie destinée aux appareils : il s'agit de la consommation totale d'énergie destinée aux appareils de l'ensemble des ménages. Elle englobe tous les types d'appareils : les gros appareils tels que les réfrigérateurs et les machines à laver et les petits appareils tels que les téléviseurs, les équipements vidéo, les mixers, les aspirateurs, etc. Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (A2a) et (A2b).

Consommation totale d'énergie destinée aux appareils de type α : il s'agit de la consommation totale d'énergie destinée aux appareils d'un certain type : réfrigérateurs, congélateurs, machines à laver, sèche-linge, téléviseurs, ordinateurs, équipements audio et vidéo, micro-ondes, mixers, aspirateurs, etc. Cette consommation est utilisée comme numérateur pour l'indicateur (A3a).

Les données d'activité

Population

Population totale : il s'agit de la population totale du pays. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour les indicateurs (H2a), (W2a), (L2a), (K2a) et (A2a).

Nombre de logements

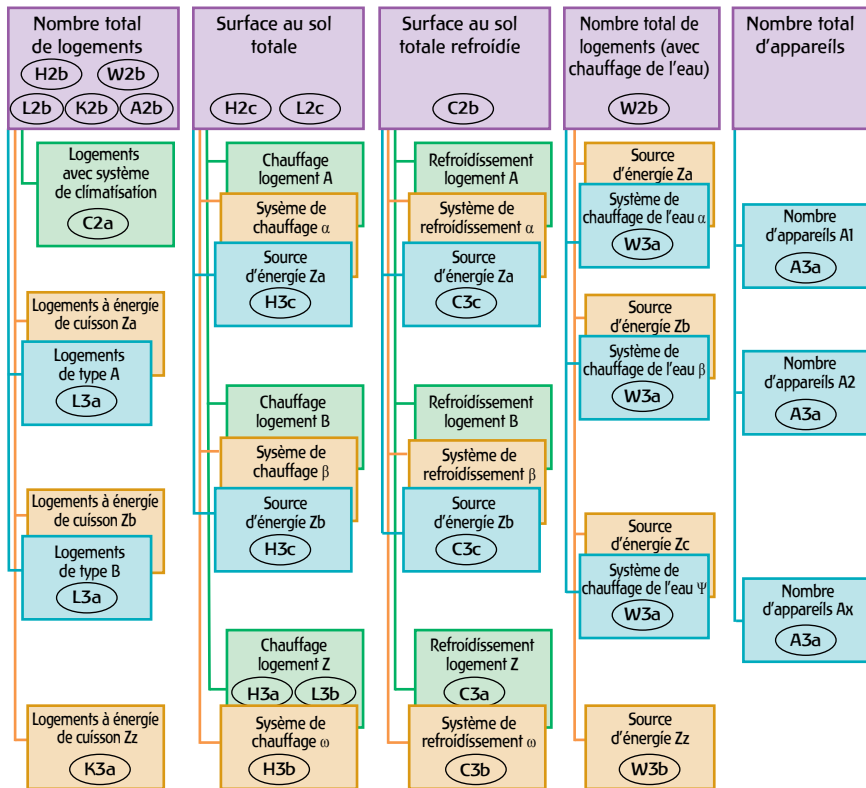
Nombre total de logements : il s'agit du nombre total de logements occupés. Il englobe tous les types de logements : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à logements multiples, maisons mobiles, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour les indicateurs (H2b), (W2b), (L2b), (K2b) et (A2b).

Nombre total de logements de type A : il s'agit du nombre total de logements occupés d'un certain type : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à logements multiples, maisons mobiles, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (L3a).

Nombre total de logements équipés de systèmes de refroidissement : il s'agit du nombre total de logements occupés équipés d'un système ou d'équipements de refroidissement : refroidissement central, dédié à la pièce (fenêtre, système biblocs). Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C2a).

Nombre total de logements équipés de chauffage de l'eau : il s'agit du nombre total de logements occupés équipés de systèmes de chauffage de l'eau : systèmes de chauffe-eau directs ou indirects, systèmes de chauffe-eau électriques, couplés au système de chauffage, capteurs solaires, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (W2b).

Figure 4.13 • Schéma des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur résidentiel



Note : la population totale, utilisée pour les indicateurs (H2a), (W2a), (L2a), (K2a) et (A2a), n'est pas représentée sur cette figure.

Nombre total de logements équipés de systèmes de chauffage de l'eau de type α : il s'agit du nombre total de logements occupés utilisant un certain type de système de chauffage de l'eau : systèmes de chauffe-eau directs ou indirects, systèmes de chauffe-eau électriques, couplés au système de chauffage, capteurs solaires, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (W3a).

Nombre total de logements utilisant la source d'énergie Z pour le chauffage de l'eau : il s'agit du nombre total de logements occupés utilisant une certaine source d'énergie pour la production de leur eau chaude : électricité, gaz naturel, GPL, solaire, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (W3b).

Nombre total de logements utilisant la source d'énergie Z comme source d'énergie de cuisson principale : il s'agit du nombre total de logements occupés utilisant une certaine source d'énergie comme source d'énergie de cuisson principale : électricité, gaz naturel, GPL, kérosène, biomasse, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (K3a).

Surface au sol

Surface au sol totale : il s'agit de la surface au sol totale de l'ensemble des logements occupés. Elle englobe tous les types de logements : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à habitations multiples, maisons mobiles, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour les indicateurs (H2c) et (L2c).

Surface au sol totale des logements de type A : il s'agit de la surface au sol totale des logements occupés d'un certain type : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à habitations multiples, maisons mobiles, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour les indicateurs (H3a) et (L3b).

Surface au sol totale des logements équipés de systèmes de chauffage de type α : il s'agit de la surface au sol totale des logements occupés équipés d'un certain type de système ou d'équipement de chauffage : chauffage central, chauffage collectif, poêles individuels, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (H3b).

Surface au sol totale des logements utilisant la source d'énergie Z pour se chauffer : il s'agit de la surface au sol totale des logements occupés utilisant la source d'énergie Z pour se chauffer (électricité, gaz naturel, bois, charbon, etc.). Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (H3c).

Surface au sol totale refroidie des logements équipés de systèmes de refroidissement : il s'agit de la surface au sol totale des logements occupés équipés de systèmes ou d'équipements de refroidissement : refroidissement central, dédié à la pièce (fenêtre, système biblocs). Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C2b).

Surface au sol totale refroidie des logements de type A équipés de systèmes de refroidissement : il s'agit de la surface au sol totale refroidie des logements occupés d'un certain type : maisons individuelles, maisons mitoyennes, immeubles à habitations multiples, maisons mobiles, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C3a).

Surface au sol totale refroidie des logements équipés de systèmes de refroidissement de type α : il s'agit de la surface au sol totale des logements occupés utilisant un certain type de systèmes ou d'équipements de refroidissement : refroidissement central, dédié à la pièce (fenêtre, système biblocs). Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C3b).

Surface au sol totale refroidie des logements utilisant la source d'énergie Z pour leur refroidissement : il s'agit de la surface au sol totale des logements occupés équipés de systèmes de refroidissement utilisant la source d'énergie Z pour refroidir le logement. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C3c). L'indicateur (C3c) n'est mentionné que dans la perspective d'une utilisation future car la plupart des systèmes de refroidissement fonctionnent actuellement à l'électricité ; la pénétration des systèmes à gaz voire du refroidissement collectif est néanmoins envisageable à l'avenir. Cela s'applique également au secteur des services.

Nombre d'appareils

Nombre total d'appareils : il s'agit du nombre total d'appareils dans l'ensemble des logements occupés. Il englobe tous les types d'appareils : les grands appareils, comme les réfrigérateurs et les machines à laver, et les petits appareils, comme les

téléviseurs, les équipements vidéo, les mixers, les aspirateurs, etc. Cette donnée n'est pas utilisée dans ce manuel car un indicateur de consommation moyenne par appareil (tous types confondus) n'est pas vraiment significatif.

Nombre d'appareils de type α : il s'agit du nombre total d'appareils d'un certain type : réfrigérateurs, congélateurs, machines à laver, sèche-linge, téléviseurs, ordinateurs, équipements audio et vidéo, micro-ondes, mixers, aspirateurs, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (A3a).

6 Comment recueillir les données ?

Certaines données sont plus faciles à recueillir que d'autres ; cela est vrai pour les données sur la consommation d'énergie comme pour les données d'activité. Par exemple, il est sans aucun doute plus facile de calculer avec précision la consommation de chauffage d'une maison utilisant du fioul uniquement à des fins de chauffage, sans système de chauffage secondaire, que d'estimer la consommation d'électricité destinée à l'éclairage dans une maison où l'électricité est utilisée pour de nombreux usages, tels que le chauffage, la cuisson, le chauffage de l'eau, les appareils et l'éclairage. Il est également plus facile de connaître le nombre de ménages ayant accès à l'électricité que la surface au sol totale chauffée dans le secteur résidentiel.

Quatre méthodes principales sont utilisées pour recueillir des données sur la consommation d'énergie et l'activité dans le secteur résidentiel : les données administratives, les enquêtes, les mesures et la modélisation. Le choix de la méthode dépend à la fois des indicateurs à établir et des données nécessaires. Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients, des forces et des faiblesses. Dans les faits, les pays associent souvent plusieurs méthodes (enquêtes et données administratives, par exemple) afin d'élaborer des indicateurs appropriés pour le secteur résidentiel. Chaque méthode est décrite dans ce qui suit ; ces descriptions puisent pour une large part dans les informations reçues par l'AIE dans le cadre de la collecte de bonnes pratiques en matière de recueil de statistiques pour les indicateurs d'efficacité énergétique. Le rapport Eurostat (2013) contient également des informations complémentaires sur les méthodes de collecte de données pour le secteur résidentiel, basées sur l'expérience de certains pays européens.

Le Tableau 4.2 donne un aperçu des principales sources et méthodologies utilisées pour collecter les données nécessaires à l'élaboration des indicateurs présentés dans la section précédente. Chaque méthodologie fait ensuite l'objet d'une description spécifique.

Tableau 4.2 • Synthèse des principales données nécessaires pour les indicateurs du secteur résidentiel et exemples de sources et de méthodologies possibles

Données	Sources	Méthodologies
Données relatives à la consommation d'énergie		
Consommation totale du secteur résidentiel	Bilan énergétique national	Données administratives Modélisation
Consommation d'énergie par sources	Bilan énergétique national Fournisseurs d'énergie	Données administratives Modélisation

Données	Sources	Méthodologies
Données d'activité		
Surface au sol	Instituts nationaux de statistiques Secteur immobilier Gouvernements locaux Registres fiscaux	Données administratives Enquêtes
Nombre de logements	Cadastre Instituts nationaux de statistiques	Données administratives Enquêtes
Équipements de chauffage	Registres de construction Fabricants/vendeurs Registres de subventions	Données administratives
Nombre d'appareils	Fabricants Instituts nationaux de statistiques	Données administratives Enquêtes

Données administratives.....

Des données administratives peuvent être collectées à partir de nombreuses sources : les administrations mais également diverses organisations, sociétés et structures qui collectent des données pour leur propre usage. À mesure que les marchés se dérèglent, un nombre croissant de données sont détenues par des sources non gouvernementales : fournisseurs d'énergie, associations de fabricants d'appareils électroménagers, organismes commerciaux, etc.

Objectifs : la collecte de données issues de sources administratives a pour objectif principal d'obtenir des données fiables et immédiatement disponibles afin de compléter les études et analyses énergétiques, ainsi que les travaux sur les indicateurs d'efficacité énergétique. Ainsi, le travail des statisticiens chargés d'établir les bilans énergétiques des pays dépend grandement des données administratives collectées : détail des ventes et livraisons d'électricité et de gaz naturel communiqué par les fournisseurs, informations relatives aux importations et exportations données par les bureaux de douane, etc.

Les analystes chargés des indicateurs d'efficacité énergétique s'appuient également fortement sur des données administratives. Ces données sont généralement gratuites ou, à défaut, beaucoup moins coûteuses que la mise en œuvre de nouvelles enquêtes. Ces données sont immédiatement disponibles et sont généralement collectées sur une base régulière.

Les données administratives recueillies sont ensuite utilisées directement, comme numérateurs ou dénominateurs de certains indicateurs de base, ou indirectement pour alimenter un modèle ou concevoir un échantillon d'enquête. Elles sont également utilisées pour valider les résultats des enquêtes ou des programmes de modélisation et de mesures.

Sources : il existe une grande variété de sources potentielles de données administratives, en fonction des besoins. Ces sources comprennent les recensements, les bureaux de douanes, les ministères, les fournisseurs d'énergie, les entreprises, les associations de fabricants d'appareils électroménagers, les commerçants, les organisations météorologiques, les universités ainsi que les organisations régionales et internationales.

Données collectées : deux types principaux de données peuvent être collectés à partir de sources administratives : les données d'activité et les données sur la consommation

d'énergie. Les données d'activité sont de plusieurs ordres : nombre de logements, caractéristiques des logements, surface au sol, population, types de systèmes de chauffage, de refroidissement et de chauffage de l'eau, appareils électroménagers, etc. Les données relatives à la consommation d'énergie comprennent l'ensemble des ventes ou des livraisons d'électricité, de gaz naturel et de combustibles destinées au secteur résidentiel.

Pour être parfaitement exhaustif, un troisième type de données peut être collecté à partir de sources administratives, mais ces données ne peuvent être utilisées directement comme numérateur ou dénominateur d'un indicateur. Il s'agit des données utilisées pour étayer ou affiner l'analyse des indicateurs comme données d'entrée dans des modèles, ou pour valider des indicateurs provenant d'autres méthodes – il s'agit par exemple des DJR et des DJC.

Coûts : dans la plupart des pratiques reçues par l'AIE, ces données ont été collectées sans frais auprès des sources administratives. Cependant, même en l'absence de coûts directs, un certain nombre de coûts indirects sont à prévoir, liés aux différentes étapes nécessaires à leur utilisation : recherche des données administratives existantes, discussion sur la faisabilité de l'utilisation des données avec les organismes qui les collectent, transfert des données dans un format adapté (de nombreuses données administratives sont au format papier ou dans un format difficile à exploiter). Les données administratives ne sont en outre pas toujours gratuites et, dans certains cas, le coût d'achat peut s'avérer très élevé.

Principaux défis : le principal défi est lié au temps passé à saisir les données administratives dans un format adapté avant leur utilisation (du format papier au numérique le plus souvent). La phase de transfert et de traitement peut s'avérer encore plus complexe dans certains cas en raison de problèmes de définitions (que couvre exactement un ensemble de données ?). La confidentialité peut également poser problème : les entreprises, les organisations et les conseils d'entreprises disposent souvent de nombreuses informations, mais ces données sont parfois confidentielles ou les entreprises peuvent ne pas vouloir les divulguer afin de conserver leur avantage concurrentiel. Les instituts nationaux de statistiques peuvent également être tenus par la loi au respect de la confidentialité de certaines données (par exemple, s'il est facile d'identifier les données spécifiques à une entreprise).

Enquêtes.....

Les enquêtes semblent être la méthode la plus utilisée par les pays pour collecter les données relatives aux indicateurs d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel. Un tiers des pratiques reçues par l'AIE dans le cadre de cette étude est basé principalement sur des enquêtes. Cependant, le nombre de réponses reçues n'est sans doute pas suffisant pour formaliser cette conclusion, qui doit donc être employée avec précaution.

Les paragraphes suivants sont fondés sur les pratiques reçues par l'AIE et en résument les principales caractéristiques. Chaque pratique est présentée de manière plus détaillée à l'annexe D.

Objectifs : l'objectif principal d'une enquête est de collecter l'ensemble des données sur la consommation d'énergie et l'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique, dans le cadre d'une étude, d'une évaluation ou d'une

politique. En ce qui concerne les données sur la consommation d'énergie, les enquêtes s'intéressent généralement à la fois à la consommation totale d'énergie d'un ménage (en unités énergétiques) et à la consommation d'énergie par type d'équipement ou d'utilisation finale et par source d'énergie. Lorsque ces données ne sont pas disponibles ou lorsqu'il est nécessaire de les compléter, l'enquête cherchera également à recueillir des données sur les dépenses énergétiques du ménage. La consommation pourra alors être estimée à partir des dépenses.

Pour obtenir des données relatives à l'activité, les enquêtes ciblent les caractéristiques physiques des logements (par ex., surface au sol, type de logement, âge du logement), la pénétration des appareils dans les ménages (par type) et les caractéristiques d'occupation du ménage (l'âge et le nombre de personnes vivant dans le ménage, le revenu, etc.). Des questions plus détaillées (sur les matériaux de construction par exemple) peuvent également être ajoutées aux questions principales, afin d'obtenir une image plus précise de la performance thermique du bâtiment.

Conception de l'échantillon : selon notre étude, l'approche aléatoire stratifiée (en échantillonnant selon certaines caractéristiques) est la méthode la plus utilisée pour concevoir les échantillons d'enquête. Cette approche est la plus coûteuse, mais elle aboutit à la meilleure représentation de la population nationale. L'utilisation d'un panel de répondants réguliers est la deuxième approche la plus utilisée.

Les échantillons sont généralement conçus à partir de différentes sources, dont les plus couramment utilisées sont : les recensements nationaux, les registres des services fiscaux ou d'autres enquêtes existantes (comme les enquêtes sur l'emploi), voire même des listes de numéros de téléphone.

Taille de l'échantillon : théoriquement, l'échantillon devrait être le plus grand possible ; le coût des enquêtes conduit toutefois souvent à une optimisation de la taille des échantillons. Outre le coût, d'autres éléments doivent également être pris en compte pour déterminer la taille de l'échantillon : variété des types de logements, variété des zones climatiques, niveau de détail des informations à collecter, etc. Sur la base des résultats de l'étude menée par l'AIE, deux types principaux d'enquêtes peuvent être distingués, du point de vue de leur taille : les enquêtes de grande ampleur (concernant entre 20 000 et 70 000 logements) et les enquêtes plus restreintes (se rapportant à moins de 5 000 logements). Le rapport entre la taille de l'échantillon et la population totale varie de quelques pourcents à 30 %. Ce ratio n'est pas toujours significatif cependant car, pour une taille d'échantillon donnée, le ratio est évidemment plus faible dans les grands pays : par exemple, une enquête menée auprès de 20 000 logements sur un total de 200 000 logements représente un ratio de 10 % ; mais cela ne signifie pas pour autant qu'une enquête auprès de 20 000 logements sur un total de 2 000 000 (ratio de 1 %) sera dix fois moins significative.

Fréquence : la fréquence d'enquête idéale n'existe pas. Le choix de la fréquence dépend de plusieurs paramètres : les évolutions importantes d'une année à l'autre, le coût, le suivi étroit des programmes d'efficacité énergétique, etc. Dans la moitié des pratiques reçues par l'AIE, les enquêtes sont menées à parts égales chaque année, tous les deux ans ou tous les trois ans. Pour l'autre moitié, les enquêtes sont menées de manière irrégulière et, dans certains cas, elles n'ont été mises en œuvre qu'une seule fois. Pour suivre les tendances à long terme et obtenir des estimations de qualité, l'idéal est néanmoins de mener les enquêtes sur une base cyclique. Mettre

en œuvre des enquêtes « agrégées » simplifiées chaque année, combinées à des enquêtes plus « détaillées » tous les deux ou cinq ans peut également constituer une option intéressante.

Incitation : dans la quasi-totalité des pratiques reçues, les enquêtes ne sont pas obligatoires. Elles sont administrées sur une base volontaire et ne prévoient pas d'amendes pour les personnes refusant de participer. Dans de nombreux cas, des incitations à la participation sont mises en place : maintenance gratuite de certains équipements énergétiques, audits gratuits, bons-cadeaux, brochures sur l'énergie, aimants avec le logo de l'enquête ou même incitations financières.

Répondants : dans la quasi-totalité des cas, les répondants sont des ménages. Des données complémentaires sont parfois également collectées auprès d'autres sources, comme les fournisseurs d'énergie.

Taux de réponse : comme c'est souvent le cas, les variations sont importantes en ce qui concerne les taux de réponse. Dans la plupart des cas cependant, les taux de réponse observés sont supérieurs à 50 %, et certains atteignent même 100 %. Favoriser un recueil des données directement auprès des répondants (à domicile, plutôt que par courrier ou au téléphone) semble permettre d'augmenter le taux de réponse.

Méthodes de collecte : la méthode la plus populaire est la visite à domicile. La deuxième méthode privilégiée est l'entretien personnel assisté par ordinateur ou sur Internet. Les entretiens téléphoniques et les formulaires papier envoyés par voie postale sont également utilisés.

Temps nécessaire pour répondre à l'enquête : le temps nécessaire pour répondre aux enquêtes varie considérablement, de 5-10 minutes à 90-120 minutes. Cette durée dépend du nombre de questions et du niveau de détail des informations demandées ; elle augmente également lorsqu'un audit est prévu et lorsque des recommandations sur les économies d'énergie sont fournies aux ménages. Le temps moyen observé est d'environ 40 minutes.

Informations recueillies : les informations recueillies dépendent en grande partie de l'objectif de l'enquête, des informations déjà disponibles en provenance d'autres sources et du temps alloué pour remplir un formulaire. Ces informations comprennent généralement les caractéristiques du logement (type de logement, surface au sol, âge du bâtiment, rénovations d'efficacité énergétique, équipements d'énergie renouvelable), le nombre de personnes composant le ménage, les revenus, la consommation et les dépenses d'énergie ; mais également des informations davantage axées sur l'utilisation finale de l'énergie : systèmes de chauffage et de refroidissement, systèmes de chauffage de l'eau et de cuisson, type et nombre d'appareils d'éclairage, identification des principaux appareils électroménagers. D'autres informations sur les fournisseurs d'énergie, les audits énergétiques et l'utilisation des véhicules personnels peuvent également être collectées.

Utilisations finales couvertes : dans la plupart des cas, toutes les utilisations finales principales sont couvertes par l'enquête : chauffage et refroidissement des locaux, chauffage de l'eau, éclairage, cuisson et appareils électroménagers. Les données collectées sur les appareils diffèrent selon les cas : les appareils de grande taille (réfrigérateur, congélateur, lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge) sont souvent compris dans les enquêtes ; tout comme les équipements audio et vidéo, ainsi que les ordinateurs personnels et autres petits appareils.

Sources d'énergie : toutes les sources d'énergie traditionnelles (électricité, gaz naturel, fioul domestique, charbon, bois de chauffage) sont généralement prises en compte. Dans certains cas, des informations sur les équipements solaires (chauffe-eau solaire, panneaux photovoltaïques pour la production d'électricité), les équipements géothermiques et les pompes à chaleur sont également collectées.

Questionnaires : il existe une grande variété de questionnaires, des plus concis aux plus détaillés, en format papier ou sur Internet. Nous n'avons pas fait figurer d'exemple de bonne pratique de questionnaire dans la version papier de ce manuel ; mais des exemples de questionnaires liés à certaines pratiques d'enquête décrites à l'annexe D sont disponibles sur Internet.

Temps total de préparation et de réalisation : il est extrêmement difficile de donner des chiffres précis sur le temps total consacré à la préparation et la réalisation d'une enquête, et à la préparation et la diffusion des résultats. Cette durée peut varier très fortement d'une enquête à l'autre. Sur la base des informations reçues, on observe néanmoins que la phase de conception de l'enquête dure environ 4 semaines (avec des extrêmes compris entre 2 et 20 semaines), la mise en œuvre de l'enquête environ 20 semaines (en fonction de la taille de l'échantillon et du nombre d'enquêteurs, avec des extrêmes compris entre 2 et 56 semaines), le traitement des données environ 10 semaines (avec des extrêmes compris entre 2 et 32 semaines) et la phase de diffusion environ 4 semaines (avec des extrêmes compris entre 2 et 10 semaines).

Coûts : il est encore plus difficile de donner des chiffres précis sur le coût d'une enquête. Celui-ci dépend non seulement de la taille de l'échantillon, du niveau de détail des questions et des moyens de collecte des données, mais également du coût de la main-d'œuvre dans un pays donné. En termes très généraux, une enquête coûte entre 100 000 et 1 million de dollars US. Néanmoins, parmi les enquêtes mentionnées à l'annexe D, certaines ont coûté 10 fois moins cher, d'autres 10 fois plus cher. Les coûts globaux se divisent approximativement de la manière suivante : la phase de conception représente 15 à 20 % du coût total, la phase de collecte des données 40 à 50 %, la phase de traitement-analyse-reporting 20 à 30 % et la gestion globale du projet 10 à 20 %.

Principaux défis : deux types de problèmes principaux peuvent émerger lors de la mise en œuvre d'une enquête : d'une part, les problèmes liés aux réponses et, d'autre part, les problèmes liés au personnel menant les entretiens. En ce qui concerne les réponses, les difficultés les plus courantes résultent de la qualité et de la cohérence des réponses, ainsi que du caractère exhaustif de l'enquête. Du choix des personnes chargées de l'enquête découlent d'autres problèmes, liés aux compétences générales de ces personnes, à la difficulté à recruter et à fidéliser du personnel expérimenté et compétent, au manque de formation et, dans certains cas, au parti pris des enquêteurs.

Améliorations possibles : compte tenu des principaux problèmes rencontrés lors des enquêtes, les améliorations possibles concernent deux domaines : la conception des enquêtes elles-mêmes et la dotation en personnel. En ce qui concerne la conception des enquêtes, deux éléments peuvent être améliorés : les questionnaires, qui pourraient arborer un format plus simple et donner des définitions plus claires et des choix plus restreints pour les questions à réponses multiples ; l'échantillonnage, en sélectionnant des sources de meilleure qualité, en définissant des critères de sélection plus rigoureux et, dans certains cas, en augmentant la taille de l'échantillon. Des enquêtes pilotes pourraient être organisées pour tester les questions et les entretiens.

En ce qui concerne la dotation en personnel, la clé du succès d'une enquête semble résider dans le recrutement d'enquêteurs expérimentés, ayant reçu une formation adéquate. Recruter des sociétés d'études de marché expérimentées peut représenter une solution.

Nous recommandons également de mettre en place une ligne téléphonique directe entre le personnel sur le terrain et les superviseurs de l'enquête, afin de pouvoir leur fournir une assistance directe, et d'utiliser des outils d'entretiens personnels assistés par ordinateur.

Mesures

Les différentes méthodes de mesures consistent à collecter des données spécifiques sur la consommation d'énergie au sein d'un logement à l'aide de compteurs et d'équipements de mesure appropriés. Les mesures sont souvent mises en œuvre pour compléter les enquêtes concernant les ménages ou pour alimenter les modèles énergétiques. En raison du coût élevé des mesures sur le terrain, ces dernières sont généralement mises en œuvre à une échelle beaucoup plus restreinte que les enquêtes. En fournissant des données relatives au comportement des occupants et à la consommation d'énergie, les mesures offrent néanmoins la solution la plus précise pour compléter les enquêtes concernant les ménages et l'utilisation des combustibles.

Les paragraphes suivants décrivent les pratiques de mesures reçues par l'AIE, sur la base d'un échantillon de pratiques plus réduit que celui des enquêtes. Néanmoins, quelques points communs peuvent être dégagés pour les futures initiatives.

Objectifs : il existe deux raisons principales à la mise en œuvre des campagnes de mesures. Tout d'abord, il s'agit de compléter les enquêtes existantes concernant les ménages ou de mieux calibrer les modèles actuels, grâce aux résultats des mesures – c'est la raison la plus courante. Des mesures peuvent également être menées de manière autonome à des fins spécifiques (par exemple pour mieux comprendre les raisons de l'augmentation de la demande d'électricité résidentielle ou pour surveiller la consommation d'énergie des appareils électroménagers en veille), dans le but d'appuyer le suivi ou l'élaboration des politiques publiques.

Les principaux objectifs des mesures sont donc de mieux comprendre les tendances de la consommation d'énergie résidentielle ainsi que les comportements des occupants des ménages. Ces tendances peuvent être suivies sur une base horaire, quotidienne ou mensuelle. Si les mesures concernent davantage les équipements et les appareils électriques, elles peuvent également être utilisées pour d'autres sources d'énergie et utilisations finales, par exemple pour mesurer la consommation de biomasse destinée à la cuisson.

Conception de l'échantillon : la charge administrative et les coûts associés aux campagnes de mesures poussent à réduire autant que possible la taille des échantillons ; les mesures sont donc réalisées à une échelle beaucoup plus réduite que celle des enquêtes. La conception de l'échantillon repose le plus souvent sur une méthode d'échantillonnage aléatoire. Des efforts sont faits afin d'adapter ces échantillons restreints à la stratification nationale (y compris en ce qui concerne les zones climatiques et les types de logements), mais cette adaptation demeure souvent techniquement difficile en raison de la taille réduite des échantillons.

Comme pour les enquêtes, les échantillons sont élaborés à partir d'un certain nombre de sources, par exemple : listes de répondants aux enquêtes existantes sur les ménages, listes d'adresses, listes de ménages fournies par les fournisseurs d'énergie, listes de numéros de téléphone, etc.

Taille de l'échantillon : les choix en matière de taille et de conception de l'échantillon sont indissociables du processus de conception d'une campagne de mesure. La taille de l'échantillon est généralement très limitée en raison des coûts associés à l'achat des équipements de mesure, à l'embauche des techniciens qui devront installer et calibrer correctement les équipements et à la supervision de la campagne pour garantir un suivi approprié pendant la phase de mesure. La taille des échantillons est souvent comprise entre 400 et 600 ménages ; ce qui représente généralement moins de 1 % du total des ménages.

Fréquence : les campagnes de mesures sont rarement menées sur une base régulière. Dans certains cas, cependant, les mesures sont mises en œuvre sur une base annuelle ou à des intervalles plus longs mais réguliers. Il convient de répartir les mesures sur l'année afin de bien prendre en compte les variabilités saisonnières de la consommation d'énergie.

Durée de suivi des ménages : la durée de suivi des ménages est fonction de plusieurs facteurs. Outre le coût, il s'agit de mieux comprendre non seulement les tendances de la consommation quotidienne d'énergie des différentes utilisations finales des ménages, mais également les tendances saisonnières, estivales et hivernales par exemple. En fonction de l'objectif des mesures, la durée de suivi peut varier considérablement, d'une demi-journée à six ans de suivi en continu. La durée totale d'un projet de mesures peut donc varier de quelques mois à plusieurs années.

Qui effectue les relevés et comment : les mesures sont effectuées par des auditeurs énergétiques ou par les ménages eux-mêmes. Dans les faits, les auditeurs énergétiques ou les techniciens spécialisés procèdent généralement à une première évaluation globale du logement (type de logement, matériaux de construction, niveau d'isolation, appareils électroménagers). Une fois que l'équipement de suivi de la consommation d'électricité est installé, les ménages prennent en charge la gestion des mesures.

Les équipements de mesure sont le plus souvent des compteurs électriques car les campagnes de mesures s'intéressent la plupart du temps à la consommation d'électricité. Mais d'autres équipements peuvent également être utilisés. Par exemple, dans les pays utilisant principalement la biomasse pour la cuisson, des balances de base peuvent être utilisées afin d'estimer la consommation de bois de feu ou de charbon de bois.

Utilisations finales couvertes : les appareils électroménagers sont les principales cibles des campagnes de mesures concernant les ménages. Les équipements de mesures permettent de mieux comprendre les tendances de la consommation d'énergie des appareils : fréquence, horaire et durée d'utilisation, quantité d'énergie consommée. Cela peut concerner une vaste gamme d'appareils : les gros appareils électroménagers, les équipements audio-vidéo, les ordinateurs personnels et les petits appareils. Outre les appareils, d'autres utilisations finales comme le chauffage et le refroidissement, le chauffage de l'eau, l'éclairage ou la cuisson peuvent également être suivies et mesurées.

Sources d'énergie : les mesures concernent principalement l'électricité car les tendances de consommation des appareils sont suivies, dans la majorité des cas. Elles peuvent cependant concerner d'autres sources d'énergie, comme le gaz naturel et le bois de chauffage.

Coûts : il n'est pas aisé de donner des chiffres précis sur le coût des campagnes de mesures, car celui-ci dépend de nombreux facteurs, notamment le niveau de détail des informations à recueillir, le coût des équipements et de la main-d'œuvre nécessaire pour les installer, la durée de la campagne et le nombre de ménages concernés. Selon de premières estimations, le coût unitaire d'une campagne de mesures se situerait entre 150 et 2 500 dollars US par ménage. Il est donc également difficile de donner une estimation significative du coût global d'une campagne de mesures, celui-ci pouvant varier d'un facteur 10, de 100 000 à 1 million de dollars US.

Principaux défis : la mise en œuvre d'une campagne de mesures pose un certain nombre de défis, notamment en ce qui concerne l'accès aux ménages pour installer les compteurs et de l'installation d'équipements correctement calibrés et fonctionnels.

Les auditeurs chargés de recueillir les mesures auprès des ménages peuvent en effet rencontrer des difficultés à accéder au domicile des ménages. Par la suite, lorsque les équipements sont installés, un problème de qualité des données peut également survenir, en lien avec la capacité des auditeurs à calibrer correctement ces dispositifs.

D'autres défis concernent la maintenance des équipements, le volume important de données à collecter, ainsi que la manière dont elles sont transférées vers un système centralisé pour être traitées.

Recommandations : plusieurs types de recommandations peuvent être formulées à partir des pratiques observées pour la préparation de ce manuel. Celles-ci vont de la conception de l'échantillon jusqu'au transfert des données.

En ce qui concerne la conception de l'échantillon, il est primordial, y compris à une échelle réduite, de chercher à collecter des mesures basées sur un échantillonnage aléatoire stratifié, intégrant plusieurs aspects, comme les régions climatiques et les types de logements.

Avant d'investir dans les équipements de mesure, il est important de comparer différentes options et de s'assurer de la qualité des mesures obtenues en interrogeant directement le fabricant ou d'autres utilisateurs de ces équipements. Un dispositif de contrôle de qualité doit être établi avant le début de la campagne de mesures afin de garantir que les données seront correctement collectées et sans erreur. Pour les données sur l'éclairage, un simple équipement de détection marche/arrêt peut être envisagé comme alternative de moindre coût.

Une fois les équipements installés, des contrôles réguliers doivent être effectués pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement. Dans les zones où l'électricité est utilisée pour le chauffage, les températures extérieures doivent être mesurées chaque jour de la campagne afin de déterminer l'impact de la température extérieure sur la demande de chauffage du ménage.

Enfin, il est recommandé de transférer directement les données des compteurs vers une feuille de calcul, une base de données ou un modèle, afin d'éviter la saisie manuelle des données, et donc les erreurs potentielles.

Bonnes pratiques : la mise en œuvre d'une campagne d'information avant les mesures sur le terrain facilite la participation des ménages au projet. Ces campagnes d'information peuvent être organisées par différentes entités : fournisseurs d'énergie, municipalités, universités. Pour faciliter encore davantage la participation, il est également possible de proposer aux ménages un audit gratuit visant à identifier les principaux potentiels d'économies d'énergie, ou des incitations financières.

Quant au transfert des données, les dispositifs de transfert sans fil vers un centre de données centralisé, à intervalles courts et réguliers, facilitent le traitement des données. En cas de données manquantes, certaines interfaces sophistiquées sont en mesure de fournir des estimations sur la base de différents éléments et modèles.

Modélisation

La modélisation peut être considérée comme le chaînon manquant entre les enquêtes, les mesures et les données administratives. La modélisation sert souvent de cadre pour consolider différentes données administratives et non administratives : enquêtes, informations fiscales, données sur les ventes, données sur la construction et la démolition de logements, hypothèses d'efficacité technologique, données sur les DJC, etc. Les modèles sont utilisés à différentes fins : estimer les tendances de la consommation d'énergie sur la base de diverses hypothèses et données ; élaborer des courbes de charge ; estimer la consommation d'énergie sur une journée, une semaine et une année ; comparer les sources d'énergie concurrentes pour des utilisations finales spécifiques ; faire des prévisions.

Les processus de modélisation suivent généralement une approche en quatre étapes : développer le cadre du modèle ; renseigner les données d'entrée et les hypothèses du modèle ; valider les résultats de la modélisation ; les analyser. Une fois qu'un modèle a été développé et testé sur plusieurs cycles, la première étape est généralement très réduite pour l'exécution d'un nouveau cycle, sauf en cas d'ajouts, de modifications ou de nouveaux modules. Sur la base des pratiques reçues par l'AIE, les paragraphes suivants synthétisent les raisons pour lesquelles les pays et les organisations utilisent les modèles, les différents types de modèles utilisés, les principales données d'entrée et de sortie, les principaux défis ainsi que d'autres informations utiles relatives à la modélisation dans le secteur résidentiel.

Objectifs : la modélisation est utilisée principalement afin d'estimer la consommation d'énergie des ménages au niveau national. Certains modèles ont des objectifs plus spécifiques : estimer la consommation d'énergie des ménages au niveau régional, estimer la diffusion des appareils, établir des profils de charge des ménages. Les modèles sont également essentiels pour consolider les séries chronologiques historiques sur les utilisations finales et pour élaborer des projections et des scénarios énergétiques.

Types de modèle : dans la plupart des cas, les modèles utilisés sont de type ascendant et utilisent une approche statistique ou d'ingénierie. Le terme ascendant signifie simplement que les données d'entrée du modèle sont désagrégées au niveau des utilisations finales. Les modèles ascendants d'ingénierie peuvent être plus techniques et intégrer des informations technologiques, telles que le cycle de vie et les coûts, voire l'évolution technologique.

Lorsque les données sur les utilisations finales sont insuffisantes, les modélisateurs privilégient les approches descendantes, basées sur différentes données macro et

microéconomiques et sur des études et recherches faisant le lien entre différentes variables, par exemple le revenu disponible, les dépenses et la consommation d'énergie des ménages. Ces modèles sont généralement des modèles économétriques basés sur les régressions.

Sources des modèles : la plupart des modèles ascendants sont sur-mesure et adaptés aux objectifs recherchés, qu'ils se basent ou non sur des logiciels existants. Les modèles descendants sont généralement basés sur des logiciels économétriques existants. Des ajouts sont néanmoins la plupart du temps nécessaires pour exécuter le modèle, puis pour analyser les résultats.

Validation des résultats : les résultats de la modélisation sont généralement validés à l'aune d'un ensemble de données de référence. Au niveau national, les tendances de la consommation d'énergie sont validées par rapport aux statistiques énergétiques nationales existantes : bilans énergétiques, données sur les ventes d'énergie, enquêtes et études régionales et nationales. Ce processus de validation par rapport aux séries chronologiques nationales est essentiel car il permet la plupart du temps de mieux calibrer le modèle.

Coûts et délais : plus le modèle est sophistiqué, plus son développement sera long. Plus les besoins en données du modèle sont importants, plus la collecte et la saisie des données prendront du temps. Il est donc extrêmement difficile d'estimer le temps nécessaire au développement et à la mise en œuvre d'un projet de modélisation. D'après les informations reçues dans le cadre de l'enquête menée par l'AIE, le temps nécessaire à l'élaboration d'un modèle varie de 2 à 50 semaines. De la même façon, la mise à jour des données d'entrée du modèle et l'ajout de nouvelles hypothèses peuvent prendre entre 2 et 45 semaines. La durée du processus de vérification et d'analyse varie également considérablement selon le degré de sophistication des modèles et des données d'entrée nécessaires : d'une à deux semaines pour les modèles de base, jusqu'à 40 semaines pour les modèles plus sophistiqués. De ce fait, la durée globale d'un projet de modélisation varie également considérablement : d'un mois à deux ans. De manière générale, il semble que les modèles macroéconomiques descendants, fondés sur des logiciels macroéconomiques existants, nécessitent moins de temps pour le calibrage, l'exécution et le traitement (environ quatre semaines).

Il est également difficile d'estimer le coût de développement et d'exploitation d'un programme de modélisation car il dépend en grande partie du niveau de sophistication et de précision du modèle, ainsi que du coût de la main-d'œuvre dans les pays. Les informations relatives aux coûts ne sont par ailleurs pas mentionnées dans plusieurs des pratiques reçues. Sur la base des informations reçues, il semble que ce coût varie entre 800 et 6 000 dollars US par semaine.

Fréquence : deux types de projets de modélisation peuvent être distingués, en ce qui concerne la fréquence. Le premier groupe comprend les projets mis en œuvre ou mis à jour régulièrement, chaque année, voire tous les deux ou trois ans. Dans ce dernier cas, la fréquence est sans doute liée aux enquêtes nationales sur les ménages, la modélisation servant alors à établir des estimations pour les années intermédiaires. Le deuxième groupe comprend les projets de modélisation mis en œuvre une seule fois dans un but spécifique ou sans cycle régulier.

Principales données d'entrée : les principales données d'entrée des modèles varient selon que le modèle soit descendant, ascendant ou une combinaison des deux

approches. Elles dépendent également de la disponibilité des données existantes, issues d'enquêtes et de sources administratives. Lorsque les données provenant des sources nationales ne sont pas aisément disponibles, les données d'entrée peuvent être estimées à partir de publications, de revues techniques ou de rapports.

Pour les modèles purement descendants, les principales données d'entrée comprennent des variables comme l'occupation des logements, l'approvisionnement en énergie et les prix de l'énergie. D'autres variables macroéconomiques peuvent également être intégrées : le revenu des ménages, le revenu disponible, des données démographiques, les DJC et DJR, etc.

Un modèle ascendant peut prendre en compte des informations plus détaillées, par exemple le type de système de chauffage utilisé par les ménages (voire le taux d'efficacité moyen), le système de distribution, le système de refroidissement, le système de chauffage de l'eau, la diffusion des appareils électroménagers par types, le type d'éclairage, des informations sur le type de bâtiment (répartition des types de bâtiment par région et par âge), les taux de démolition et de construction par région, les taux d'occupation des logements, ainsi que toutes autres variables macroéconomiques.

Principales données de sortie : les données de sortie des modèles sont étroitement liées à l'objectif du projet de modélisation – qui consiste généralement à estimer la consommation d'énergie des ménages au niveau national ainsi que la répartition de la consommation d'énergie finale. Les données de sortie comprennent donc généralement la consommation d'énergie destinée au chauffage et au refroidissement des locaux, au chauffage de l'eau, aux appareils électroménagers, aux appareils électroniques et à l'éclairage. Certains modèles vont plus loin et peuvent estimer les besoins saisonniers d'énergie ainsi que la demande d'énergie en fonction des besoins en énergie régionaux.

Principaux défis : le principal obstacle au développement d'un modèle est sans aucun doute le manque de données d'entrée disponibles. La seconde difficulté, étroitement liée au premier point, est de parvenir à formuler des hypothèses significatives en l'absence de données. En ce qui concerne les autres problèmes, nous pourrions citer ceux liés à la qualité des données disponibles, au manque de documentation relative aux modèles, à la simplification excessive et à la multicollinéarité (lorsque deux variables ou plus sont fortement corrélées).

Bonnes pratiques : la modélisation est une expérience d'apprentissage sans fin. Nous recommandons donc d'utiliser le même modèle sur une longue période. Le coût d'investissement pour développer un modèle peut être assez élevé ; le rendement du modèle augmentera donc avec le temps et le nombre de fois où il est exécuté. Cela ne signifie en aucun cas que des améliorations ne peuvent être apportées. Au contraire, un modèle est vivant et les modifications, ajouts, nouveaux modules (système d'information géographique par exemple) et améliorations sont indispensables afin de suivre les évolutions, les développements et les nouveaux besoins, les ressources potentielles en énergie renouvelable par exemple.

Quelles données collecter pour le secteur des services et comment le faire ?

1

Que représente le secteur des services et que couvre-t-il ?

Le secteur des services correspond aux « commerces et services publics » des Recommandations internationales sur les statistiques énergétiques des Nations Unies ; on parle également de secteur tertiaire. Il couvre un grand nombre d'activités économiques, qui peuvent être privées, publiques ou mixtes. Ces activités peuvent être regroupées dans les principales catégories suivantes : bureaux, locaux commerciaux, administrations publiques, soins de santé, éducation, entreposage, restauration, ventes alimentaires et hébergement, arts, spectacles et loisirs. Chacune de ces catégories peut comprendre des sous-catégories aux caractéristiques énergétiques propres. Par exemple, dans le secteur restauration, ventes alimentaires et hébergement, les restaurants et les hôtels doivent être traités séparément car ils présentent des tendances de consommation énergétique différentes selon les utilisations finales. L'annexe B décrit les frontières du secteur des services, tel qu'il est abordé dans ce manuel et en faisant le lien avec la Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique.

Les principales utilisations finales du secteur des services sont le chauffage et le refroidissement des locaux, le chauffage de l'eau, l'éclairage et les autres équipements. La répartition des utilisations finales est la même que dans le secteur résidentiel, sauf pour la cuisson. L'importance relative des utilisations finales varie considérablement en fonction des catégories d'activité. Par exemple, les hôtels consomment beaucoup plus d'énergie pour le chauffage de l'eau que les bureaux, les hôpitaux consomment beaucoup plus d'énergie pour le chauffage des locaux que les entrepôts, etc.

L'hétérogénéité du secteur des services tient également à la grande variété des bâtiments qui le composent, des petites épiceries aux gratte-ciel des sociétés multinationales. Dans le secteur des services, la conception de chaque bâtiment est unique et des dispositifs d'utilisations finales (chauffage, refroidissement, éclairage) sont conçus sur-mesure pour la plupart des bâtiments, en fonction des exigences du code de la construction local. En ce qui concerne l'efficacité énergétique, les secteurs résidentiel et des services sont parfois traités ensemble pour former le secteur des bâtiments au sens large.

Comme pour le secteur résidentiel, la consommation d'énergie destinée aux activités de transport liées au secteur des services, bus municipaux, trains interurbains ou autres modes de transport de personnes et de marchandises, ne doit pas être prise en compte dans les services, mais déclarée dans le secteur des transports. De plus, la consommation d'énergie des établissements militaires ne doit pas être prise en compte pour les indicateurs du secteur des services.

Questions-réponses :

Q1. *Y a-t-il une différence entre le secteur des services et celui des bâtiments ?*

La réponse est oui. En matière d'efficacité énergétique, il est courant d'agréger la consommation d'énergie des bâtiments du secteur résidentiel et de ceux du secteur des services, au sein de ce que l'on appelle alors le secteur des bâtiments. La consommation hors bâtiments, comme l'éclairage public, qui fait partie des services, n'est pas comprise dans le secteur des bâtiments, mais elle est comprise dans le secteur des services dans la catégorie « Autres usages de l'énergie », comme indiqué à la Figure 3.4.

Q2. *Comment comptabiliser les bureaux inoccupés ?*

Les indicateurs d'efficacité énergétique utilisant la surface au sol comme donnée d'activité doivent être calculés en fonction de l'espace effectivement occupé. Du fait des fluctuations de l'activité économique, certains bureaux peuvent en effet demeurer inoccupés à certains moments.

Les enquêtes menées dans le secteur du bâtiment peuvent fournir ces informations, même si elles ne sont probablement pas mises en œuvre sur une base annuelle. Une autre approche consiste à faire appel à des agences immobilières nationales, qui gardent une trace des espaces vacants dans les immeubles.

Q3. *Dans quelle catégorie inclure les bureaux situés dans des bâtiments privés ?*

Certaines personnes utilisent une partie de leur logement pour accueillir une activité professionnelle : c'est le cas par exemple des médecins recevant des patients dans un cabinet situé à l'intérieur de leur logement ou des commerçants dont le magasin se situe au sein de leur habitation. Techniquement parlant, toute consommation d'énergie à des fins professionnelles devrait être exclue de la consommation résidentielle et allouée au secteur des services. Mais cela s'avère la plupart du temps complexe à mettre en œuvre car le logement ne dispose souvent que d'un seul compteur électrique ou d'un seul système de chauffage pour les deux activités. La consommation des services devra être estimée en fonction du poids relatif de la consommation professionnelle, au prorata de la surface au sol occupée ou du taux d'occupation.

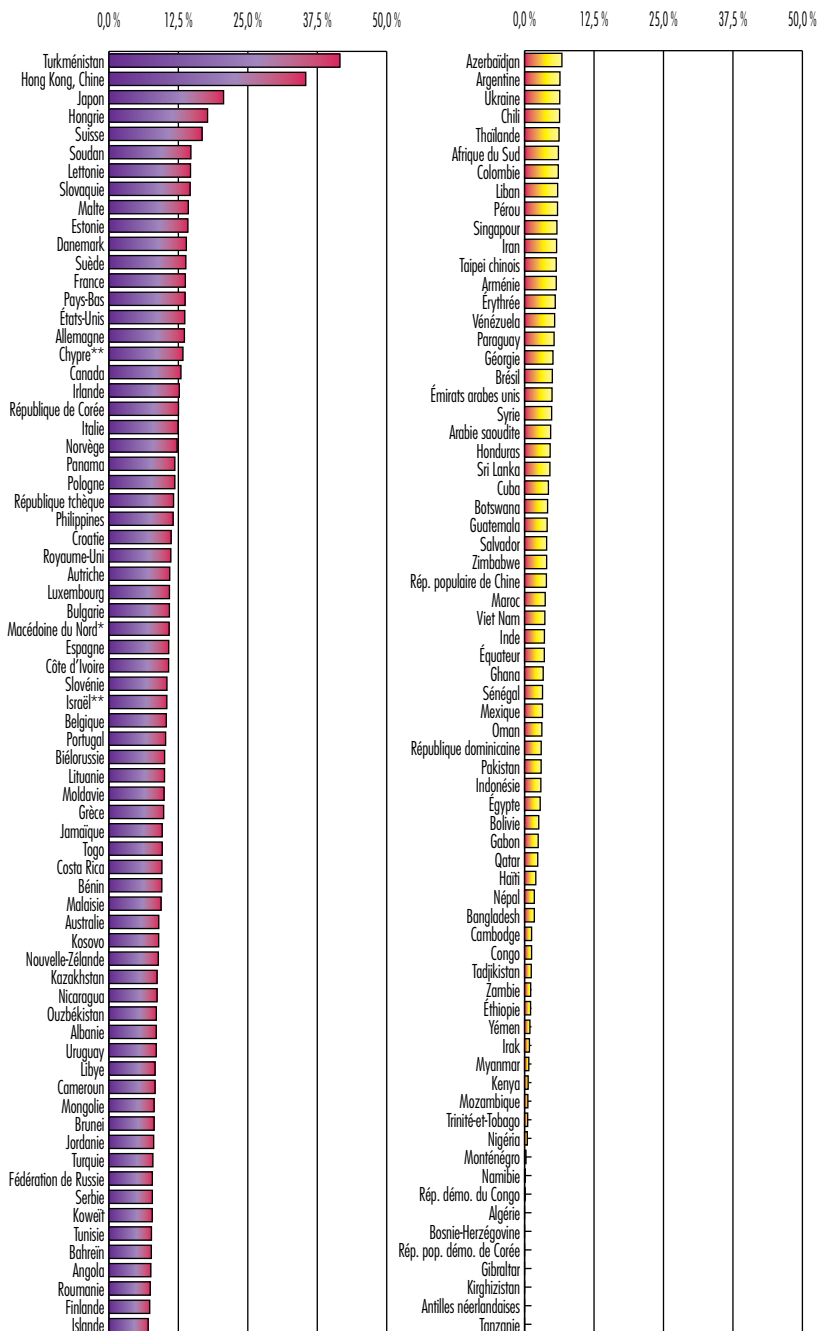
2 Pourquoi le secteur des services est-il important ?

Si, en 2011, le secteur des services ne représentait que 8 % de la consommation finale totale (CFT) mondiale, ces vingt dernières années sa consommation d'énergie a augmenté d'environ 40 % dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et plus que doublé dans les pays non membres de l'OCDE.

Comme l'illustre la figure 5.1, l'importance du secteur des services varie beaucoup d'un pays à l'autre, de quelques pourcents dans certains pays à 20 % dans la plupart des cas. Comme pour le secteur résidentiel, la qualité des données varie d'un pays à l'autre et ces données doivent être utilisées avec prudence en tant qu'indication préliminaire du poids relatif des services dans la CFT. De qualité généralement médiocre, les données relatives aux services auraient beaucoup à gagner à être améliorées, y compris au niveau de la consommation totale dans les bilans énergétiques. La consommation du secteur des services n'est souvent pas disponible ou est agrégée à celle du secteur résidentiel, comme indiqué ici pour le groupe de pays affichant une part de 0 %. Lorsque des données plus fiables sont disponibles, une variation de l'importance du secteur des services peut être constatée d'un pays à l'autre : d'un côté, les pays dont le secteur des services est très structuré, comme Hong Kong, Chine (36 %), de l'autre ceux dans lesquels le secteur des services ne représente que quelques pourcents de la consommation finale. Dans le deuxième groupe, le secteur des services est beaucoup moins développé – ou est organisé de manière plus informelle – et/ou le secteur de l'industrie occupe une place prépondérante.

La part de la consommation d'énergie des services dans la CFT varie considérablement d'un pays à l'autre, tout comme les parts respectives des sources d'énergie consommées dans ce secteur. À l'échelle mondiale, le secteur des services représente environ 8 % de la consommation finale totale d'énergie, mais près du quart de la consommation d'électricité, 14 % de la consommation de gaz naturel et 3 % de la consommation de pétrole. Ces chiffres ne sont cependant pas représentatifs de l'ensemble des pays. Par exemple, à Hong Kong, Chine, où le secteur des services est très développé, il représente environ deux tiers de la consommation totale d'électricité, alors qu'en République populaire de Chine, où la consommation industrielle d'électricité joue un rôle beaucoup plus important, seuls 7 % de l'électricité est utilisée dans le secteur des services. Si, dans de nombreux pays, le secteur des services ne consomme que très peu de gaz naturel, il représente environ la moitié de la consommation totale de gaz naturel au Japon, environ un quart aux États-Unis et 17 % en Union européenne.

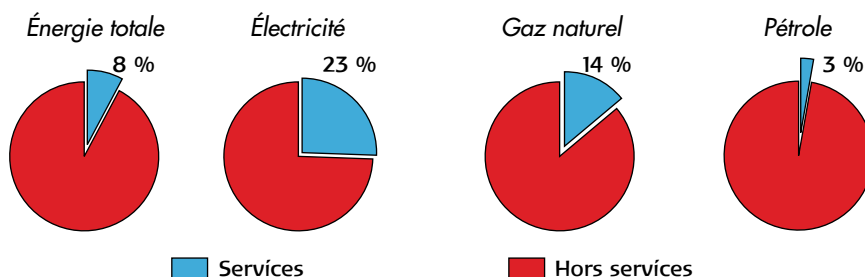
Figure 5.1 • Part du secteur des services dans la consommation finale totale de certains pays (2011)



Note : sauf indication contraire, tous les tableaux et figures de ce chapitre proviennent de données et d'analyses de l'AIE.

* Ex-République yougoslave de Macédoine [maintenant Macédoine du Nord]. ** Voir l'annexe F.

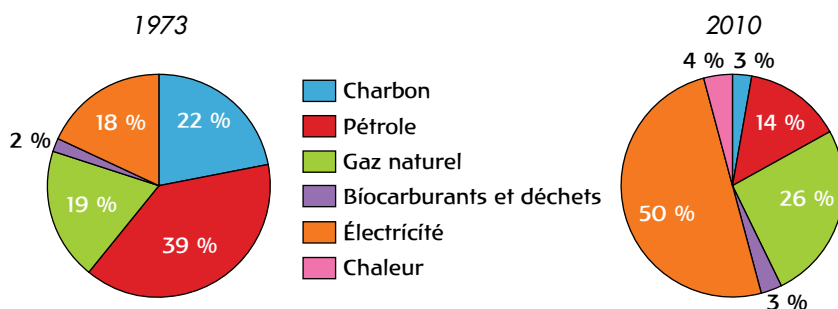
Figure 5.2 • Part du secteur des services dans la consommation finale totale mondiale de certaines sources d'énergie (2011)



Comme le montre la Figure 5.3, l'électricité est devenue la source d'énergie la plus consommée dans le secteur des services, représentant la moitié de la consommation du secteur en 2011, contre moins de 20 % en 1973. Cela reflète principalement l'impact de la pénétration des systèmes de refroidissement et des appareils électriques, comme l'éclairage et le matériel de bureau dans les bâtiments de services. Sur la même période, la dépendance aux produits pétroliers et au charbon a considérablement diminué, la part de ces énergies passant de près des deux tiers à environ un sixième. La fraction occupée par les sources d'énergie renouvelables devrait augmenter considérablement à l'avenir.

La consommation d'énergie du secteur des services est liée à différents paramètres, tels que le niveau d'activité économique, les conditions géographiques et climatiques, les prix de l'énergie et des facteurs culturels. Suivre les tendances de consommation du secteur des services est une tâche difficile, en raison de la couverture généralement limitée des données et de l'hétérogénéité des catégories d'activité et des types de bâtiments qui composent le secteur. Le poids relatif des différentes activités et types de bâtiments aura donc un impact direct sur la consommation globale du secteur.

Figure 5.3 • Part des différentes sources d'énergie dans la consommation mondiale d'énergie du secteur des services



En raison de lacunes en ce qui concerne les données du secteur, la consommation d'énergie des services est à l'heure actuelle souvent calculée de manière résiduelle, comme la différence entre la consommation totale d'énergie et la consommation des

autres secteurs, à savoir le secteur résidentiel, de l'industrie et des transports, pour lesquels les données disponibles sont généralement de meilleure qualité. Améliorer la collecte de données pour ce secteur permettrait d'identifier les domaines dans lesquels des politiques d'efficacité énergétique pourraient être mises en œuvre, ce qui réduirait à long terme la demande d'énergie, notamment d'électricité.

Les indicateurs d'efficacité énergétique du secteur des services ne devraient cependant pas intéresser uniquement les décideurs. Comme dans le secteur résidentiel, un grand nombre d'autres acteurs peuvent influencer la consommation d'énergie du secteur : les propriétaires et locataires immobiliers cherchant à réduire leurs factures, les architectes souhaitant concevoir des bâtiments plus efficaces (ou rénover des bâtiments anciens), les entreprises de services énergétiques cherchant à maximiser leurs profits en réduisant au minimum la consommation d'énergie et les fournisseurs d'énergie souhaitant réduire l'impact de la consommation des services sur les pics et les courbes de charge.

3

Quelles sont les principales utilisations finales influençant la consommation du secteur ?

Comme indiqué dans la première section, les utilisations finales de l'énergie du secteur des services peuvent être regroupées en cinq catégories principales : chauffage, refroidissement, chauffage de l'eau, éclairage et autres équipements. Chaque utilisation finale est décrite brièvement ci-dessous. Cette liste et les descriptions associées ne prétendent en aucun cas être exhaustives.

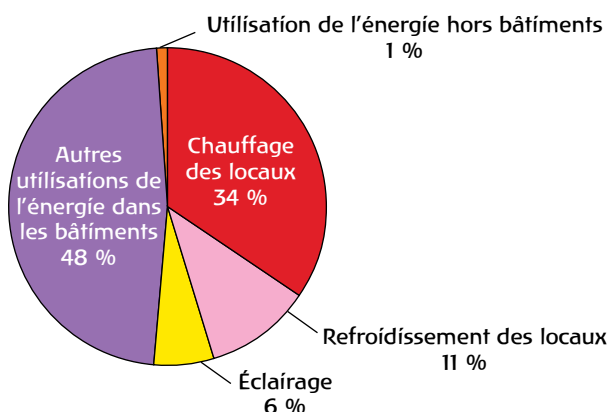
- **Chauffage des locaux** : les systèmes de chauffage des locaux peuvent être centraux ou distribués. Les bâtiments de services sont souvent équipés de systèmes de chauffage, ventilation et refroidissement centraux, qui chauffent les pièces en utilisant de l'air pulsé, le chauffage au sol ou l'eau chaude. Les technologies de chauffage des locaux peuvent comprendre des systèmes de chaudière, de chauffe-eau, des systèmes urbains externes à base de vapeur ou d'eau chaude, des dispositifs géothermiques, la cogénération¹, des pompes à chaleur, des panneaux solaires, des serres, etc. Ces systèmes de chauffage peuvent utiliser plusieurs sources d'énergie : gaz naturel, charbon, fioul, gaz de pétrole liquéfié (GPL), kérosène, biomasse, énergie solaire active ou passive.
- **Refroidissement des locaux** : des systèmes de refroidissement centraux ou dédiés permettent de réguler la température intérieure pendant les mois les plus chauds. Ces systèmes de refroidissement comprennent : les systèmes de climatisation monoblocs (qui peuvent également être utilisés pour le chauffage), les unités de climatisation individuelles à la pièce, les pompes à chaleur qui refroidissent l'espace en expulsant la chaleur (ou inversement pendant la saison de chauffage), l'eau réfrigérée urbaine, par exemple provenant d'une masse d'eau à proximité et de refroidisseurs centraux produisant de l'eau réfrigérée afin de refroidir l'air. La plupart des systèmes de refroidissement du secteur des services fonctionnent exclusivement à l'électricité.

1. La cogénération se réfère à la production combinée de chaleur et d'électricité.

- Chauffage de l'eau : l'eau chaude peut être utilisée pour les besoins personnels des occupants du bâtiment et pour les besoins de l'activité (par exemple dans les restaurants). L'eau est généralement chauffée par un système de chauffe-eau, pouvant également parfois servir simultanément au chauffage des locaux. Les principales sources d'énergie utilisées pour chauffer l'eau sont le gaz naturel, le gazole, le GPL, la biomasse, l'électricité et, de plus en plus, l'énergie solaire thermique.
- Éclairage : l'éclairage est l'une des principales utilisations finales du secteur des services, principalement à base d'électricité. Les appareils d'éclairage intérieurs et extérieurs comprennent : l'éclairage à incandescence, les lampes fluorescentes, les lampes à décharge à haute intensité, les ampoules fluorescentes compactes et l'éclairage électroluminescent utilisant des matériaux semi-conducteurs comme les diodes électroluminescentes (DEL) et les DEL organiques. D'autres sources d'énergie, comme le kérosène, sont toujours utilisées pour l'éclairage lorsque l'accès à l'électricité est limité. Leur part devrait diminuer au fil du temps. De nouvelles sources d'énergie, comme les panneaux solaires photovoltaïques, ont commencé à pénétrer le marché et leur part devrait augmenter à l'avenir.
- Autres équipements : la catégorie des autres équipements comprend une grande variété d'utilisations finales et varie en fonction du type d'activité ou de la catégorie de services. Elle peut comprendre le matériel de bureau (serveurs, imprimantes, photocopieurs, télécopieurs, ascenseurs, etc.), les réfrigérateurs commerciaux, le matériel de préparation des aliments, le matériel de buanderie, les guichets automatiques, etc.

En raison du manque de données relatives aux utilisations finales dans de nombreux pays, il n'est pas possible à ce stade de donner une moyenne mondiale représentative de la consommation de chaque utilisation finale. Même s'il ne peut prétendre représenter la situation mondiale, la figure 5.4 donne la répartition de la consommation du secteur des services par catégorie d'utilisation finale pour cinq pays de l'OCDE, pour lesquels des données sur les utilisations finales sont disponibles. Le chauffage de l'eau est intégré aux autres utilisations finales.

Figure 5.4 • Répartition de la consommation d'énergie du secteur des services par utilisation finale pour cinq pays de l'OCDE*



* Pays sélectionnés en fonction de la disponibilité des données : France, Italie, Japon, République de Corée et Nouvelle-Zélande. L'importance du Japon dans la consommation totale des cinq pays peut avoir une incidence sur les parts moyennes respectives des différentes utilisations finales.

4

Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ?

En fonction de la disponibilité des données, des indicateurs extrêmement désagrégés pourront être développés ou, au contraire, le niveau considéré pourra être trop agrégé pour être significatif du point de vue de l'analyse de l'efficacité énergétique. Les indicateurs les plus agrégés sont, par exemple, la part du secteur des services dans la CFT ou la consommation énergétique totale des services par unité de valeur ajoutée ou de surface au sol. Si ces indicateurs permettent des comparaisons très approximatives (et souvent trompeuses) entre les pays et dans le temps, ils ne peuvent cependant être considérés comme des indicateurs d'efficacité énergétique en tant que tels. Pour obtenir des indicateurs d'efficacité énergétique significatifs, des données plus détaillées sur la consommation d'énergie et sur l'activité sont nécessaires, comme expliqué dans la section suivante pour chacune des cinq utilisations finales principales identifiées précédemment.

Comme pour le secteur résidentiel, les indicateurs pour l'ensemble du secteur des services et pour chacune de ses utilisations finales sont définis selon une approche pyramidale, du niveau agrégé (par exemple, la part du chauffage des locaux dans la consommation totale d'énergie des services) à des indicateurs désagrégés (par exemple, pour chaque type de système de chauffage, la consommation d'énergie destinée au chauffage par unité de surface au sol). Plus le niveau de la pyramide est « large », plus le niveau de détails nécessaire est important. Trois niveaux ont été utilisés dans cette approche pyramidale, le niveau 1 étant le plus agrégé et le niveau 3 le plus désagrégé. De plus, par souci de simplification, des noms de code courts à trois caractères ont été associés à chaque indicateur pour identifier l'utilisation finale et le niveau de l'indicateur.

Les indicateurs commençant par un S concernent le secteur des services, par un H le chauffage des locaux (*Heating*), par un C le refroidissement des locaux (*Cooling*), par un L l'éclairage (*Lighting*), par un W le chauffage de l'eau (*Water heating*) et par un E les autres équipements (*other Equipments*). Le chiffre qui suit indique le niveau de désagrégation, 1 étant le niveau le plus agrégé et 3 le niveau le plus désagrégé. La fonction principale du troisième caractère, une lettre, est de différencier les indicateurs pour la même utilisation finale et le même niveau. À titre d'exemple, l'indicateur (L2b) est un indicateur de deuxième niveau de désagrégation (2) pour l'éclairage (L) (dans ce cas particulier, la consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité de surface au sol). Pour chaque utilisation finale, un indicateur est recommandé, signalé par un émoticône souriant (☺).

Secteur des services global

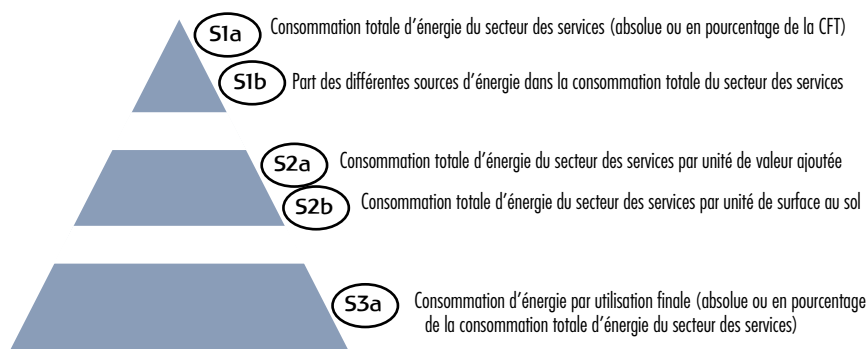
Comme pour le secteur résidentiel, la pyramide d'indicateurs pour le secteur des services repose sur des données agrégées, à la fois pour la consommation d'énergie et pour l'activité.

La consommation totale d'énergie du secteur des services, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la CFT (S1a), ainsi que la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale des services (S1b) se trouvent au niveau le plus agrégé. Ces deux indicateurs, même s'ils ne représentent pas des intensités,

fournissent une image macro de la consommation sectorielle et peuvent permettre une première comparaison entre les pays.

Au niveau intermédiaire, le niveau 2, deux indicateurs sont proposés pour l'ensemble du secteur, calculés en divisant la consommation d'énergie du secteur, généralement disponible dans le bilan énergétique du pays, par la valeur ajoutée (S2a) et la surface au sol (S2b), respectivement. Ces deux indicateurs sont largement influencés par le poids relatif des différentes catégories d'activité du secteur. Par exemple, les bâtiments utilisés pour le commerce de gros consomment généralement moins d'énergie par unité de surface au sol que les hôtels, et les hôpitaux affichent, en règle générale, une consommation d'énergie plus élevée par unité de valeur ajoutée que les établissements financiers. En raison de l'importance du chauffage et du refroidissement des locaux, la consommation d'énergie par unité de surface au sol dépend également fortement des conditions météorologiques et climatiques.

Figure 5.5 • Pyramide d'indicateurs pour le secteur des services*



* Cette répartition s'applique à l'ensemble du secteur, ainsi qu'à chacune des catégories de services (hôtels, restaurants, hôpitaux, etc.).

Au troisième niveau de la pyramide, la consommation d'énergie de chaque utilisation finale est donnée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale du secteur des services (S3a). Ce troisième niveau correspond au niveau supérieur de chaque pyramide d'indicateurs pour les utilisations finales, présentées dans les sections suivantes.

Cette pyramide d'indicateurs pour le secteur des services peut également s'appliquer à chacune des catégories d'activité du secteur (hôtels, restaurants, etc.). Dans ce cas, un troisième indicateur peut être ajouté au deuxième niveau de la pyramide : la consommation d'énergie par unité d'activité de la catégorie concernée. Comme le montre le Tableau 1, les unités d'activité varient selon les catégories de services. Pour les hôtels, il peut s'agir par exemple du nombre de nuitées. Ainsi, les trois indicateurs de niveau 2 pour les hôtels seraient la consommation totale d'énergie des hôtels par unité de surface au sol, par unité de valeur ajoutée et par nuitée.

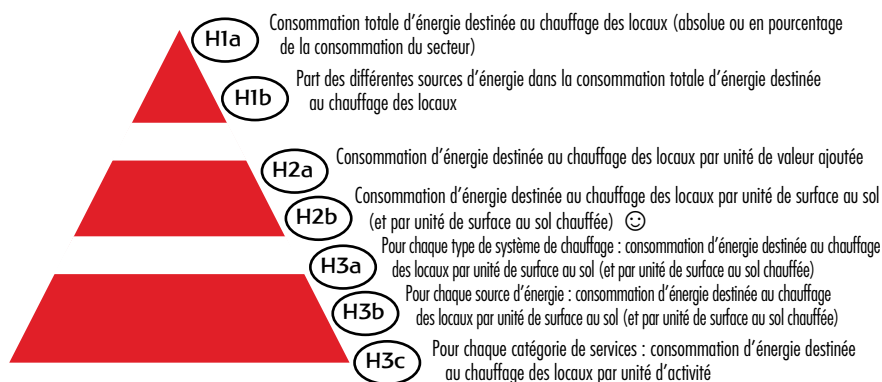
Compte tenu de la forte hétérogénéité des activités du secteur, ce type d'analyse par catégorie, permettrait d'obtenir des informations plus complètes et plus précises afin d'évaluer l'efficacité globale du secteur et d'identifier les domaines susceptibles de progrès. Ce type d'analyses est difficile à mettre en œuvre dans la pratique, en raison du manque général de disponibilité des données désagrégées nécessaires.

Tableau 5.1 • Exemples de catégories de services et d'unités d'activité

Catégories de services	Unités d'activité
Établissements scolaires	Nombre d'étudiants, nombre de résidents
Hôpitaux	Capacité en lits, nombre de lits occupés
Hôtels	Nombre de chambres, nombre de nuitées, nombre d'employés, surface au sol
Restaurants	Nombre de repas
Bureaux	Nombre d'employés, surface au sol
Commerces de détail	Nombre d'employés, surface au sol

Chauffage des locaux.....

Comme pour le secteur résidentiel, le chauffage des locaux peut être analysé à l'aide de différents indicateurs, en fonction de la disponibilité des données et de l'objectif de l'analyse.

Figure 5.6 • Pyramide d'indicateurs pour le chauffage des locaux dans le secteur des services

Au premier niveau, l'indicateur de niveau supérieur (H1a) représente la consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux dans le secteur des services, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale du secteur. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un indicateur d'efficacité, il donne une indication du poids absolu et relatif du chauffage des locaux dans la consommation totale d'énergie des services. Il peut être utilisé afin de déterminer si des économies d'énergie pourraient être réalisées en ce qui concerne le chauffage des locaux.

Le deuxième indicateur de niveau 1 (H1b) est la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux. Là encore, bien qu'il ne s'agisse pas d'un indicateur d'efficacité en tant que tel, il décrit la dépendance relative du chauffage à différents combustibles.

Deux indicateurs d'efficacité énergétique se trouvent au second niveau : la consommation d'énergie destinée au chauffage par unité de valeur ajoutée (H2a) et par unité de

surface au sol (H2b). Lorsqu'un nombre significatif de bâtiments n'est pas chauffé, il est préférable de calculer le second indicateur en fonction de la surface chauffée. Comme pour le secteur résidentiel, l'indicateur recommandé est la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité de surface au sol.

Au troisième niveau, les indicateurs proposés sont : la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité de surface au sol pour chaque type de système de chauffage (H3a), par source d'énergie (H3b) et par unité d'activité pour chaque catégorie de services (H3c).

Des indicateurs pourraient être développés à d'autres niveaux, mais ils n'entrent pas dans le cadre de ce manuel, car ils impliquent de disposer de données plus détaillées et peuvent difficilement être élaborés à court terme – par exemple, des indicateurs basés sur l'âge moyen des bâtiments, reflétant le degré de pénétration des nouvelles structures plus efficaces dans le parc immobilier.

N.B. : quel que soit le niveau des indicateurs, il est recommandé d'ajuster la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux en fonction des variations annuelles de température, afin de pouvoir comparer différentes années. La meilleure façon de procéder consiste à utiliser les degrés-jours de chauffe, comme expliqué dans l'annexe C.

Refroidissement des locaux

Avec le développement de la climatisation dans les bâtiments, il devient de plus en plus important de disposer d'indicateurs d'efficacité énergétique liés au refroidissement des locaux. Ceux-ci sont cependant plus complexes à élaborer que les indicateurs pour le chauffage en raison : a) de la difficulté à isoler la consommation d'électricité destinée au refroidissement de la consommation d'électricité totale, b) de l'utilisation intermittente du refroidissement pendant les jours et les nuits, et c) de la faible part de bâtiments équipés de systèmes de refroidissement.

La pyramide d'indicateurs pour le refroidissement des locaux ressemble à celle utilisée pour le chauffage des locaux, à ceci près que le refroidissement repose principalement sur l'électricité – il est toutefois probable que des systèmes de refroidissement urbains alimentés par d'autres sources d'énergie soient développés à l'avenir.

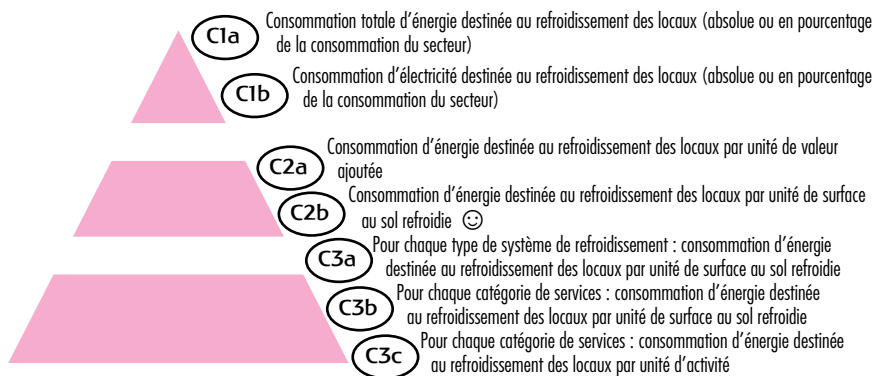
L'indicateur supérieur de premier niveau (C1a) représente la consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux dans le secteur des services, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale du secteur. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un indicateur d'efficacité ou d'intensité, il fournit une indication du poids absolu et relatif du refroidissement des locaux dans la consommation totale des services, afin de déterminer si des économies d'énergie pourraient être réalisées en ce qui concerne le refroidissement des locaux.

Le deuxième indicateur de niveau 1 (C1b) est la consommation totale d'électricité destinée au refroidissement des locaux (en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale d'électricité du secteur des services). Il s'agit d'un indicateur important car l'électricité est de loin la principale source d'énergie utilisée pour le refroidissement.

Au deuxième niveau, deux indicateurs d'intensité ont été développés : la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de valeur

ajoutée (C2a) et par unité de surface au sol refroidie (C2b). Comme pour le secteur résidentiel, l'indicateur recommandé est la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de surface au sol refroidie (C2b).

Figure 5.7 • Pyramide d'indicateurs pour le refroidissement des locaux dans le secteur des services



Les données relatives à la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de surface au sol refroidie étant les plus pertinentes, le troisième niveau décline cet indicateur selon deux méthodes : par type de système de refroidissement (C3a) et par catégorie de services (C3b). Un troisième indicateur (C3c) concerne la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité d'activité pour chaque catégorie de services. Un autre indicateur, la consommation d'énergie destinée au refroidissement par unité de surface au sol refroidie pour chaque source d'énergie, pourra également être élaboré à l'avenir si les systèmes à gaz, le refroidissement solaire voire le refroidissement urbain se développent dans le secteur des services.

N.B. : tout comme il est nécessaire de corriger la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux à l'aide des DJC, il est recommandé d'utiliser les degrés-jours de refroidissement (DJR) afin de normaliser les tendances de la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux au fil du temps, en supprimant l'effet lié aux variations de température. Voir l'annexe C.

Chauffage de l'eau

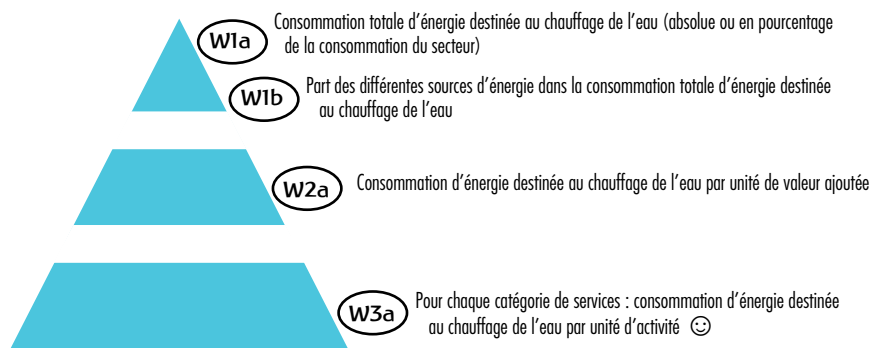
Les besoins en chauffage de l'eau varient fortement selon les catégories de services. Par exemple, les hôpitaux, les hôtels et les services de restauration utilisent de plus grandes quantités d'eau chaude que les services d'information.

Comme pour les utilisations finales précédentes, le premier niveau d'indicateurs comporte la consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale du secteur (W1a), ainsi que la part des différentes sources d'énergie dans cette consommation (W1b).

Au deuxième niveau, l'indicateur proposé représente la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par unité de valeur ajoutée (W2a). Comme pour les autres utilisations finales, un indicateur de consommation par unité de surface au sol

pourrait également être calculé pour le chauffage de l'eau, mais les valeurs obtenues pourraient s'avérer trompeuses. Cet indicateur n'est donc pas proposé.

Figure 5.8 • Pyramide d'indicateurs pour le chauffage de l'eau dans le secteur des services



Le troisième indicateur correspond à la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par unité d'activité pour chaque catégorie de services (W3a). Il peut s'agir par exemple de la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par nuitée dans les hôtels, par lit dans les hôpitaux, etc. La consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par unité d'activité pour chaque catégorie de services est l'indicateur recommandé pour le chauffage de l'eau, bien qu'il nécessite des efforts importants en matière de collecte de données. Il peut également être envisageable de calculer, à un niveau de désagrégation supplémentaire, un indicateur de consommation d'énergie par unité d'activité pour chaque système de chauffage de l'eau (systèmes de chauffe-eau directs ou indirects, capteurs solaires, etc.) et pour chaque catégorie de services. Un tel indicateur nécessiterait toutefois un niveau d'information extrêmement détaillé et n'est donc pas intégré à la pyramide ici proposée.

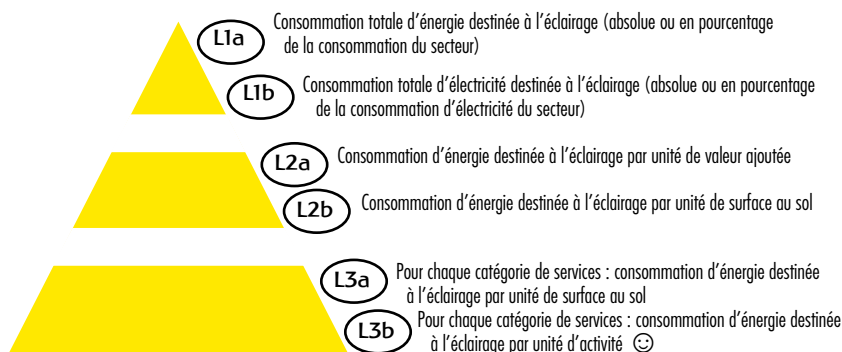
Éclairage

Au premier niveau figurent la consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation du secteur (L1a) ainsi que la consommation d'électricité destinée à l'éclairage en pourcentage de la consommation d'électricité du secteur (L1b), l'éclairage étant principalement alimenté par l'électricité.

Au deuxième niveau, deux indicateurs d'intensité sont proposés : la consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité de valeur ajoutée (L2a) et par unité de surface au sol (L2b).

Le troisième niveau comporte également deux indicateurs, calculés pour chaque catégorie de services, à savoir la consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité de surface au sol (L3a) et par unité d'activité (L3b). La consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité d'activité pour chaque catégorie de services est l'indicateur recommandé pour l'éclairage, bien que des efforts importants soient nécessaires en ce qui concerne la collecte de données.

Figure 5.9 • Pyramide d'indicateurs pour l'éclairage dans le secteur des services



Questions-réponses :

Q4. Dans quelle catégorie inclure l'éclairage public ?

Bien qu'elle ne soit pas intégrée au secteur des bâtiments, la consommation d'énergie pour l'éclairage public est incluse dans le secteur des services (dans la catégorie « Autres utilisations de l'énergie », comme le montre la Figure 3.4). Il est possible d'élaborer séparément un ensemble d'indicateurs pour l'éclairage public, indépendamment de ceux présentés pour les utilisations finales dans les pyramides précédentes, par exemple en rapportant la consommation d'énergie à la surface éclairée (y compris l'éclairage des rues et des parkings).

Autres équipements

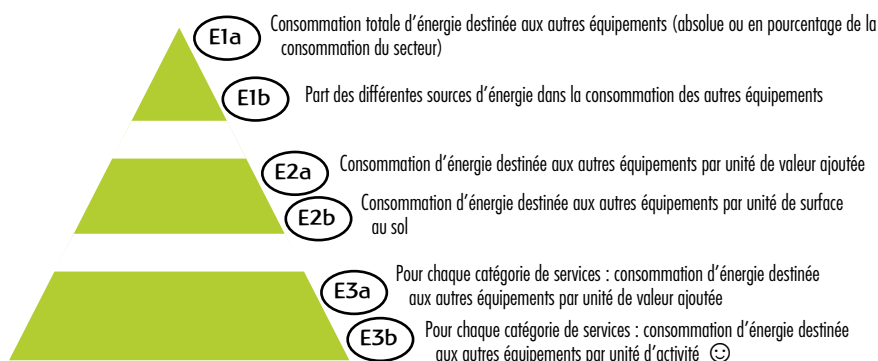
L'hétérogénéité de cette catégorie est liée aux services qui la composent. Par exemple, peu d'ordinateurs mais de nombreux réfrigérateurs et fours sont utilisés dans les restaurants, un grand nombre d'ordinateurs et d'imprimantes sont utilisés dans les bureaux, mais l'utilisation de fours y est rare. Au premier niveau figurent la consommation totale d'énergie destinée aux autres équipements, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation du secteur (E1a), ainsi que la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale des autres équipements (E1b).

Au second niveau, deux indicateurs sont proposés : la consommation d'énergie destinée aux autres équipements par unité de valeur ajoutée (E2a) et par unité de surface au sol (E2b).

Les indicateurs de troisième niveau comprennent la consommation d'énergie destinée aux autres équipements par unité de valeur ajoutée (E3a) et par unité d'activité (E3b) pour chaque catégorie de services. La diffusion des différents types d'équipements variant considérablement d'une catégorie de services à l'autre, (E3b) peut intégrer des indicateurs extrêmement significatifs, par exemple la consommation d'énergie des ordinateurs

par employé dans les bureaux, ou la consommation d'énergie des réfrigérateurs par repas servi pour les restaurants, etc. La consommation d'énergie destinée aux autres équipements par unité d'activité pour chaque catégorie de services est l'indicateur recommandé pour les autres équipements, car les indicateurs agrégés ont alors une signification plus limitée, du fait de l'hétérogénéité du secteur. Un tel niveau de détail exige d'importants efforts en matière de collecte de données et ne devrait être recherché que lorsque l'analyse préalable indique que les autres équipements représentent une part importante de la consommation totale d'énergie du secteur.

Figure 5.10 • Pyramide d'indicateurs pour les autres équipements dans le secteur des services



Le Tableau 5.2 synthétise les principaux indicateurs utilisés pour le secteur des services à l'exclusion des indicateurs de niveau 1, qui ne sont pas de véritables indicateurs d'efficacité énergétique, ni d'intensité énergétique ; ils permettent seulement de montrer l'importance absolue ou relative d'une utilisation finale dans le mix sectoriel ou dans le mix énergétique total.

Pour chaque indicateur de niveaux 2 et 3, le tableau donne le nom de l'indicateur, son périmètre (global ou spécifique) ainsi que les données sur l'énergie et l'activité à utiliser. L'avant-dernière colonne indique le code de l'indicateur et la dernière colonne signale, par un émoticône souriant, l'indicateur recommandé pour chaque utilisation finale.

5 Les données à la base des indicateurs

Les principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs de différents niveaux présentés dans les sections précédentes sont récapitulées sur la Figure 5.11, pour la consommation d'énergie, et la Figure 5.12 pour les données d'activité. En ce qui concerne les indicateurs sectoriels globaux, les données agrégées sur l'énergie peuvent, la plupart du temps, être tirées du bilan énergétique du pays et les données d'activités peuvent être obtenues via différentes sources comme les recensements, etc. (Tableau 5.3). Il est primordial, pour élaborer les indicateurs liés au secteur des services, de veiller à ce que les périmètres et les définitions des données énergétiques et des données d'activité correspondent.

Les données relatives à la consommation d'énergie

Données relatives à la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour chauffer l'ensemble des bâtiments tertiaires. Elle englobe toutes les sources d'énergie (électricité, gaz naturel, biomasse, etc.) et tous les systèmes de chauffage (central et distribué). Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (H2a) et (H2b).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux équipés de systèmes de chauffage de type α : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour chauffer tous les immeubles de services utilisant un certain type de système ou d'équipement de chauffage : chauffage central, chauffage urbain, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (H3a).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux des services utilisant la source d'énergie Z pour se chauffer : il s'agit de la consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux des services utilisant la source d'énergie Z : électricité, gaz naturel, bois, charbon, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (H3b).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux de la catégorie de services A : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour chauffer tous les bâtiments d'une catégorie de services donnée : hôtels, établissements scolaires, restaurants, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (H3c).

Tableau 5.2 • Synthèse des principaux indicateurs pour le secteur des services

Indicateur	Périmètre	Données énergétiques	Données d'activité	Code	Recommandé
Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité de valeur ajoutée	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux	Valeur ajoutée totale	H2a	
Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité de surface au sol	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage des locaux	Surface au sol totale	H2b	😊
	Par système de chauffage	Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux équipés de systèmes α	Surface au sol chauffée des locaux équipés de systèmes α	H3a	
	Par source d'énergie	Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux utilisant la source d'énergie Z	Surface au sol chauffée des locaux utilisant la source d'énergie Z	H3b	
Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux par unité d'activité	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux de la catégorie de services A	Activité unitaire de la catégorie de services A	H3c	

Indicateur	Périmètre	Données énergétiques	Données d'activité	Code	Recommandé
Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de valeur ajoutée	Global	Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux	Valeur ajoutée totale	C2a	
Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité de surface au sol refroidie	Global	Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux	Surface au sol totale refroidie	C2b	☺
	Par système de refroidissement	Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux équipés de systèmes de refroidissement α	Surface au sol des locaux équipés de systèmes de refroidissement α	C3a	
	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée au refroidissement pour la catégorie de services A	Surface au sol refroidie de la catégorie de services A	C3b	
Consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux par unité d'activité	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée au refroidissement de la catégorie de services A	Activité unitaire de la catégorie de services A	C3c	
Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par unité de valeur ajoutée	Global	Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau	Valeur ajoutée totale	W2a	
Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau par unité d'activité	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau pour la catégorie de services A	Activité unitaire de la catégorie de services A	W3a	☺
Consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité de valeur ajoutée	Global	Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage	Valeur ajoutée totale	L2a	
Consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité de surface au sol	Global	Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage	Surface au sol totale	L2b	
	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée à l'éclairage de la catégorie de services A	Surface au sol de la catégorie de services A	L3a	
Consommation d'énergie destinée à l'éclairage par unité d'activité	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée à l'éclairage de la catégorie de services A	Activité unitaire de la catégorie de services A	L3b	☺
Consommation d'énergie destinée aux autres équipements par unité de valeur ajoutée	Global	Consommation totale d'énergie destinée aux autres équipements	Valeur ajoutée totale	E2a	
	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée aux autres équipements de la catégorie de services A	Valeur ajoutée de la catégorie de services A	E3a	
Consommation d'énergie destinée aux autres équipements par unité de surface au sol	Global	Consommation totale d'énergie destinée aux autres équipements	Surface au sol totale	E2b	
Consommation d'énergie destinée aux autres équipements par unité d'activité	Par catégorie de services	Consommation d'énergie destinée aux autres équipements de la catégorie de services A	Activité unitaire de la catégorie de services A	E3b	☺

Chauffage des locaux

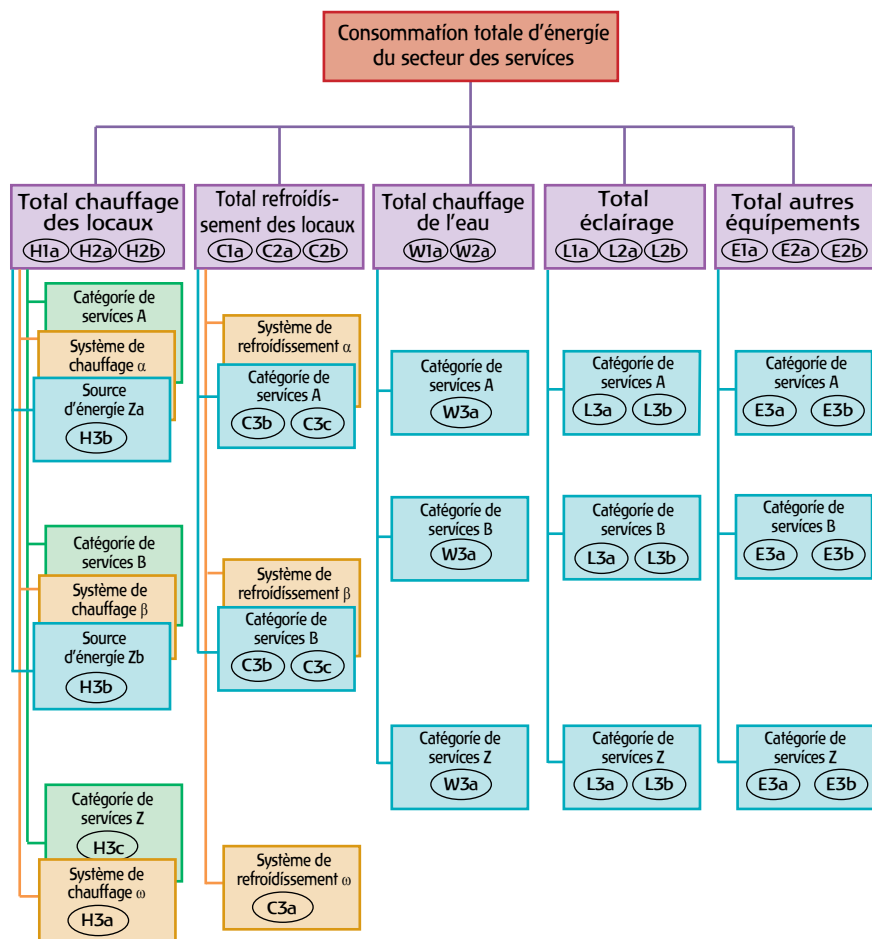
Refroidissement des locaux

Chauffage de l'eau

Éclairage

Autres équipements

Figure 5.11 • Schéma synthétique des données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des services



Note : dans la figure, le terme « source » signifie « source d'énergie ».

Données relatives à la consommation d'énergie destinée au refroidissement des locaux

Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour refroidir l'ensemble des bâtiments de services dotés de systèmes de refroidissement. Elle englobe toutes les sources d'énergie (principalement l'électricité) et tous les systèmes de refroidissement (centraux ou distribués). Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (C2a) et (C2b).

Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux équipés de systèmes de refroidissement de type α : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour refroidir

les bâtiments de services utilisant un certain type de système ou d'équipement de refroidissement : central ou distribué. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (C3a).

Consommation totale d'énergie destinée au refroidissement des locaux de la catégorie de services A : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour refroidir l'ensemble des bâtiments climatisés d'une certaine catégorie de services : hôtels, établissements scolaires, restaurants, etc. Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (C3b) et (C3c).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée au chauffage de l'eau

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour chauffer l'eau dans l'ensemble des bâtiments de services. Elle englobe toutes les sources d'énergie (électricité, gaz naturel, biomasse, etc.) et tous les systèmes de chauffage de l'eau (centralisés ou distribués). Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (W2a).

Consommation totale d'énergie destinée au chauffage de l'eau de la catégorie de services A : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour chauffer l'eau dans une certaine catégorie de services : hôtels, établissements scolaires, restaurants, etc. Cette consommation sert de numérateur pour l'indicateur (W3a).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée à l'éclairage

Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour l'éclairage. Elle englobe toutes les sources d'énergie (principalement l'électricité) et tous les types d'éclairage (ampoules à incandescence, tubes fluorescents, etc.). Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (L2a) et (L2b).

Consommation totale d'énergie destinée à l'éclairage de la catégorie de services A : il s'agit de l'énergie totale utilisée pour l'éclairage dans une certaine catégorie de services : hôtels, établissements scolaires, restaurants, etc. Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (L3a) et (L3b).

Données relatives à la consommation d'énergie destinée aux autres équipements

Consommation totale d'énergie destinée aux autres équipements : il s'agit de l'énergie totale utilisée par les autres équipements. Elle englobe tous les équipements non pris en compte dans les autres utilisations finales. Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (E2a) et (E2b).

Consommation totale d'énergie destinée aux autres équipements de la catégorie de services A : il s'agit de l'énergie totale utilisée par les autres équipements dans une certaine catégorie de services : hôtels, établissements scolaires, restaurants, etc. Cette consommation sert de numérateur pour les indicateurs (E3a) et (E3b).

Les données d'activité

Valeur ajoutée²

Valeur ajoutée totale du secteur des services : il s'agit de la valeur ajoutée totale du secteur des services, qui représente la contribution de ce secteur dans le produit intérieur brut (PIB). Elle est utilisée dans les indicateurs (H2a), (C2a), (W2a), (L2a) et (E2a). Il est primordial que la définition du périmètre de la valeur ajoutée totale du secteur des services corresponde à celle utilisée pour les données sur la consommation d'énergie correspondantes. Il est généralement recommandé d'utiliser le dollar américain (dollar US) et les parités de pouvoir d'achat³ (PPA) pour effectuer des comparaisons entre les pays.

Valeur ajoutée totale de la catégorie de services A : il s'agit de la valeur ajoutée d'une catégorie de services donnée, représentant la contribution de cette catégorie dans le PIB. Cette donnée n'est utile que si des analyses peuvent être menées au niveau des catégories de services ; pour cela, il est nécessaire de connaître la consommation d'énergie et les autres données d'activité associées. Elle est utilisée pour l'indicateur (E3a).

Unités d'activité

Unité d'activité de la catégorie de services A : il s'agit de l'unité d'activité pertinente pour chaque catégorie de services. Par exemple, le nombre de nuitées pour les hôtels. Le Tableau 5.1 donne des exemples d'unités d'activité pour certaines catégories de services. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour les indicateurs (H3c), (C3c), (W3a), (L3b) et (E3b).

Surface au sol

Surface au sol totale : il s'agit de la surface au sol totale de l'ensemble des bâtiments de services. Elle est utilisée comme dénominateur pour les indicateurs (H2b), (L2b) et (E2b).

Surface au sol totale des bâtiments de la catégorie de services A : il s'agit de la surface au sol totale des bâtiments d'une catégorie de services donnée (hôtels, restaurants, etc.). Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (L3a).

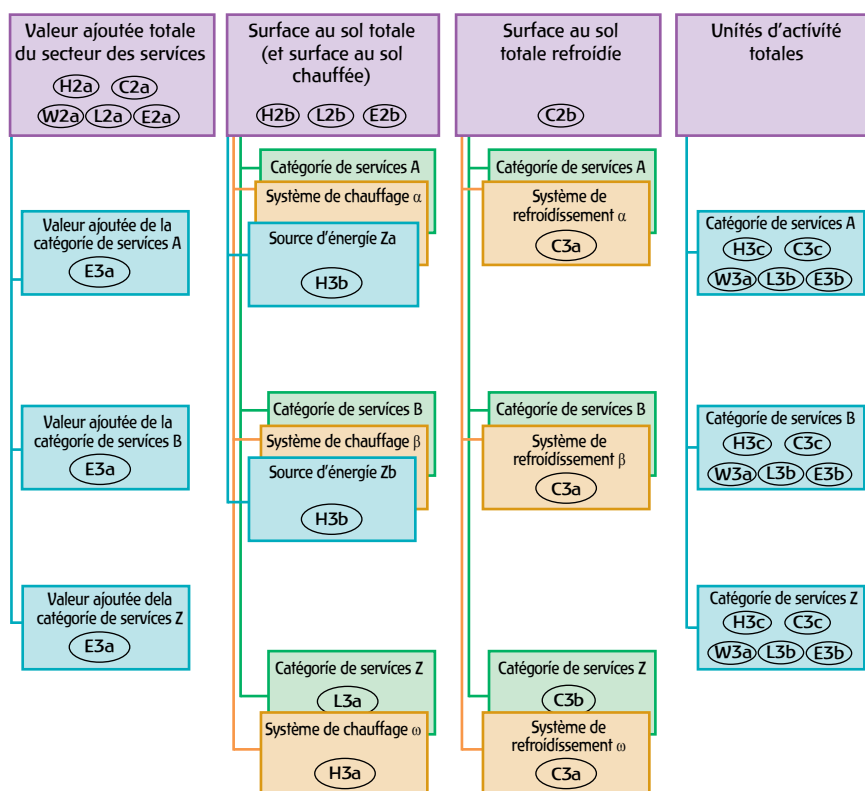
Surface au sol totale chauffée : il s'agit de la surface au sol totale chauffée de l'ensemble des bâtiments de services. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (H2b). La surface au sol chauffée peut inclure des zones inoccupées, comme les zones de parking, maintenues à des températures minimales afin de garder l'infrastructure du bâtiment en bon état de fonctionnement.

Surface au sol totale des bâtiments équipés de systèmes de chauffage de type α : il s'agit de la surface au sol totale des bâtiments utilisant un certain type de système de chauffage. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (H3a).

2. Pour des sources de données sur la valeur ajoutée et d'autres données macroéconomiques, veuillez vous reporter à l'encadré 5.2.

3. Les parités de pouvoir d'achat (PPA) sont les taux de conversion monétaire qui égalisent le pouvoir d'achat de différentes devises en éliminant les différences de niveaux de prix entre les pays. Dans leur forme la plus simple, les PPA sont des rapports de prix indiquant le rapport entre les prix en devises nationales du même bien ou service dans différents pays.

Figure 5.12 • Schéma synthétique des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des services



Surface au sol totale des bâtiments utilisant la source d'énergie Z pour se chauffer : il s'agit de la surface au sol totale des bâtiments occupés utilisant une certaine source d'énergie pour se chauffer. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (H3b).

Surface au sol totale refroidie des bâtiments équipés de systèmes de refroidissement : il s'agit de la surface au sol totale refroidie de tous les bâtiments de services équipés de systèmes de refroidissement. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C2b).

Surface au sol totale des bâtiments équipés de systèmes de refroidissement de type α : il s'agit de la surface au sol totale des bâtiments utilisant un certain système de refroidissement. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C3a).

Surface au sol totale des bâtiments équipés de systèmes de refroidissement de la catégorie de services A : il s'agit de la surface au sol totale des bâtiments de services de la catégorie A équipés de systèmes de refroidissement. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (C3b).

6 Comment recueillir les données ?

Certaines données sont plus faciles à collecter que d'autres ; cela est vrai pour les données relatives à la consommation d'énergie comme pour les données d'activité. Par exemple, il est sans aucun doute plus facile de calculer avec précision la consommation de chauffage d'un bâtiment utilisant du fioul uniquement à des fins de chauffage, sans système de chauffage secondaire, que d'estimer la consommation d'électricité d'un bâtiment dans lequel l'électricité est utilisée pour de nombreux usages : chauffage des locaux, éclairage, chauffage de l'eau, autres équipements, etc.

Quatre méthodes principales sont utilisées pour collecter des données sur la consommation d'énergie et l'activité dans le secteur des services : le recueil de données administratives, les enquêtes, les mesures et la modélisation. Toutes présentent des avantages et des inconvénients, et les pays associent souvent plusieurs méthodes (données administratives et modélisation par exemple) afin d'élaborer des indicateurs appropriés pour le secteur. Chaque méthode est décrite ci-dessous, sur la base des informations reçues par l'AIE dans le cadre de la collecte de bonnes pratiques en matière de recueil de statistiques pour les indicateurs d'efficacité énergétique.

Le Tableau 5.3 donne un aperçu des principales sources et méthodologies utilisées pour collecter les données nécessaires à l'élaboration des indicateurs présentés dans la section précédente. Chaque méthodologie est ensuite décrite de manière spécifique.

Tableau 5.3 • Synthèse des principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs pour le secteur des services et exemples de sources et de méthodologies possibles

Données	Sources	Méthodologies
Données relatives à la consommation d'énergie		
Consommation totale du secteur des services	Bilan énergétique national	Données administratives Modélisation
Consommation par catégorie de services	Fournisseurs d'énergie	Données administratives Modélisation
Données d'activité		
Surface au sol	Instituts nationaux de statistiques Gouvernements locaux Services fiscaux des entreprises par le biais de réseaux nationaux ou régionaux Registre des permis de construire Enquêtes nationales sur le secteur des services	Données administratives Enquêtes
Valeur ajoutée	Instituts nationaux de statistiques	Données administratives
Unités d'activité	Instituts nationaux de statistiques Chambres de commerce, etc.	Données administratives Enquêtes
Équipements	Fabricants, Importateurs, etc.	Données administratives Enquêtes

Données administratives

Comme pour le secteur résidentiel, les sources de données administratives devraient être les premières à être consultées : gouvernements, fournisseurs d'énergie, organisations internationales et sociétés privées, afin de déterminer quelles données sont déjà disponibles et de quelle manière les utiliser au mieux. L'exploitation des données existantes permettra d'économiser du temps et de l'argent. Les pratiques d'utilisation de données administratives pour le secteur des services, décrites ci-dessous, sont basées sur les informations reçues par l'AIE.

Objectifs : les retours reçus par l'AIE montrent que les pays comptent beaucoup sur les données administratives pour le secteur des services. Ils utilisent par exemple les données des comptes nationaux pour obtenir des informations sur la valeur ajoutée des différentes catégories de services. Ces données peuvent être utilisées directement pour calculer des indicateurs, intégrées à des modèles ou exploitées pour faciliter la conception des échantillons d'enquête.

Sources : les répondants ont identifié un certain nombre de sources existantes : les instituts nationaux de statistiques, les fournisseurs d'énergie (gaz, électricité), les fabricants d'équipements, les organisations internationales. En ce qui concerne les données sur la consommation d'énergie des différentes catégories de services, la plupart des pays s'appuient sur les fournisseurs d'énergie, qui comptabilisent généralement les ventes par catégorie, en raison des systèmes de tarification et de codage différents appliqués aux utilisateurs finaux. Les pays peuvent également s'appuyer sur la littérature technique et scientifique afin de trouver des indications ou des références pouvant s'appliquer à leur situation.

Encadré 5.1 • Sélection de sources de données internationales pour le secteur des bâtiments

Les directives récentes, relatives aux normes de performance énergétique des bâtiments, ont entraîné la collecte de données détaillées sur les bâtiments dans de nombreux pays, parmi lesquels les pays de l'Union européenne (UE) ou les États-Unis.

La plateforme de données Buildings Performance Institute Europe* rassemble des données techniques sur le parc de bâtiments de l'UE (UE, Norvège et Suisse) basées sur des statistiques officielles (enquêtes nationales, données administratives), des résultats de recherche et des estimations d'experts. Ces données comprennent les caractéristiques du parc de bâtiments, la consommation d'énergie ainsi que les performances de l'enveloppe des bâtiments.

La base de données concernant la performance des bâtiments du Département de l'énergie des États-Unis** rassemble des données techniques très détaillées sur les caractéristiques et les performances de dizaines de milliers de bâtiments existants, à la fois dans le secteur des services et le secteur résidentiel.

* Consultable en ligne : <http://www.bpie.eu/>.

** Consultable en ligne : <https://bpd.lbl.gov/>.

Données collectées : pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique, il convient de collecter deux types de données : les données d'activité et les données sur la consommation d'énergie, comme indiqué précédemment. Les données relatives à l'énergie comprennent la consommation d'énergie annuelle par catégorie de services et peuvent, la plupart du temps, être obtenues auprès des fournisseurs d'énergie (électricité, gaz naturel ou pétrole). Les données d'activité comprennent la valeur ajoutée, la surface au sol, le nombre d'employés, le nombre de nuitées, etc.

Coûts : la plupart des répondants à l'enquête de l'AIE n'ont indiqué aucun frais associé aux données dont ils avaient eu besoin. Cependant, même en l'absence de coûts directs, des coûts indirects sont à prévoir aux différentes étapes : recherche des données administratives existantes, discussion avec les organisations qui les collectent pour déterminer la faisabilité de leur utilisation, conclusion d'accords de transfert et d'utilisation des données, transfert des données dans un format adapté.

Principaux défis : parmi les défis les plus courants, nous pourrions citer le processus fastidieux de collecte et de traitement des données (pour passer par exemple du format papier au numérique), les problèmes de définition entre sources, la gestion des données incomplètes et le temps nécessaire pour établir une relation avec l'organisation ou le service fournissant les données.

Enquêtes

Dans l'échantillon de pratiques reçues par l'AIE, les enquêtes constituent la méthodologie la plus couramment utilisée pour collecter des données sur le secteur des services. Des enquêtes peuvent être mises en œuvre dans la plupart des catégories de services : bureaux, locaux commerciaux, services de santé, éducation, entreposage, services de restauration, hébergement, arts et spectacles. Les données recueillies par le biais des enquêtes sont parfois insuffisantes et leurs résultats doivent éventuellement être complétés par des informations provenant d'audits énergétiques des bâtiments ou d'analyses de modélisation.

Les paragraphes suivants résument les principales caractéristiques de ces enquêtes à partir des pratiques reçues par l'AIE.

Objectifs : les enquêtes sur le secteur des services ont pour objectif principal de comprendre l'évolution de la consommation d'énergie des différentes activités dans le temps, de recueillir des informations sur les caractéristiques physiques des bâtiments, surface au sol, taux d'occupation, etc., et de collecter des informations sur les dépenses énergétiques. Certains pays mènent également des enquêtes pour identifier les bonnes pratiques en matière de benchmarking des classes d'efficacité énergétique dans les différents secteurs. Près de la moitié des répondants ont également indiqué mener des enquêtes afin de compléter les informations obtenues par le biais d'autres méthodes de collecte ou d'estimation de données.

Catégories de services couvertes : de nombreux pays, en particulier les pays de l'OCDE, choisissent de recueillir les données sur la base de la classification nationale des activités économiques (par exemple, CITI ou NACE en Europe) ; d'autres pays collectent les données sur la base de classifications différentes, comme dans les deux exemples suivants :

- 1) bureaux, commerce de détail, services de santé, établissements scolaires, entreposage, commerce de détail de produits alimentaires/services alimentaires, hébergement, arts et spectacles, bâtiments multiservices ;

- 2) immeubles de bureaux, bâtiments à vocation médicale, établissements d'enseignement primaire et/ou secondaire, établissements de soins infirmiers et établissements résidentiels de soins, entrepôts, hôtels et motels, hôpitaux, magasins d'alimentation et de boissons, commerces de détail non alimentaires, bâtiments vacants, autres.

Nous recommandons aux pays d'adopter la classification CITI si possible, surtout si des comparaisons sont ensuite effectuées entre les pays.

Conception de l'échantillon : la majorité des pays appliquent une méthode d'échantillonnage aléatoire stratifiée, avec des niveaux de stratification allant de 1 à plus de 50. Les critères de stratification comprennent : les catégories de services, la situation géographique, la région climatique, l'âge et le type des bâtiments, le nombre d'occupants des bâtiments, etc.

Les sources utilisées pour concevoir les échantillons comprennent des listes d'adresses fournies par les administrations, les chambres de commerce, les services fiscaux et les registres du commerce. L'une des pratiques reçues, particulièrement innovante, utilise Google Earth™ et Streetview™ pour identifier les bâtiments du secteur des services et améliorer la représentativité de l'échantillon. L'approche repose sur les définitions du code du bâtiment local et sur les numéros de rôle de propriété (ID).

Encadré 5.2 • Sélection de sources de données internationales macroéconomiques

Au niveau national, les données statistiques telles que le PIB, la valeur ajoutée sectorielle, la population, etc. peuvent généralement être obtenues auprès des instituts de statistiques, des banques centrales, des ministères ou des instituts de recherche. D'autres sources de données internationales sont présentées ci-dessous.

L'Organisation de coopération et de développement économiques⁽¹⁾ recueille des données sur le PIB, la valeur ajoutée par secteur, les PPA, les taux de change, la population et l'emploi pour ses 34 pays membres.

Eurostat⁽²⁾ collecte des données sur le PIB, la valeur ajoutée par secteur, les PPA, les taux de change, la population, les ménages et l'emploi pour les pays de l'Union européenne.

Le Fonds monétaire international⁽³⁾ fournit des données mondiales sur le PIB, les PPA, les taux de change, la population et l'emploi.

Les Nations Unies⁽⁴⁾ disposent de données mondiales sur le PIB, la valeur ajoutée par secteur, les PPA, les taux de change, la population et l'emploi.

La Banque mondiale⁽⁵⁾ collecte des données sur le PIB, les PPA, les taux de change et la population au niveau mondial.

(1) Consultable en ligne : <http://stats.oecd.org/>.

(2) Consultable en ligne : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>.

(3) Consultable en ligne : <http://www.imf.org/external/data.htm>.

(4) Consultable en ligne : <http://unstats.un.org/unsd/snaama/Introduction.asp>.

(5) Consultable en ligne : http://siteresources.worldbank.org/ICPEXT/Resources/ICP_2011.html.

Taille de l'échantillon : la taille des échantillons varie de 5 000 à 120 000 bâtiments, ce qui représente entre 0,1 % et 100 % du nombre total des bâtiments. La majorité des enquêtes ont été menées auprès d'un échantillon représentant moins de 10 % du nombre total des bâtiments. La taille moyenne de l'échantillon d'enquête dans les retours que nous avons reçus était d'environ 5 % du nombre total des bâtiments.

Fréquence : dans l'échantillon de pratiques reçues par l'AIE, les enquêtes liées au secteur des services sont menées selon un intervalle compris entre un et quatre ans. La majorité d'entre elles sont organisées annuellement. La mise en œuvre régulière des enquêtes permet non seulement d'assurer la continuité des données, mais également d'améliorer leur qualité grâce à un effort continu de renforcement des capacités.

Statut juridique : plus de la moitié des enquêtes sont obligatoires, en vertu de la loi, mais seules certaines prévoient des amendes en cas de non-réponse. Dans certains cas, un rapport sur les résultats de l'étude est promis aux répondants.

Répondants : dans la plupart des cas, les enquêtes sont envoyées aux entreprises, qui les transmettent à une personne de référence dans chaque bâtiment exploité par l'organisation. Dans certains cas, des informations supplémentaires sont collectées pour compléter les résultats de l'enquête, par exemple des données administratives peuvent être demandées aux fournisseurs d'énergie en ce qui concerne les ventes d'électricité et de gaz naturel aux établissements commerciaux. Si l'enquête intègre des informations sur les ventes d'énergie, se rapprocher des fournisseurs d'énergie peut être un bon moyen de recouper les données et d'obtenir des informations sur la consommation de l'ensemble du secteur, et non seulement de l'échantillon interrogé.

Taux de réponse : les taux de réponse varient de 20 à 100 %, avec une moyenne de deux tiers et un cas à 100 %. Dans ce dernier cas, l'enquête a été menée par une société d'études de marché qui devait respecter, contractuellement, des quotas pour chaque sous-secteur. Les entreprises ont d'abord été contactées par téléphone, grâce aux listes de panels de la société d'études de marché, afin d'identifier la personne à interroger sur la base de sa connaissance de la consommation d'énergie et des caractéristiques physiques du bâtiment. Des entretiens personnels assistés par ordinateur ont ensuite été réalisés pour collecter les données.

Méthodes de collecte : la collecte des données au format papier est l'approche la plus populaire, suivie par la collecte via Internet et les visites physiques sur site. Dans certains pays, les répondants pouvaient choisir de soumettre leurs réponses au format papier ou via Internet.

Temps nécessaire pour répondre à l'enquête : les pays ayant communiqué cette information indiquent que le temps nécessaire pour remplir une enquête varie de moins de 10 minutes à 180 minutes, en fonction du degré de détails de l'enquête. La durée moyenne se situe autour d'une heure.

Données collectées : la plupart des enquêtes collectent des données par catégorie de services, en mettant l'accent sur les données d'activité, en particulier la surface au sol, l'âge des bâtiments, le nombre d'occupants, l'âge et le type de système de chauffage, le type de système de refroidissement et les combustibles utilisés pour les différentes utilisations finales. D'autres informations complémentaires sont également collectées : le matériel de bureau, le type d'équipement et de technologie d'éclairage et le type de rénovations effectuées dans les bâtiments. Dans certains cas, des informations ont également été collectées sur les dépenses énergétiques

et les fournisseurs d'énergie ont été contactés en complément. Si aucune donnée sur la consommation d'énergie ne peut être collectée directement à partir de ces enquêtes, les caractéristiques physiques des équipements ainsi que les données de consommation globale peuvent être utilisées pour estimer la consommation d'énergie des équipements, au niveau du pays. La plupart des informations collectées ne concernent pas directement les indicateurs proposés ci-dessus, mais sont très pertinentes pour un audit plus détaillé du secteur des bâtiments.

Utilisations finales couvertes : les utilisations finales les plus fréquemment couvertes par ces enquêtes sont le chauffage, le refroidissement et le chauffage de l'eau. Les données collectées comprennent l'âge et les types de système de chauffage, de système de refroidissement et de combustible utilisés.

Sources d'énergie : l'ensemble des sources d'énergie traditionnelles sont prises en compte dans ces enquêtes, électricité, gaz naturel, fioul domestique, charbon, GPL et biomasse. Pour le secteur des services, il est également important de prendre en compte les systèmes de chauffage urbains et de récupération de la chaleur parfois utilisés dans les bâtiments. L'utilisation de dispositifs de chauffe-eau solaires, de systèmes géothermiques pour refroidir et chauffer les bâtiments, de panneaux solaires installés sur le toit pour générer de l'électricité et d'énergies renouvelables pour plusieurs utilisations finales augment également.

Temps de préparation et de mise en œuvre : le temps nécessaire à la conception et à la mise en œuvre d'une enquête varie considérablement, d'un minimum de trois mois à un maximum de quatre ans pour les enquêtes les plus élaborées, avec une moyenne de plus d'un an. Le temps total dépend des ressources nécessaires pour mettre en œuvre le projet, des besoins en formation du personnel pour la collecte et le traitement des données, du niveau de détail des données collectées et du processus de validation garant de la qualité des données. À mesure que les enquêtes se répètent, les organisations deviennent généralement de plus en plus efficaces pour fournir les résultats.

Coûts : le coût d'une enquête dépend du coût de la main-d'œuvre, du niveau de détail de l'enquête, des niveaux de stratification et de la taille de l'échantillon. De ce fait, il est difficile de donner une estimation précise des coûts, valable dans tous les cas. Sur la base d'estimations de coûts collectées pour certains pays de l'OCDE, le coût d'une enquête nationale sur le secteur des services peut néanmoins être estimé entre 128 000 et 8 millions de dollars US. On estime en outre, sur la base des pratiques d'enquêtes collectées pour le secteur résidentiel, que la phase de conception représente de 15 à 20 % du coût total, la phase de collecte des données de 40 à 50 %, la phase de traitement et d'analyse de 20 à 30 %, et la gestion globale du projet de 10 à 20 %.

Principaux défis : pour deux tiers des répondants, les principaux défis sont le faible taux de réponse, la qualité médiocre des réponses et leur incohérence. La moitié des répondants a également signalé des enquêtes incomplètes. Parmi les autres problèmes rencontrés, les enjeux liés à la qualité du personnel chargé des entretiens et à la nécessité de le former peuvent également être cités. Un autre problème rencontré a concerné le manque de clarté quant à la période mentionnée dans l'enquête, ce qui pourrait être facilement évité en envoyant des instructions plus claires aux répondants.

Améliorations possibles : plus de la moitié des répondants a indiqué que la qualité des résultats pourrait être améliorée de manière significative en augmentant la taille de l'échantillon. Une autre suggestion est de prévoir, en complément des enquêtes, des entretiens individuels, une vérification des données d'enquête, ainsi que des audits énergétiques. Il est également essentiel de disposer de définitions et d'instructions claires pour chaque question, afin d'alléger la charge pesant sur les répondants. Les réponses aux enquêtes pourraient également être favorisées en fournissant aux répondants un accès aux données énergétiques de leur secteur.

Comme mentionné, prévoir des entretiens individuels complémentaires pourrait permettre d'augmenter la précision des résultats et les audits énergétiques pourraient également aider à vérifier les réponses. Il est en outre essentiel de veiller à ce que les enquêtes soient peu à peu mises en œuvre à intervalles réguliers. Établir et maintenir de bonnes relations avec les responsables de la gestion de l'énergie est également primordial.

Questions-réponses :

Q5. Comment comptabiliser les bâtiments multiservices ?

Plusieurs pays ont souligné la difficulté de traitement des espaces polyvalents, lorsque plusieurs activités de services coexistent au sein du même bâtiment. La plupart du temps, les répondants doivent estimer la surface utile de l'activité principale du bâtiment (par exemple, l'activité qui occupe 75 % de la surface brute), puis identifier une activité secondaire et sa surface utile, et dans certains cas une troisième activité.

Q6. Est-il possible d'étendre les enquêtes sur l'énergie dans le secteur des services afin de collecter des données sur l'eau ?

Oui, même si ce n'est pas encore une pratique courante. Certains pays ont commencé à recueillir des données sur l'utilisation de l'eau dans les bâtiments en plus des données sur la consommation d'énergie. Ces informations sont précieuses à la fois pour les administrations nationales et pour les administrations locales, qui doivent planifier les ressources et les infrastructures pour la distribution municipale de l'eau.

Q7. Est-il possible d'étendre les enquêtes sur les services afin de collecter des données sur les transports ?

Les enquêtes sur les services peuvent également intégrer quelques questions additionnelles sur la possession de véhicules et les kilomètres parcourus pour fournir des données sur la consommation d'énergie des transports. Si les transports ne sont la plupart du temps pas la priorité de la collecte de données liées aux bâtiments de services, les données collectées peuvent néanmoins permettre de compléter les enquêtes nationales sur les transports et d'améliorer les statistiques correspondantes, ainsi que les indicateurs d'efficacité énergétique. Néanmoins, la consommation d'énergie des transports ne doit pas être incluse dans le secteur des services.

Mesures

Les pays reconnaissent l'importance de procéder à des mesures dans le secteur des services, pour informer les propriétaires des immeubles des possibilités d'économies d'énergie par le biais d'audits, mais également pour éclairer les pouvoirs publics en ce qui concerne d'éventuelles interventions politiques. Les campagnes de mesures dans le secteur des services supposent un travail particulièrement intensif en raison de l'hétérogénéité des différentes catégories de services et des types de bâtiments. Mais, à défaut d'autres données, les initiatives de mesures, y compris à petite échelle, sont précieuses afin d'établir des estimations initiales.

Les paragraphes suivants sont basés sur les pratiques par pays reçues par l'AIE. Malheureusement, les pratiques reçues sont peu nombreuses en ce qui concerne les mesures prises pour le secteur des services, ce qui limite l'applicabilité générale des résultats présentés. Cela montre également que les mesures ne sont pas encore une approche très développée pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique dans le secteur des services.

Objectifs : les mesures servent généralement à évaluer les tendances de la consommation d'énergie, la diffusion des équipements et l'efficacité de différents systèmes (ventilation, chauffage, refroidissement), mais également à compléter les informations provenant des enquêtes ou des études de modélisation, et à alimenter les modèles et les estimations. Un certain nombre de pratiques d'enquêtes reçues par l'AIE ont indiqué que des mesures, y compris celles effectuées lors des audits, seraient très importantes pour vérifier les données d'enquête.

Catégories de services couvertes : sur la base des pratiques reçues par l'AIE, il apparaît que les mesures ciblent généralement certaines catégories de services et les bâtiments dans lesquels s'exercent ces activités : bureaux, commerce de détail, services de santé, établissements d'enseignement, entreposage, vente/services alimentaires, hébergement, arts et spectacles, bâtiments polyvalents.

Conception de l'échantillon : les échantillons sont habituellement conçus à partir de listes existantes de bâtiments, d'entreprises principales et d'établissements institutionnels. Il est également possible de recourir à un panel régulier de répondants précédemment impliqués dans d'autres initiatives. Compte tenu de la taille souvent réduite des échantillons, ils sont généralement sélectionnés de manière aléatoire, une attention particulière étant accordée à l'équilibre entre les catégories de services et les situations géographiques.

Taille de l'échantillon : le coût des campagnes de mesures est généralement élevé en raison du coût des équipements et de main-d'œuvre nécessaire à la configuration, au calibrage et à la collecte des données. Par conséquent, la taille des échantillons est généralement assez réduite (entre 400 et 2 500).

Fréquence : la fréquence idéale de mise en œuvre des campagnes de mesures n'existe pas. Dans l'une des pratiques reçues, les mesures sont effectuées chaque année dans un type de bâtiment différent. Dans une autre, les mesures sont effectuées tous les trois ans, en parallèle du cycle des enquêtes sur les bâtiments.

Durée de la période de suivi : la durée de la période de suivi est variable selon les initiatives : d'un minimum de 1,5 jour, pour suivre les fluctuations quotidiennes, à une semaine maximum. Les périodes de mesures peuvent s'étaler sur un an afin de

suivre également les fluctuations saisonnières de la consommation. Lorsque le coût des équipements est élevé, des mesures alternatives peuvent être faites à différents moments sur différents sites.

Qui effectue les relevés et comment : les relevés peuvent être effectués par les auditeurs énergétiques ou par les exploitants des immeubles. Dans certains cas, les fournisseurs d'énergie peuvent également jouer un rôle actif dans la collecte des données. Pour les données sur la consommation d'électricité, les compteurs et les enregistreurs de données existants peuvent être utilisés. D'autres types d'appareils de mesure existent, comme les compteurs de gaz, les thermomètres, les débitmètres, etc.

Utilisations finales de l'énergie couvertes : les principales utilisations finales couvertes par les mesures dans le secteur des services sont le chauffage et le refroidissement des locaux, le chauffage de l'eau, l'éclairage et les autres équipements (comme le matériel de bureau, la ventilation). Des informations relatives aux utilisations finales peuvent être collectées pour les différentes catégories de services déployées dans chaque bâtiment.

Sources d'énergie : l'électricité est la principale source d'énergie mesurée dans les quelques exemples de pratiques reçus dans le cadre de l'enquête de l'AIE ; viennent ensuite le gaz naturel, le pétrole et les autres combustibles.

Coûts : le nombre limité d'informations reçues ne nous permet pas de fournir une estimation précise du coût des campagnes de mesures dans le secteur des services. Les informations issues des exemples de pratiques de mesures dans le secteur résidentiel peuvent fournir une première estimation. Les facteurs déterminants du coût sont le coût des équipements ainsi que le coût de la main-d'œuvre nécessaire à la mise en place des équipements, à la collecte des données et à la gestion des difficultés techniques rencontrées pendant la période de suivi. D'autres coûts sont liés à la conception de l'échantillon, à l'analyse et à la diffusion des données.

Principaux défis : les principaux défis sont liés à la configuration des équipements, qui nécessite souvent plus de temps que prévu. Les répondants ont également signalé des problèmes liés à la qualité des données recueillies et des difficultés de communication avec les occupants ou les personnes référentes des bâtiments suivis.

Recommandations : la phase de planification semble cruciale pour la réussite des projets. L'implication des propriétaires des immeubles dès la phase de planification permet par exemple d'améliorer la conception du projet et d'accélérer la collecte des données. Un répondant a également indiqué que recourir de manière répétée à la même société pour effectuer les mesures permet de garantir la cohérence des données et de gagner du temps en ce qui concerne la formation du personnel. Progressivement, les erreurs sont corrigées et la qualité des données s'améliore.

Modélisation.....

La modélisation fait partie intégrante du processus d'estimation de la consommation d'énergie des différentes utilisations finales dans le secteur des services, de manière autonome, ou en complément des résultats d'une autre méthode, par exemple une enquête nationale. Les modèles reposent sur des données d'entrée et un ensemble d'hypothèses. Dès lors, la qualité des données d'entrée et la précision des hypothèses ont un impact déterminant sur la qualité des résultats. Les principales étapes du travail de modélisation sont l'établissement du cadre de la modélisation, la formulation des

hypothèses du modèle, la saisie des données, l'exécution du modèle, la validation des résultats à l'aune de données de référence et leur analyse. Les paragraphes suivants sont basés sur les réponses reçues par l'AIE en ce qui concerne les pratiques de modélisation pour le secteur des services.

Objectifs : la modélisation est généralement utilisée pour estimer la consommation d'énergie du secteur et de ses différentes utilisations finales, en se basant par exemple sur les caractéristiques physiques des équipements, leur diffusion et les tendances de la consommation d'énergie. Comme pour le secteur résidentiel, la modélisation peut également être utilisée pour faire des prévisions, sur la base de séries chronologiques historiques et d'hypothèses relatives aux facteurs macroéconomiques.

Catégories de services couvertes : la plupart des modèles ascendants existants couvrent les différentes catégories de services listées précédemment.

Types de modèle : les modèles utilisés pour le secteur des services reposent sur des approches descendantes, ascendantes ou une combinaison des deux. Les modèles descendants se basent sur des variables macroéconomiques et des indicateurs de prix de l'énergie pour estimer l'évolution de la consommation d'énergie dans le secteur des services, sur la base des élasticités historiques des prix et des revenus. En s'appuyant sur les relations établies, comme par exemple les comportements historiques, ces modèles supposent que ces relations sont stables dans le temps – ce qui impliquerait que le marché de l'énergie soit relativement stable. Cette approche peut être utile pour développer des indicateurs agrégés au niveau de chaque catégorie de services. Mais la grande majorité des modèles sont des modèles ascendants de type technologique, qui consistent parfois simplement en une représentation statistique des flux des parcs d'équipements et de leur performance énergétique, ou des modèles d'ingénierie plus sophistiqués avec des paramètres techniques détaillés pour les équipements et les performances.

Sources : bien que la plupart des modèles soient conçus sur-mesure, certains d'entre eux sont parfois dérivés de modèles existants. Exploiter un modèle existant permet de gagner du temps et éventuellement de tirer des enseignements des utilisations précédentes du modèle. Un modèle descendant peut facilement être élaboré à partir de logiciels statistiques et économétriques existants. La configuration d'un modèle ascendant peut quant à elle être établie à partir d'un logiciel de tableurs (par exemple MS Excel™).

Temps nécessaire : les principales étapes d'une analyse de modélisation sont le développement du modèle, la saisie des données d'entrée, leur calibrage par rapport aux données historiques nationales, la mise à jour régulière du cadre, des données d'entrée et des hypothèses, la validation des résultats du modèle et l'analyse des données. Le temps nécessaire pour construire et calibrer correctement un modèle varie selon sa complexité et dépend également du fait que le modèle soit développé à partir d'un modèle existant ou non – auquel cas la phase de développement consiste uniquement en une mise à jour sur la base d'hypothèses et de données personnalisées.

Dans les pratiques reçues par l'AIE, le temps requis pour développer un modèle varie d'une semaine à huit mois ; la phase de mise à jour à partir de nouvelles données dure entre 1 et 40 semaines ; la vérification et la validation des résultats durent 1 à 30 semaines ; le traitement des données, l'analyse des scénarios et la

préparation des rapports nécessitent 1 à 30 semaines. L'exercice de modélisation peut ainsi durer de quelques semaines à deux ans environ. En général, les modèles descendants peuvent être configurés beaucoup plus rapidement que les modèles ascendants.

Coûts : le coût de la modélisation dépend en grande partie du coût de la main-d'œuvre. Pour un modèle descendant (nécessitant par exemple autour de quatre semaines de travail), le coût moyen s'élève à environ 20 000 dollars US. Les modèles ascendants nécessitent de quelques semaines à près de deux ans de travail et leur coût varie donc également considérablement.

Fréquence : dans l'échantillon de pratiques reçues par l'AIE, la moitié des projets de modélisation pour le secteur des services sont menés sur une base annuelle ; certains n'ont été menés qu'une seule fois. La répétition de l'exercice dans le temps permet d'améliorer le cadre existant.

Principales données d'entrée : pour les modèles descendants, basés sur des variables macroéconomiques, les données d'entrée sont aisément disponibles dans les comptes nationaux par catégorie de services. Les modèles ascendants sont quant à eux basés sur des informations comme la surface au sol totale des bâtiments, le nombre d'occupants, le type de systèmes de chauffage et la consommation annuelle des différentes sources d'énergie, le parc total d'équipements et leurs taux de diffusion dans les différentes catégories de services. Ces informations peuvent provenir d'enquêtes nationales ou du suivi de certains bâtiments. En l'absence de données, des hypothèses doivent être formulées afin d'estimer la consommation d'énergie des différentes utilisations finales.

Principales données de sortie : si les modèles descendants ne peuvent estimer la consommation d'énergie qu'au niveau des différentes catégories de services, les modèles ascendants parviennent à estimer la consommation d'énergie des différentes utilisations finales : chauffage et refroidissement des locaux, chauffage de l'eau, éclairage et énergie requise pour les équipements auxiliaires tels que des moteurs.

Validation des résultats : dans la plupart des modèles, les résultats sont validés à l'aune des données nationales existantes, comme les bilans énergétiques, les statistiques énergétiques nationales ou les données des fournisseurs d'énergie.

Principaux défis : dans les pratiques reçues par l'AIE, le principal problème concerne le manque de données d'entrée – ce qui implique que l'étendue des pratiques de collecte de données existantes sur le secteur des services doit être améliorée. D'autres enjeux concernent les problèmes liés au contrôle de la qualité et à la définition des hypothèses du modèle.

Recommandations : afin d'assurer la continuité des résultats, il est recommandé de maintenir les exercices de modélisation dans la durée. Il pourrait également être intéressant d'ajouter certaines options, comme la possibilité d'estimer le potentiel d'efficacité énergétique dans le secteur des services, sur la base d'un ensemble de technologies existantes et de leur coût. Il serait également utile de disposer d'estimations sur les coûts cachés et les obstacles dans une perspective de gestion des risques, avant de mettre en œuvre des programmes d'efficacité énergétique dans les bâtiments.

Quelles données collecter pour le secteur industriel et comment le faire ?

1

Que représente le secteur industriel et que couvre-t-il ?

Dans la perspective des indicateurs d'efficacité énergétique, le secteur industriel fait référence à la fabrication des biens et des produits finis, listés à la rubrique « industries manufacturières » des Recommandations internationales sur les statistiques énergétiques des Nations Unies. Le secteur industriel exclut donc la production d'électricité en amont, les raffineries ainsi que la distribution d'électricité, de gaz et d'eau. Comparé au secteur industriel des bilans énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), il exclut également les industries minières et extractives de matières premières, ainsi que la construction. Les sous-secteurs industriels pris en compte dans le cadre des indicateurs d'efficacité énergétique sont donc les suivants : sidérurgie¹ ; industrie chimique et pétrochimique ; métaux non-ferreux ; minerais non métalliques ; équipements de transport ; machinerie ; produits alimentaires et tabac ; imprimerie, pâtes et papiers ; bois et produits du bois ; textile et cuir ; autres industries non comprises ailleurs.

Comme l'indiquent les Recommandations internationales sur les statistiques énergétiques des Nations Unies, chacun de ces sous-secteurs comprend un certain nombre d'activités économiques, conformément à la Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI). L'annexe B décrit le périmètre du secteur industriel, tel qu'abordé dans ce manuel et en lien avec la CITI².

En ce qui concerne la consommation d'énergie, le secteur industriel comprend toutes les activités industrielles consommatrices d'énergie (qu'il s'agisse de générer de l'électricité et de la chaleur pour les processus de production ou d'exploiter des installations). Il exclut toutes les activités liées aux transports, par exemple la consommation d'énergie du parc de véhicules d'une entreprise, et l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques, qui correspondent aux quantités non brûlées utilisées comme matières premières, comme le naphta pour les plastiques, le gaz naturel pour la production d'ammoniac, le bitume pour les routes, etc.

1. Il convient de noter que dans la perspective des indicateurs d'efficacité énergétique, le secteur de la sidérurgie intègre également l'énergie utilisée et transformée dans les processus de transformation associés (i.e. dans les fours à coke et les hauts fourneaux) ; toute utilisation de combustibles à des fins non énergétiques est exclue.

2. D'après la Division des statistiques des Nations Unies, il existe 422 systèmes de classification différents dans plus de 118 pays à travers le monde. Ces systèmes comprennent une classification des activités, des produits et des dépenses. De nombreux pays cherchent cependant à s'aligner sur les classifications internationales, telles que la CITI des Nations Unies ou la classification NACE (en Europe). En ce qui concerne les activités économiques, la référence est la CITI des Nations Unies, suivie du système de classification européen NACE dans la plupart des pays d'Europe. Si la majorité des pays est capable de faire correspondre leur système de classification national aux classifications internationales, des écarts peuvent subsister et il peut être difficile de faire correspondre certains secteurs à des fins d'harmonisation ou de comparaison.

Questions-réponses :

Q1. Dans quelle catégorie inclure la consommation d'énergie des bureaux situés sur un site industriel ?

Il est extrêmement difficile d'isoler les données sur la consommation des bureaux dans les établissements industriels où la production a lieu. Par conséquent, il est courant d'inclure cette consommation dans la consommation industrielle. Toutefois, la consommation d'énergie des locaux du siège, dédiés uniquement aux activités de bureau, doit être affectée à la catégorie correspondante du secteur des services.

Q2. Comment prendre en compte les entreprises multiactivités ?

Les grandes entreprises peuvent être engagées dans différentes activités économiques appartenant à des secteurs industriels différents. Dans ce cas, les Recommandations internationales sur les statistiques énergétiques des Nations Unies recommandent de scinder l'entreprise en un ou plusieurs établissements, à condition que des unités homogènes puissent être identifiées pour compiler efficacement les données sur l'énergie.

Q3. Pourquoi les activités liées au transport ne sont-elles pas prises en compte dans le secteur industriel ?

Les indicateurs d'efficacité énergétique pour l'industrie se concentrent sur l'efficacité des processus de production industrielle. Par conséquent, les combustibles utilisés pour le transport ne doivent pas être inclus dans le secteur industriel. L'analyse de l'efficacité des transports peut être menée séparément sur la base des données d'activité globales et des données sur la consommation d'énergie du secteur des transports.

Q4. Pourquoi l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques est-elle exclue des indicateurs d'efficacité énergétique ?

Les quantités de combustibles utilisées comme matières premières ne sont pas pertinentes pour déterminer l'efficacité de la consommation d'énergie d'un processus de production industriel spécifique. Toutefois, ces quantités peuvent être pertinentes dans le cadre d'une étude sur les économies potentielles, car elles représentent une part importante des quantités de combustibles livrées à l'industrie, en particulier dans l'industrie chimique et pétrochimique.

2 Pourquoi le secteur industriel est-il important ?

Au niveau mondial, l'industrie représente plus du quart de la consommation finale totale d'énergie (CFT), contre environ un tiers en 1973. Comme pour les autres secteurs, cette part est très variable selon les pays et dépend de leur niveau de développement industriel et de l'intensité du secteur industriel dans l'économie. La Figure 6.1 donne le poids relatif de l'industrie dans la consommation finale totale de plus de 130 pays en 2011, sur la base des données recueillies par l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

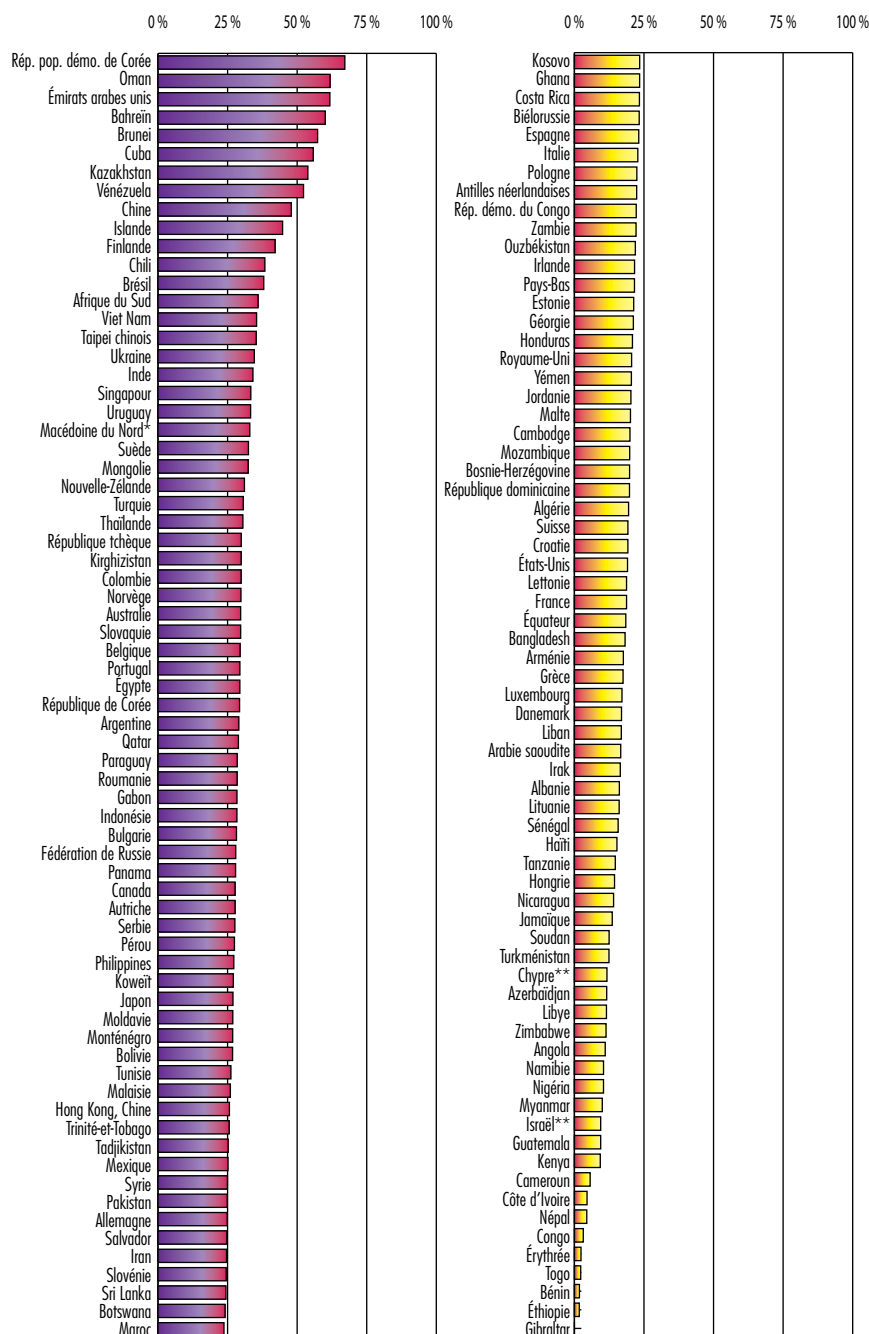
Dans certains pays en développement où le secteur industriel est réduit, l'industrie représente moins de 10 % de la CFT ; en revanche, dans les pays où l'économie est basée sur un secteur industriel plus vaste, cette part peut dépasser 30 %. Ces données doivent néanmoins être utilisées avec prudence, comme indication préliminaire du poids du secteur industriel par rapport aux autres secteurs dans chaque pays ; certains pays éprouvent en effet des difficultés à fournir des données complètes pour chaque secteur.

À l'échelle mondiale, les principales sources d'énergie utilisées par l'industrie sont le charbon (29 %), l'électricité (26 %) et, dans une moindre mesure, le gaz naturel (20 %). Le pétrole, dominant en 1973 (29 %), a vu sa part décliner de manière significative, à 13 % en 2011 (Figure 6.2), tandis que la part du charbon a augmenté au fil des ans, pour atteindre 29 % en 2011. Le pétrole et l'électricité suivent deux tendances opposées : la part du pétrole a diminué de plus de moitié entre 1973 et 2011, tandis que la part de l'électricité a presque doublé sur la même période. Comme dans les secteurs résidentiel et des services, ainsi que dans la production d'électricité, la volonté de réduire la consommation de pétrole dans le secteur industriel est forte. La consommation d'électricité de l'industrie augmente rapidement en raison de l'essor des processus électriques.

Bien entendu, ces parts varient considérablement d'un pays à l'autre, en fonction de leurs structures économiques et de leurs dotations naturelles. La part du gaz naturel ou du charbon est par exemple beaucoup plus importante dans les pays disposant de stocks de ressources importants. Ainsi, le charbon est dominant dans certains pays asiatiques, tandis que le gaz naturel domine la consommation du secteur industriel dans certains pays du Moyen-Orient, mais également au Canada et aux États-Unis, entre autres.

Le secteur industriel représente plus de 80 % de la consommation mondiale de charbon, principalement influencée par le sous-secteur de la sidérurgie ; plus de 40 % de la consommation d'électricité et de chaleur ; et environ un tiers de la consommation de gaz naturel (Figure 6.3). Ces moyennes ne sont bien entendu pas représentatives de l'ensemble des pays. L'industrie représente par exemple près de 70 % de la consommation finale d'électricité en République populaire de Chine, sous l'influence de sous-secteurs à forte intensité électrique ; et plus de 70 % de la consommation finale de gaz naturel dans des pays tels que le Brésil, l'Indonésie et le Mexique. L'industrie représente une part moins importante de la consommation finale de charbon dans les pays où le charbon est également utilisé dans le secteur résidentiel, par exemple en Irlande, en Turquie et en Pologne.

Figure 6.1 • Part du secteur industriel dans la consommation finale totale de différents pays (2011)



Note : sauf indication contraire, tous les tableaux et figures de ce chapitre proviennent de données et d'analyses de l'AIE.

* Ex-République yougoslave de Macédoine [maintenant Macédoine du Nord]. ** Voir l'annexe F.

Figure 6.2 • Parts des différentes sources d'énergie dans la consommation mondiale d'énergie du secteur industriel

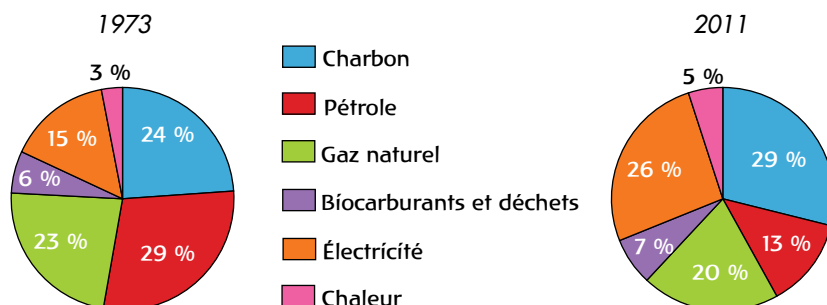
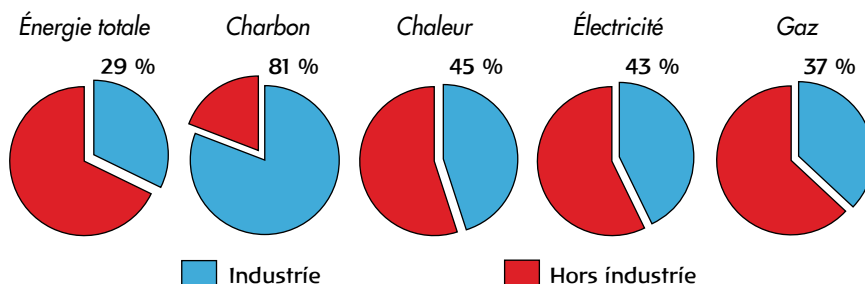


Figure 6.3 • Part du secteur industriel dans la consommation finale totale mondiale de différentes sources d'énergie (2011)

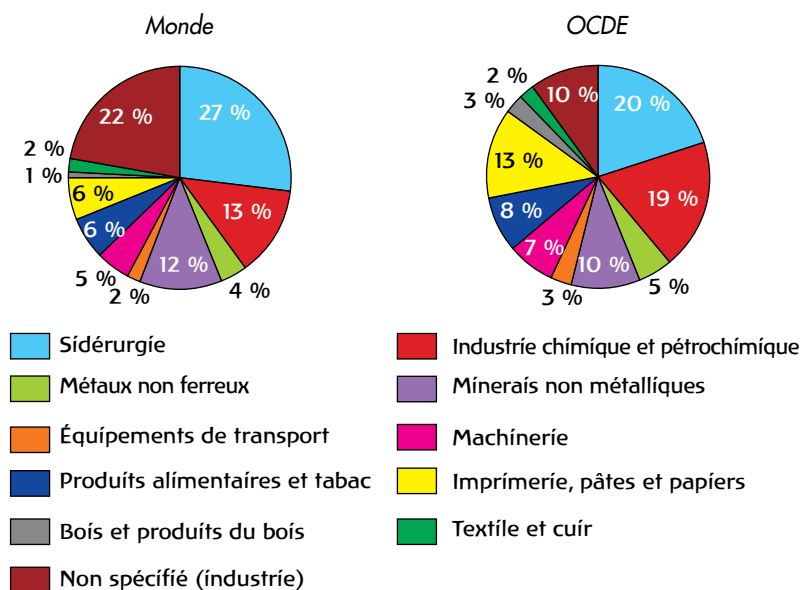


Nombre de grandes industries énergivores (sidérurgie, ciment, etc.) se sont d'ores et déjà engagées dans des programmes d'économie d'énergie, l'énergie représentant souvent une part importante de leurs coûts de production. Pour être compétitives, elles investissent dans des technologies basse consommation. De plus, les dispositions législatives en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de la pollution locale poussent l'industrie à être plus propre et plus soucieuse de l'énergie. Par le biais d'une réglementation environnementale plus stricte, les décideurs ont également un rôle essentiel à jouer dans la réduction de la consommation d'énergie du secteur. Et, comme pour les autres secteurs, les fournisseurs d'énergie et les entreprises de services énergétiques peuvent également aider les industries à promouvoir des actions et des mesures d'efficacité énergétique visant à réduire la charge de pointe.

3 Quels sont les principaux sous-secteurs influençant la consommation du secteur industriel ?

Si pour le secteur résidentiel et celui des services les indicateurs d'efficacité énergétique sont calculés pour chaque utilisation finale (chauffage, éclairage, etc.), pour l'industrie les indicateurs sont calculés par sous-secteur. Cela tient au fait que, dans l'industrie, la principale utilisation finale de l'énergie est le processus de production lui-même et que des différences importantes existent d'un sous-secteur à l'autre.

Figure 6.4 • Répartition de la consommation d'énergie de l'industrie par sous-secteur en 2011, monde et OCDE



Selon les données de l'AIE, et bien qu'environ un quart de la consommation industrielle ne puisse être affecté à aucun secteur spécifique en raison du manque de données, les principaux secteurs consommateurs d'énergie sont la sidérurgie, l'industrie chimique et pétrochimique, le secteur de l'imprimerie, des pâtes et du papier, les minerais non métalliques (y compris la production de ciment), les produits alimentaires et le tabac. La Figure 6.4 donne les parts de chaque sous-secteur dans le monde et pour les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Néanmoins, ces parts peuvent varier considérablement d'un pays à l'autre, selon le contexte. Une étude attentive des bilans énergétiques est donc recommandée, afin d'identifier les principaux sous-secteurs consommateurs d'énergie. Lors de la priorisation de la collecte de données pour l'industrie, l'essentiel des efforts devrait porter sur les principaux sous-secteurs consommateurs d'énergie dans chaque pays.

Les différents sous-secteurs énumérés en début de chapitre sont brièvement décrits ci-dessous. L'annexe B donne également une brève description des différents sous-secteurs au regard de la classification CITI.

Compte tenu de la complexité du secteur industriel, le suivi de l'efficacité énergétique des différents sous-secteurs nécessite une bonne compréhension des divers processus et technologies impliqués. Aussi, pour des descriptions plus techniques des sous-secteurs, veuillez vous reporter à AIE (2007) et au manuel d'accompagnement, AIE (2014).

Sidérurgie

Le sous-secteur de la sidérurgie correspond à la fabrication des produits sidérurgiques de base (groupe 241 de la CITI) et à la fonderie de fer et d'acier (classe 2431 de la CITI) au sein de la fabrication des métaux de base (division 24 de la CITI). L'acier peut être produit selon deux procédés : à partir de minerai de fer, ou d'une combinaison de minerai de fer et de ferraille, en utilisant des fours à oxygène ; ou à partir de ferrailles recyclées en utilisant des fours à arc électrique³. L'efficacité énergétique d'une usine sidérurgique est largement dépendante du type de procédé utilisé et de la quantité de ferraille contenue dans l'intrant. Pour les indicateurs d'efficacité énergétique, les intrants de la sidérurgie comprennent également la consommation des fours à coke et des hauts fourneaux, mais ne doivent pas inclure les sous-produits des procédés vendus et non utilisés sur le site (par exemple, les gaz de cokerie, de hauts fourneaux et de fours à oxygène). Le sous-secteur de la sidérurgie est fortement dépendant du charbon et de l'électricité pour son approvisionnement en énergie. Dans certains cas, le gaz naturel est utilisé pour produire du fer de réduction directe et le charbon de bois peut également être utilisé comme intrant du sous-secteur.

Industrie chimique et pétrochimique

L'industrie chimique et pétrochimique comprend la fabrication des produits chimiques, dont les engrais, les plastiques et le caoutchouc synthétique (division 20 de la CITI), les produits pharmaceutiques et médicaux et les produits à base de plantes (division 21 de la CITI). Ce sous-secteur utilise des quantités importantes de combustibles en tant que matières premières, par exemple du pétrole pour produire des produits chimiques intermédiaires tels que l'éthylène, le propylène, le benzène, etc. ; du gaz naturel pour produire de l'ammoniac, du méthanol etc. et de la biomasse. Cependant, les combustibles utilisés en tant que matières premières ne doivent pas être intégrés à l'analyse des indicateurs d'efficacité énergétique.

Si le nombre de produits générés par ce sous-secteur est très vaste, le vapocraquage des différentes matières premières en constitue l'un des processus communs clés, selon une gamme d'intensités énergétiques variant en fonction de la matière première. Ce sous-secteur repose en grande partie sur le pétrole et le gaz naturel, à la fois comme matières premières et en tant que sources d'énergie. Les autres sources d'énergie utilisées sont l'électricité et, dans certains cas, la chaleur chimique.

3. Les publications AIE (2005) et AIE (2007) fournissent des descriptions schématisées des processus physiques associés à la production de fer et d'acier.

Métaux non ferreux

Le sous-secteur des métaux non ferreux comprend la fabrication des métaux précieux et d'autres métaux non ferreux de base (groupe 242 de la CITI) ainsi que la fonte des métaux non ferreux, comme l'aluminium, le cuivre, le magnésium, le titane, le zinc, etc. (classe 2432 de CITI), au sein de la fabrication des métaux de base (division 24 de la CITI). L'une des parts les plus importantes de la consommation d'énergie du sous-secteur est attribuée à la production d'aluminium, réalisée à partir de minerais ou du recyclage de déchets et de ferraille, impliquant une consommation d'électricité très importante.

Minerais non métalliques

Le sous-secteur des minerais non métalliques fait référence à la division 23 de la CITI, qui comprend la fabrication du verre et des produits en verre ainsi que la fabrication des produits minéraux non métalliques, tels que les produits en céramique, les carreaux et les produits en argile cuite, le ciment et le plâtre. La part la plus importante de la consommation d'énergie de ce sous-secteur est occupée par la production de ciment, qui comporte un processus très intensif de transformation de la matière première (le calcaire par exemple) en « clinker » et un processus moins intensif de mélange d'additifs au clinker pour former du ciment. Selon la teneur en eau de la matière première brute, le processus de production du clinker est dit « humide » ou « sec » – le premier étant beaucoup plus énergivore que le second. Ces dernières années, des efforts ont été déployés pour éliminer progressivement les fours humides inefficaces et utiliser uniquement le processus par voie sèche, plus efficace. De nos jours, l'un des procédés les plus efficaces repose sur les préchauffeurs/précalcinateurs cinq-six⁴. La production de ciment peut également inclure l'utilisation de substituts au clinker, tels que les cendres volantes et les scories d'acier.

Équipements de transport

Les équipements de transport comprennent la fabrication des véhicules à moteur, des remorques et des semi-remorques (division 29 de la CITI) et d'autres équipements de transport tels que les navires, les avions, le matériel ferroviaire, etc. (division 30 de la CITI).

Machinerie

Le sous-secteur de la machinerie comprend la fabrication des produits métalliques (division 25 de la CITI) ; des produits informatiques, électroniques et optiques (division 26 de la CITI), du matériel électrique (division 27 de la CITI) et des machines et équipements (division 28 de la CITI).

4. Un préchauffeur est composé d'une série de cyclones verticaux à travers lesquels passe la matière première, qui entre en contact avec des gaz chauds tourbillonnants qui se déplacent dans la direction opposée. Un four peut comporter jusqu'à six étages de cyclones avec des températures de plus en plus élevées grâce à une récupération de chaleur accrue à chaque étape. Un précalcinateur est un système utilisé en amont du four rotatif dans le processus de fabrication du ciment, lorsque la plus grande partie de la calcination du calcaire est réalisée, ce qui rend le processus plus économe en énergie.

Produits alimentaires et tabac

Le sous-secteur des produits alimentaires et du tabac comprend la fabrication des produits alimentaires (division 10 de la CITI), des boissons (division 11 de la CITI) et des produits du tabac (division 12 de la CITI). Ce secteur est particulièrement hétérogène : il regroupe un grand nombre d'activités différentes, comme la transformation de la viande, la conservation du poisson, la production du vin, la fabrication des cigarettes, etc., ainsi qu'une grande variété de produits physiques.

Bois et produits du bois

Le sous-secteur du bois et des produits du bois comprend la fabrication du bois et des produits en bois et en liège, à l'exception des meubles, ainsi que la fabrication des objets en paille et en matières à tresser (division 16 de la CITI).

Imprimerie, pâtes et papiers

Le sous-secteur de l'imprimerie, des pâtes et du papier comprend la fabrication des papiers et des produits en papier (division 17 de la CITI) ainsi que l'impression et la reproduction de supports enregistrés tels que les livres, les journaux, etc. (division 18 de la CITI). La part la plus importante de la consommation d'énergie de ce sous-secteur est occupée par la production des pâtes et des papiers, qui fait appel à différents processus de production, comme la mise en pâte chimique ou mécanique, le recyclage du papier et la production de papier. L'énergie nécessaire à la production des pâtes et des papiers provient généralement de l'utilisation de quantités importantes de résidus de biomasse. Les usines de pâte chimique autonomes peuvent également être des producteurs nets d'énergie.

Textile et cuir

Le sous-secteur du textile et du cuir comprend la fabrication des textiles (division 13 de la CITI), des vêtements (division 14 de la CITI), du cuir et des produits dérivés du cuir (division 15 de la CITI).

Industries non spécifiées

Les industries non spécifiées comprennent la fabrication des produits en caoutchouc et en plastique (division 22 de la CITI), la fabrication des meubles (division 31 de la CITI) et les autres activités de fabrication (division 32 de la CITI). Cette catégorie est souvent utilisée pour équilibrer la consommation du secteur lorsque la répartition précise par sous-secteur n'est pas disponible.

Le secteur industriel est extrêmement complexe et une compréhension fine des différents processus et types de produits est nécessaire pour suivre efficacement les tendances de l'efficacité énergétique du secteur. Le Tableau 6.1, non exhaustif, donne des exemples de processus et de produits associés aux différents sous-secteurs industriels. Les documents complémentaires AIE (2014) et AIE (2007) donnent de plus amples informations sur les différents sous-secteurs.

Tableau 6.1 • Exemples de processus et de produits types de certains sous-secteurs industriels

Sous-secteur	Processus/types de produits	Sous-produits
Sidérurgie	Four à oxygène Four à arc électrique Fer de réduction directe	
Industrie chimique et pétrochimique	Éthylène Propylène Benzène, toluène, xylène (BTX) Ammoniac Méthanol Butadiène	
Métaux non ferreux	Aluminium Cuivre	Bauxite Alumine Primaire Recyclé
Minerais non métalliques	Ciment Briques et tuiles d'argile Céramique de construction Verre Chaux	Clinker (humide et sec) Ciment
Imprimerie, pâtes et papiers	Pulpe Papier recyclé Papiers et cartons	Pâte chimique Pâte mécanique Papier sanitaire et domestique Papier journal Papier d'impression et d'écriture Emballages, papiers d'emballage, cartons

4

Quels sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés ?

En fonction de la disponibilité des données, des indicateurs extrêmement désagrégés pourront être élaborés ou, au contraire, le niveau considéré demeurera trop agrégé pour être significatif en ce qui concerne l'analyse de l'efficacité énergétique. Des informations utiles sur le secteur peuvent toutefois en être tirées. Les indicateurs les plus agrégés comprennent, par exemple, la part du secteur industriel dans la CFT, ou la consommation totale de l'industrie par unité de valeur ajoutée. Si ces indicateurs permettent des comparaisons très approximatives (et souvent trompeuses) entre les pays ainsi qu'une description de l'évolution dans le temps, ils ne peuvent pas être considérés comme des indicateurs d'efficacité énergétique en tant que tels. Pour obtenir des indicateurs d'efficacité énergétique significatifs, il est nécessaire de disposer de données plus détaillées sur la consommation d'énergie et l'activité. Ces données sont décrites dans les paragraphes suivants pour chaque sous-secteur industriel.

Comme pour les autres secteurs, les indicateurs sont présentés selon une approche pyramidale pour l'ensemble du secteur industriel ainsi que pour chacun de ses sous-secteurs, du niveau agrégé (par exemple, la part d'un sous-secteur dans la

consommation totale de l'industrie), au niveau désagrégé (par exemple, pour chaque type de produit, la consommation d'énergie par unité de production physique). Plus le niveau de la pyramide est large, plus il est nécessaire de disposer de données détaillées. Trois niveaux sont utilisés dans cette approche pyramidale, le niveau 1 étant le plus agrégé et le niveau 3 le plus désagrégé. De plus, dans une optique de simplification, des noms de code abrégés sont attribués à chaque indicateur afin d'identifier l'utilisation finale et le niveau de l'indicateur.

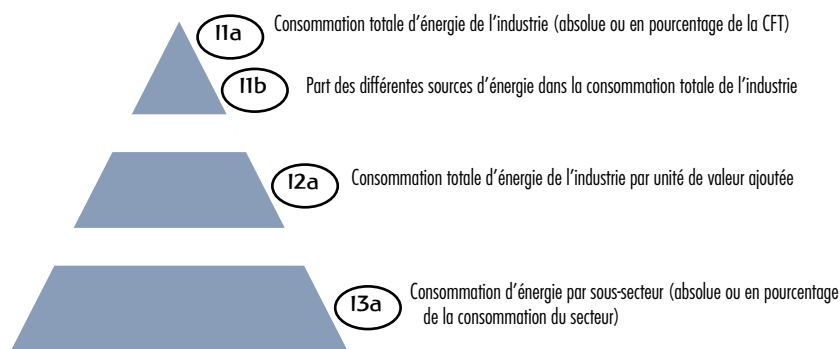
Les indicateurs commençant par un I concernent le secteur industriel et ceux commençant par IS un sous-secteur industriel générique (sidérurgie, aluminium, produits alimentaires, etc.). L'utilisation d'une seconde lettre (S) diffère de ce qui est fait dans les autres chapitres, où une seule lettre est utilisée, en raison du grand nombre de sous-secteurs industriels. Le chiffre qui suit concerne le niveau de désagrégation, 1 étant le niveau le plus agrégé et 3 le niveau le plus désagrégé. La fonction principale du troisième caractère, une lettre, est de différencier les indicateurs de même niveau. À titre d'exemple, l'indicateur (IS2b) est un indicateur de deuxième niveau pour un sous-secteur industriel (IS) générique (dans ce cas particulier, la consommation d'énergie du sous-secteur par unité de valeur ajoutée).

Secteur industriel global

Comme pour les secteurs résidentiel et des services, la pyramide d'indicateurs pour le secteur industriel se base sur des données agrégées, à la fois pour la consommation d'énergie et pour l'activité.

Le niveau le plus agrégé comporte la consommation totale d'énergie du secteur industriel, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la CFT (I1a), ainsi que la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale de l'industrie (I1b). Ces deux indicateurs, bien qu'ils ne soient pas des intensités, donnent un aperçu global de la consommation sectorielle et peuvent permettre d'effectuer une première comparaison entre les pays, ainsi qu'une évaluation préliminaire de l'importance des différents sous-secteurs et sources d'énergie.

Figure 6.5 • Pyramide d'indicateurs pour le secteur industriel



Au second niveau, la pyramide permet de dégager un indicateur d'intensité pour l'ensemble du secteur, calculé en divisant la consommation d'énergie par la valeur ajoutée (I2a). Bien que l'énergie consommée dans le secteur ne soit pas strictement

corrélée à la valeur ajoutée, cet indicateur donne une première indication de l'intensité énergétique globale du secteur et de ses tendances (par exemple, croissance industrielle). Il est bien entendu largement influencé par le poids relatif des différents sous-secteurs industriels – ceux dont la consommation d'énergie est la plus élevée (par exemple, le fer) ou au contraire la plus faible (par exemple, l'or) par unité de valeur ajoutée.

En raison de l'absence d'homogénéité de la production physique des différents sous-secteurs industriels, il n'est pas possible de proposer un indicateur d'intensité par unité de production physique au niveau du secteur global, mais seulement au niveau sous-sectoriel pour les sous-secteurs ayant une production physique homogène. Seule la valeur ajoutée fournit une base commune à l'ensemble des sous-secteurs pour une évaluation initiale. Il est important d'utiliser la valeur ajoutée à taux de change constant pour éviter d'introduire des biais liés aux fluctuations du marché monétaire.

Le troisième niveau de la pyramide concerne la consommation d'énergie de chaque sous-secteur, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale de l'industrie (I3a). Ce troisième niveau correspond au niveau supérieur des pyramides d'indicateurs par sous-secteur générique, présentées dans la section suivante.

Pour l'ensemble des indicateurs de cette pyramide sectorielle, les données sur l'énergie peuvent être facilement tirées des bilans énergétiques nationaux et les données d'activité des comptes nationaux. Il convient cependant de veiller à ce que les définitions et les limites des sous-secteurs soient cohérentes entre les bilans énergétiques et les comptes nationaux.

Sous-secteurs industriels

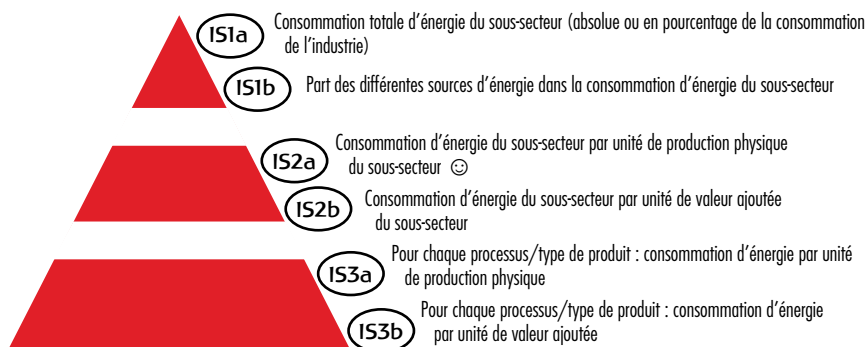
La pyramide générique suivante peut s'appliquer à chacun des sous-secteurs industriels (sidérurgie, pâtes et papiers, etc.) afin d'étudier les tendances de leur consommation d'énergie, une fois que les principaux produits, processus et types de produits concernés ont été identifiés. L'indicateur recommandé pour chaque sous-secteur est indiqué par un émoticône souriant (☺).

Au premier niveau, l'indicateur supérieur (IS1a) est la consommation totale d'énergie du sous-secteur, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale du secteur. Cet indicateur décrit le poids absolu et relatif du sous-secteur au sein du secteur industriel et fournit une première indication de la pertinence du sous-secteur en ce qui concerne les économies d'énergie potentielles. Le deuxième indicateur de niveau 1 (IS1b) correspond à la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale du sous-secteur ; là encore, même si cet indicateur n'est pas un indicateur d'intensité, il permet de décrire la dépendance relative d'un sous-secteur à différentes sources d'énergie.

Le deuxième niveau comporte deux indicateurs : la consommation d'énergie par unité de production physique (IS2a) et par unité de valeur ajoutée (IS2b). Notez que (IS2a) n'a de sens que lorsque la production du sous-secteur est homogène (production d'acier brut par exemple). Pour certains sous-secteurs, dans lesquels la production est hétérogène (une usine pétrochimique par exemple), on ne peut se référer qu'à l'intensité par unité de valeur ajoutée (IS2b) ou bien passer au niveau suivant de désagrégation avec des données par type de produit. Lorsque cela est pertinent, l'indicateur recommandé pour un sous-secteur spécifique est la

consommation d'énergie par unité de production physique. Une connaissance détaillée de la technologie ou du processus utilisés est essentielle pour suivre les intensités énergétiques des différents sous-secteurs. Pour les sous-secteurs les plus intensifs en énergie, des fourchettes sont fournies à titre indicatif dans la section sur la validation des données (chapitre 8), sur la base des données collectées par l'AIE pour certains pays.

Figure 6.6 • Pyramide d'indicateurs pour les sous-secteurs industriels



Au troisième niveau, les deux indicateurs proposés sont les mêmes que ceux de niveau 2 mais pour un processus de production ou un type de produit spécifique, et non pour le sous-secteur dans son ensemble : la consommation d'énergie par unité de production physique (IS3a) et par unité de valeur ajoutée (IS3b) pour chaque processus ou type de produit du sous-secteur. Par exemple, dans le secteur de la sidérurgie, (IS2a) correspond à la consommation d'énergie par unité de production d'acier brut, tandis que (IS3a) comprend des indicateurs comme la consommation d'énergie par unité d'acier produite par four à oxygène, la consommation d'énergie par unité d'acier produite par four à arc électrique, etc. Les indicateurs au niveau des processus sont les plus intéressants pour les analyses d'efficacité énergétique. Leur développement demeure néanmoins limité en raison du manque général de données disponibles ou des difficultés à affecter la consommation d'énergie à des valeurs de production physiques spécifiques lorsque les productions sont hétérogènes dans la même installation. Il convient de noter que (IS3b) n'a de sens que si une valeur ajoutée peut être déterminée, ce qui est plus probable pour un type de produit spécifique (par exemple, l'ammoniac) que pour un processus (par exemple, le ciment sec). Dans tous les cas, des indicateurs basés sur la production physique sont toujours recommandés pour les analyses d'efficacité énergétique.

Le Tableau 6.2 synthétise les principaux indicateurs utilisés pour le secteur industriel, à l'exclusion des indicateurs de niveau 1, qui ne sont pas de véritables indicateurs d'efficacité énergétique ni même d'intensité énergétique ; ils permettent seulement de montrer l'importance absolue ou relative d'un sous-secteur au sein du mix sectoriel ou du mix énergétique global.

Pour chaque indicateur de niveaux 2 et 3, le tableau donne le nom de l'indicateur, son périmètre (global ou spécifique) ainsi que les données sur la consommation d'énergie et l'activité à utiliser. L'avant-dernière colonne indique le code de l'indicateur, tandis que la dernière colonne signale par un émoticône souriant l'indicateur recommandé.

Tableau 6.2 • Synthèse des indicateurs les plus courants pour le secteur industriel

Indicateur	Périmètre	Données relatives à la consommation d'énergie	Données d'activité	Code	Recommandé
Consommation d'énergie par unité de production physique	Sous-secteur	Consommation totale d'énergie du sous-secteur	Production physique du sous-secteur	IS2a	😊
	Processus/type de produit	Consommation d'énergie du processus/type de produit	Production du processus/type de produit	IS3a	
Consommation d'énergie par unité de valeur ajoutée	Sous-secteur	Consommation totale d'énergie du sous-secteur	Valeur ajoutée du sous-secteur	IS2b	
	Processus/type de produit	Consommation d'énergie du processus/type de produit	Valeur ajoutée du processus/type de produit	IS3b	

5 Les données à la base des indicateurs

Les principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs de différents niveaux présentés dans les sections précédentes sont synthétisées à la Figure 6.7 pour les données sur la consommation d'énergie et à la Figure 6.8 pour les données d'activité. Comme pour les autres secteurs, la clé pour élaborer des indicateurs pour l'industrie consiste à faire en sorte que les périmètres et les définitions des données sur l'énergie et des données d'activité correspondent.

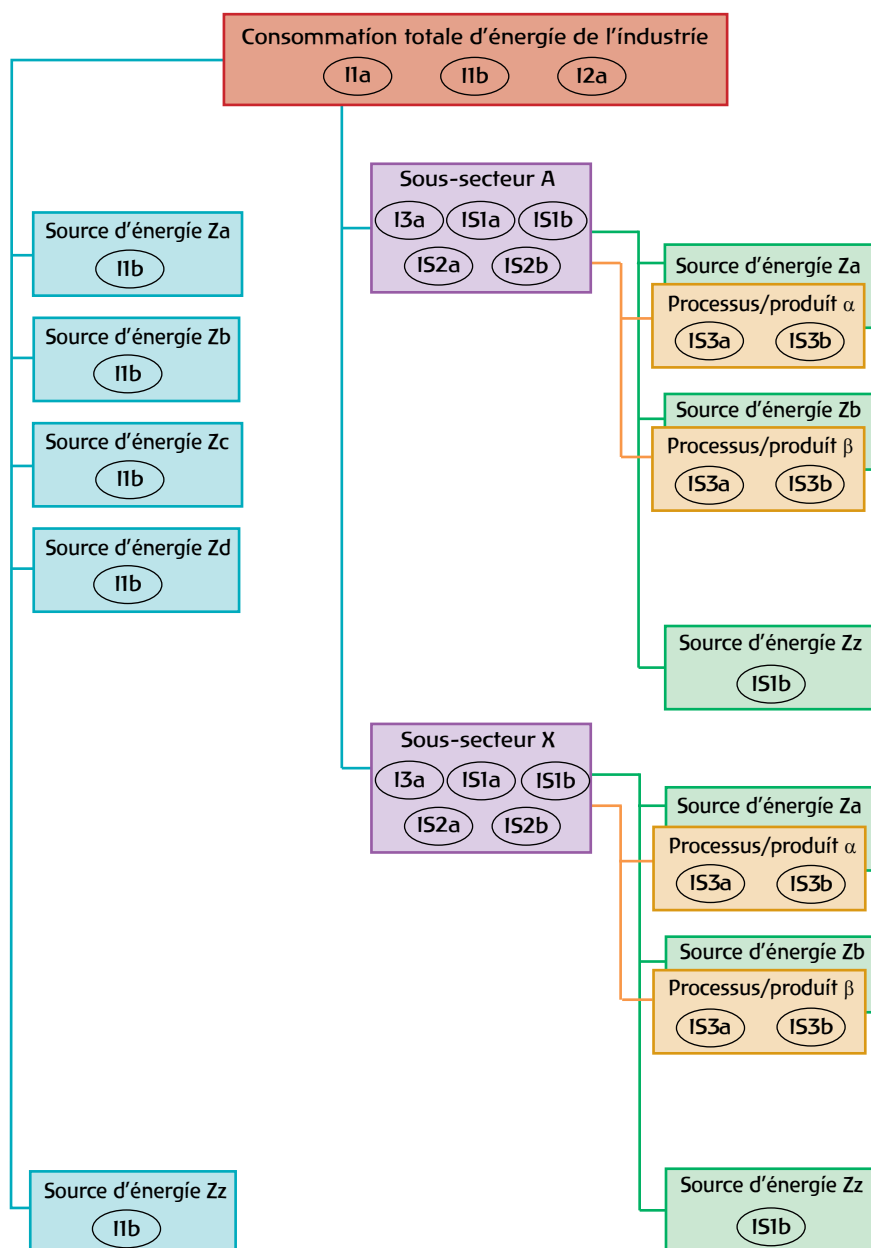
Les données relatives à la consommation d'énergie

Consommation totale d'énergie du secteur industriel : il s'agit de l'énergie totale consommée par l'ensemble du secteur industriel, dans tous ses sous-secteurs. Elle englobe toutes les sources d'énergie, primaires et secondaires : charbon, électricité, produits pétroliers, gaz naturel, biocarburants, déchets, chaleur, sources et déchets renouvelables, etc. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (I1b) et comme numérateur pour (I2a).

Consommation totale d'énergie du secteur industriel par source d'énergie : il s'agit de la consommation totale d'une source d'énergie en particulier, dans l'ensemble du secteur industriel, par exemple la consommation d'électricité de tous les sous-secteurs industriels. Cette donnée est utilisée pour (I1b).

Consommation d'énergie totale du sous-secteur industriel A : il s'agit de l'énergie totale consommée dans un sous-secteur industriel donné : sidérurgie, produits alimentaires et tabac, etc. Elle englobe toutes les sources d'énergie. Cela correspond à l'indicateur (I3a) de la pyramide générique sectorielle et à (IS1a) de la pyramide sous-sectorielle. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (IS1b) et comme numérateur pour (IS2a) et (IS2b).

Figure 6.7 • Schéma synthétique des données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur industriel



Consommation d'énergie du sous-secteur industriel A par source d'énergie Z : il s'agit de la consommation totale d'une certaine source d'énergie dans un sous-secteur industriel donné, par exemple la consommation de charbon du sous-secteur de la sidérurgie. Cette donnée est utilisée comme numérateur pour (IS1b).

Consommation d'énergie du processus/type de produit sous-sectoriel α : il s'agit de la consommation totale d'un processus sous-sectoriel donné, par exemple la production de fer par four à oxygène dans le sous-secteur de la sidérurgie ou la production de pâte chimique dans le secteur de l'imprimerie, des pâtes et du papier. Elle englobe toutes les sources d'énergie. Cette donnée est utilisée comme numérateur pour (IS3a) et (IS3b).

Les données d'activité

Valeur-ajoutée⁵

Valeur ajoutée totale de l'industrie : il s'agit de la valeur ajoutée totale du secteur industriel, qui représente la contribution de ce secteur dans le produit intérieur brut (PIB). Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (I2a). Il est primordial que la définition du périmètre de la valeur ajoutée totale de l'industrie corresponde à celle des données correspondantes pour la consommation d'énergie. Il est recommandé d'utiliser le dollar américain (dollar US) et les parités de pouvoir d'achat (PPA)⁶ pour pouvoir effectuer des comparaisons entre les pays.

Valeur ajoutée du sous-secteur industriel A : il s'agit de la valeur ajoutée d'un sous-secteur industriel donné, qui représente la contribution de ce sous-secteur dans le PIB. Elle est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (IS2b).

Valeur ajoutée du processus/type de produit α du sous-secteur industriel A : il s'agit de la valeur ajoutée d'un processus/type de produit donné du sous-secteur industriel A, qui représente la contribution de la fabrication de ce produit dans le PIB. À ce niveau de désagrégation, il semble plus vraisemblable de parvenir à déterminer une valeur ajoutée pour un type de produit spécifique (par exemple, l'ammoniac dans le sous-secteur de la pétrochimie) que pour un type de processus (par exemple, le fer produit par four à oxygène). Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (IS3b).

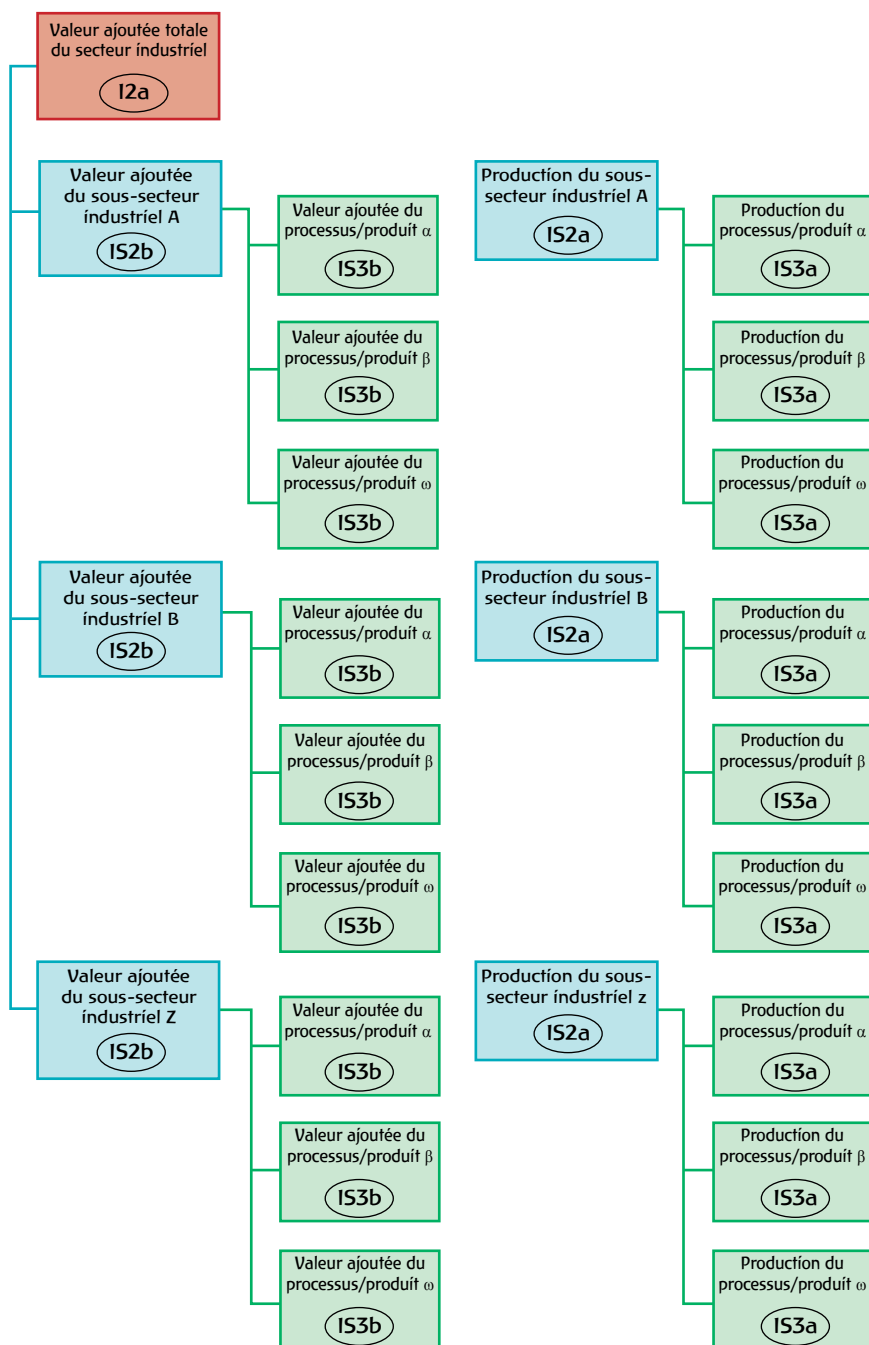
Production physique

Production sous-secteur A : il s'agit de la production physique totale d'un sous-secteur donné (par exemple, la quantité d'acier produite dans le secteur de la sidérurgie), généralement mesurée en volume ou en masse, en fonction du produit. Ces données sont utilisées comme dénominateur pour l'indicateur (IS2a).

5. Pour les sources de données sur la valeur ajoutée et les autres données macroéconomiques, veuillez vous reporter à l'encadré 5.2 du chapitre sur le secteur des services.

6. Les parités de pouvoir d'achat (PPA) sont les taux de conversion monétaire qui égalisent le pouvoir d'achat de différentes devises en éliminant les différences de niveaux de prix entre les pays. Dans leur forme la plus simple, les PPA sont simplement des rapports de prix indiquant le rapport entre les prix en devises nationales du même bien ou service dans différents pays.

Figure 6.8 • Schéma synthétique des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur industriel



Production d'un processus/type de produit du sous-secteur industriel A : il s'agit de la production physique totale d'un processus ou d'un type de produit sous-sectoriel donné (par exemple, la quantité d'acier produite par four à oxygène dans le sous-secteur de la sidérurgie, la quantité d'ammoniac dans le sous-secteur de la pétrochimie, etc.), généralement mesurée en volume ou en masse, en fonction du produit. Ces données sont utilisées comme dénominateur pour (IS3a).

La Figure 6.8 présente les données d'activité nécessaires pour les indicateurs d'efficacité énergétique au niveau sous-sectoriel et des processus, mais il convient néanmoins de souligner, une fois de plus, les difficultés pouvant survenir si la production d'un sous-secteur n'est pas homogène et ne peut être additionnée. Seules les données se rapportant à un processus ou à une production physique spécifique peuvent être combinées avec les données sur la consommation d'énergie correspondantes afin de créer des indicateurs d'efficacité énergétique significatifs.

Le Tableau 6.3 donne un aperçu des principales sources et méthodologies utilisées pour collecter les données nécessaires à l'élaboration des indicateurs présentés dans la section précédente. Chaque méthodologie est décrite dans la suite de cette section.

Tableau 6.3 • Synthèse des données nécessaires pour élaborer les indicateurs pour le secteur de l'industrie et exemples de sources et de méthodologies possibles

Données	Sources	Méthodologies
Données relatives à la consommation d'énergie		
Consommation d'énergie totale de l'industrie	Bilan énergétique national	Données administratives
Consommation d'énergie totale des sous-secteurs	Bilan énergétique national Fournisseurs d'énergie	Données administratives
Consommation d'énergie des processus sous-sectoriels	Fabricants Associations industrielles*	Audit au niveau de l'unité de production Mesures Enquêtes
Données d'activité		
Valeur ajoutée	Instituts nationaux de statistiques Comptes nationaux Sources internationales**	Données administratives
Production des sous-secteurs	Fabricants Associations industrielles*	Mesures Enquêtes
Production des processus/types de produit	Fabricants Associations industrielles*	Audit au niveau de l'unité de production Enquêtes
Équipements	Fabricants Associations industrielles*	Données administratives Enquêtes

* Des exemples d'associations industrielles sont donnés à l'encadré 6.1.

** Par exemple, l'annuaire international des statistiques industrielles de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) propose, parmi un certain nombre d'autres variables, des estimations mondiales de la valeur ajoutée pour les activités économiques référencées dans la CITI, etc.

6 Comment recueillir les données ?

Dans l'échantillon de pratiques reçues par l'AIE, l'organisation d'enquêtes nationales est la méthode la plus couramment utilisée pour collecter des données sur l'industrie. La modélisation est également utilisée pour consolider les données et extrapoler entre les différentes années couvertes par les enquêtes ; dans certains cas, les modèles sont également utilisés pour estimer les données des secteurs sous-représentés ou non compris dans les enquêtes. En ce qui concerne les données relatives à l'activité, beaucoup de pays s'appuient sur les données administratives.

Les sections suivantes décrivent les quatre méthodes de collecte de données, telles qu'elles sont appliquées au secteur industriel dans les pratiques reçues par l'AIE.

Données administratives

Les données administratives sont des données ayant déjà été collectées dans les pays, de manière indépendante, par des organismes gouvernementaux ou des organisations nationales ou internationales. Les pays s'appuient souvent sur les enquêtes nationales et les statistiques énergétiques existantes afin d'élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique.

Les paragraphes suivants décrivent l'usage des données administratives pour le secteur industriel sur la base des pratiques reçues par l'AIE. En outre, l'encadré 6.1 liste certaines organisations nationales ou internationales susceptibles de fournir des informations utiles sur les sous-secteurs industriels.

Objectifs : un grand nombre d'organisations utilisent les données administratives existantes, comme les statistiques énergétiques nationales, pour estimer la consommation d'énergie du secteur industriel et de ses sous-secteurs, et pour établir les bilans énergétiques. D'autres utilisent également ces données pour calculer des indicateurs d'intensité, par unité de production physique, ou encore les émissions de GES ou les rendements dans un sous-secteur industriel spécifique. Dans certains cas, la collecte des données administratives est dictée par la nécessité de suivre l'efficacité énergétique du secteur, lorsqu'elle est soumise à une législation nationale. Les données administratives (statistiques des comptes nationaux par exemple) sont également utilisées pour collecter des données relatives à la valeur ajoutée.

Données collectées : les données collectées sont principalement des données sur la consommation d'énergie, le plus souvent par source d'énergie, pour un ou plusieurs sous-secteurs. Elles comprennent également la production physique lorsqu'il s'agit également de calculer des indicateurs.

Sources : les sources de données les plus couramment utilisées sont les organismes publics et les fournisseurs d'énergie. Les associations industrielles sous-sectorielles sont également une source majeure de données d'activité, aux niveaux national et internationale ; par exemple, l'Institut international de l'aluminium, la World Steel Association [Association mondiale de l'acier], la Cement Sustainability Initiative [Initiative ciment durable] du Conseil mondial des affaires ou la Confédération des industries papetières européennes.

Coûts : dans la plupart des cas, les données administratives sont disponibles sans frais directs. Seuls deux organismes ont indiqué qu'ils avaient dû payer pour obtenir

des données administratives et l'un d'entre eux a souligné le coût élevé des données industrielles. Néanmoins, même en l'absence de coûts directs, des coûts indirects sont à prévoir aux différentes étapes : la recherche des sources existantes, la conclusion d'accords pour le transfert et l'utilisation des données et le transfert des données dans un format adapté à leur utilisation.

Principaux défis : le temps et les efforts nécessaires pour collecter les données, la prise de contact avec les fournisseurs de données et la transposition de ces données dans un format adapté sont les principaux défis de la collecte de données administratives. Plusieurs répondants ont également souligné des problèmes liés à la définition du périmètre dans certains sous-secteurs. D'autres problèmes récurrents concernent l'incomplétude des données et les enjeux de confidentialité.

Enquêtes

L'enquête est la méthodologie la plus couramment utilisée pour collecter des données dans le secteur industriel parmi les pratiques reçues par l'AIE. Les paragraphes suivants sont basés sur un échantillon de 29 pratiques d'enquêtes concernant l'industrie, soumises à l'AIE.

Encadré 6.1 • Sélection de sources de données internationales sur l'industrie

Nous avons listé ici certaines organisations susceptibles de fournir des données relatives aux sous-secteurs industriels, aux niveaux international, régional ou national. Les données sont généralement collectées auprès des membres de ces organisations, qu'il s'agisse de sociétés, de représentants d'associations sectorielles nationales ou de pays. Cette liste est indicative et ne prétend nullement être exhaustive.

Industrie chimique et pétrochimique

L'Association internationale de l'industrie des engrais (IFA, International Fertilizer Industry Association) représente l'industrie des engrais au niveau international, avec des membres dans plus de 85 pays. La collecte de données sur le marché primaire fait partie des principales missions de l'IFA. La base de données de l'IFA contient des statistiques historiques sur la production, le commerce et la consommation d'engrais azotés, phosphatés et potassiques par pays/région⁽¹⁾.

Solomon Associates Inc. a mis au point le premier système international de benchmarking des producteurs d'éthylène dans les années 1990. Les entreprises qui participent à l'indice de référence sont invitées à remplir une enquête détaillée sur les performances de leurs unités de production, y compris leur consommation d'énergie, sur une base semestrielle. Plus de la moitié des producteurs mondiaux d'éthylène participent à l'enquête, soit plus des deux tiers de la capacité de production totale.

IHS Chemical est une société de conseil privée qui compile et gère une vaste base de données mondiale pour cinq grands groupes de produits chimiques, comprenant les aramides et les fibres, les oléfines et leurs dérivés, les plastiques et polymères, les chlore-alcalis et vinyliques, le méthanol et les acétyles⁽²⁾.

Sidérurgie

La World Steel Association (Association mondiale de l'acier) est une association industrielle internationale représentant 85 % de la production mondiale d'acier. Les publications statistiques de l'association (*World Steel Statistics*) fournissent des données mensuelles et annuelles sur la production d'acier brut, de fer et de fer de réduction directe⁽³⁾. L'Annuaire statistique annuel (*Steel Statistical Yearbook*) fournit des statistiques détaillées sur la production par pays pour une vaste gamme de produits sidérurgiques.

D'autres associations régionales fournissent également des statistiques de production détaillées pour leur région ou leur pays, notamment l'Association européenne de l'acier (Eurofer)⁽⁴⁾, l'Institut américain du fer et de l'acier (American Iron and Steel Institute)⁽⁵⁾ et la Fédération japonaise du fer et de l'acier (Japan Iron and Steel Federation)⁽⁶⁾.

Ciment

L'Initiative ciment pour le développement durable (CSI, Cement Sustainability Initiative) est une initiative mondiale regroupant 24 grands producteurs de ciment exerçant des activités dans plus de 100 pays. La CSI gère la base de données « Getting the Numbers Right » qui contient des informations sur le dioxyde de carbone (CO₂) et sur la performance énergétique de l'industrie mondiale du ciment⁽⁷⁾.

Cembureau, l'association européenne du ciment, publie le *World Statistical Review*, qui donne des informations sur la production, les importations, les exportations et la consommation totale de ciment par habitant au niveau mondial⁽⁸⁾.

L'enquête géologique américaine (US Geological Survey) fournit des statistiques mensuelles et annuelles sur la production mondiale de ciment⁽⁹⁾.

Pâtes et papiers

La Confédération des industries papetières européennes (CEPI, Confederation of European Paper Industries) publie chaque année des statistiques clés sur l'Europe, à partir des données provenant des associations nationales membres. Ces statistiques couvrent la production, la consommation, les exportations, les importations et la consommation d'énergie du secteur, ainsi que la récupération, le commerce et l'utilisation de papier recyclé⁽¹⁰⁾.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) dispose de statistiques mondiales sur la production annuelle, les importations/exportations, la consommation et les capacités de production des pâtes et papiers, ainsi que sur la récupération, le commerce et l'utilisation de papier recyclé⁽¹¹⁾.

RISI gère une base de données mondiale exhaustive sur les usines de pâtes et papiers, rassemblant des informations sur la capacité, l'offre, la demande, les prix, les importations et les exportations ainsi que les coûts de production⁽¹²⁾.

Aluminium

L'Institut international de l'aluminium (IIA, International Aluminium Institute) est une association industrielle internationale dont les membres représentent plus de 60 % de la production mondiale de bauxite, d'alumine et d'aluminium. Le

système statistique de l'IAI fournit des données régionales sur la production et la capacité de l'aluminium et l'alumine primaires, ainsi que sur l'intensité énergétique et la consommation d'énergie pour la fusion de l'aluminium primaire, l'intensité énergétique et la consommation de carburant pour le raffinage de l'alumine, et des statistiques sur les émissions de fluorure et de perfluorocarbures⁽¹³⁾.

- (1) <http://www.fertilizer.org/ifa/ifodata/search>.
- (2) <http://www.ihs.com/products/chemical/index.aspx>.
- (2) <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive.html>.
- (3) <http://www.eurofer.org/Facts%26Figures/Crude%20Steel%20Production/All%20Qualities.rpg>.
- (4) <http://www.steel.org/en/About%20AIS/Statistics.aspx>.
- (5) <http://www.jisf.or.jp/en/statistics/>.
- (6) <http://www.wbcsdcement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnr-database>.
- (7) <http://www.cembureau.be/world-statistical-review-2001-2010>.
- (8) <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/>.
- (9) <http://www.cepi.org/topics/statistics>.
- (10) <http://foastat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=626&lang=en#ancor>.
- (11) <http://www.risiinfo.com/pages/product/pulp-paper/historical-data.jsp>.
- (13) <http://www.world-aluminium.org/statistics/#data>.

Objectifs : l'objectif principal des enquêtes sectorielles est de suivre la consommation d'énergie au fil du temps, associé le plus souvent au suivi de la production physique et au calcul des émissions de GES. Dans certains cas, les enquêtes servent également à évaluer l'efficacité des processus sectoriels et à appuyer les pays dans la conception et l'évaluation des programmes et politiques publiques.

Sous-secteurs couverts : la plupart des pays collectent des informations sur l'ensemble des sous-secteurs industriels ; certains ne ciblent que certains sous-secteurs clés : sidérurgie, ciment, aluminium, pâtes et papiers.

Conception de l'échantillon : les pays collectent des données sur l'industrie en combinant les recensements et les enquêtes ciblées auprès d'un échantillon d'installations. Comme les grands sous-secteurs ne disposent en général que d'un petit nombre d'installations, comme c'est le cas des pâtes et papiers, du ciment, de l'aluminium et de la sidérurgie, les enquêtes peuvent être menées selon une approche par recensement. Pour les sous-secteurs plus hétérogènes, comme l'ameublement ou l'alimentation, une telle approche serait extrêmement lourde et coûteuse ; l'approche par échantillonnage stratifié convient mieux, mais les erreurs d'échantillonnage représentent un risque.

Il est primordial de bien concevoir les échantillons afin qu'ils soient représentatifs au niveau national. Les associations industrielles ciblent généralement l'ensemble de leurs membres lors de la collecte de données car le partage des données annuelles sur l'activité et l'énergie est souvent l'une des conditions pour être membre. Dans les sous-secteurs caractérisés par un plus grand nombre d'installations et des productions hétérogènes, le niveau minimal de l'échantillon est généralement déterminé en fonction du nombre d'employés, du volume minimal de la production, de la consommation moyenne minimale d'énergie journalière ou de la valeur ajoutée cumulée.

Les sources utilisées pour sélectionner les échantillons comprennent les listes de membres des associations industrielles, les listes des services fiscaux, d'autres enquêtes nationales collectant déjà des données sur le même sous-secteur industriel et les registres du commerce.

Taille de l'échantillon : la taille des échantillons varie considérablement d'un répondant à l'autre, de 100 pour les enquêtes portant sur un sous-secteur spécifique à plusieurs milliers d'installations (jusqu'à 150 000) pour celles portant sur l'ensemble des sous-secteurs industriels. Dans certains cas, l'enquête couvre toutes les installations, dans d'autres un échantillon stratifié. Les échantillons représentent de 1 à 100 % de la population cible et, en moyenne, un tiers.

Les pays doivent décider, en début de processus, du niveau d'incertitude acceptable résultant des enquêtes stratifiées. En règle générale, une taille d'échantillon importante est corrélée à un risque d'erreur plus faible (haute précision), mais à des coûts plus élevés.

Fréquence : la majorité des enquêtes nationales sur l'industrie menées par les pays ont lieu annuellement, certaines tous les deux ou trois ans. Une fréquence régulière permet de suivre de près les tendances de la production industrielle et de la consommation d'énergie.

Incitations : dans plus de la moitié des cas, les enquêtes sont obligatoires, mais des sanctions sont imposées dans seulement un tiers des cas de non-réponse. En ce qui concerne les autres enquêtes, des dispositifs de rappels multiples sont mis en place ou les répondants sont poursuivis par la juridiction compétente. Dans certains cas, des incitations non financières sont fournies aux répondants, par exemple la promesse de leur remettre le rapport final comprenant les réponses de tous les répondants.

Répondants : dans la plupart des cas, les réponses proviennent directement des installations, dans d'autres des établissements (le siège, représentant plusieurs installations par exemple) et, dans l'une des pratiques reçues, des auditeurs énergétiques.

Taux de réponse : le taux de réponse varie de 20 à 100 % et est supérieur à 80 % dans plus de la moitié des cas. Les taux de réponse tendent à être plus élevés lorsque les associations industrielles sont impliquées, l'ensemble des membres participant et contribuant en communiquant des données.

Méthodes de collecte : dans la plupart des cas, il était possible de répondre sur papier ou par Internet/courrier électronique. Si des formulaires papier sont utilisés dans la plupart des enquêtes pour la collecte des données, Internet était parfois le seul canal de réponse possible. Dans quelques cas, des entretiens additionnels sur site en face à face ont également été menés. Les portails Internet gagnent en popularité par rapport à la collecte de données au format papier en raison de la possibilité qu'ils offrent de procéder à des vérifications automatiques des données et d'éviter les erreurs humaines liées à la saisie.

Temps nécessaire pour répondre à une enquête : en fonction du nombre de questions, la durée d'une enquête varie de 15 minutes à 9 heures, avec une moyenne de 2 heures. Un laps de temps supplémentaire peut être nécessaire pour rassembler toutes les informations requises au même endroit.

Éléments collectés : la collecte de données concerne, dans tous les cas, la consommation totale d'énergie ; souvent, la consommation par source d'énergie ; et, dans plusieurs cas, les volumes de production, ce qui présente l'avantage de garantir que la définition des périmètres est identique pour les données sur l'énergie et les données d'activité. Les enquêtes intègrent parfois les utilisations non énergétiques (matières premières), la consommation d'énergie de certaines utilisations finales, comme les moteurs, les chaudières ou l'éclairage et l'âge de l'équipement du système. Les données collectées sont généralement plus détaillées pour les enquêtes ciblant un sous-secteur spécifique car elles cherchent à analyser non seulement les tendances générales de la consommation d'énergie, mais également la consommation d'énergie à différentes étapes du processus, les intensités, les émissions liées aux processus, etc.

Questionnaires – longueur et format : les questionnaires utilisés pour les enquêtes sont de longueur variable, leur volume dépasse parfois cinquante pages. Les administrateurs doivent toujours rechercher le juste équilibre entre la longueur du questionnaire, le niveau de détail des informations collectées et la charge que cela représente pour le répondant. Certains pays préconisent d'élaborer des questionnaires aussi courts que possible, afin que la charge imposée aux répondants soit la plus faible possible. L'expérience montre cependant qu'une enquête industrielle d'un volume moyen de 50 pages peut atteindre un taux de réponse de 80%.

Temps total consacré à la conception, à la mise en œuvre et au traitement des données d'enquête : le temps nécessaire à la réalisation d'un processus d'enquête, en fonction de la complexité de l'enquête, de sa couverture et de sa conception générale, varie d'environ huit semaines à plus de quatre ans, avec une moyenne de 36 semaines. Les différentes phases durent en moyenne 6 semaines pour la conception, 18 semaines pour la mise en œuvre, 12 semaines pour le traitement des données et 6 semaines pour la publication des données.

Coûts : en termes absolus, les coûts peuvent varier de 10 000 à plus de 2 millions de dollars US. Ces coûts dépendent de la complexité relative des enquêtes, du niveau de détail des données collectées et de la durée des phases de conception et de mise en œuvre de l'enquête. Les coûts sont étroitement liés au coût de la main-d'œuvre nécessaire et varient largement d'un pays à l'autre. Sur la base des estimations approximatives des répondants à l'enquête de l'AIE, la phase de mise en œuvre représente la majeure partie du coût total, suivie du traitement des données et de la conception de l'enquête.

Principaux défis : les problèmes les plus fréquemment identifiés concernent les réponses incomplètes, la qualité des réponses, les réponses incohérentes et, dans une moindre mesure, le faible taux de réponse. La mauvaise qualité des réponses tient notamment au manque de compréhension de la terminologie, du marché de l'énergie et de l'industrie par le personnel, à la rotation du personnel et, plus généralement, au manque de ressources nécessaires pour traiter et communiquer les données du côté des répondants.

Il est essentiel d'identifier avec soin la personne répondant à l'enquête, non seulement pour des raisons de continuité, mais également pour s'assurer que l'enquête est remplie correctement. Assurer une continuité en ce qui concerne les répondants et leur fournir une documentation appropriée permet en outre d'obtenir des réponses de meilleure qualité. La fréquence des enquêtes a également une

incidence sur la qualité des données, l'un des répondants a par exemple indiqué qu'une augmentation de la fréquence à un cycle de deux ans pourrait favoriser « la continuité de la sensibilisation et des connaissances institutionnelles des répondants comme du personnel ».

Améliorations possibles : comme indiqué précédemment, il est essentiel que les membres du personnel chargés de répondre à l'enquête disposent d'une connaissance appropriée de la terminologie et des marchés de l'énergie, afin de répondre correctement. Le passage du format papier au format électronique peut également contribuer à améliorer le taux de réponse et la qualité des réponses. Les interfaces Internet, si elles représentent un coût additionnel initial, peuvent rendre les enquêtes moins coûteuses à long terme, car elles permettent de détecter immédiatement les erreurs ou les ruptures de séries et d'économiser des ressources pour la saisie des données. En fonction du degré de complexité de l'enquête (recoupement de différentes sources de données par exemple), ces applications peuvent s'appuyer sur des systèmes sur-mesure sophistiqués ou simplement sur des feuilles de calcul avec macros intégrées.

Parmi les autres améliorations possibles, nous pourrions citer l'augmentation de la taille des échantillons, la réalisation d'entretiens en face-à-face, l'augmentation de la fréquence des enquêtes afin de favoriser la continuité et la bonne communication avec les différentes parties prenantes impliquées, ou simplement la mise en exergue du caractère obligatoire de l'enquête. Certains répondants ont également proposé l'idée de constituer un groupe de travail composé des membres de toutes les organisations intéressées (ministères, organismes de recherche, industrie) afin d'évaluer les moyens d'améliorer les enquêtes et la qualité des données collectées.

Questions-réponses :

Q5. Pourquoi une interface Internet peut-elle améliorer la qualité globale de l'enquête ?

Les interfaces Internet permettent des réponses de meilleure qualité grâce à : des contrôles d'erreur et de cohérence intégrés, une navigation plus aisée pour les répondants, la possibilité de calculs intégrés lors de la saisie du répondant, l'élimination des erreurs de saisie des données et l'économie de ressources pour la saisie des données, une analyse comparative en temps réel avec les autres répondants, si cette fonctionnalité est activée.

Mesures

Dans le secteur industriel, les mesures sont souvent effectuées dans le cadre d'audits énergétiques. Les audits énergétiques sont composés d'une analyse et d'une évaluation approfondies de la consommation d'énergie, à des fins multiples : optimisation des coûts énergétiques, réduction de la pollution ou amélioration des pratiques de fonctionnement d'un système donné. Ils sont également un moyen efficace de suivre et d'évaluer les potentiels d'efficacité énergétique d'une installation donnée.

Bien plus qu'un dispositif « de mesure directe », les audits énergétiques permettent l'analyse globale d'une installation, y compris l'analyse de tous les intrants et produits énergétiques, généralement menée sur une longue période par des professionnels (ingénieurs) spécialistes du fonctionnement du secteur industriel. Outre les mesures, les auditeurs énergétiques s'appuient sur un certain nombre d'autres sources, telles que les factures d'énergie, afin de collecter les données dans une installation.

Une seule des pratiques reçues par l'AIE concerne les mesures dans le secteur industriel, plus particulièrement pour le sous-secteur de la sidérurgie. Ce faible taux de mise en œuvre peut être lié à des problèmes de confidentialité dans le secteur industriel. Les paragraphes suivants, qui reposent en grande partie sur cette pratique, ne peuvent dès lors pas être considérés comme une description générale de la méthodologie, mais ils peuvent néanmoins être utiles aux pays désireux de concevoir une campagne de mesures

Objectifs : le but de l'exercice de mesures est de calculer l'efficacité globale d'une installation et d'optimiser sa consommation de combustibles, sur la base de mesures de l'énergie utilisée à différentes étapes du processus de production, mais également en mesurant les combustibles utilisés comme matières premières.

Conception et taille de l'échantillon : l'échantillon comprend tous les membres de l'association japonaise du fer et de l'acier, ainsi que tous les producteurs d'acier japonais ayant accepté de partager leurs données.

Fréquence : cet exercice de mesures est mis en œuvre tous les ans, mais nous ne disposons pas d'information sur la durée de la période de suivi.

Qui effectue les relevés et comment : les mesures sont effectuées par des auditeurs énergétiques, dotés d'appareils de mesure à la pointe de la technologie, afin de collecter des données de qualité.

Éléments mesurés : les données sur la consommation d'énergie sont recueillies aux différentes étapes de la production : pour la production et les pertes de chaleur, l'efficacité des processus de combustion, la production aux différentes étapes de l'installation et la consommation non énergétique des matières premières.

Sources d'énergie : toutes les sources d'énergie sont prises en compte au cours de l'exercice de mesures : pétrole et produits pétroliers, gaz naturel, charbon, électricité achetée et celle produite de manière autonome, énergie produite à partir de sources renouvelables, énergie basée sur la biomasse et les sources alternatives, telles que les déchets industriels, les matières plastiques et les huiles usées.

Coûts : les campagnes de mesures, ou les audits énergétiques déployés au niveau des installations, sont probablement la forme de collecte de données la plus onéreuse. Elles sont donc peu utilisées, malgré la richesse des informations qu'elles permettent de collecter en vue d'économiser l'énergie.

Recommandations : la principale recommandation formulée est de veiller à utiliser la meilleure technologie disponible pour les mesures.

Encadré 6.2 • Les benchmarkings industriels

Les moyennes nationales ne tiennent pas compte des variations de performance des installations au sein d'un même pays. C'est pourquoi des activités de benchmarking (analyses comparatives) et/ou d'audit sont nécessaires pour compléter l'approche par les indicateurs, afin de mieux comprendre la consommation d'énergie industrielle. Le benchmarking est une approche utilisée par un certain nombre de filières industrielles pour évaluer la performance énergétique de leurs processus par rapport aux meilleures pratiques existantes, généralement au sein de leur propre industrie. Un aperçu des différentes initiatives de benchmarkings industriels est présenté dans le rapport *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions* (AIE, 2007).

Des études comparatives détaillées sur l'énergie sont mises en œuvre régulièrement dans certaines industries, sur la base des données fournies par les sociétés exploitant les installations. Ces études sont généralement menées à l'échelle mondiale mais les installations n'y sont pas identifiées, en raison de la législation antitrust. Ces études sont la plupart du temps confidentielles et les activités de benchmarking se limitent souvent aux principaux producteurs des pays industrialisés.

Cela peut aboutir à un biais en faveur des installations les plus efficaces, conduisant à surestimer l'efficacité énergétique moyenne de l'industrie. Les benchmarkings portent généralement sur des installations utilisant le même processus industriel et produisant une qualité de produit similaire. Le benchmarking ne convient donc pas pour évaluer certaines options d'amélioration, comme l'intégration de nouveaux procédés, la substitution de matières premières, le recyclage ou la récupération d'énergie à partir des déchets. Les mises en garde formulées pour les indicateurs s'appliquent également au benchmarking ; les résultats sont influencés par les choix méthodologiques. Un grand nombre d'industries mettent en œuvre des efforts importants pour élargir et améliorer les benchmarkings internationaux.

Modélisation

Comme pour les autres secteurs, la modélisation est une composante essentielle de l'estimation des données énergétiques du secteur industriel. Elle est utilisée seule ou en complément d'autres initiatives de collecte de données, principalement – mais pas uniquement – pour estimer la consommation d'énergie. Les principales étapes d'un travail de modélisation comprennent l'établissement du cadre de modélisation, la formulation des hypothèses du modèle, la saisie des données, l'exécution du modèle, la validation des résultats à l'aune de données de référence et leur analyse. Les paragraphes suivants sont basés sur les sept pratiques reçues par l'AIE en ce qui concerne la modélisation dans le secteur industriel.

Objectifs : dans le secteur industriel, les modèles sont utilisés pour estimer les tendances de la consommation d'énergie, parfois conjointement à l'estimation des émissions de GES, dans un ou plusieurs sous-secteurs industriels clés. Il peut également s'agir de calculer des indicateurs plus détaillés, comme l'efficacité du processus à différentes

étapes de la production ou la diffusion d'une technologie. Lorsqu'ils sont utilisés en complément d'enquêtes existantes, les modèles peuvent aussi contribuer à réduire les écarts liés aux erreurs d'échantillonnage. Les modèles peuvent également servir à prévoir la consommation d'énergie en fonction des tendances historiques.

Certaines études de modélisation sophistiquées peuvent également intégrer l'impact des systèmes de taxation carbone ou d'autres mesures réglementaires. Des modèles plus détaillés sur les flux des processus industriels peuvent également être utilisés pour évaluer le potentiel de la substitution de combustibles et l'évolution d'une technologie dans un sous-secteur industriel particulier.

Sous-secteurs couverts : les exercices de modélisation couvrent la plupart du temps l'ensemble des secteurs industriels, même si certaines études spécifiques, réalisées par une association sectorielle par exemple, ciblent un sous-secteur clé.

Type de modèles : comme pour les autres secteurs, la modélisation pour l'industrie peut s'appuyer sur une approche descendante, sur la base de variables macroéconomiques en l'absence de données détaillées sur la consommation finale de l'énergie, ou bien sur une approche ascendante, lorsque les flux énergétiques d'entrée et de sortie dans les différents sous-secteurs industriels sont connus. La majorité des pratiques reçues par l'AIE repose sur une approche ascendante pour obtenir une représentation plus précise des propriétés physiques du secteur industriel. Dans certains cas, les modèles d'ingénierie ascendants intègrent des données sur les procédés et sur la diffusion des technologies au sein de sous-secteurs industriels clés.

Sources des modèles : bien que la majorité des modèles soient conçus sur-mesure, certains d'entre eux sont parfois dérivés de modèles existants. Utiliser un modèle existant permet de gagner du temps et de tirer des enseignements des utilisations précédentes du modèle. Un modèle descendant peut facilement être élaboré à partir de logiciels statistiques et économétriques existants. La configuration d'un modèle ascendant est quant à elle possible à l'aide d'un logiciel de tableurs.

Validation des résultats : la plupart des répondants valident les résultats de leurs modèles à l'aune des statistiques énergétiques nationales de référence, comme les bilans énergétiques nationaux officiels. Dans d'autres cas, les analyses de modélisation sont examinées par des pairs. La mise en œuvre annuelle de l'exercice de modélisation, comme cela est fait dans plusieurs cas, contribue en outre à garantir la continuité de résultats actualisés dans le temps.

Temps nécessaire : le développement d'un modèle fiable comprend différentes étapes : l'élaboration du cadre du modèle, la mise à jour des données d'entrée et des hypothèses du modèle, la vérification et la validation des résultats, l'analyse des résultats. En fonction de la complexité du modèle, le temps de développement peut varier d'un à neuf mois. Ces durées sont des estimations résultant de l'utilisation d'un modèle existant, auquel des modifications doivent être apportées. Chaque modification du modèle existant peut nécessiter entre 2 et 30 semaines de travail. Sur la base des réponses reçues, on estime que la mise à jour des données d'entrée et des hypothèses du modèle peut nécessiter 2 à 15 semaines de travail supplémentaires. La vérification et la validation des résultats du modèle par rapport aux statistiques énergétiques nationales ou aux bilans énergétiques prennent entre 3 et 5 semaines, selon les estimations. Si la phase dédiée à l'analyse ne nécessite théoriquement pas

plus de 2 à 3 semaines de travail, elle peut en réalité être plus longue, car elle est parfois associée à une mise à jour des données d'entrée et des hypothèses.

En outre, des coûts de maintenance ultérieurs (licence ou frais de conseil) peuvent s'avérer nécessaires afin de maintenir le modèle à jour. Les coûts de main-d'œuvre associés au développement du modèle peuvent faire la différence sur le coût final.

Fréquence : les organisations nationales menant des études de modélisation sur le secteur industriel les mettent généralement à jour chaque année. Cette fréquence est moins élevée pour les associations internationales ou les centres de recherche.

Principales données d'entrée : les données d'entrée et les hypothèses du modèle varient selon la complexité du modèle et l'approche retenue, descendante ou ascendante. La modélisation pour le secteur industriel s'appuie généralement sur une combinaison de variables macroéconomiques et de tendances historiques des taux de croissance des variables sectorielles. Bien entendu, des hypothèses sur l'évolution future du secteur sont nécessaires si le modèle est également utilisé à des fins de projection.

Les données d'entrée les plus fréquemment utilisées sont les volumes de production historiques de certains sous-secteurs, le taux de croissance prévu et historique de l'industrie, les coefficients de conversion énergétique et la consommation de combustibles de l'industrie. D'autres données d'entrée peuvent être utilisées : prix historiques de l'énergie, évolution des technologies et des procédés, hypothèses sur les technologies et les capacités, capacité de substitution de combustibles, flux des procédés industriels.

Principales données de sortie : dans la plupart des cas, les principaux résultats du modèle sont l'estimation de la consommation totale d'énergie des différents sous-secteurs industriels et des émissions de GES associées. Les modèles de projection vont encore plus loin en mettant en regard les estimations de croissance de la production industrielle et la consommation d'énergie correspondante. Les modèles d'ingénierie ascendants peuvent également être utilisés pour évaluer les flux d'énergie à différentes étapes du procédé de production dans un sous-secteur donné ; ces modèles peuvent également permettre d'étudier la diffusion des technologies au sein d'un sous-secteur.

Principaux défis : la qualité des résultats d'un modèle dépend essentiellement de la qualité des données d'entrée et des hypothèses. Le principal défi identifié par la majorité des répondants concerne le manque de données d'entrée disponibles. Les répondants ont également souligné des problèmes liés au contrôle de la qualité des données d'entrée existantes, ainsi que des difficultés liées aux hypothèses et aux définitions des données. L'absence de documentation satisfaisante sur la modélisation a également été relevée, ce qui démontre que la documentation joue un rôle essentiel dans le développement de séries de données chronologiques fiables sur l'énergie.

Le manque de données d'entrée souligne clairement la nécessité de mener des enquêtes nationales régulières sur le secteur industriel. En l'absence de données nationales fiables et étayées, il est impossible d'évaluer les progrès et le potentiel des différentes options politiques.

Principales recommandations : parmi les recommandations faites, notons l'idée de concevoir des procédures d'estimation de la consommation d'énergie pour les sous-secteurs industriels non couverts par les enquêtes nationales en raison du nombre

minimal d'employés requis, mais aussi les recommandations préconisant d'enrichir les modèles industriels afin d'intégrer des informations sur le coût des investissements et les prix de l'énergie, des informations plus détaillées sur les technologies pour les secteurs industriels clé, des informations sur le cycle de vie des équipements, ainsi qu'un traitement rigoureux des incertitudes.

Une autre recommandation importante, d'ordre plus général, concerne l'engagement des organisations à consacrer des ressources aux projets de modélisation en cours et à leur capacité de modélisation en général. Un modèle produisant de bons résultats peut nécessiter jusqu'à 15 ans de travail d'équipe et de mises à jour pour intégrer les technologies les plus récentes.

Quelles données collecter pour le secteur des transports et comment le faire ?

1

Que représente le secteur des transports et que couvre-t-il ?

Dans l'optique des bilans énergétiques et des indicateurs d'efficacité énergétique, le secteur des transports comprend la consommation d'énergie destinée au transport de personnes (transport de passagers) et de marchandises (fret) dans tous les secteurs d'activité économique ou d'utilisation finale (résidentiel, services, etc.). Par conséquent, en ce qui concerne les indicateurs d'efficacité énergétique, les transports ne sont liés à aucune activité économique spécifique¹. Ainsi, la consommation d'énergie destinée au transport comprend la consommation de carburant des voitures particulières, des flottes d'entreprises, des trains, des camions de marchandises, des navires et des avions opérant sur des voies/lignes intérieures, etc.

Du point de vue des indicateurs d'efficacité énergétique, le secteur des transports ne concerne en outre que les activités de transport ayant lieu à l'intérieur des frontières nationales, à l'exclusion de la consommation des routes aériennes et maritimes internationales. La consommation du secteur des transports exclut également les carburants livrés pour les usages hors route et les moteurs fixes, ainsi que la consommation militaire, le transport par pipeline et les transports non compris ailleurs, même si ces activités peuvent être importantes dans certains pays.

Dans les bilans énergétiques nationaux, les transports sont généralement décomposés en quatre sous-secteurs : route, rail, aviation intérieure et navigation intérieure. Ces quatre sous-secteurs seront également utilisés pour les indicateurs d'efficacité énergétique. Cependant, comme les indicateurs d'efficacité énergétique pour les transports ne concernent que les transports à l'intérieur des frontières nationales, et par souci de simplicité, la navigation intérieure sera dénommée « eau », par analogie avec la route et le rail, et l'aviation intérieure « air ». Cette terminologie sera utilisée dans le présent manuel.

En outre, dans certaines analyses et publications, les transports routier, ferroviaire, aérien et par voies d'eau, ainsi que les différents types de véhicules utilisés dans chaque cas, sont désignés indifféremment en tant que « modes de transport ». Par souci de cohérence entre les chapitres, ce manuel utilise les termes « sous-secteur » pour le niveau d'agrégation supérieur (par exemple, la route) et « modes/types de véhicule » pour le niveau de désagrégation inférieur (par exemple, les véhicules légers).

Chaque sous-secteur se caractérise en effet par un certain nombre de modes/types de véhicules différents. Par exemple, la route comprend les voitures, les véhicules

1. Conformément aux Recommandations internationales sur les statistiques énergétiques des Nations Unies, le secteur des transports comprend « la consommation de combustibles et d'électricité utilisée pour transporter des biens ou des personnes entre des points de départ et de destination sur le territoire national, quel que soit le secteur économique dans lequel l'activité est exercée ».

utilitaires sportifs (SUV), les camions légers personnels, les motos et les autobus pour le transport de passagers, ainsi que les véhicules de fret et commerciaux pour le transport de marchandises. Pour chaque sous-secteur, la distinction entre les deux segments, transport de voyageurs et transport de marchandises, est très importante dans la perspective des indicateurs d'efficacité énergétique, car des facteurs très différents déterminent la consommation de ces deux segments. Une présentation plus complète des différents segments, sous-secteurs et types de véhicules est présentée au Tableau 7.1, un peu plus loin dans ce chapitre.

Questions-réponses

Q1. Le secteur des transports couvre-t-il tous les modes de transport ?

Non, pour l'analyse de l'efficacité énergétique, le secteur des transports ne couvre que les modes de transport utilisant l'énergie commercialisée. Par conséquent, le vélo, la marche ou la voile, par exemple, ne sont pas pris en compte, même si ces modes peuvent représenter un niveau d'activité important du point de vue des passagers-kilomètres (pkm).

Q2. Et si la consommation des transports était déjà comptabilisée dans les autres secteurs économiques (p. ex. résidentiel, services) ?

Comme indiqué dans les chapitres sur les secteurs résidentiel et des services, la consommation d'énergie de ces secteurs ne devrait inclure aucune forme de consommation d'énergie liée aux transports dans ces secteurs (les déplacements quotidiens pour se rendre au travail, etc.). La consommation des transports devrait donc exclusivement être déclarée dans le secteur des transports.

Q3. La consommation d'énergie des gares, des aéroports et des ports est-elle comprise dans les transports ?

Dans la mesure où seuls les carburants consommés pour le transport doivent être inclus dans le secteur des transports, la consommation des infrastructures, par exemple le mazout utilisé pour chauffer une gare, un terminal, un entrepôt, etc., doit être exclue et déclarée dans les catégories de services correspondantes. Les carburants utilisés par les compagnies aériennes pour leurs véhicules routiers doivent également être exclus de la consommation du transport aérien.

Q4. Le transport international est-il pris en compte dans les analyses d'efficacité énergétique ?

Lorsque les activités de transport franchissent les frontières, il devient très difficile d'attribuer la consommation d'énergie à un seul pays. Par conséquent, les analyses d'efficacité énergétique nationales ne prennent

en compte que les transports intérieurs. Les transports internationaux contribuent cependant de manière significative à la consommation d'énergie et aux émissions des transports. Pour analyser l'efficacité énergétique du transport international, il faudrait envisager de mettre en œuvre le même type d'indicateurs et d'approches que ceux utilisés pour le transport intérieur, pour le transport aérien et par voies d'eau international, mais également pour le transport ferroviaire et routier international. Dans cette optique, certaines organisations internationales recueillant des informations internationales sur les activités de transport par mode représentent des sources de données administratives intéressantes. Une liste non exhaustive est présentée à l'encadré 7.2.

Q5. Qu'est-ce que le « tourisme à la pompe » et comment le traiter ?

Le concept de « tourisme à la pompe » fait référence au fait que des consommateurs de pays limitrophes traversent les frontières pour acheter du carburant à un prix inférieur, représentant une part importante du total des ventes nationales de carburants. En raison des fortes différences de prix, ce phénomène a généralement des effets très visibles dans les pays où la consommation intérieure est peu importante. Dans ce type de cas, les statistiques nationales sur la consommation d'énergie, basées sur les ventes de carburant, ne correspondent pas aux données nationales relatives aux activités de transport. Des pratiques d'estimation du trafic transfrontalier existent afin d'ajuster les données avant de calculer des indicateurs d'efficacité énergétique. Un exemple de pratique nationale, décrit dans le Manuel de statistiques sur la circulation routière (CEE-ONU, 2007), consiste à compter les véhicules franchissant la frontière et à interroger les conducteurs dans les stations-service. Collecter et comparer les données sur les prix dans les différents pays peut également aider à estimer l'ampleur du phénomène.

Q6. Comment le trafic transfrontalier est-il comptabilisé ?

Les données relatives à la consommation d'énergie des bilans énergétiques intègrent la consommation des véhicules étrangers sur le territoire et excluent la consommation des véhicules nationaux à l'étranger. À l'inverse, les données d'activité, collectées principalement via des relevés kilométriques ou des enquêtes nationales, intègrent l'activité à l'étranger de la flotte nationale et excluent l'activité des véhicules étrangers. On suppose généralement que les deux volumes se compensent, mais cette hypothèse n'est pas toujours exacte. Le trafic transfrontalier peut être influencé par des différences de revenus, de prix et de production et par l'attractivité touristique des pays. Dans ce type de cas, pour obtenir une correspondance exacte entre les données

énergétiques et les données d'activité des indicateurs, il convient d'estimer à la fois les kilomètres parcourus sur le territoire national par les véhicules étrangers et les kilomètres parcourus à l'étranger par les véhicules nationaux, en mobilisant d'autres sources de données, comme les statistiques nationales ou étrangères sur le tourisme, pour le transport de passagers, ou l'étude des carnets de bord, pour le transport de marchandises. Mais ces données n'existent pas toujours et, lorsqu'elles existent, elles ne sont pas forcément harmonisées d'un pays à l'autre.

2 Pourquoi le secteur des transports est-il important ?

En 2011, le secteur des transports représentait 27 % de la consommation finale totale d'énergie (CFT) mondiale, contre 23 % en 1973. Près des trois quarts de la consommation d'énergie du secteur est liée au transport routier. Porté par une demande croissante, notamment dans les pays non membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le secteur des transports devrait continuer de représenter une part importante de la demande énergétique mondiale dans les décennies à venir.

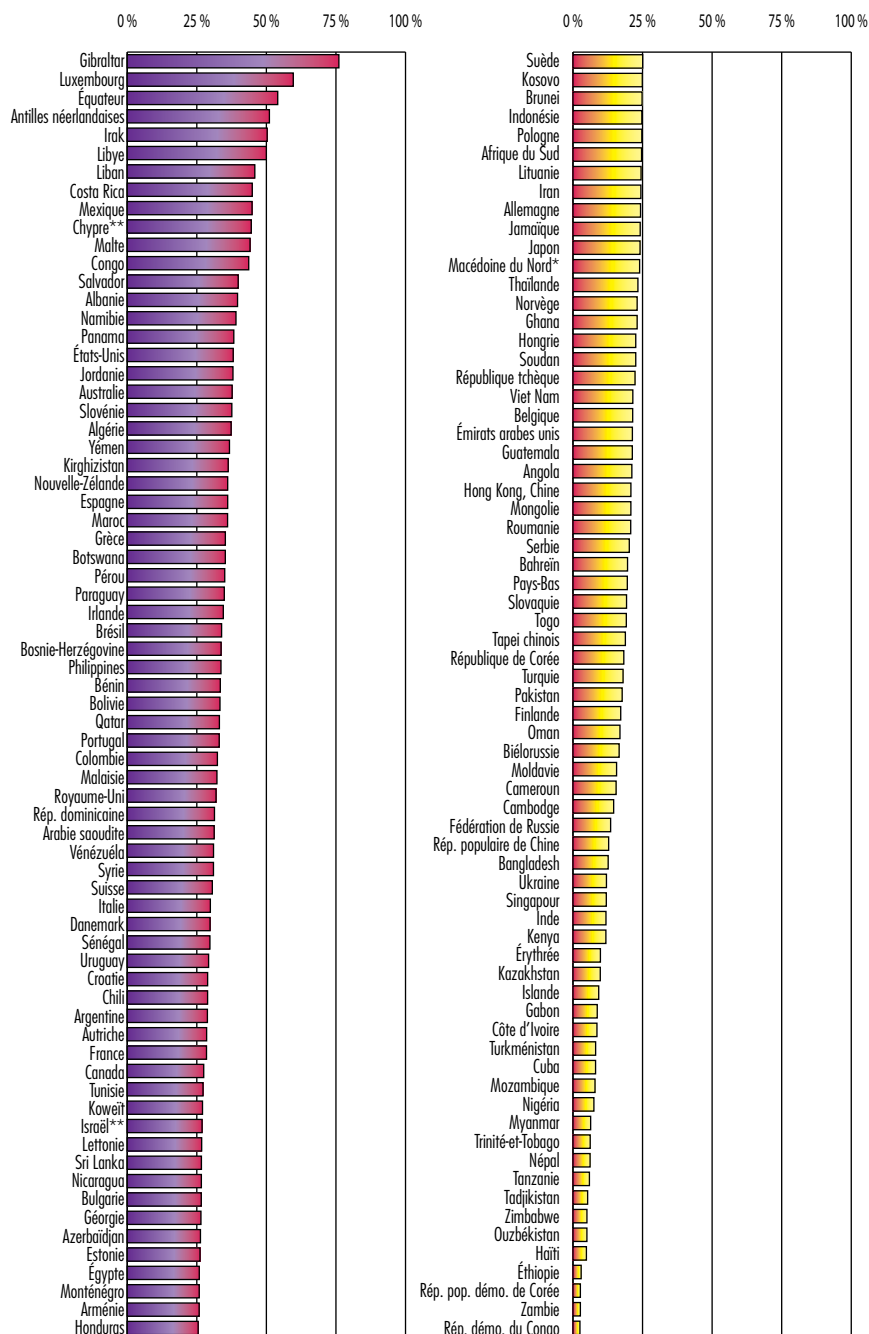
L'importance du secteur des transports dans la CFT des pays varie considérablement d'un pays à l'autre, comme le montre la Figure 7.1. Si les transports représentent plus du tiers de la CFT dans la majorité des pays, ces parts varient de quelques pourcents à plus de 50 %. Comme pour les autres secteurs d'utilisation finale, la qualité et la couverture des données sont variables d'un pays à l'autre. Ces données doivent donc être utilisées avec prudence, en tant qu'indication préliminaire du poids relatif des transports dans la CFT. Certains pays peuvent par exemple intégrer les routes internationales dans les transports intérieurs, d'autres comptabiliser la consommation des transports dans le secteur résidentiel ou d'autres secteurs.

Plusieurs facteurs ont eu une incidence sur l'importance du secteur des transports dans la CFT, notamment la taille du pays, la densité de population, le pourcentage de personnes vivant dans les grandes villes, le produit intérieur brut (PIB) par habitant, le nombre de voitures par ménage, la structure de l'économie et la part des autres secteurs dans la CFT.

Si la part des transports dans la CFT varie considérablement d'un pays à l'autre, les parts respectives des différentes sources d'énergie consommées par les transports sont également très variables, comme l'illustre la Figure 7.2.

À l'échelle mondiale, le secteur des transports représente 62 % de la consommation finale de pétrole, 5 % de la consommation de biocarburants et 2 % de la consommation de gaz naturel et d'électricité. En ce qui concerne les biocarburants, la part des transports est « seulement » de 5 %, en raison de la part importante des biocombustibles solides dans la CFT (principalement le bois-énergie dans le secteur résidentiel). En ne prenant en compte que les biocarburants liquides, le secteur des transports représenterait 98 % de la CFT mondiale.

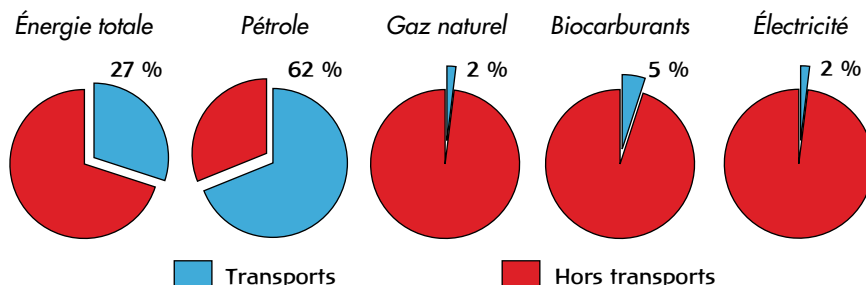
Figure 7.1 • Part du secteur des transports dans la consommation finale totale d'énergie de certains pays (2011)



Note : sauf indication contraire, tous les tableaux et figures de ce chapitre proviennent de données et d'analyses de l'AIE.

* Ex-République yougoslave de Macédoine [maintenant Macédoine du Nord]. ** Voir l'annexe F.

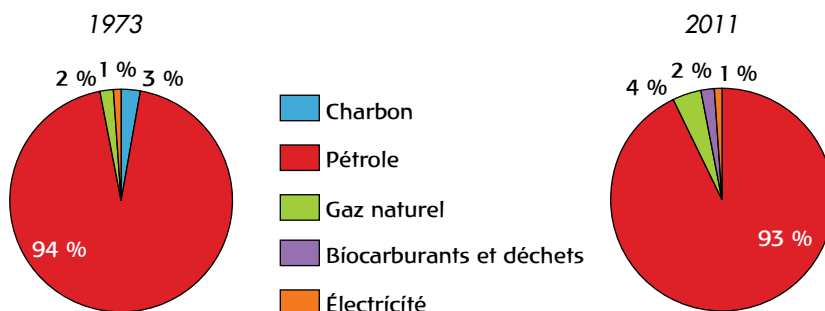
Figure 7.2 • Part du secteur des transports dans la consommation finale totale mondiale de certaines sources d'énergie (2011)



En ce qui concerne la part des différentes sources d'énergie, on observe à nouveau des différences entre les pays, mais moins importantes que dans les autres secteurs d'utilisation finale en raison de la prépondérance du pétrole. Les transports représentent ainsi 73 % de la consommation de pétrole aux États-Unis, contre seulement 44 % au Japon, où le pétrole est également largement utilisé dans l'industrie et les autres secteurs. La part du gaz naturel est relativement élevée dans les pays où la pénétration des véhicules au gaz naturel comprimé est forte. La part des biocarburants peut également varier beaucoup d'un pays à l'autre. Elle est particulièrement élevée au Brésil (23 %) en raison de la politique mise en place pour stimuler l'utilisation du bioéthanol.

Comme le montre la Figure 7.3, si la part des différentes sources d'énergie dans la consommation du secteur des transports est examinée, le pétrole a toujours été la principale source d'énergie du secteur, avec une part mondiale supérieure à 90 %. Le secteur des transports stimule en retour la demande mondiale de pétrole et représente près des deux tiers de la consommation finale de pétrole. Les autres sources d'énergie, comme l'électricité, les biocarburants liquides et le gaz naturel comprimé, ne représentent encore qu'un faible pourcentage de la consommation d'énergie des transports.

Figure 7.3 • Part des différentes sources d'énergie dans la consommation d'énergie mondiale des transports



Comme mentionné précédemment, contrairement aux autres secteurs d'utilisation finale, la variabilité des différents combustibles utilisés est plus limitée d'un pays

à l'autre dans le secteur des transports. La part du pétrole dans la consommation d'énergie des transports dépasse en effet 90 % dans la grande majorité des pays. Le Brésil (80 %) fait figure d'exception en raison de la consommation relativement importante de biocarburants dans les transports ; tout comme un certain nombre de pays ayant une consommation importante de gaz naturel. Dans de nombreux pays, l'électricité émerge également comme source d'énergie utilisée dans le secteur des transports, même si elle ne représente que de faibles pourcentages. La part des différents sous-secteurs a bien entendu une incidence sur le mix énergétique de ce secteur. Par exemple, le développement des voitures électriques et les incitations en faveur du transport ferroviaire de marchandises pourraient contribuer à accroître la part de l'électricité dans le mix énergétique total du secteur des transports.

Comme mentionné, les transports sont un moteur important de la demande mondiale de pétrole, représentant près des deux tiers de la consommation finale de pétrole. Dans les faits, compte tenu du parc actuel de véhicules routiers, le secteur des transports est un marché captif pour le pétrole et dépend davantage de la situation pétrolière mondiale que tout autre secteur d'utilisation finale. Les décideurs politiques sont donc conscients de l'importance du secteur des transports pour la politique énergétique. Mais au-delà des décideurs, un grand nombre d'autres acteurs peuvent également agir sur la structure et sur la consommation du secteur : urbanistes, constructeurs automobiles, ménages, entreprises de transport, entreprises énergétiques, etc.

3

Quels sont les principaux sous-secteurs et modes influençant la consommation des transports ?

Pour analyser les tendances en matière d'énergie et d'efficacité énergétique, le secteur des transports est divisé en deux segments : transport de passagers et transport de marchandises. Dans ces deux segments, les données sont réparties par sous-secteurs : route, rail, air et eau, chacun d'entre eux étant caractérisé par différents modes/types de véhicules. Généralement, les pays qui développent des indicateurs détaillés pour le transport routier procèdent également à une répartition par type de véhicules. Le niveau de désagrégation dépendra de la structure du transport routier dans chaque pays, mais également de la disponibilité des informations et des ressources nécessaires au développement des données et des indicateurs. Par exemple, dans les pays asiatiques, les véhicules à moteur à 2 et 3 roues sont des types de véhicules très populaires, alors que leur part est marginale dans la plupart des pays nordiques. Le Tableau 7.1 présente une possible décomposition schématique.

Pour chaque type de véhicule, un niveau de désagrégation supplémentaire est possible, par type de carburant. Par exemple : essence et diesel pour les voitures (ou encore, biocarburants, gaz naturel comprimé et électricité) ; essence et diesel pour le fret léger ; électricité et diesel pour les trains, etc.

Une description plus complète des différents types de véhicules par sous-secteur est fournie dans le *Glossaire des statistiques de transport* [*Illustrated Glossary for Transport Statistics*] (ITF, 2009), développé dans le but de promouvoir l'harmonisation des termes liés aux transports et d'appuyer ainsi la collecte de données sur les activités de transport dans les pays.

Tableau 7.1 • Exemples de modes/types de véhicules par segment et par sous-secteur

Sous-secteur	Segment	Passagers	Marchandises
Route		Véhicules à moteur, 2 à 4 roues Véhicules légers de passagers Bus	Véhicules utilitaires légers Véhicules lourds Autres
Rail		Trains de passagers	Trains de marchandises
Air		Avions de passagers	Avions de marchandises
Eau		Navires de passagers	Navires de marchandises

Transport de passagers

Route : le transport routier de voyageurs comprend tous les mouvements de passagers sur les axes routiers situés au sein des frontières nationales. Les véhicules routiers comprennent les véhicules légers de passagers pouvant transporter jusqu'à huit personnes, tels que les voitures, les fourgonnettes, les SUV et les camionnettes à usage personnel² ; les véhicules à moteurs 2 à 4 roues ne dépassant pas 400 kilogrammes ; et les bus (minibus, trolleybus et bus conçus pour transporter plus de 24 passagers). Les voitures particulières peuvent être de plusieurs catégories : taxis, voitures de location, ambulances, camping-cars. Globalement, le transport routier domine le transport de passagers. Il est fortement dépendant des produits pétroliers, principalement de l'essence automobile et du gazole/diesel, même si d'autres sources d'énergie, comme les biocarburants, le gaz naturel comprimé et l'électricité, y contribuent également, à des niveaux plus faibles.

Rail : le transport ferroviaire de voyageurs comprend tous les mouvements de passagers par rail sur un réseau de chemin de fer régional, urbain ou suburbain à l'intérieur des frontières nationales. Le transport ferroviaire de voyageurs comprend les trains, les métros et les tramways. Il peut fonctionner à l'électricité, au diesel ou à la vapeur.

Air : le transport aérien de passagers comprend les avions de passagers ainsi que les avions configurés pour le transport de passagers utilisés pour les voyages intérieurs. Les avions utilisent principalement du kérosène (carburant de haute qualité adapté aux moteurs à allumage par compression ou à turbine), mais certains modèles (moteurs à combustion interne à allumage par étincelle) peuvent également utiliser de l'essence d'aviation, qui représente environ 2 % de la consommation totale de l'aviation.

Eau : le transport de passagers par voies d'eau comprend tous les mouvements de passagers effectués par bateau, vaisseau ou navire, en mer, sur des lacs ou des rivières, à l'intérieur des frontières nationales. Le transport international par voie d'eau est exclu des totaux nationaux, mais le transport par voies navigables intérieures est pris en compte. Bien que l'importance des voyages maritimes pour le transport de passagers ait décru du fait du développement de l'aviation, ce mode de transport reste utilisé pour de courts trajets et des croisières de plaisance. À l'échelle

2. Il convient de noter que, dans certains pays, les fourgonnettes sont déclarées dans le transport de passagers ou dans le transport de marchandises en fonction de leur utilisation principale. Dans tous les cas, il est important d'éviter les doubles comptages.

mondiale, le diesel représente environ les deux tiers de la consommation d'énergie pour la navigation intérieure, le mazout résiduel ou le mazout lourd représentant l'autre tiers. L'essence automobile représente également une faible part de la consommation totale d'énergie des transports par voies d'eau.

Transport de marchandises

Route : le transport routier de marchandises comprend la circulation des marchandises à l'intérieur des frontières nationales par des véhicules routiers conçus pour le fret : véhicules utilitaires légers (fourgonnettes et camionnettes), véhicules lourds (camions et poids-lourds), véhicules routiers tracteurs et tracteurs agricoles autorisés à utiliser les routes ouvertes à la circulation. Les poids-lourds sont responsables de la grande majorité de la consommation de carburant du transport de marchandises ; ils fonctionnent principalement au gazole/diesel. Les véhicules de transport légers utilisent de l'essence ou du gazole/diesel. Un intérêt récent existe également pour le gaz naturel liquéfié, le gaz naturel comprimé et les biocarburants pour le transport de marchandises.

Rail : le transport ferroviaire de marchandises comprend tout mouvement de marchandises effectué par voie ferroviaire sur un réseau de chemin de fer régional, urbain ou suburbain à l'intérieur des frontières nationales. Il fonctionne à l'électricité, au diesel ou à la vapeur.

Air : le transport aérien de marchandises comprend tous les mouvements de marchandises effectués par des avions configurés pour le fret ou le transport de courrier à l'intérieur des frontières nationales. Les avions utilisent principalement du kérosène (carburant de haute qualité adapté aux moteurs à allumage par compression ou à turbine), mais certains modèles (moteurs à combustion interne à allumage par étincelle) peuvent également utiliser de l'essence d'aviation.

Eau : le transport de marchandises par voie d'eau comprend tous les mouvements de marchandises effectués par vaisseau, bateau, barge ou navire en mer, sur des lacs ou des rivières à l'intérieur des frontières nationales. Le transport international de marchandises par voie d'eau est exclu des totaux nationaux, bien qu'il ait représenté historiquement le mode de fret le plus important. Au niveau mondial, le gazole/diesel représente environ deux tiers de la consommation d'énergie pour la navigation intérieure, le mazout résiduel ou mazout lourd près d'un tiers.

Questions-réponses

Q7. Qu'est-ce que le report modal ?

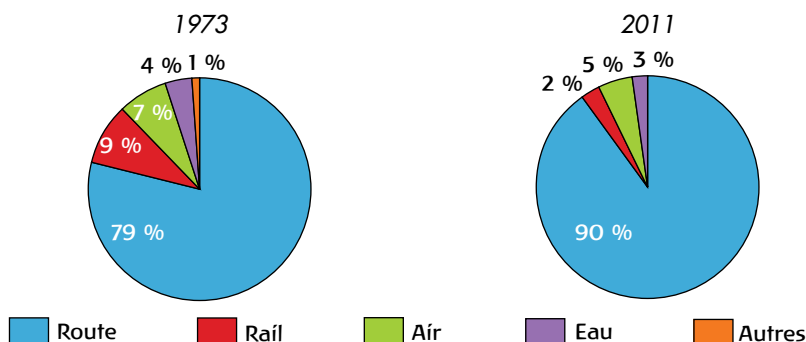
Il y a report modal lorsque les parts d'activité des différents modes de transport évoluent, par exemple lorsqu'un nombre croissant de passagers décident d'utiliser le train plutôt que la voiture ou que les marchandises sont acheminées par rail plutôt que par camion. Un report modal peut également être considéré comme un gain d'efficacité dans la mesure où le système de transport est utilisé plus efficacement même si l'efficacité du véhicule en question ne s'est peut-être pas améliorée.

Q8. Comment comptabiliser les transports multisegments ?

Le transport multisegments signifie qu'un même déplacement concerne à la fois le transport de passagers et le transport de marchandises ; par exemple, lorsque des avions ou des trains transportent des passagers, mais également des marchandises (bagages et courrier) ou lorsque des passagers embarquent sur un navire de fret. Il est alors conseillé de répartir la consommation d'énergie par segment selon la charge, notamment lorsque les contributions de chaque segment dans la consommation d'énergie sont importantes. C'est le cas notamment des marchandises transportées dans les avions de passagers – une part importante du fret aérien total. Néanmoins, lorsqu'un segment domine clairement la vocation d'un voyage, la consommation totale doit être imputée au segment qui est l'objectif principal du voyage. Le transport doit donc être considéré comme fret lorsqu'un navire de fret transporte également des passagers.

La Figure 7.4 donne la répartition de la consommation totale d'énergie mondiale des transports par sous-secteur. La route domine clairement : elle représente 90 % de la consommation d'énergie du secteur, contre environ 80 % en 1973. Du fait du manque de données désagrégées sur la consommation d'énergie du transport de passagers et de marchandises dans de nombreux pays, il n'est pas possible à ce stade de fournir la répartition mondiale moyenne par sous-secteur pour chacun des deux segments. Néanmoins, comme évoqué précédemment, ces deux segments doivent être analysés séparément lorsque les données sont disponibles.

Figure 7.4 • Consommation mondiale d'énergie du secteur des transports par sous-secteur*

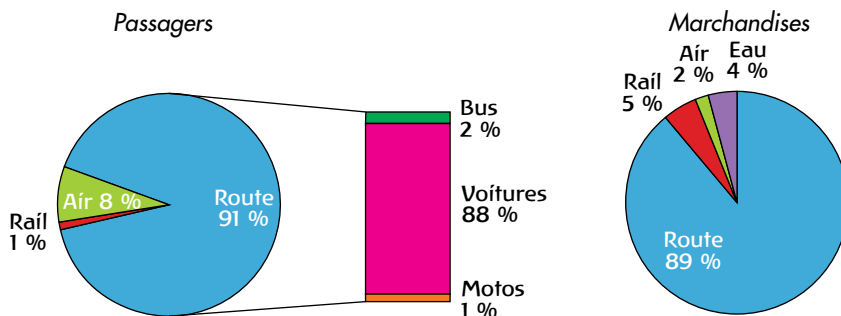


* Hors transport international.

La Figure 7.5 montre la répartition de la consommation d'énergie du transport de passagers et du transport de marchandises par sous-secteur pour un ensemble de pays membres de l'OCDE pour lesquels des données désagrégées sont disponibles. Les données relatives au transport routier sont en outre réparties par types de véhicules pour le transport de passagers ; pour le transport de marchandises, le transport routier

est dominé par les poids lourds. Le transport de passagers représente environ deux tiers de la consommation totale d'énergie des transports dans les pays de l'OCDE.

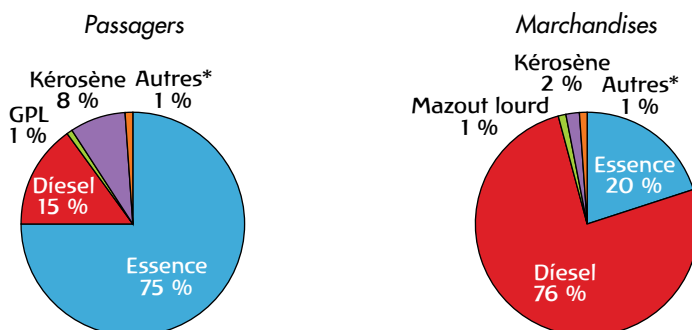
Figure 7.5 • Consommation d'énergie par sous-secteur et par mode/type de véhicules pour le transport de passagers et le transport de marchandises (pour 23 pays de l'OCDE, 2010)



Au niveau mondial, la consommation d'énergie du secteur des transports est dominée par la route (90 %) ; cela est vrai également lorsque les données sont ventilées par segment (fret et passagers) pour un échantillon de pays de l'OCDE. Pour le transport de passagers, les véhicules légers, principalement les voitures, dominent (88 %) et le transport aérien représente le deuxième sous-secteur en importance (8 %). Pour le transport de marchandises, les poids lourds dominent (89 %), suivis du rail (5 %) et de l'eau (4 %).

Lorsque des données sont disponibles, il est possible de procéder à une décomposition supplémentaire par source d'énergie. C'est le cas pour l'échantillon des 23 pays de l'OCDE : la Figure 7.6 montre que les trois quarts du transport de passagers reposent sur l'essence, les trois quarts du transport de marchandises sur le diesel. Mais ces parts peuvent évoluer, comme en témoigne par exemple la forte augmentation de l'utilisation du diesel pour les voitures en Europe.

Figure 7.6 • Consommation d'énergie du transport de voyageurs et de marchandises par source d'énergie (pour 23 pays de l'OCDE, 2010)



* La catégorie « Autres » comprend le fioul lourd, le gaz naturel, l'électricité et le charbon (pour le transport de passagers) ; le gaz de pétrole liquéfié, le gaz naturel, l'électricité et le charbon (pour le transport de marchandises).

4 Quels sont les indicateurs les plus utilisés ?

Selon la disponibilité des données, il sera soit possible d'élaborer des indicateurs très désagregés soit de rester à un niveau qui, bien que fournissant des informations utiles sur le secteur, sera trop agrégé pour permettre une analyse significative de l'efficacité énergétique.

Les indicateurs les plus agrégés sont, par exemple, la part du secteur des transports dans la CFT ; la consommation d'énergie des différents sous-secteurs, rail, route, eau et air ; la consommation des différents segments, passagers et marchandises. Si ces indicateurs permettent des comparaisons très approximatives (et souvent trompeuses) entre les pays et dans le temps, ils ne peuvent être considérés comme des indicateurs d'efficacité énergétique en tant que tels. Pour obtenir des indicateurs d'efficacité énergétique significatifs, il est nécessaire de disposer de données plus détaillées sur la consommation d'énergie et sur l'activité, telles que décrites dans les paragraphes suivants.

Comme pour les autres secteurs, les indicateurs sont présentés selon une approche pyramidale pour l'ensemble du secteur des transports ainsi que pour chacun de ses segments, du niveau agrégé (par exemple, la part du transport de voyageurs dans la consommation d'énergie totale des transports) à des indicateurs désagregés (par exemple, la consommation d'énergie par passager-kilomètre pour chaque type de véhicule). Plus le niveau de la pyramide est large, plus le niveau de détail requis est important. Trois niveaux sont utilisés dans cette approche pyramidale, le niveau 1 étant le plus agrégé et le niveau 3 le plus désagregé. De plus, par souci de simplification, des noms de code courts à trois caractères sont attribués à chaque indicateur pour identifier l'utilisation finale et le niveau de l'indicateur.

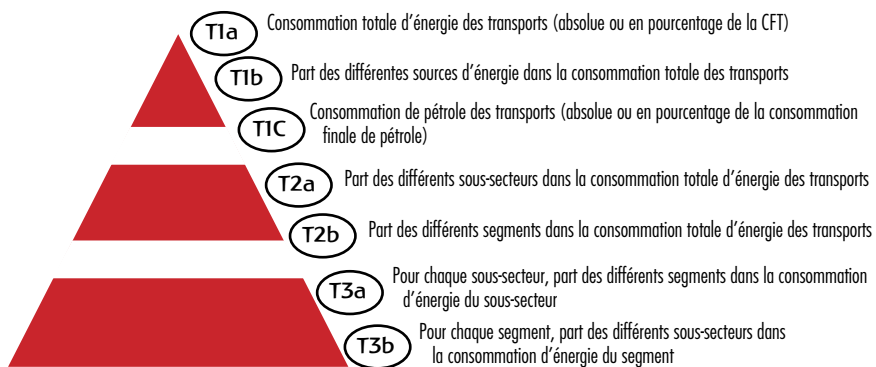
Les indicateurs commençant par un T concernent l'ensemble du secteur des transports (voyageurs et fret), ceux commençant par un P le transport de passagers, ceux commençant par un F le fret. Le chiffre qui suit concerne le niveau de désagregation, 1 étant le niveau le plus agrégé et 3 le niveau le plus désagregé. La fonction principale du troisième caractère, une lettre, est de différencier les indicateurs de même niveau pour la même utilisation finale. À titre d'exemple, l'indicateur (P2b) est un indicateur de second niveau pour le transport de passagers – dans ce cas particulier, la consommation d'énergie du transport de voyageurs par véhicule-kilomètre (vkm). L'indicateur recommandé pour un sous-secteur donné est signalé par un émoticône souriant (☺).

Secteur des transports global.....

Comme pour les autres secteurs, la pyramide d'indicateurs pour le secteur des transports repose sur des données agrégées, pour la consommation d'énergie comme pour l'activité. Il est en fait impossible de définir une mesure globale de l'activité pour le secteur des transports dans son ensemble, car les deux principaux segments de transport, passagers et fret, sont animés par des dynamiques très différentes. Il n'est donc pas possible de définir un indicateur d'efficacité énergétique au niveau sectoriel. Les indicateurs qui figurent dans la pyramide, sans être des indicateurs d'efficacité énergétique, peuvent néanmoins fournir des informations agrégées utiles sur la consommation d'énergie des transports, en l'absence de données plus désagregées.

Le niveau le plus agrégé, le niveau 1, comprend la consommation totale d'énergie du secteur des transports, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la CFT (T1a), ainsi que la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale des transports (T1b). Les transports étant le principal moteur de la consommation de pétrole, le troisième indicateur agrégé représente la consommation de pétrole du secteur des transports, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation finale de pétrole (T1c). Ces trois indicateurs énergétiques donnent un aperçu macro de la consommation d'énergie du secteur et peuvent permettre une première comparaison entre les pays.

Figure 7.7 • Pyramide d'indicateurs pour le secteur des transports



Au niveau intermédiaire, le niveau 2, la pyramide comporte deux indicateurs énergétiques : la part des différents sous-secteurs dans la consommation totale des transports (T2a) et la part des différents segments dans la consommation totale des transports (T2b). Les données relatives à l'indicateur (T2a) (consommation d'énergie du transport routier, ferroviaire, aérien, par voies d'eau) sont généralement disponibles dans le bilan énergétique national, mais les données relatives à (T2b) (consommation du transport de passagers et du fret) ne le sont souvent pas.

Le troisième niveau de la pyramide comporte deux types d'indicateurs énergétiques. (T3a) représente les parts des deux segments dans la consommation totale d'énergie de chaque sous-secteur. Par exemple, la part du transport de passagers dans la consommation d'énergie du transport routier. (T3b) représente les parts des quatre sous-secteurs dans la consommation totale d'énergie de chaque segment. Par exemple, la part du rail dans la consommation d'énergie du transport de marchandises.

Comme mentionné précédemment, la consommation d'énergie des deux segments de transport est influencée par des facteurs différents. Il est donc recommandé de développer les indicateurs d'efficacité énergétique séparément pour le transport de passagers et le transport de marchandises, comme nous l'avons fait dans les sections suivantes.

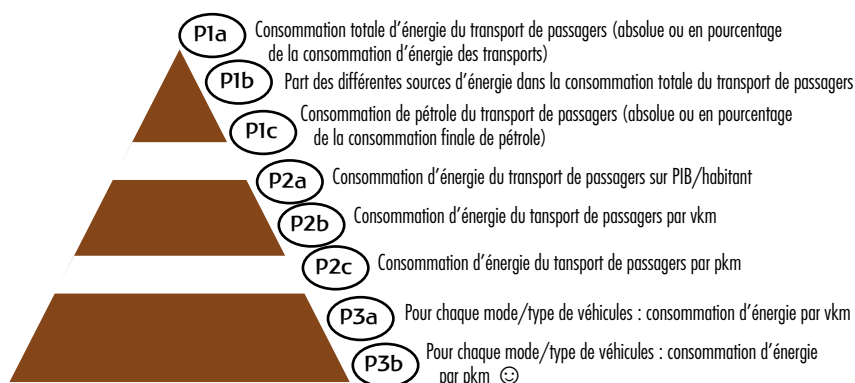
Transport de passagers

Comme pour les autres secteurs, le transport de passagers peut être décrit par différents indicateurs, en fonction de la disponibilité des données et de l'objectif de l'analyse.

Au niveau le plus agrégé, le niveau 1, l'indicateur de niveau supérieur (P1a) correspond à la consommation d'énergie totale du transport de passagers, exprimée en termes absolus ou en pourcentage de la consommation totale du secteur des transports. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un indicateur d'efficacité, il fournit une indication du poids absolu et relatif du transport de passagers dans la consommation totale des transports. Il peut être utilisé pour évaluer, par exemple, dans quelle mesure le transport de passagers peut représenter une cible pertinente pour des économies d'énergie potentielles.

Le deuxième indicateur de niveau 1 (P1b) décrit la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale du transport de passagers. Bien qu'il ne constitue pas un véritable indicateur d'efficacité, il permet de décrire la dépendance relative du transport de passagers vis-à-vis de différents combustibles. Les transports étant le principal moteur de la consommation de pétrole, le troisième indicateur de niveau 1 (P1c) concerne la consommation de pétrole du transport de passagers, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation finale totale de pétrole.

Figure 7.8 • Pyramide d'indicateurs pour le transport de passagers



Le niveau intermédiaire, le niveau 2, comporte trois indicateurs d'intensité : la consommation d'énergie du transport de passagers sur le PIB par habitant (P2a), par vkm (P2b) et par pkm (P2c). L'indicateur (P2a) peut sembler basique mais il est utile pour évaluer les tendances dans le temps ou pour comparer les pays entre eux. Les évolutions du PIB par habitant sont souvent utilisées pour estimer les tendances dans le transport de passagers en l'absence de meilleures données. Les indicateurs (P2b) et (P2c) se rapportent plus spécifiquement à l'efficacité énergétique : il s'agit de ratios entre des consommations d'énergie et des données d'activité au niveau agrégé des segments.

Si l'intensité par vkm est liée à l'efficacité spécifique du véhicule, l'intensité par pkm dépend également de l'« efficacité d'utilisation » : utiliser un véhicule pour déplacer trois personnes est par exemple plus efficace que d'utiliser trois véhicules. De tels indicateurs, au niveau global du segment, permettent d'avoir un aperçu de l'impact du « report modal ». L'encadré 7.1 présente les méthodologies de calcul des vkm et des pkm à partir des données d'activité de base, comme le parc de véhicules et l'occupation moyenne des véhicules.

Idéalement, des indicateurs d'efficacité devraient être développés au troisième niveau, avec une répartition plus poussée par sous-secteur et, si possible, par mode/type de véhicules de passagers. Car dans les faits, les intensités globales du transport de passagers dans un pays donné sont influencées à la fois par les intensités des différents sous-secteurs et par la part des différents sous-secteurs dans le transport de passagers.

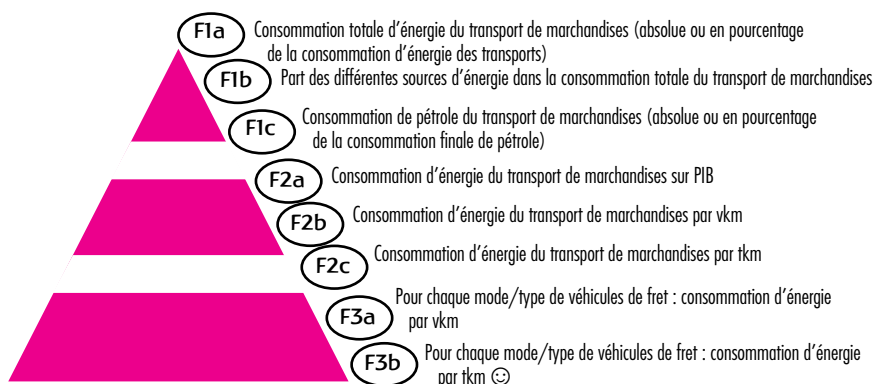
Au troisième niveau, la pyramide comporte deux indicateurs : la consommation d'énergie par vkm (P3a) et par pkm (P3b), calculés pour chaque sous-secteur ou mode/type de véhicules. Par exemple, tandis qu'au deuxième niveau (P2b) représente la consommation par vkm pour le transport de passagers dans son ensemble, (P3a) représente la consommation du transport de passagers par vkm en distinguant la route, le rail, l'air et l'eau. Pour le rail, l'air et l'eau, les intensités par sous-secteur représentent déjà des indicateurs utiles pour appuyer l'élaboration des politiques énergétiques dans le secteur des transports. Mais pour le transport routier, il est préférable de procéder à une désagrégation supplémentaire par type de véhicules (par exemple : véhicules légers, bus, véhicules motorisés 2 et 3 roues) car la part relative de ces différents types de véhicules peut avoir un impact significatif sur l'intensité énergétique globale du transport routier. Les véhicules légers, par exemple, ont généralement des intensités au pkm beaucoup plus élevées que les bus ou les trains. L'indicateur recommandé pour le transport de passagers est l'indicateur (P3b), la consommation d'énergie par pkm pour chaque mode/type de véhicules.

En ce qui concerne les indicateurs de niveau 2, on peut remarquer que l'intensité par pkm prend également en compte l'« efficacité d'utilisation ». Ainsi, si l'augmentation de l'efficacité des moteurs d'avion a une incidence sur les deux intensités (par vkm et par pkm), l'évolution de l'occupation moyenne des avions affecte uniquement l'intensité par pkm.

Transport de marchandises

La pyramide d'indicateurs pour le transport de marchandises est similaire à celle présentée pour le transport de passagers.

Figure 7.9 • Pyramide d'indicateurs pour le transport de marchandises



Au premier niveau, l'indicateur de niveau supérieur (F1a) correspond à la consommation totale du transport de marchandises, exprimée en termes absolus ou

en pourcentage de la consommation totale du secteur des transports. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un indicateur d'efficacité, elle donne une indication du poids absolu et relatif du transport de marchandises dans la consommation totale des transports. Cet indicateur peut être utilisé pour évaluer, par exemple, dans quelle mesure des économies d'énergie pourraient être réalisées lors du transport des marchandises.

Le deuxième indicateur de niveau 1 (F1b) correspond à la part des différentes sources d'énergie dans la consommation totale du transport de marchandises. Là encore, bien qu'il ne s'agisse pas d'une indication réelle de l'efficacité, cet indicateur décrit la dépendance relative du transport de marchandises vis-à-vis de différents combustibles. Les transports étant le principal moteur de la consommation de pétrole, le troisième indicateur de niveau 1 (F1c) concerne la consommation de pétrole du transport de marchandises, en termes absolus ou en pourcentage de la consommation finale totale de pétrole.

Le deuxième niveau comporte trois indicateurs d'intensité : la consommation d'énergie du transport de marchandises sur le PIB (F2a), par vkm (F2b) et par tonne-kilomètre (tkm) (F2c). Alors que pour le transport de passagers, (P2a) est calculé sur la base du PIB par habitant, l'indicateur (F2a) est calculé sur la base du PIB, en raison de la forte corrélation entre les mouvements des matières premières, des produits intermédiaires et des biens de consommation finale, et les évolutions de l'activité économique ou du PIB. Pour obtenir un bon indicateur, seule la valeur ajoutée des biens transportés doit être prise en compte. Mais ce niveau d'information est rarement disponible. Si l'indicateur (F2a) s'avère utile pour évaluer des tendances générales ou pour comparer des pays entre eux, il ne permet pas de mesurer les évolutions de l'efficacité énergétique car il ne tient pas compte de l'importance relative de chaque sous-secteur et parce qu'il est influencé par de nombreux autres facteurs, comme la disponibilité des infrastructures, le type de biens transportés, etc. Les indicateurs (F2b) et (F2c) sont plus directement liés à l'efficacité énergétique, dans la mesure où ils représentent des ratios entre des consommations d'énergie et des données d'activité au niveau agrégé des segments.

Idéalement, des indicateurs d'efficacité devraient être développés au niveau 3, avec une désagrégation supplémentaire par sous-secteur et par mode/type de véhicules. Car, dans les faits, les intensités globales du transport de marchandises dans un pays donné sont influencées à la fois par les intensités des différents sous-secteurs et par la part des différents sous-secteurs dans le transport de marchandises.

Au troisième niveau, la pyramide comporte deux indicateurs : les consommations par vkm (F3a) et par tkm (F3b), calculées pour chaque sous-secteur ou mode/type de véhicules. Alors qu'au niveau 2, l'indicateur (F2b) représente la consommation par vkm pour l'ensemble du transport de marchandises, (F3a) représente la consommation par vkm et distingue la route, le rail, l'air et l'eau. En fonction de l'importance de ce sous-secteur, les pays peuvent également vouloir le décomposer par mode/type de véhicules ; par exemple, pour la route, en distinguant les véhicules légers et les véhicules lourds, qui peuvent également être répartis en fonction de leur poids (les camions très lourds ont par exemple tendance à parcourir de longues distances, comme en Amérique du Nord).

Pour le travail sur les indicateurs d'efficacité énergétique, les tonnes-kilomètre (tkm) sont la contrepartie des pkm pour le transport de marchandises et sont des données d'activité primordiales. L'indicateur recommandé pour le transport de marchandises est donc l'indicateur (F3b), la consommation d'énergie par tkm pour chaque mode/type de véhicules de fret.

Tableau 7.2 • Synthèse des indicateurs les plus courants pour le secteur des transports

Indicateur	Périmètre	Données relatives à la consommation d'énergie	Données d'activité	Code	Recommandé
Consommation d'énergie du transport de passagers sur PIB/habitant	Global	Consommation totale d'énergie du transport de passagers	PIB ; population totale	P2a	
Consommation d'énergie du transport de passagers par véhicule-kilomètre (vkm)	Global	Consommation totale d'énergie du transport de passagers	Nombre total de vkm du transport de passagers	P2b	
	Par mode/type de véhicules de passagers	Consommation d'énergie du mode/type de véhicules de passagers A	Nombre de vkm du mode/type de véhicules de passagers A	P3a	
Consommation d'énergie du transport de passagers par passager-kilomètre (pkm)	Global	Consommation totale d'énergie du transport de passagers	Nombre total de pkm	P2c	
	Par mode/type de véhicules de passagers	Consommation d'énergie du mode/type de véhicules de passagers A	Nombre de pkm du mode/type de véhicules de passagers A	P3b	☺
Consommation d'énergie du transport de marchandises sur PIB	Global	Consommation totale d'énergie du transport de marchandises	PIB	F2a	
Consommation d'énergie du transport de marchandises par véhicule-kilomètre (vkm)	Global	Consommation totale d'énergie du transport de marchandises	Nombre total de vkm du transport de marchandises	F2b	
	Par mode/type de véhicules de fret	Consommation d'énergie du mode/type de véhicules de fret α	Nombre de vkm du mode/type de véhicules de fret α	F3a	
Consommation d'énergie du transport de marchandises par tonne-kilomètre (tkm)	Global	Consommation totale d'énergie du transport de marchandises	Nombre total de tkm	F2c	
	Par mode/type de véhicules de fret	Consommation d'énergie du mode/type de véhicules de fret α	Nombre de tkm du mode/type de véhicules de fret α	F3b	☺

■ Passagers ■ Fret

5 Les données à la base des indicateurs

Les principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs de différents niveaux présentés dans les sections précédentes sont résumées à la Figure 7.10 pour les données sur la consommation d'énergie et à la Figure 7.11 pour les données d'activité. Pour la pyramide sectorielle globale, les données agrégées sur la consommation d'énergie peuvent la plupart du temps être tirées des bilans énergétiques des pays et les données d'activités agrégées peuvent être obtenues de différentes sources, recensements, etc. (voir Tableau 7.3).

Comme pour les autres secteurs, il est essentiel, lors de l'élaboration des indicateurs pour le secteur des transports, de veiller à la cohérence des périmètres et des définitions entre les données sur l'énergie et les données d'activité. Les méthodes de collecte de données sur les activités de transport ne sont pas harmonisées au niveau international, ce qui peut entraîner des difficultés lors des comparaisons internationales.

Les données relatives

à la consommation d'énergie.....

Transport de passagers

Consommation totale d'énergie du transport de passagers : il s'agit de la consommation totale d'énergie du transport de passagers. Elle est utilisée comme numérateur pour les indicateurs (P1a), (P2a), (P2b) et (P2c) et comme dénominateur pour (P1b).

Consommation totale d'énergie du transport de passagers par source d'énergie Z : il s'agit de la consommation totale d'une source d'énergie donnée pour le transport de passagers ; par exemple la consommation de pétrole dans les différents sous-secteurs du transport de passagers. Elle est utilisée comme numérateur pour (P1b) et, pour le pétrole uniquement, comme numérateur pour (P1c).

Consommation totale d'énergie d'un sous-secteur du transport de passagers ou d'un mode/type de véhicules de passagers A : il s'agit de la consommation totale d'un sous-secteur donné du transport de passagers, par exemple le transport de passagers par route, rail, air ou eau. Cette consommation peut être davantage désagrégée par mode/type de véhicules, par exemple pour les véhicules utilitaires légers routiers. Elle est utilisée comme numérateur pour (P3a) et (P3b).

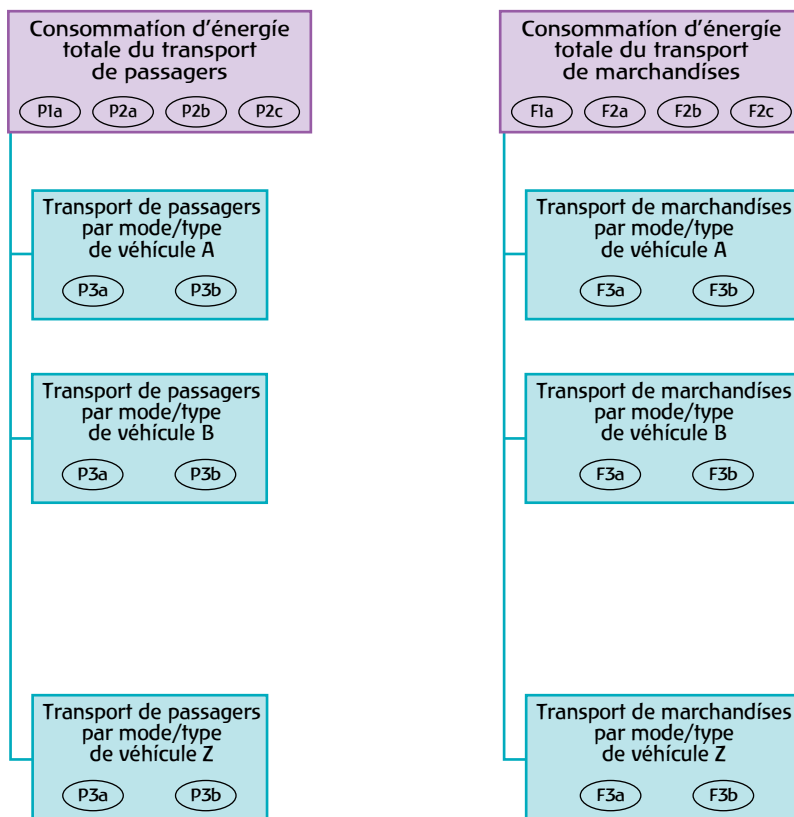
Transport de marchandises

Consommation totale d'énergie du transport de marchandises : il s'agit de la consommation totale d'énergie du transport de marchandises. Elle est utilisée comme numérateur pour les indicateurs (F1a), (F2a), (F2b) et (F2c) et comme dénominateur pour (F1b).

Consommation totale d'énergie du transport de marchandises par source d'énergie Z : il s'agit de la consommation totale d'une source d'énergie donnée pour le transport de marchandises, par exemple la consommation de pétrole dans les différents sous-secteurs du transport de marchandises. Elle est utilisée comme numérateur pour (F1b) et, pour le pétrole uniquement, comme numérateur pour (F1c).

Consommation totale d'énergie d'un mode/type de véhicules de fret A : il s'agit de la consommation totale d'un sous-secteur donné du transport de marchandises, par exemple la consommation du transport de marchandises par route, rail, air ou eau. Cette consommation peut être davantage désagrégée par mode/type de véhicules, par exemple pour les véhicules utilitaires lourds routiers. Elle est utilisée comme numérateur pour (F3a) et (F3b).

Figure 7.10 • Schéma agrégé des données sur la consommation d'énergie nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des transports



Les données d'activité

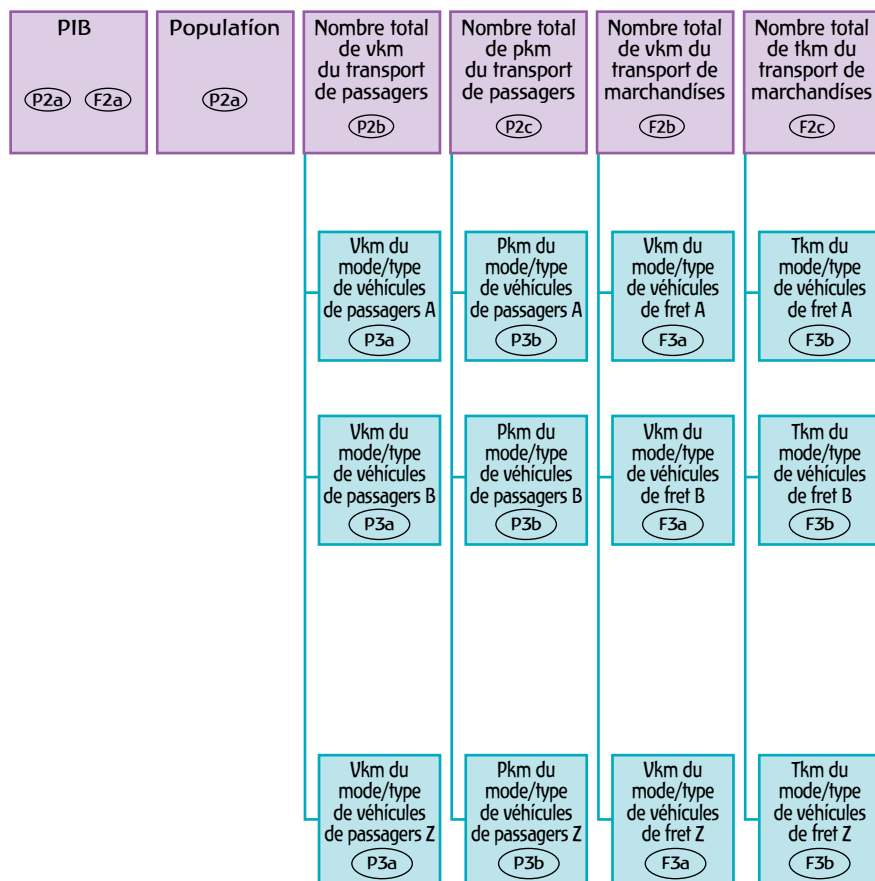
Transport de passagers

PIB/habitant : il s'agit du rapport entre le PIB et la population totale d'un pays. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour l'indicateur (P2a).

Nombre total de vkm du transport de passagers : il s'agit de la distance totale parcourue lors de l'ensemble des déplacements des véhicules de passagers. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (P2b).

Nombre total de pkm : il s'agit de la distance totale parcourue lorsque tous les mouvements de passagers sont additionnés. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (P2c).

Figure 7.11 • Schéma agrégé des principales données d'activité nécessaires pour élaborer les indicateurs d'efficacité énergétique pour le secteur des transports



Nombre total de vkm du mode/type de véhicules de passagers A : il s'agit de la distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules de passagers d'un mode/type donné, par exemple la distance totale parcourue par les airs de tous les avions de passagers au cours de vols intérieurs. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (P3a).

Nombre total de pkm du mode/type de véhicules de passagers A : il s'agit de la distance totale parcourue par l'ensemble des passagers utilisant un mode/type de véhicules donné, par exemple le nombre total de passagers transportés au cours de vols intérieurs, multiplié par la distance parcourue. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (P3b).

L'encadré 7.1 expose les modes de calcul des vkm et des tkm. L'intensité basée sur les tkm est influencée à la fois par l'intensité énergétique de chaque sous-secteur, par la part relative de ce sous-secteur et, à la différence de l'intensité basée sur les vkm, par l'« efficacité d'utilisation » en prenant en compte un facteur de charge moyen (le poids de marchandises transportées). Utiliser un camion pour transporter une tonne de marchandises est plus efficace que d'utiliser deux camions transportant une demi-tonne chacun. Les changements structurels ont un impact très important : ainsi, si la part du transport de marchandises par poids lourds augmente et celle par trains diminue, cela se traduira par une augmentation de l'intensité énergétique du transport de marchandises, les camions consommant plus d'énergie que les trains. Et ces changements affecteront les deux intensités.

Encadré 7.1 • Méthode de calcul des données d'activité pour le transport

Le volume de la circulation est mesuré en utilisant les véhicules-kilomètres (vkm) pour les deux segments ou les passagers-kilomètres (pkm) et les tonnes-kilomètres (tkm) pour le transport de passagers et le fret, respectivement.

Au niveau d'un véhicule, les vkm représentent la distance totale parcourue sur une période donnée.

Au niveau d'un parc de véhicules, les relations suivantes existent :

$$\text{vkm} = \text{nombre de véhicules} \times \text{distance moyenne par véhicule (km)}$$

$$\text{pkm} = \text{vkm} \times \text{occupation moyenne}$$

$$\text{tkm} = \text{vkm} \times \text{charge moyenne}$$

Avec occupation moyenne = nombre moyen de passagers par véhicule, et charge moyenne = masse moyenne de marchandises transportées par véhicule (en tonnes)

En d'autres termes, les pkm (ou les tkm) augmentent avec la distance parcourue ou avec le nombre de passagers (ou la masse de marchandises) par véhicule.

Voici un exemple de calcul du nombre total de vkm et de pkm sur une période donnée pour un parc de trois véhicules.

Parc de véhicules	Distance parcourue (km)	Occupation moyenne	Total véhicules-kilomètres	Total occupation moyenne	Total passagers-kilomètres
Véhicule 1	50 000	3	50 000	$\frac{(50\,000 \times 3 + 20\,000 \times 4 + 90\,000 \times 1)}{(50\,000 + 20\,000 + 90\,000)} = 2$	$160\,000 \times 2 = 320\,000$
Véhicule 2	20 000	4	+ 20 000		
Véhicule 3	90 000	1	+ 90 000 = 160 000		

Transport de marchandises

PIB : le PIB est utilisé comme dénominateur pour l'indicateur (F2a).

Nombre total de vkm du transport de marchandises : il s'agit de la distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules de fret. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (F2b).

Nombre total de tkm : il s'agit de la masse totale transportée lors de tous les mouvements de marchandises. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (F2c).

Nombre total de vkm du mode/type de véhicules de fret A : il s'agit de la distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules de fret d'un mode/type donné, par exemple la distance totale parcourue par voie d'eau par tous les navires de fret intérieurs. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (F3a).

Nombre total de tkm du mode/type de véhicules de fret A : il s'agit de la distance totale parcourue lorsque tous les mouvements de chaque tonne de marchandises sont additionnés pour un mode/type de véhicules donné, par exemple le nombre total de tonnes transportées par les navires de fret intérieurs multiplié par la distance parcourue. Cette donnée est utilisée comme dénominateur pour (F3b).

Questions-réponses

Q9. Que représente le concept d'« économie de carburant » ? De quelle manière est-il lié aux indicateurs de la pyramide ?

Le concept d'« économie de carburant » (fuel economy en anglais) se réfère à la relation entre le volume de carburant utilisé pour parcourir une distance donnée et la distance parcourue.

Elle est généralement mesurée en volume de carburant par distance parcourue (« litre par 100 km ») ou en distance par volume de carburant utilisé (« km par litre » ou « mile par gallon »).

*Les constructeurs fournissent des informations théoriques sur la consommation de carburant des différents types de véhicules, sur la base de tests effectués sur des échantillons de véhicules lors du processus de fabrication. Mais en conditions de fonctionnement, la consommation réelle par unité de distance peut différer considérablement des valeurs théoriques : elle est généralement 15 à 40 % supérieure.**

En pratique, les consommations de carburant « réelles » correspondent aux indicateurs (P3a) et (F3a), soit la consommation de carburant par vkm pour le transport de passagers et le fret, après conversion des unités en utilisant les densités et les valeurs calorifiques des carburants. En fait, la consommation de carburant moyenne nationale par mode/type de véhicules peut être obtenue en faisant le rapport entre la consommation totale d'énergie et la distance totale parcourue (vkm) correspondante. Par exemple, si, dans un pays donné, la distance totale parcourue par les voitures à essence est de 415 milliards de vkm et que la consommation totale d'essence est de 1 287 pétajoules (PJ), avec une densité de 1 350 litres/tonne et une valeur calorifique nette de 44,75 gigajoules (GJ) par tonne d'essence, il s'ensuit que :

$$\begin{aligned}
 \text{Consommation moyenne de carburant par véhicule-kilomètre} &= \frac{1\,287\text{ PJ}}{(415\text{ milliards de véhicules-kilomètres})} \\
 &= 3,1\text{ mégajoules par véhicule-kilomètre} \\
 \text{Consommation de carburant moyenne nationale} &= \frac{3,1 \times 10^{-3}\text{ GJ}}{\left(44,75 \frac{\text{GJ}}{\text{tonne}}\right)} \times 1\,350 \frac{\text{litre}}{\text{tonne}} \\
 &= 9\text{ litre/100 km (ou 11 km/litre)}
 \end{aligned}$$

Q10. La consommation pour la climatisation des véhicules est-elle prise en compte dans les indicateurs d'efficacité énergétique ?

*La consommation d'énergie destinée à la climatisation des véhicules peut être très importante, avec un impact de 15 à 20 % sur la consommation réelle de carburant**. Les conditions climatiques peuvent donc donner lieu à des différences importantes entre les pays lorsque les consommations de carburant moyennes en conditions de fonctionnement sont comparées. Cet effet n'est généralement pas pris en compte dans les valeurs théoriques de consommation déclarées par les constructeurs ; il est donc important de le prendre en compte lors de l'estimation de la consommation de carburant, en particulier dans les pays au climat très chaud.*

* Le rapport 2013 De laboratoire à route (ICCT, 2013) montre que l'écart entre l'économie de carburant officielle et les « conditions réelles » des voitures de tourisme en Europe et aux États-Unis s'est considérablement accru au cours des dix dernières années, atteignant une moyenne de 25 % en 2011.

** Pour un rapport détaillé sur le sujet, reportez-vous à *Impact of Vehicle Air-Conditioning on Fuel Economy, Tailpipe Emissions, and Electric Vehicle Range* [Impact de la climatisation des véhicules sur la consommation de carburant, les émissions au à l'échappement et l'autonomie des véhicules électriques] (NREL, 2000)

6 Comment recueillir les données ?

Certaines données sont plus faciles à collecter que d'autres ; cela est vrai pour les données sur la consommation d'énergie comme pour les données d'activité. Par exemple, il est bien plus aisé de calculer avec précision le nombre de véhicules par type au sein du parc national ou la consommation d'essence des voitures que le nombre total de tkm des navires de fret.

Comme pour les autres secteurs, il existe quatre méthodes de collecte de données sur la consommation d'énergie et l'activité pour le secteur des transports : données administratives, enquêtes, modélisation et mesures. Chaque méthode a ses forces et faiblesses. Les pays associent souvent plusieurs méthodes (données administratives et modélisation par exemple) afin d'élaborer des indicateurs appropriés pour le secteur des transports. Chaque méthode est décrite dans ce qui suit, principalement sur la

base des exemples de pratiques reçues par l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Mais les retours reçus par l'AIE sont assez peu nombreux pour le secteur des transports et ne concernent pas de manière homogène les quatre méthodologies, probablement en raison de la complexité inhérente du secteur. Il est donc difficile de tirer des conclusions définitives à partir de ces pratiques. Nous avons donc complété ces informations à l'aide de données issues de la littérature. Du fait de l'importance du transport routier, l'encadré 7.4, en fin de section, résume en outre les méthodes de collecte de données pour ce sous-secteur spécifique.

Le Tableau 7.3 donne un aperçu des principales sources et méthodologies utilisées pour collecter les données nécessaires à l'élaboration des indicateurs présentés dans la section précédente. Chaque méthodologie est décrite dans la suite de cette section.

Tableau 7.3 • Synthèse des principales données nécessaires pour élaborer les indicateurs pour le secteur des transports et exemples de sources et de méthodologies possibles

Données	Sources	Méthodologies
Données relatives à la consommation d'énergie		
Consommation totale des transports	Bilans énergétiques nationaux Statistiques énergétiques nationales	Données administratives Modélisation
Consommation par sous-secteur	Bilans énergétiques nationaux Statistiques énergétiques nationales	Données administratives Enquêtes sur la mobilité Modélisation
Consommation par segment		Enquêtes sur la mobilité Modélisation
Consommation par type de véhicules		Enquêtes sur la mobilité Modélisation
Données d'activité		
PIB, population	Instituts nationaux de statistiques	Données administratives
Véhicule-km (vkm)	Registres d'immatriculation des véhicules/ Services de contrôle technique des véhicules/ Organismes de contrôle Municipalités/ autorités de transport Bases de données nationales et internationales Ministères des Transports	Mesures : relevés kilométriques Mesures : comptage de la circulation routière Données administratives Enquêtes sur la mobilité Modélisation
Passager-km (pkm)	Bases de données nationales et internationales Ministères des Transports	Données administratives Enquêtes sur la mobilité

Données	Sources	Méthodologies
Tonne-km (tkm)	Bases de données nationales et internationales Ministères des Transports	Données administratives Enquêtes sur la mobilité, enquêtes sur le transport de marchandises
Parc de véhicules*	Instituts de statistiques Fabricants Bases de données nationales et internationales Registres d'immatriculation des véhicules	Données administratives Données administratives/mesures
Consommation de carburant	Fabricants	Données administratives Modélisation

* Note : la qualité des données sur le parc de véhicules peut varier en fonction de la qualité des statistiques sur les mises à la casse.

Questions-réponses

Q11. Qu'est-ce qu'un odomètre ?

Un odomètre, ou compteur kilométrique, est un instrument mesurant la distance parcourue par un véhicule (voiture, camion ou vélo).

Ce dispositif peut être électronique, mécanique ou une combinaison des deux. Des relevés kilométriques sont généralement effectués lors des contrôles réguliers des véhicules et sont collectés par les registres d'immatriculation des véhicules. Pour le transport routier, les relevés kilométriques, associés à des informations sur le nombre total de véhicules de la flotte nationale à un moment donné, sont essentiels pour le calcul des données d'activité, comme le nombre total de vkm.

Données administratives

Le secteur des transports s'appuie tout particulièrement sur les données administratives, par exemple les enquêtes sur la mobilité des véhicules, les statistiques sur les transports et les bases de données des registres d'immatriculation des véhicules. Cela est probablement dû à l'importance des coûts et des problèmes pratiques associés aux enquêtes réalisées directement auprès des utilisateurs des transports. Les données administratives devraient donc être consultées en premier lieu, afin de déterminer quelles informations sont déjà disponibles et la manière de les utiliser au mieux. L'exploitation de ces sources existantes permet également de gagner du temps et de l'argent. Les paragraphes suivants décrivent l'usage des données administratives pour le secteur des transports, sur la base des pratiques reçues par l'AIE.

Objectifs : les retours reçus par l'AIE indiquent que les pays comptent beaucoup sur les données administratives pour le secteur des transports. La plupart du temps, les informations utilisées proviennent des registres d'immatriculation des véhicules à moteur ou des enquêtes réalisées auprès des ménages. Ces données peuvent être

utilisées directement, pour estimer la consommation d'énergie des transports, ou indirectement pour alimenter des modèles de transports.

Sources : les répondants ont identifié un certain nombre de sources existantes : registres d'immatriculation des véhicules, instituts de statistiques nationaux, autorités de transport centrales et régionales, fournisseurs d'énergie, fabricants et organisations internationales. Les registres d'immatriculation des véhicules compilent de nombreuses informations intéressantes sur les véhicules et leurs propriétaires, à des fins diverses : sécurité, recouvrement des taxes, administration et élaboration des politiques. Ces informations peuvent comprendre le modèle du véhicule, le type de carburant, le poids ainsi que les relevés kilométriques à des intervalles de contrôle réguliers. Rendre obligatoire un contrôle annuel des véhicules pour conserver le permis de conduire permettrait de mieux suivre l'évolution des vkm du parc national de véhicules. D'autres statistiques sont également collectées par les services gouvernementaux, afin de soutenir l'élaboration des politiques de transport, la planification spatiale et urbaine, la gestion des infrastructures, la planification du transport public, etc. De nombreuses informations sont par ailleurs disponibles dans les nombreuses bases de données internationales sur les transports, listées à l'encadré 7.2.

Données collectées : comme mentionné précédemment, les données collectées pour élaborer les indicateurs sont de deux types, données d'activité et données sur la consommation d'énergie. Les données relatives à la consommation d'énergie comprennent les ventes de combustibles des fournisseurs de pétrole la plupart du temps, mais également celles des différents fournisseurs d'énergie, électricité ou gaz. Les données d'activité comprennent la distance moyenne parcourue, les pkm et tkm, le parc de véhicules ainsi que des caractéristiques techniques, comme la consommation de carburant, la puissance du moteur, le poids brut, etc.

Coûts : la plupart des répondants n'ont indiqué aucun frais associé aux données collectées. Cependant, même en l'absence de coûts directs, des coûts indirects sont à prévoir aux différentes étapes : recherche des données administratives existantes, discussion sur la faisabilité de l'utilisation des données avec les organisations qui les collectent, conclusion d'accords pour le transfert et l'utilisation des données et transfert des données dans un format adapté.

Principaux défis : parmi les défis les plus fréquemment rencontrés, nous pourrions citer le processus fastidieux de collecte et de traitement des informations (par exemple, pour passer du format papier au format numérique), les problèmes de définition entre sources, la gestion des séries de données incomplètes et le temps nécessaire pour établir une relation avec l'organisation ou le service susceptible de fournir les données recherchées.

Enquêtes

Dans les pratiques reçues par l'AIE, les enquêtes sont utilisées principalement pour le transport routier, de passagers et de marchandises ; dans certains cas, des enquêtes sont également mises en œuvre pour le transport ferroviaire, aérien et par voies d'eau. Il arrive que les enquêtes seules ne suffisent pas et qu'elles doivent être complétées par des informations provenant de sources administratives, de mesures directes ou d'études de modélisation. Les paragraphes suivants décrivent

les principales caractéristiques des enquêtes dans le secteur des transports sur la base des pratiques reçues par l'AIE.

Objectifs : l'objectif principal des enquêtes est de mesurer la consommation d'énergie dans le secteur des transports, par sous-secteur et par type de véhicules, ainsi que la consommation moyenne de carburant par unité de distance parcourue, les pkm et la diffusion des parcs de véhicules aux niveaux national et régional. D'autres objectifs plus vastes comprennent : la compréhension des comportements des conducteurs, le suivi des tendances dans le temps, le soutien à l'élaboration des politiques de sécurité routière, la réduction de la consommation de carburant et de la pollution de l'air.

Méthodes d'enquête : les différents types d'enquêtes menées comportent les enquêtes sur la mobilité, comme par exemple les enquêtes ciblant les conducteurs (ménages et propriétaires de camions par exemple), à qui il est demandé de remplir un journal de bord sur une période donnée ou les enquêtes dans les stations-service, où un échantillon aléatoire de conducteurs de véhicules est invité à fournir des informations sur sa consommation de carburant et le type de véhicule possédé dans des stations-service déterminées à l'avance.

Conception de l'échantillon : la méthode de l'échantillonnage aléatoire stratifié est la méthode la plus courante pour concevoir les échantillons des enquêtes nationales sur les transports. Les enquêtes réalisées auprès des ménages sélectionnent la population adulte résidant dans le pays ; les enquêtes sur les véhicules portent sur l'ensemble des véhicules à moteur ou sur certains types de véhicules, sur la base des listes d'immatriculation, des listes des sociétés de transport et des transporteurs publics ; les enquêtes dans les stations-service sélectionnent au hasard des véhicules en train de faire le plein dans des stations-service déterminées. Les enquêtes par panel existantes peuvent également être utilisées pour concevoir l'échantillon. Dans ce cas, une question portant sur la possession de véhicules est utilisée afin de filtrer les répondants.

Taille de l'échantillon : en raison de la diversité de la taille des pays et du grand nombre de véhicules, la taille de l'échantillon varie de 3 000 à 67 000 dans les pratiques collectées par l'AIE. Cet échantillon représente généralement moins de 1 % de la population totale.

Encadré 7.2 • Sélection de sources de données internationales sur les transports

Nous avons répertorié ici des organisations internationales fournissant des données sur les transports, au niveau sectoriel général ou pour un sous-secteur de transport spécifique. Ces organisations collectent des données auprès de leurs membres, des pays ou des opérateurs de transport, selon les cas. Cette liste est indicative et ne prétend en aucun cas être exhaustive.

Secteur des transports global

Le Forum international des transports⁽¹⁾ de l'OCDE, organisation intergouvernementale regroupant 54 pays membres, recueille des données relatives à différents aspects de la politique de transports, gère des bases de données historiques et publie des analyses et des indicateurs sur le transport routier, ferroviaire et par voies navigables intérieures pour les pays membres. Les données peuvent être consultées gratuitement.

Eurostat, l'office de statistiques de l'Union européenne, collecte des données en lien avec la législation appliquée par les États membres de l'UE. Ses statistiques sur les transports⁽²⁾ couvrent le transport routier, ferroviaire, maritime, aérien, par pipeline et par voies navigables intérieures, pour le transport de passagers et le fret.

Transport public

L'Association internationale des transports publics⁽³⁾ est le réseau international des autorités et des opérateurs de transport public, des décideurs politiques, des instituts scientifiques et des fournisseurs de services de transport public. Sa base de données sur les villes du millénaire [*Millennium Cities Database*] rassemble des données et des indicateurs sur les transports publics dans 100 villes du monde pour l'année 1995, à titre d'analyse comparative.

Route

La Fédération routière internationale⁽⁴⁾ est une organisation à but non lucratif dont la mission est d'encourager et de promouvoir le développement et l'entretien de routes de meilleure qualité, plus sûres et plus durables. Sa publication annuelle, *Statistiques routières mondiales* [*World Road Statistics*], est une référence internationale en ce qui concerne les statistiques mondiales relatives aux routes et aux véhicules et est élaborée sur la base des données compilées à partir de sources officielles d'environ 200 pays et régions.

Rail

L'Union internationale des chemins de fer⁽⁵⁾, une association professionnelle internationale représentant le secteur des chemins de fer, publie des statistiques ferroviaires mondiales, avec des données d'activité remontant jusqu'à 1970, ainsi qu'un certain nombre d'autres publications intéressantes.

Aviation

L'Association internationale du transport aérien⁽⁶⁾, l'association professionnelle des compagnies aériennes mondiales, procède à plusieurs opérations de collecte de données auprès des compagnies aériennes, comme par exemple les *Statistiques mensuelles internationales* et les *Statistiques annuelles sur le transport aérien mondial*, qui comprennent des données d'activité sur le transport de passagers et le fret.

L'Organisation de l'aviation civile internationale⁽⁷⁾, une agence spécialisée des Nations Unies, collecte également des données d'activité sur les vols internationaux et intérieurs, en ce qui concerne le transport de passagers et de marchandises.

(1) <http://www.internationaltransportforum.org/Home.html>.

(2) <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/introduction>.

(3) <http://www.uitp.org/public-transport-sustainable-mobility>.

(4) www.irfnet.ch.

(5) <http://www.uic.org/>.

(6) <http://www.iata.org/services/statistics/stats/Pages/index.aspx>.

(7) <http://www.icao.int/data/default.aspx>.

Fréquence : dans l'échantillon de pratiques reçues par l'AIE, les enquêtes dans le secteur des transports sont menées tous les un à trois ans – la majorité sur une base annuelle. Certaines enquêtes sont également menées sans cycles réguliers. La mise en œuvre régulière des enquêtes permet non seulement d'assurer la continuité des données, mais également d'améliorer la qualité des données grâce à un effort continu de renforcement des capacités.

Statut juridique : dans l'échantillon de l'AIE, près de la moitié des enquêtes sont obligatoires, bien que toutes ne prévoient pas d'amende en cas de non-réponse. Certaines enquêtes volontaires prévoient des incitations non financières.

Répondants : les répondants sont généralement des propriétaires de véhicules (pour les véhicules de passagers privés), des transporteurs (pour le transport de marchandises) ou des transporteurs ferroviaires et aériens. Dans le cas des véhicules de passagers, on demande généralement aux ménages de fournir des informations sur les véhicules qu'ils possèdent et sur leur utilisation de ces véhicules.

Taux de réponse : les taux de réponse varient de 25 à 100 %. Les taux les plus élevés ne sont obtenus que dans le cas des enquêtes obligatoires, même si les enquêtes volontaires obtiennent également des taux de réponse très élevés dans certains cas. Des phénomènes de non-réponse ou de sous-déclaration peuvent survenir si la charge pesant sur les répondants est jugée trop importante, qu'il s'agisse d'un long entretien ou d'un questionnaire demandant de nombreuses informations. Il y a sous-déclaration lorsqu'un répondant ne déclare pas l'ensemble des trajets du véhicule. Ce phénomène n'est pas aisément détectable au niveau des réponses individuelles, mais se remarque dans les statistiques finales lorsque des données comparables sont fournies par d'autres sources.

Méthodes de collecte : les enquêtes reposent sur des entretiens en face à face au format papier (au domicile ou sur site, dans une station-service par exemple) ou des entretiens téléphoniques assistés par ordinateur. Dans l'une des pratiques reçues, l'enquête est basée sur un enregistreur de données électronique embarqué portable. Cette pratique est également décrite dans la section « Mesures ».

Temps nécessaire pour répondre à une enquête : le temps nécessaire pour répondre à une enquête varie de quelques minutes à trois heures environ.

Données collectées : la plupart des enquêtes recueillent à la fois des données sur la consommation d'énergie et sur l'activité. Notamment : la consommation annuelle par type de combustibles, les vkm et pkm, la consommation théorique de carburant, le poids et la puissance du véhicule, les volumes de marchandises transportés (pour le fret), ainsi que des informations supplémentaires sur les comportements de conduite, tels que les motifs des déplacements, l'âge du transporteur, les caractéristiques de la route et des informations sur les dépenses en carburant.

Sources d'énergie : les enquêtes prennent généralement en compte les produits pétroliers, mais également le gaz naturel et l'électricité.

Durée globale d'une enquête, de sa conception à la diffusion des résultats : le temps nécessaire pour élaborer et mettre en œuvre une enquête varie d'un minimum de six mois à un maximum d'environ un an. La durée globale dépend des ressources nécessaires pour mettre en œuvre le projet, des besoins en formation du personnel pour la collecte et le traitement des données, du niveau de détail des données

collectées et du processus de validation garant de la qualité des données. Au fur et à mesure que les enquêtes se renouvellent, les organisations deviennent en général de plus en plus efficaces pour fournir les résultats.

Coûts : le coût d'une enquête dépend du coût de la main-d'œuvre, du niveau de détail de l'enquête, des niveaux de stratification et de la taille de l'échantillon. Sur la base des estimations de coûts recueillies auprès de quelques pays de l'OCDE, on estime qu'une enquête nationale sur le secteur des transports coûte de 100 000 à 1,6 million de dollars US. Pour réduire ce coût, on peut envisager des enquêtes à usages multiples, dans lesquelles seule une partie du questionnaire traiterait de l'utilisation des véhicules. Les personnes ou les ménages ne possédant pas de véhicule, qui ne présentent pas d'intérêt pour les statistiques sur la circulation des véhicules, peuvent facilement être filtrés via une question filtre. Pour réduire les coûts de conception, on peut également envisager d'utiliser des enquêtes par panel déjà existantes et de créer un sous-échantillon. Dans ce cas, la base d'échantillonnage est déjà établie et les informations de fond sur le panel sont disponibles pour les estimations.

Une autre méthode relativement peu coûteuse pour collecter des données préliminaires sur le transport routier consiste à mener des enquêtes dans les stations-service, sur la base de questionnaires courts. De telles enquêtes peuvent représenter une bonne option pour les pays dotés de systèmes de collecte de données encore peu établis, mais elles posent néanmoins des problèmes du point de vue de la répliquabilité, comme toutes les enquêtes aléatoires.

Principaux défis : les principaux problèmes soulignés par les répondants concernent les faibles taux de réponse, la qualité médiocre des réponses et les réponses incomplètes et incohérentes. Parmi les autres problèmes, nous pourrions citer ceux liés aux compétences du personnel chargé des entretiens et à la nécessité de le former afin d'éviter toute supposition ou interprétation inappropriée des résultats. Certaines enquêtes réalisées auprès des conducteurs exigent par ailleurs que les répondants remplissent un journal de bord. Il est possible que les conducteurs oublient de le faire ou trouvent fastidieux de noter à la main une douzaine de variables par trajet. Certains pays ont mis en œuvre des projets permettant de suivre les véhicules grâce à un système de surveillance GPS embarqué, afin de disposer d'informations plus précises et plus complètes, et d'éviter les biais en faveur des conducteurs qui conduisent peu ou ont plus de temps pour remplir le journal de bord.

Améliorations possibles : pour de nombreux répondants, la qualité des résultats pourrait être améliorée de manière significative en augmentant la taille de l'échantillon d'enquête, bien que les budgets alloués puissent imposer des contraintes strictes. D'autres suggestions concernent la simplification des questionnaires, la clarification des définitions et l'inclusion d'instructions pour chaque question afin de réduire la charge pesant sur les répondants. Une idée pour favoriser les réponses peut également être de partager les résultats de l'enquête avec les répondants et de fournir des conseils aux conducteurs, mais aussi simplement de faire des relances régulières, par courrier ou téléphone. Afin que les conducteurs n'oublient pas de remplir leur journal de bord, un répondant recommande que les conducteurs conservent le journal de bord dans la voiture et le remplissent à chaque fois qu'ils s'arrêtent à une station-service. Certains pays choisissent également d'abandonner le format papier en faveur d'enregistreurs automatiques de données électroniques installés sur les véhicules suivis, ce qui rend le reporting plus aisé.

Une autre piste d'amélioration pourrait être d'investir dans la formation des enquêteurs et d'organiser des réunions régulières leur permettant de partager leurs expériences, notamment en ce qui concerne le règlement des problèmes. Enfin, une meilleure communication avec les répondants peut permettre d'améliorer considérablement la validation et les vérifications de qualité des données.

Mesures

Les mesures pour les indicateurs d'efficacité énergétique dans le secteur des transports sont particulièrement complexes à mettre en œuvre du fait de l'hétérogénéité des différents sous-secteurs et des modes/types de véhicules, mais également en raison de la large diffusion des véhicules. Il est donc extrêmement difficile de mettre en œuvre des mesures sur des échantillons représentatifs au niveau national.

Malheureusement, une seule pratique de mesures pour le secteur des transports a été soumise à l'AIE – ce qui limite la portée générale des conclusions qui peuvent en être tirées et démontre également que les mesures ne sont pas encore une approche suffisamment développée pour l'élaboration des indicateurs d'efficacité énergétique dans le secteur des transports. Les mesures peuvent cependant jouer un rôle important pour compléter les enquêtes nationales sur les véhicules, comme le montre la pratique reçue. Cette pratique a été mise en place récemment et repose sur des équipements de suivi embarqués. Il est possible néanmoins que des approches novatrices soient mises au point à l'avenir, au fur et à mesure que les besoins se manifestent et que les coûts des instruments de mesure diminuent.

Les paragraphes suivants sont basés sur l'exemple de pratique reçu ainsi que sur des informations complémentaires issues de la littérature, notamment en ce qui concerne les mesures prises dans le cadre des programmes de contrôle des véhicules et de suivi de la circulation³. Certains éléments intéressants peuvent également être tirés des informations recueillies sur les pratiques en matière d'utilisation des données administratives, par exemple les pratiques de relevés kilométriques.

Objectifs : les mesures dans le secteur des transports servent généralement à évaluer les tendances de la consommation d'énergie, la consommation de carburant par unité de distance parcourue, à compléter les informations provenant des enquêtes ou des analyses de modélisation et à alimenter les modèles et les estimations. L'objectif général des campagnes de mesures est de réduire la consommation de carburant et les dépenses en carburant. En ce qui concerne les données d'activité, des mesures directes sont également effectuées régulièrement par le biais de programmes à finalités spécifiques, tels que les programmes de contrôle des véhicules, pour les autorisations ou les contrôles antipollution, ou les programmes de suivi de la circulation, afin de collecter des données sur l'utilisation et les performances des systèmes routiers. Les informations de la section « Données administratives » de ce chapitre font également référence à de telles pratiques.

Sous-secteurs couverts : dans l'exemple de pratique reçu, les mesures ciblent le transport routier, en particulier les véhicules privés, tels que les voitures, fourgons, SUV, taxis, pick-ups et, plus récemment, les camions, tracteurs et fourgonnettes.

3. Pour un exemple de description méthodologique d'un programme de suivi de la circulation, voir le *Guide de suivi de la circulation [Traffic Monitoring Guide]* (USD, 2013).

Conception de l'échantillon : les échantillons sont généralement conçus sur la base d'une approche par échantillonnage aléatoire stratifié, en utilisant les listes d'immatriculation ou les listes de véhicules vendus par les fabricants (pour les véhicules neufs). Dans le cas des pratiques de mesures liées au contrôle des véhicules, l'échantillon peut couvrir l'ensemble du parc de véhicules immatriculés dans le pays, avec un niveau élevé de précision sur les types de véhicules. Dans le cas des programmes de suivi de la circulation, l'échantillon peut comprendre tous les véhicules, nationaux et étrangers, se déplaçant au moment du comptage sur la portion de route ciblée. Pour ce genre de mesures, il est nécessaire de choisir avec soin les sites de comptage, afin que les informations sur l'intensité de la circulation soient représentatives du réseau routier.

Taille de l'échantillon : dans la pratique reçue, l'échantillon est d'environ 20 000 véhicules, soit environ 1 % de la population totale.

Fréquence des mesures : la fréquence de mesure idéale n'existe pas. Dans l'exemple reçu, les mesures sont effectuées chaque année. Les contrôles des véhicules sont généralement obligatoires tous les quatre ans pour l'ensemble des véhicules et de manière continue. Les programmes de suivi de la circulation peuvent être plus fréquents, y compris de manière continue pour certains comptages.

Durée de la période de suivi : la durée de la période de suivi est variable selon les initiatives de mesures. Dans l'exemple de pratique reçu, la période de mesures est de 21 jours. Les programmes de suivi de la circulation peuvent se faire en continu (les sites enregistrent la distribution du trafic 24 heures sur 24, sept jours sur sept, toute l'année) ou sur de courtes périodes (le trafic est surveillé régulièrement, par exemple pendant plusieurs heures, et les compteurs sont déplacés afin d'obtenir une meilleure couverture spatiale et géographique).

Qui effectue les relevés et comment : dans l'exemple de pratique reçu, les mesures sont effectuées via un dispositif d'enregistrement qui collecte les données directement à partir des moteurs de véhicules. Dans d'autres cas, comme pour les mesures effectuées lors des contrôles des véhicules, les mesures sont effectuées par les techniciens en charge des contrôles techniques ou les autorités responsables des contrôles antipollution, via des relevés kilométriques. Les comptages de la circulation sont généralement effectués par les autorités locales responsables des transports, à l'aide de dispositifs manuels ou automatiques.

Coûts : le nombre de retours reçus ne nous permet pas de fournir une estimation précise des coûts des mesures dans le secteur des transports. En règle générale, les facteurs déterminants du coût des mesures sont le coût des équipements et le coût de la main-d'œuvre nécessaire à la mise en place des équipements (le cas échéant) et à la collecte des données. D'autres coûts additionnels sont liés aux coûts de conception de l'échantillon, d'analyse et de communication des données. Pour les programmes de suivi de la circulation par comptage manuel, il convient également de prendre en compte les besoins supplémentaires en personnel.

Principaux défis : les principaux problèmes rencontrés dans l'exemple de pratique reçu sont liés au bon fonctionnement de l'équipement, à la compréhension de son utilisation et à la communication avec les répondants. En ce qui concerne le comptage de la circulation, d'autres problèmes peuvent être liés aux procédures

de calibrage et au traitement des données afin d'obtenir des valeurs moyennes représentatives des volumes de circulation.

Recommandations : une recommandation générale serait d'utiliser les processus nationaux de contrôles obligatoires existants des voitures pour la collecte de données sur l'efficacité énergétique. Dans l'exemple de pratique reçu, un site Internet présentant des directives à l'attention des répondants, sous la forme de réponses aux questions les plus fréquemment posées ainsi que les résultats de l'étude, apporte des informations utiles parallèlement à la campagne de mesures. Une incitation en espèces est également offerte par le biais d'un concours organisé entre les répondants, avec tirages au sort mensuels parmi les participants ayant répondu entièrement à l'enquête et renvoyé l'enregistreur de données. En ce qui concerne les programmes de suivi de la circulation, les bonnes pratiques comprennent : la mise en œuvre de technologies logicielles automatisées pour éliminer le traitement manuel ou électronique des données, la mise à niveau des équipements sur site pour y inclure des modems cellulaires/commutés ou encore l'accès au réseau fibre optique, ce qui permet de se passer des visites de sites pour relever les données.

Modélisation

La modélisation fait partie intégrante du processus d'estimation de la consommation d'énergie par sous-secteur et par mode/type de véhicules dans le secteur des transports, de manière autonome ou en complément des résultats d'une autre méthode de recueil de données, comme les enquêtes nationales sur la mobilité par exemple. La modélisation étant basée sur des données d'entrée et des hypothèses, la qualité des données d'entrée et la précision des hypothèses ont un impact déterminant sur la qualité des résultats. Les principales étapes du travail de modélisation sont : l'établissement du cadre de la modélisation, la formulation des hypothèses du modèle, la saisie des données, l'exécution du modèle, la validation de ses résultats à l'aune de données de référence et leur analyse. Les paragraphes suivants sont basés sur les pratiques reçues par l'AIE, en ce qui concerne la modélisation dans le secteur des transports.

Objectifs : les modèles sont généralement utilisés pour estimer la consommation d'énergie, totale et par sous-secteur, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre (GES). Dans certains cas, les modèles sont également utilisés pour évaluer différents scénarios politiques (par exemple, les options de substitution de carburants, etc.).

Modes couverts : la plupart des modèles ascendants existants couvrent les différents modes de transport, route, rail, air, eau, bien que certains se concentrent sur la route, notamment sur les véhicules privés, les bus et les camions.

Types de modèles : pour le secteur des transports, les modèles sont généralement des modèles ascendants, statistiques ou techniques. Ils peuvent être basés simplement sur une représentation statistique des flux des parcs de véhicules et des consommations d'énergie correspondantes, ou bien suivre une approche technique plus sophistiquée en intégrant des paramètres techniques détaillés sur les véhicules et leurs performances.

Sources des modèles : dans notre échantillon, tous les modèles de transports ont été créés sur-mesure. Se baser sur un modèle existant peut permettre de gagner du temps et éventuellement de tirer des enseignements des utilisations précédentes

du modèle. Les modèles existants doivent néanmoins toujours être personnalisés afin de s'adapter à la situation spécifique de chaque pays. La configuration d'un modèle ascendant est possible à l'aide d'un logiciel de tableurs (par exemple MS Excel™).

Temps nécessaire : les principales étapes d'une étude de modélisation sont les suivantes : développement du modèle, saisie des données, calibrage par rapport aux données historiques nationales, mise à jour régulière du cadre de modélisation et de ses hypothèses, validation des résultats, analyse des données. Le temps nécessaire pour développer et calibrer correctement un modèle varie en fonction de la complexité du modèle et du fait qu'il soit basé sur un modèle existant ou non. Dans ce type de cas, la phase de développement consiste simplement en une mise à jour du modèle sur la base d'hypothèses et de données d'entrée personnalisées. L'exercice de modélisation peut durer quelques semaines à deux ans environ.

Coûts : trop peu d'informations sont données dans les pratiques reçues par l'AIE pour fournir des estimations de coûts. En général, le coût de la modélisation dépend en grande partie du coût de la main-d'œuvre et du coût éventuel des données d'entrée nécessaires. Les exercices de modélisation ascendants peuvent durer de quelques semaines à presque deux ans et le coût correspondant varie donc également considérablement.

Fréquence : la plupart des pratiques de modélisation reçues par l'AIE sont effectuées sur une base annuelle, bien que certaines n'aient été utilisées qu'une seule fois. La répétition de l'exercice dans le temps permet d'améliorer le cadre existant.

Principales données d'entrée : les modèles ascendants se fondent sur des données telles que la consommation de carburant théorique par mode (fabricants), la consommation de carburant réelle par mode, les pkm et les tkm par mode, et les parcs de véhicules. Des modèles plus sophistiqués peuvent également intégrer des informations sur la diffusion des technologies et les caractéristiques physiques des différents modes/types de véhicules. Ces informations peuvent être obtenues grâce aux enquêtes nationales ou aux campagnes de mesures, comme par exemple les données recueillies par les registres d'immatriculation des véhicules. En l'absence de données, un plus grand nombre d'hypothèses devront être formulées afin d'estimer la consommation d'énergie par mode. Les données de sortie sont généralement validées au regard des données sectorielles sur la consommation d'énergie disponibles dans les statistiques nationales.

Principales données de sortie : les modèles ascendants sont utilisés pour estimer la consommation d'énergie des différents modes/types de véhicules. Dans certains cas, les émissions de GES sont également calculées et les tendances en matière de transport sont décomposées en effets d'activité, de structure et d'efficacité. Certains modèles font également des projections sur la base d'hypothèses relatives à la croissance de la demande.

Validation des résultats : dans tous les exercices de modélisation, les résultats sont validés par rapport aux données nationales existantes, bilans énergétiques ou statistiques énergétiques nationales. La principale référence est le bilan énergétique du pays ou ses statistiques énergétiques nationales, qui permettent de valider la consommation totale d'énergie et la consommation d'énergie par sous-secteur calculées par le modèle en additionnant tous les types de véhicules pour le transport

de marchandises et de passagers. Il n'existe cependant généralement pas de référence nationale permettant de valider séparément la consommation du fret et la consommation du transport de passagers. En ce qui concerne les modèles utilisés pour analyser des scénarios politiques, un autre processus de validation consiste à vérifier les prévisions des périodes passées par rapport aux séries chronologiques historiques réelles.

Principaux défis : dans les pratiques reçues par l'AIE, le problème principal est lié au manque de données d'entrée – ce qui signifie que l'étendue des pratiques de collecte de données existantes dans le secteur des transports doit être améliorée. La qualité des résultats d'un modèle étant fortement tributaire de la qualité des données d'entrée et de l'exactitude des hypothèses, le manque de données d'entrée, ou leur faible qualité, affecte la fiabilité du modèle, en ce qui concerne l'élaboration d'estimations, et limite également ses possibilités de développement. Les problèmes liés au contrôle de la qualité et à la formulation appropriée des hypothèses du modèle constituent d'autres défis.

Recommandations : pour assurer la continuité des résultats, il est recommandé de maintenir les exercices de modélisation dans le temps. Comme pour les autres secteurs, il est également essentiel que le service chargé de l'allocation des ressources s'engage en faveur des exercices de modélisation en cours et de la capacité générale de modélisation. Un modèle produisant de bons résultats peut nécessiter jusqu'à 15 ans de travail d'équipe et de mises à jour technologiques les plus récentes. L'exemple du modèle de mobilité de l'AIE (MoMo), décrit à l'encadré 7.3, illustre également l'importance de fournir des efforts de développement continus en matière de modélisation.

Encadré 7.3 • Un exemple de modélisation dans le secteur des transports : le modèle de mobilité de l'AIE (MoMo)

Le groupe transports du département sur les politiques de technologies énergétiques (*Energy Technology Policy*, ETP) de l'AIE a élaboré un modèle de transports (MoMo, « Fulton et al., 2009 ») qui permet d'estimer la consommation d'énergie par sous-secteur et par mode/type de véhicules, aux niveaux régional et mondial, sur la base de différentes sources de données sur l'énergie et l'activité.

Le modèle est basé sur le cadre dit « ASIF » :

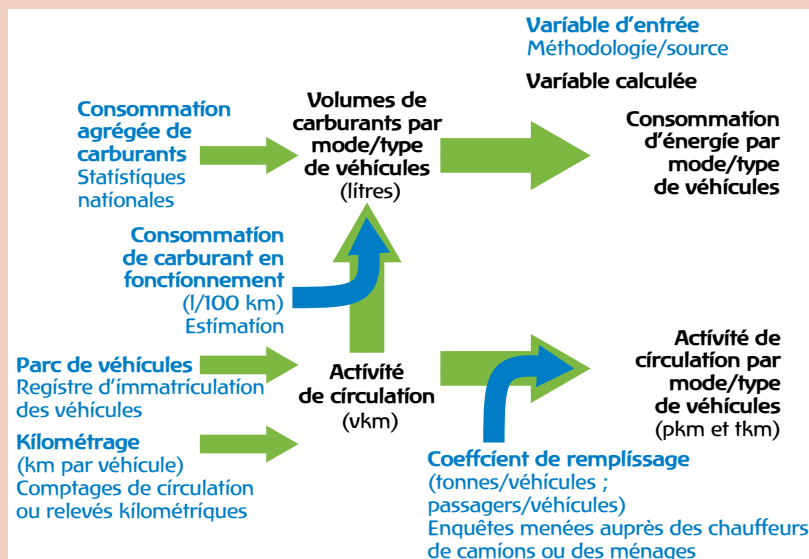
$$\text{Activité} \times \text{Structure} \times \text{Intensité énergétique} = \text{consommation de carburant} \\ [\text{Fuel consumption}]$$

L'activité de circulation désigne la distance moyenne parcourue, obtenue en associant les chiffres sur le parc de véhicules et les données sur le kilométrage moyen ; la structure fait référence aux parts des différents types de véhicules au sein de chaque mode ; l'intensité énergétique désigne la consommation moyenne par type de véhicule, estimée en ajustant la consommation de carburant théorique du fabricant. Toutes ces variables permettent de déterminer la consommation totale d'énergie. Les résultats du modèle sont calibrés par rapport aux données de référence sur le secteur des transports issues des bilans énergétiques nationaux.

Le modèle estime également l'activité de circulation par segment en pkm et en tkm en appliquant des estimations d'occupation et de charge moyennes aux données d'activité de circulation en vkm calculées à partir des enquêtes réalisées auprès des ménages et sur le fret.

Le diagramme ci-dessous illustre schématiquement les différentes variables d'entrée et de sortie nécessaires, et fournit des exemples de sources pour les différentes données d'entrée.

Figure 7.12 • Représentation schématique d'un modèle de transports



Encadré 7.4 • Point sur la route : synthèse des principales méthodologies de collecte de données

Étant donné l'importance de la route dans la consommation d'énergie du secteur des transports, cet encadré vise à synthétiser les principales méthodologies de collecte de données existantes utilisées spécifiquement pour le transport routier, sur la base du *Manuel de statistiques sur la circulation routière* [Handbook on Statistics on Road Traffic] (CEE-ONU, 2007).

Quatre approches sont présentées pour collecter des données sur le transport routier : l'approche par le véhicule (relevés kilométriques), par le conducteur (enquêtes réalisées auprès des ménages), par la route (comptages de circulation) et par la consommation de carburant (estimation), comme indiqué dans le Tableau 7.4.

Tableau 7.4 • Description schématique de différentes méthodes de collecte de données sur le transport routier

Approche	Méthode	Remarques
Véhicule	Statistiques sur les relevés kilométriques, collectés lors des contrôles réguliers (y compris ceux liés aux contrôles antipollution).	Ne couvre que les véhicules immatriculés dans le pays et soumis aux contrôles ; exclut l'activité des véhicules étrangers sur le territoire national. Les données relatives à la circulation routière des véhicules non soumis aux contrôles doivent être obtenues d'autres sources.
Chauffeur	Statistiques collectées lors des enquêtes réalisées auprès des ménages propriétaires de véhicules, administrées par courrier, au téléphone ou en face à face. Recueil des informations sur les déplacements effectués au cours d'une période donnée.	Couvre tous les véhicules à moteur ou les types de véhicules sélectionnés. Possibilité d'utiliser les enquêtes par panel existantes pour concevoir un sous-échantillon. Sont exclus les véhicules étrangers circulant sur le territoire national.
Route	Comptage manuel ou automatique de la circulation à des points spécifiques sur des portions de route, souvent réalisés par les autorités locales et les services régionaux pour étudier le niveau de circulation et d'encombrement. Les mesures peuvent être continues (toute l'année) ou se concentrer sur une courte période. Les nouvelles technologies permettent également de collecter des données sur les déplacements non motorisés, y compris le trafic cycliste et piétonnier.	Couvre à la fois les véhicules nationaux et étrangers. Les sites de comptage doivent être choisis avec soin pour être représentatifs statistiquement. Si ces données sont indispensables pour calculer les données sur les vkm au niveau national, elles peuvent néanmoins ne pas être suffisamment détaillées du point de vue des caractéristiques des véhicules et des coefficients de remplissage.
Consommation de carburant	Les données relatives à la circulation et la consommation de carburant sont estimées de manière itérative sur la base de plusieurs sources de données. Les données d'activité (parc de véhicules, kilométrage moyen) proviennent d'enquêtes ou de mesures et servent de base à l'estimation des vkm. La consommation de carburant est calculée en estimant la consommation de carburant en fonctionnement à partir des consommations théoriques. Cette méthode utilise les ventes totales de carburant comme variable de contrôle de la consommation totale d'énergie.	Couvre l'ensemble de la circulation sur le territoire national, ainsi que tous les déplacements des véhicules nationaux. La circulation transfrontalière et la consommation transfrontalière de carburant doivent être prises en compte. Nécessite de formuler des hypothèses sur les consommations de carburant moyennes des véhicules sur les routes (compte tenu de leur âge et de leurs tendances de consommation) par rapport aux tests des constructeurs.

La validation des données

1

Pourquoi la validation des données est-elle importante ?

La validation des données est importante pour toute opération de collecte de données, mais elle doit être encore plus rigoureuse lorsque des données fondamentales sont produites, comme c'est le cas pour l'élaboration des indicateurs d'efficacité énergétique. Les données nécessaires aux indicateurs d'efficacité énergétique sont en général recueillies à partir de différentes sources et via différentes méthodologies. Il est donc extrêmement important de vérifier leur cohérence. En outre, les indicateurs d'efficacité énergétique prennent généralement la forme de ratios entre deux variables. D'un côté, cela permet de vérifier que les relations attendues entre les variables se vérifient, et contribue de ce fait à l'évaluation de la qualité des données de base. Mais, en contrepartie, de légères incertitudes ou erreurs au numérateur ou au dénominateur peuvent entraîner des écarts importants (et souvent incorrects) dans les tendances des indicateurs et réduire la significativité des indicateurs d'efficacité énergétique.

Les indicateurs d'efficacité énergétique servent à évaluer la situation d'un pays, à établir des prévisions, à définir des politiques et des mesures, à suivre les succès ou les échecs. Il est donc primordial de prévoir un processus rigoureux de validation des données. Et ce d'autant plus que les politiques publiques et les mesures auront à leur tour un impact sur les investissements, les développements technologiques et la vie quotidienne des habitants d'un pays, voire d'une région. L'impact peut donc être considérable aux niveaux comportemental, technique et financier.

Ainsi, l'interdiction des ampoules à incandescence impacte par exemple non seulement les habitants d'un pays, mais également les fabricants et les importateurs d'ampoules. Ou encore, dans le secteur des transports, la mise en œuvre d'un système de bonus-malus basé sur la consommation d'énergie des voitures neuves a des conséquences non seulement sur les acheteurs, mais également sur les concessionnaires et les fabricants automobiles, ainsi que sur les recettes fiscales, l'environnement, les décideurs, etc.

2

Quels sont les principaux critères de validation des données ?

Disposer de données fiables est éminemment important. Un processus minutieux de validation des données doit donc être intégré aux opérations de collecte des données. Les contrôles à effectuer seront spécifiques à chaque cas, mais ils peuvent être regroupés en quatre catégories principales : contrôles des périmètres/définitions, contrôles de cohérence interne, contrôles de cohérence par rapport à des

sources externes et contrôles de vraisemblance. Ces différents critères sont décrits brièvement dans ce qui suit et des exemples de contrôles spécifiques pour chaque secteur d'utilisation finale sont décrits à la section suivante.

Périmètre/définition

Les contrôles de périmètre/définition garantissent que les données collectées respectent les exigences prédéfinies en ce qui concerne la définition et le périmètre des différents secteurs, utilisations finales, zones géographiques, périodes, etc. Les contrôles de périmètre/définition de base comprennent : la vérification du périmètre d'un secteur ; la vérification de la définition des périodes (année civile ou fiscale) ; la vérification des valeurs calorifiques (brutes ou nettes), etc. L'utilisation de classifications internationales standard, par exemple la Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI) des Nations Unies, permet d'obtenir des données basées sur des définitions cohérentes des secteurs. Par ailleurs, les indicateurs d'efficacité énergétique étant calculés en associant des données sur l'énergie et sur l'activité provenant souvent de sources différentes (par exemple, la consommation d'énergie et la valeur ajoutée d'un sous-secteur industriel donné), il est essentiel que toutes les variables se réfèrent exactement aux mêmes périmètres. Pour cela, il est également primordial de produire et de communiquer clairement aux fournisseurs de données et aux utilisateurs des définitions claires de tous les termes, des types de combustibles aux données détaillées sur les utilisations finales et l'activité.

Cohérence interne

Les contrôles de cohérence interne permettent de s'assurer que les différents éléments d'un ensemble de données ont des relations attendues les uns avec les autres. Les contrôles de cohérence interne de base sont par exemple les contrôles arithmétiques à un moment donné et les contrôles de cohérence des données dans le temps. Une vérification arithmétique peut par exemple permettre de vérifier que les totaux sont égaux à la somme des sous-composants – une exigence évidente mais néanmoins indispensable. Des incohérences de ce type se produisent fréquemment lorsque les données proviennent de différentes sources. Un contrôle de cohérence des données dans le temps peut permettre de détecter des discontinuités et des ruptures dans une série de données. Les ruptures, généralement liées à des variations dans les définitions, les sources, les classifications, les périmètres, les méthodologies, etc., peuvent rendre l'analyse des séries chronologiques très difficile et aboutir à des résultats erronés.

Si des données historiques sont révisées, il est crucial de comprendre les raisons des modifications et de déterminer si les révisions ont été appliquées à l'ensemble de la série chronologique ou non. Il est également utile de contrôler les séries de données des variables liées et de vérifier que toute divergence de tendance peut être justifiée.

Cohérence par rapport à des sources de données externes

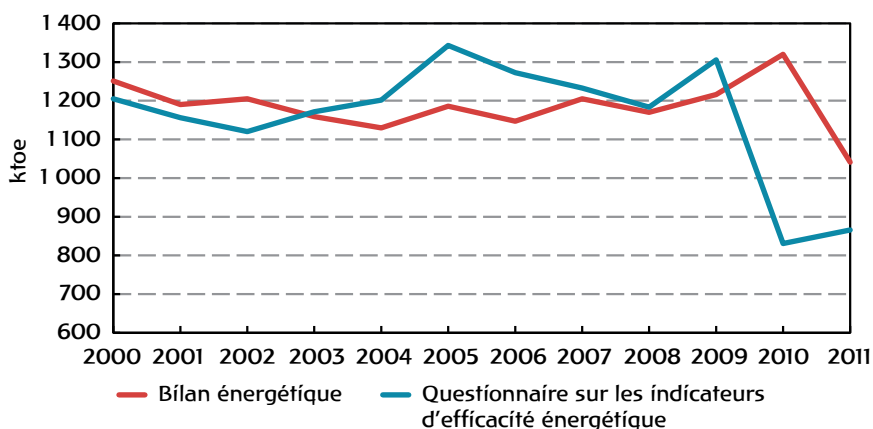
Les contrôles de cohérence par rapport à des sources externes permettent de garantir la cohérence des données collectées par rapport aux données similaires produites par d'autres sources (industries, organisations, instituts de statistiques, etc.) et de

s'assurer que les divergences notables peuvent être expliquées, par exemple en raison de différences dans la définition des périmètres, des méthodologies, de la couverture, etc.

Les sources de référence pouvant être utilisées pour valider les données liées aux indicateurs d'efficacité énergétique sont par exemple : les bilans énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), fondés sur les données communiquées par les gouvernements officiels mais limités aux données sur la consommation d'énergie par secteur ; la base de données en ligne sur l'efficacité énergétique (ODYSSEE)¹, qui fournit des données plus détaillées sur l'énergie et l'activité, mais qui est limitée aux pays de l'Union européenne. D'autres organisations nationales et internationales, comme les instituts nationaux de statistiques, les ministères, les associations industrielles, les Nations Unies, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), etc., peuvent également publier des données pertinentes sur un sujet particulier (produit intérieur brut [PIB], biomasse, etc.).

La Figure 8.1 donne un exemple de problème pouvant être détecté lors de la validation des données sur la consommation d'énergie d'un sous-secteur industriel par rapport aux données des bilans énergétiques.

Figure 8.1 • Consommation d'énergie d'un sous-secteur industriel national, bilan énergétique vs questionnaire d'efficacité énergétique soumis à l'AIE



Note : sauf indication contraire, tous les tableaux et figures de ce chapitre sont issus de données et analyses de l'AIE.

Ktoe signifie kilotonnes d'équivalent pétrole.

Vraisemblance

Même si l'ensemble de ces contrôles est effectué, les résultats obtenus peuvent ne pas paraître vraisemblables. Les contrôles de vraisemblance permettent de s'assurer que les valeurs se situent au sein des fourchettes attendues et que les données et les indicateurs ont un sens. Au niveau le plus simple, ce type de contrôles consiste par

1. Voir <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/online-indicators.html>

exemple à vérifier que la consommation réelle de combustible n'est pas négative, ou à déterminer si le chiffre zéro associé à certaines données représente une valeur réelle ou exprime une absence de données. À un niveau supérieur, ces contrôles permettent par exemple de vérifier la part des différentes utilisations finales dans les totaux, de contrôler les tendances des données et des indicateurs, de comparer les indicateurs calculés par rapport à des valeurs de référence (fourchettes et moyennes industrielles, valeurs dans les autres pays, meilleure technologie disponible, etc.), etc.

Évaluer la vraisemblance des indicateurs d'efficacité énergétique nécessite de disposer d'une connaissance approfondie du sujet car les données et indicateurs dépendent des caractéristiques du pays, des pratiques des secteurs, des meilleures technologies disponibles, etc. Bénéficier d'une expertise complémentaire en matière d'efficacité énergétique ou d'analyse des politiques publiques peut permettre de mieux déterminer si la tendance d'un indicateur spécifique correspond au résultat attendu d'une nouvelle politique, aux progrès technologiques, ou à des problèmes probables dans les données sous-jacentes.

3 Comment valider les données pour chaque secteur d'utilisation finale ?

La validation des données liées aux indicateurs d'efficacité énergétique comprend tout d'abord un ensemble de vérifications d'ordre général, comme pour toute opération de collecte de données. Par exemple : l'analyse des séries chronologiques pour repérer les ruptures et les valeurs aberrantes, l'analyse de l'exhaustivité des données, etc. La littérature concernant ce type de procédures est abondante. Cette section se concentre plutôt sur les procédures de validation spécifiques aux indicateurs d'efficacité énergétique, pour les différents secteurs d'utilisation finale décrits dans les chapitres sectoriels. Elle propose une sélection de contrôles de validation, regroupés selon les critères exposés ci-dessus, pour les données sur l'énergie et les données d'activité des secteurs résidentiel, des services, de l'industrie et des transports. Cette sélection n'est en aucun cas exhaustive. Son objectif est de fournir des exemples de contrôles possibles, également sur la base de données collectées par l'AIE auprès de plusieurs pays de l'OCDE, dans le but de contribuer à l'élaboration d'un système de validation des données complet et rigoureux.

Secteur résidentiel

Périmètre/définition

- Le périmètre du secteur résidentiel doit être clairement défini. Notamment : les frontières entre le secteur résidentiel et celui des services sont souvent floues ; les données sur le transport des ménages doivent être exclues ; etc.
- Les définitions et périmètres de chaque utilisation finale doivent être claires afin d'éviter les classifications erronées. Par exemple, les données relatives à l'éclairage et à la cuisson sont souvent reportées de manière incorrecte dans la catégorie des appareils électriques ; les données sur les ventilateurs sont parfois attribuées au refroidissement des locaux plutôt qu'aux appareils électriques, etc. Le chapitre 4 donne des informations détaillées sur les périmètres et les définitions au niveau sectoriel et des utilisations finales.

- Les définitions des différentes sources d'énergie doivent être claires. Par exemple, le chauffage urbain peut être déclaré comme chaleur ou comme combustible entrant dans les centrales thermiques.

Cohérence interne

- Au niveau sectoriel, la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel doit être égale à la somme des consommations de toutes les utilisations finales.
- Au niveau des utilisations finales, la consommation totale d'énergie des appareils doit être égale à la somme des consommations de chaque catégorie d'appareils (par exemple, réfrigérateurs, téléviseurs, etc.).
- Au niveau des catégories d'appareils (réfrigérateurs par exemple), la consommation d'énergie doit être le produit de la consommation d'énergie moyenne par unité (consommation d'énergie unitaire) et du nombre d'unités (parc).
- Pour les données d'activité, il est possible de vérifier un certain nombre de relations. Par exemple :
 - ▶ Le nombre total de logements doit être supérieur au nombre de logements occupés.
 - ▶ Le nombre total de logements d'une année donnée doit être supérieur au nombre total de logements de l'année précédente, plus le nombre de nouveaux logements – la différence étant le nombre de logements démolis.
 - ▶ La surface totale chauffée ne peut être supérieure à la surface totale.

Cohérence par rapport à des sources de données externes

- La consommation totale d'énergie du secteur résidentiel doit être conforme aux bilans énergétiques nationaux.
- Le nombre total de logements doit correspondre aux chiffres publiés par l'institut national de statistiques.

Vraisemblance

- La part des différentes utilisations finales dans la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel, ainsi que les tendances des données d'activité et des indicateurs clés doivent refléter la situation et les modes de vie propres à chaque pays. Voici quelques exemples :
 - ▶ Le chauffage des locaux représente généralement la part de consommation d'énergie la plus importante dans les pays à climat froid. La Figure 8.2 donne les fourchettes observées dans certains pays de l'OCDE en ce qui concerne la part du chauffage des locaux dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel.
 - ▶ La part des appareils électriques dans la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel doit être comprise dans des fourchettes raisonnables (elle est largement inférieure à 40 % en général), sauf si la différence peut s'expliquer par le contexte national. La Figure 8.3 indique la part des appareils électriques dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel dans quelques pays de l'OCDE.

Figure 8.2 • Part du chauffage des locaux dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel dans 20 pays membres de l'OCDE (2010)

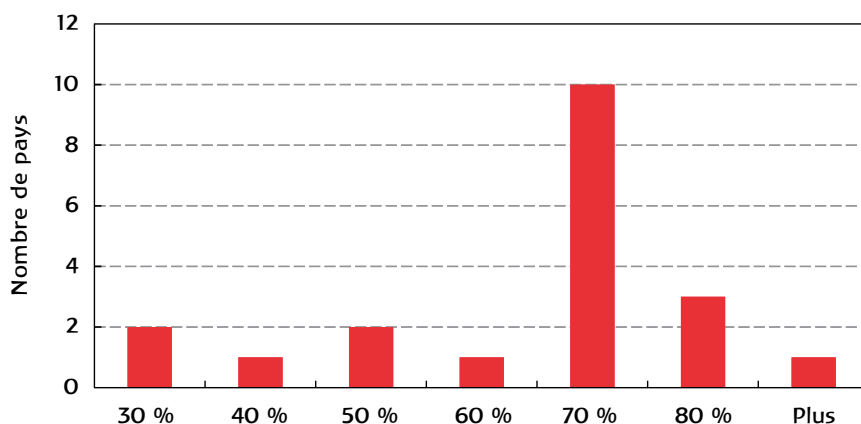
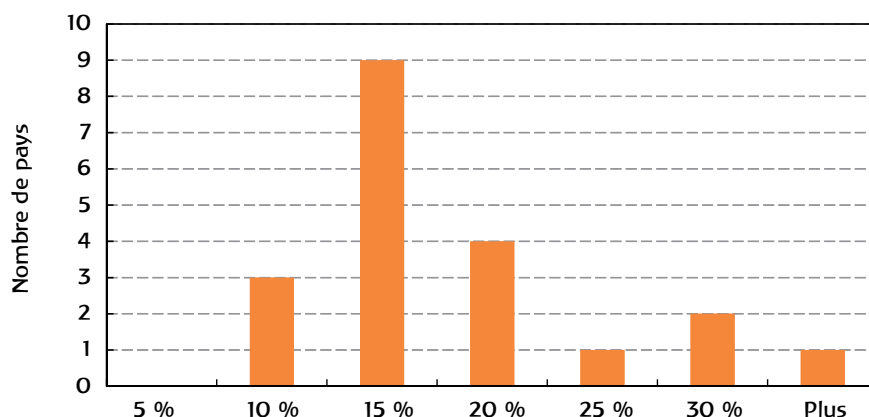


Figure 8.3 • Part des appareils dans la consommation d'énergie du secteur résidentiel dans 20 pays membres de l'OCDE (2010)



- La part des petits appareils (comme les téléphones et les ordinateurs personnels) dans le total des appareils électriques doit être faible et augmenter en général avec le temps.
- Le rapport entre le nombre de logements occupés et le nombre total de logements doit refléter les caractéristiques du marché immobilier du pays.
- La surface au sol moyenne par logement (surface au sol totale/nombre total de logements) doit refléter la situation et les modes de vie spécifiques du pays et suivre des tendances stables.
- Le nombre moyen d'occupants par logement (population totale/nombre de logements occupés) doit refléter la situation et les modes de vie spécifiques du pays et suivre des tendances stables.

- Les indicateurs de consommation d'énergie par logement ou par espace habitable doivent suivre des tendances stables.
- La consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux doit être cohérente avec les séries chronologiques des degrés-jours de chauffe (DJC) et des degrés-jours de refroidissement (DJR), respectivement.
- La consommation unitaire des appareils électriques, ainsi que la consommation d'énergie quotidienne moyenne doivent être comprises dans des fourchettes raisonnables. Le Tableau 8.1 présente les valeurs observées sur la base des données recueillies par l'AIE dans 14 pays de l'OCDE.

Tableau 8.1 • Fourchettes de valeurs observées pour la consommation unitaire moyenne de quelques appareils électriques dans 14 pays de l'OCDE

KWh/an	Réfrigérateurs/ congélateurs		Lave-vaisselle		Machines à laver		Télévisions/ divertissement à domicile	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010	1990	2010
Min.	340	200	220	120	150	90	80	90
Médiane	510	390	370	230	300	190	140	170
Max.	1 500	510	950	320	730	490	190	310

Secteur des services

Périmètre/définition

- Le périmètre du secteur des services doit être clairement défini, par exemple en répertoriant toutes les catégories de la CITI qui sont incluses. En particulier, les frontières entre le secteur des services et celui de l'industrie sont souvent floues. Le chapitre 5 donne des informations détaillées sur les périmètres et les définitions.
- Les définitions des différentes sources d'énergie doivent être claires.
- Pour les indicateurs calculés à partir de la valeur ajoutée, les données sur la valeur ajoutée doivent avoir le même périmètre/la même définition que les données énergétiques correspondantes (par exemple, années civiles ou années fiscales ; couverture sectorielle).
- Le secteur des services comprend également les usages de l'énergie hors bâtiments, comme l'éclairage public, qui ne sont pas pris en compte dans certaines données d'activité, telles que la surface au sol totale des services.

Cohérence interne

- Au niveau sectoriel, la consommation totale d'énergie des services doit être égale à la somme des consommations de toutes les utilisations finales.
- Lorsque les données sur les services peuvent être désagrégées par catégories de services, la valeur ajoutée pour l'année de référence doit être cumulative. Par exemple, si les données sur la valeur ajoutée sont basées sur les prix constants de l'année 2005, la valeur ajoutée totale des services pour 2005 doit être égale à la somme des valeurs ajoutées de toutes les catégories de services pour l'année 2005.

Cohérence par rapport à des sources de données externes

- La consommation totale d'énergie du secteur des services doit être conforme aux bilans énergétiques nationaux.
- Les données macroéconomiques, comme la valeur ajoutée ou le nombre d'employés du secteur, doivent être cohérentes avec les sources internationales, OCDE, Banque mondiale, etc. Tout écart doit pouvoir être clairement justifié.

Vraisemblance

Parmi les quatre secteurs, le secteur des services est certainement celui pour lequel il est le plus difficile de mener des contrôles de vraisemblance, et ce pour plusieurs raisons : hétérogénéité du secteur, spécificités locales, climat, niveau de vie (hôtels, restaurants, etc.).

- La part de chaque utilisation finale dans la consommation totale d'énergie des services doit suivre des tendances stables, après correction des variations climatiques.
- La part des différentes utilisations finales dans la consommation totale d'énergie des services, ainsi que les tendances des données d'activité et des indicateurs clés doivent refléter la situation et les modes de vie spécifiques au pays. Voici quelques exemples :
 - ▶ La consommation d'énergie destinée au chauffage et au refroidissement des locaux doit être cohérente avec les séries chronologiques des degrés-jours de chauffe (DJC) et des degrés-jours de refroidissement (DJR), respectivement.
 - ▶ Les principaux indicateurs de consommation d'énergie par unité de surface au sol (par exemple, pour le chauffage et le refroidissement, après correction de la température, ou pour l'éclairage) doivent suivre des tendances stables.
 - ▶ La surface au sol moyenne par bâtiment (surface totale/nombre total de bâtiments) doit suivre une tendance stable.

Secteur industriel

Périmètre/définition

- Le périmètre du secteur industriel doit être clairement défini, par exemple en répertoriant toutes les catégories de la CITI qu'il intègre. En particulier, les frontières entre le secteur des services et celui de l'industrie sont souvent floues. Les données liées aux activités de transport doivent en outre être reportées dans le secteur des transports et exclues de l'industrie.
- Au niveau des sous-secteurs, les frontières doivent être clairement définies. Par exemple, dans le sous-secteur de la sidérurgie, il est primordial de vérifier que la consommation d'énergie du secteur sidérurgique intègre les pertes de transformation et l'utilisation propre de l'énergie dans les fours à coke et les hauts fourneaux. Si la consommation d'énergie de la catégorie « industries non comprises ailleurs » est importante, il est probable que la consommation d'autres sous-secteurs soit sous-estimée, ce qui entraîne une surestimation de l'efficacité de ces sous-secteurs. Le chapitre 6 donne des informations détaillées sur les périmètres et les définitions du secteur industriel et de ses sous-secteurs.
- Les définitions des différentes sources d'énergie doivent être claires.

- Pour les indicateurs calculés à partir de la valeur ajoutée, les données sur la valeur ajoutée doivent avoir le même périmètre/la même définition que les données énergétiques correspondantes (par exemple, années civiles ou années fiscales ; couverture sectorielle et sous-sectorielle). Lorsque des données sur la consommation d'énergie ou sur la valeur ajoutée de certains sous-secteurs font défaut ou sont fusionnées avec celles d'autres sous-secteurs, il est nécessaire de procéder à des ajustements pour faire correspondre les périmètres. Par exemple, si la consommation d'énergie de l'industrie du caoutchouc et des matières plastiques est intégrée à la catégorie « industries non comprises ailleurs » ou à l'industrie chimique et pétrochimique, les données sur la valeur ajoutée des sous-secteurs concernés doivent être ajustées en conséquence.
- Lorsque des données manquantes sur un sous-secteur sont apportées par une source distincte, il convient de vérifier qu'elles n'ont pas déjà été intégrées dans la catégorie « industries non comprises ailleurs » dans les données d'origine, afin d'éviter une surestimation de la consommation totale d'énergie de l'industrie.

Cohérence interne

- Au niveau sectoriel, la consommation totale d'énergie de l'industrie doit être égale à la somme des consommations de tous les sous-secteurs.
- La valeur ajoutée pour l'année de référence doit être cumulative. Par exemple, si les données sur la valeur ajoutée sont basées sur les prix constants de l'année 2005, la valeur ajoutée totale de l'industrie en 2005 doit être égale à la somme des valeurs ajoutées de tous les sous-secteurs industriels pour l'année 2005.
- Lorsqu'un sous-secteur peut être décomposé en plusieurs sous-unités, la consommation d'énergie de ce sous-secteur doit être supérieure ou égale à la somme des données disponibles pour ces sous-unités. Par exemple :
 - ▶ Minerais non métalliques $\geq$ industrie du ciment
 - ▶ Métaux de base = fer et acier + métaux précieux et non ferreux
- Pour les données d'activité, lorsqu'un produit peut être décomposé en plusieurs composants, la production physique de ce produit doit être supérieure ou égale à la somme de ses composants. Par exemple, pour la production physique :
 - ▶ Pâtes $\geq$ pâtes chimiques + pâtes mécaniques
 - ▶ Papier recyclé $\geq$ encré + désencré
 - ▶ Papiers et cartons $\geq$ somme des différents types de papier
 - ▶ Acier brut $\geq$ acier de fours à oxygène + acier de fours à arc électrique + fer de réduction directe

Cohérence par rapport à des sources de données externes

- La consommation d'énergie du secteur industriel et de ses sous-secteurs doit être conforme aux bilans énergétiques nationaux.
- Les données macroéconomiques, comme le PIB, la valeur ajoutée et les taux de change, doivent être cohérentes avec les sources internationales, OCDE, Banque mondiale, etc. Tout écart doit pouvoir être clairement justifié.
- La production physique des différents produits doit correspondre aux données provenant de sources internationales comme la FAO, l'Institut d'études

géologiques des États-Unis [United States Geological Survey] et l'Association mondiale de l'acier [World Steel Association]. Tout écart doit pouvoir être clairement justifié.

Vraisemblance

- Les séries de la consommation d'énergie d'un sous-secteur donné doivent suivre des tendances similaires à celles des données correspondantes sur la valeur ajoutée et la production physique de ce sous-secteur. Tout écart doit pouvoir être clairement justifié.
- Certains sous-secteurs de l'industrie utilisent des combustibles spécifiques. La consommation de ces combustibles doit donc être déclarée dans ces sous-secteurs. Par exemple :
 - ▶ Énergies renouvelables et déchets combustibles dans l'industrie des minerais non métalliques
 - ▶ Énergies renouvelables et déchets combustibles dans l'industrie du bois
 - ▶ Chaleur dans l'industrie du papier
 - ▶ Électricité dans l'industrie de l'aluminium
- Les intensités énergétiques des différents sous-secteurs, par unité de valeur ajoutée ou par unité de production physique, doivent suivre des tendances stables et être comparables à certaines valeurs de référence (valeurs des autres pays, moyenne des sous-secteurs industriels, meilleures technologies disponibles spécifiques au procédé, etc.). La Figure 8.4 donne des exemples de valeurs d'intensité par unité de valeur ajoutée observées dans certains pays de l'OCDE dans trois sous-secteurs industriels différents, et la Figure 8.5 donne des exemples de valeurs d'intensité par unité de production physique pour trois sous-secteurs industriels. Les deux figures sont basées sur des données recueillies par l'AIE.

Figure 8.4 • Fourchettes d'intensités par unité de valeur ajoutée dans quelques sous-secteurs industriels dans 23 pays de l'OCDE (2010) (en dollars US 2005 constants à parité de pouvoir d'achat)

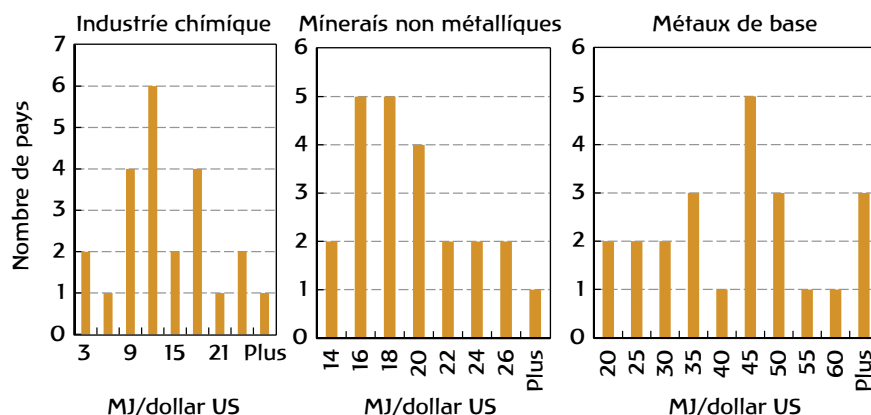
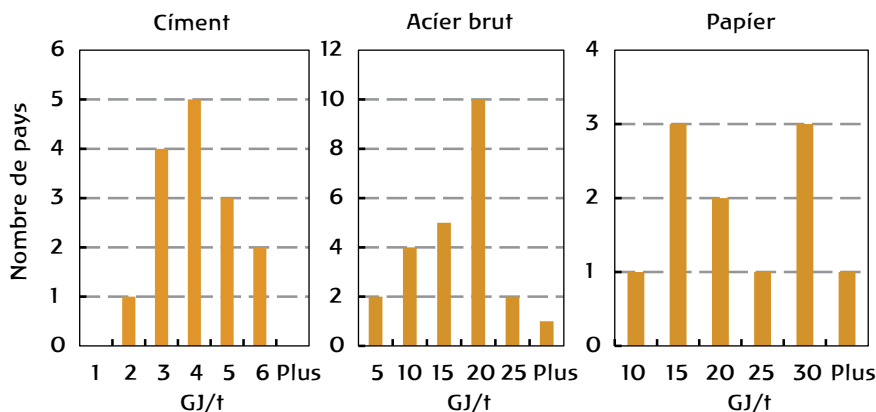


Figure 8.5 • Fourchettes d'intensités par unité de production dans quelques sous-secteurs industriels dans 15, 24 et 11 pays de l'OCDE (2010)



Secteur des transports

Périmètre/définition

- Au niveau sectoriel global, la définition et le périmètre du secteur doivent être clairs. Par exemple, les consommations hors route, militaires, de la pêche et des pipelines doivent être exclues du secteur des transports pour les indicateurs d'efficacité énergétique.
- Les définitions et les périmètres des différents sous-secteurs et des différents modes/types de véhicules doivent être clairs afin d'éviter les classifications erronées. Par exemple, les données sur la consommation d'énergie et l'activité des soutes aériennes et maritimes internationales doivent être exclues des données relatives aux transports aérien et par voies d'eau, respectivement. Le chapitre 7 donne des informations détaillées sur les périmètres et les définitions.
- Les définitions des différentes sources d'énergie doivent être claires. Par exemple, les biocarburants doivent être déclarés séparément de l'essence automobile et du diesel.
- Si des quantités importantes de combustibles sont déclarées dans la catégorie des consommations non spécifiées, cela doit avoir une signification claire ; il peut s'agir par exemple d'une estimation du tourisme à la pompe.

Cohérence interne

- Au niveau sectoriel, les données relatives à la consommation totale et à l'activité doivent correspondre à la somme des différents modes/types de véhicules, pour chaque source d'énergie. Par exemple :
 - La consommation totale d'énergie des transports doit être égale à la somme de la consommation d'énergie de tous les sous-secteurs ou de tous les modes/types de véhicules, à la fois pour le transport de passagers et pour le fret.

- ▶ La distance totale parcourue doit être égale à la somme des distances parcourues dans tous les sous-secteurs ou par tous les modes/types de véhicules, à la fois pour le transport de passagers et pour le fret.
- Les relations entre les passagers-kilomètres (pkm) ou les tonnes-kilomètres (tkm), les vkm et les coefficients de remplissage doivent demeurer stables pour le transport de passagers et de marchandises :
 - ▶ $Vkm = \text{parc de véhicules} \times \text{distance moyenne parcourue par véhicule}$
 - ▶ $Pkm = \text{véhicules-kilomètres} \times \text{occupation moyenne}$
 - ▶ $Tkm = \text{véhicules-kilomètres} \times \text{charge moyenne}$
- Les données relatives à la consommation d'énergie et les données d'activité correspondantes doivent être cohérentes et complètes pour l'ensemble des sous-secteurs et des modes/types de véhicules.

Cohérence par rapport à des sources de données externes

- La consommation d'énergie du secteur des transports et de ses sous-secteurs (route, rail, air, eau) doit être conforme aux bilans énergétiques nationaux.
- Les données macroéconomiques, comme le PIB, doivent être cohérentes avec les sources internationales, OCDE, Banque mondiale, etc. Tout écart doit pouvoir être clairement justifié.
- Les principales données et indicateurs d'activité doivent correspondre aux données fournies par des sources internationales, comme le Forum international des transports ou d'autres, telles qu'énumérées à l'encadré 7.2 du chapitre sur les transports.

Vraisemblance

- En fonction du sous-secteur et des combustibles, les données de consommation d'énergie doivent nécessairement être différentes de zéro. Par exemple, une valeur pour la consommation d'essence et de gazole/diesel doit toujours être déclarée pour le transport routier ; il en va de même pour la consommation d'électricité pour le transport ferroviaire.
- Les données d'activité et les principaux indicateurs relatifs aux différents modes/types de véhicules doivent se situer dans les fourchettes attendues et refléter la situation spécifique du pays (taille, géographie, mode de vie, etc.). Voici quelques exemples :
 - ▶ Les données relatives à l'occupation et à la charge moyenne des différents modes/types de véhicules doivent être comprises dans les fourchettes attendues. Par exemple, le coefficient de remplissage moyen attendu pour les voitures particulières se situe entre un et quatre occupants.
 - ▶ La distance annuelle moyenne parcourue par type de véhicules doit être raisonnable et refléter les conditions spécifiques du pays. Ainsi, la distance moyenne parcourue en un an par les voitures particulières devrait raisonnablement se situer entre 5 000 km et 20 000 km.
 - ▶ La consommation de carburant moyenne des véhicules routiers (consommation de carburant par unité de distance parcourue) calculée à partir des données de consommation et d'activité doit être raisonnable mais peut différer des valeurs théoriques déclarées par les fabricants, par type de véhicules, afin

de tenir compte des habitudes de conduite, de l'occupation, des conditions de circulation, etc. En général, la consommation moyenne de carburant des véhicules routiers tend à s'améliorer avec le temps.

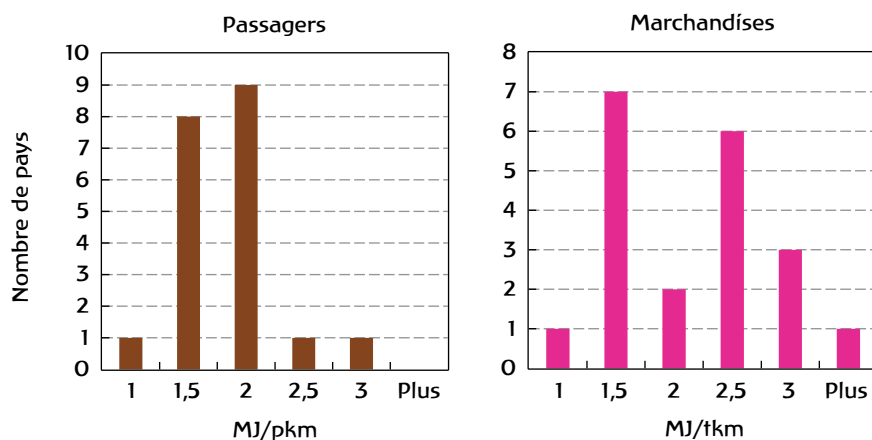
- Pour chaque mode, la consommation d'énergie par pkm et par tkm doit suivre des tendances stables et se situer dans des fourchettes raisonnables.

Le Tableau 8.2 donne des fourchettes de valeurs pour certaines données d'activité et la Figure 8.6 des fourchettes de consommation d'énergie par pkm et tkm pour quelques pays de l'OCDE, sur la base de données de l'AIE.

Tableau 8.2 • Fourchettes de valeurs déclarées pour le coefficient de remplissage et la distance annuelle parcourue pour un groupe de 20 pays de l'OCDE (2010)

	Taux d'occupation/ de charge moyen			Distance annuelle moyenne parcourue (milliers de km)		
	Véhicules légers de passagers (passagers)	Bus (passagers)	Véhicules routiers de transport de marchandises (tonnes)	Véhicules légers de passagers	Bus	Véhicules routiers de transport de marchandises
Min.	1.2	7	0.5	9	22	13
Médiane	1.6	13	2.5	13	37	19
Max.	1.9	38	3.8	18	143	48

Figure 8.6 • Fourchettes de valeurs déclarées pour la consommation d'énergie par pkm et par tkm pour le transport de passagers et de marchandises, pour un groupe de 20 pays de l'OCDE



La diffusion des données

1

Pourquoi la diffusion des données est-elle importante ?

Établir des statistiques et élaborer des indicateurs sans but particulier n'aurait aucun sens. Des données ne devraient jamais être recueillies et des indicateurs créés sans le but de répondre à un besoin. De même, il ne sert à rien de collecter et de traiter des données si elles ne sont pas correctement diffusées. Il est donc primordial pour les statisticiens et les analystes de veiller à ce que les données soient convenablement diffusées.

Aucune formule miracle permettant d'établir une stratégie de diffusion optimale n'existe mais, comme c'est souvent le cas avec les statistiques, il convient de suivre quelques principes clés afin d'optimiser l'utilisation des données et des indicateurs sur l'énergie.

La première règle consiste à identifier le ou les groupes cibles qui seront les principaux utilisateurs de l'information. Il existe en fait un grand nombre de groupes cibles potentiels : décideurs, analystes, entreprises, journalistes, universitaires, citoyens ordinaires. Chaque groupe a ses propres intérêts, sa propre façon de traiter l'information, sa propre capacité à comprendre les données, à les explorer et à les interpréter.

Ainsi, les décideurs politiques ne disposent en général que de quelques minutes pour absorber une information. Il est donc essentiel de faire preuve de concision et de précision lors de la transmission d'un message, en utilisant des illustrations et des graphiques clairs associés à des explications ou des déclarations bien formulées, puissantes et percutantes qui pourront être à leur tour transmises par les décideurs.

À l'autre extrême, les analystes et les chercheurs peuvent passer des journées entières à étudier et à consulter des bases de données afin d'obtenir des informations complémentaires en appui à leurs propres analyses, rapports et messages. Eux ne se contentent pas d'une simple illustration ou d'un graphique, mais souhaitent disposer d'un accès intégral à l'ensemble de la base de données afin de sélectionner et de manipuler les données qu'ils souhaitent.

Il existe donc, d'une part, un besoin évident de graphiques et de messages concis et, d'autre part, le besoin d'avoir accès à des bases de données ouvertes. La plupart du temps, il convient de répondre à ces deux types de besoin par les mêmes moyens. La diffusion doit donc être multidimensionnelle et le travail des statisticiens et des analystes ne doit pas se limiter à la collecte et au traitement des données mais doit également intégrer les enjeux de diffusion en tant qu'aspect primordial de leur travail.

Les statisticiens se focalisent en effet la plupart du temps sur la collecte et le traitement des données, en oubliant l'importance de faire la promotion de leurs travaux via une stratégie de diffusion bien pensée.

2 Quels sont les principes de base à observer ?

Comme pour tout travail statistique, quelques principes de base doivent être suivis pour diffuser les données et communiquer les analyses et les informations qui en sont tirées.

Il est bien entendu indispensable de s'assurer que les données sont de bonne qualité avant leur diffusion. Partager des données ou des messages erronés, fondés sur des informations incorrectes, peut aller à l'encontre du but recherché et s'avérer contre-productif. C'est pourquoi seules les données de qualité doivent être diffusées. Cela suppose que des contrôles approfondis aient été effectués (voir chapitre 8) pour atteindre un certain niveau de confiance dans les données.

Les données doivent non seulement être d'une qualité éprouvée, mais elles doivent également être clairement définies pour éviter toute ambiguïté. Par exemple, pour la consommation d'énergie de chauffage dans le secteur résidentiel, il convient de préciser clairement si les données de consommation ont été corrigées pour tenir compte des variations de température en utilisant les degrés-jours de chauffe ou non.

L'utilisation de métadonnées est également importante. Les métadonnées sont des informations supplémentaires sur la manière dont les données ont été collectées et sur certaines spécificités que l'utilisateur doit connaître lorsqu'il utilise les données. Elles devraient être facilement accessibles et rédigées avec clarté. Elles sont plus particulièrement utilisées dans les bases de données, mais elles peuvent également l'être dans des graphiques ou des diagrammes.

Si la présence de métadonnées est importante dans les bases de données, il est essentiel de faire figurer des messages clairs et précis dans les représentations graphiques afin de s'assurer de leur bonne compréhension. Lorsque des données sont utilisées sous forme graphique, il convient de s'assurer qu'elles illustrent correctement le propos et que le message est clair, concis et facile à comprendre.

Les unités utilisées doivent également être clairement définies : par exemple, l'intensité énergétique, qui correspond au rapport entre l'approvisionnement total en énergie primaire et le produit intérieur brut (PIB), est souvent indiquée en tep/dollars US. Il est essentiel de préciser si le PIB est calculé au prix du marché ou en parité de pouvoir d'achat (PPA). L'année de référence du PIB doit également être clairement identifiée : dollars US 2000, 2005, 2010, etc.

Lorsque des séries chronologiques sont présentées, il est essentiel de veiller à leur cohérence. Les tendances doivent être basées sur des données ayant été collectées selon une méthodologie cohérente au fil des années. Les données manquantes et les ruptures dans les séries liés à des changements de méthodologie doivent être évités. Dans certains cas exceptionnels, lorsque seules des séries incohérentes sont disponibles, les utilisateurs doivent en être avertis par le biais de métadonnées ou de notes adaptées.

Seules les données non confidentielles doivent être diffusées. Dans le domaine des statistiques sur l'efficacité énergétique, comme dans un grand nombre d'autres domaines statistiques, les statisticiens se doivent de respecter les clauses de confidentialité ainsi que les dispositions légales applicables. Dans les faits, en raison du niveau de détail élevé des informations requises, l'apparition de problèmes liés à la confidentialité est bien plus

probable lorsque le travail effectué concerne des indicateurs d'efficacité énergétique. Cela peut par exemple être le cas des données sur la consommation d'énergie par tonne de produit de certains produits spécifiques qui ne sont fabriqués que par deux ou trois entreprises. Si aucun accord ne peut être conclu avec ces entreprises, la solution peut être de regrouper ces consommations et ces productions avec celles de produits présentant des caractéristiques similaires, au risque de perdre des informations utiles.

Si les données sont publiées via une base de données, l'accès à la base de données doit être aussi simple que possible et la manipulation des données doit être rendue conviviale.

Si des données sont publiées sous forme de graphiques ou de tableaux, ceux-ci doivent être aussi simples que possible, faciles à lire et à comprendre. Ils doivent être accompagnés des informations nécessaires à leur compréhension et de messages courts, clairs et percutants permettant d'en souligner les points principaux.

Encadré 9.1 • Formuler des messages courts mais clairs

Les deux exemples suivants illustrent la nécessité de formuler des messages courts, mais précis, afin de donner aux lecteurs les éléments nécessaires à une compréhension rapide.

1) Message relatif à la consommation de chauffage dans un pays :

a) Message imprécis :

La consommation de chauffage a diminué en 2013.

b) Le même message, plus détaillé bien que concis :

La consommation de chauffage dans le secteur résidentiel a diminué de 5 % en 2013. Cette diminution est liée en partie à un hiver plus doux, avec des degrés-jours de chauffe inférieurs de 4 % à ceux de 2012.

Tout en restant court, ce message indique le secteur, l'ampleur de la diminution et explique cette baisse.

2) Message relatif à l'intensité énergétique du sous-secteur du ciment dans un pays :

a) Message imprécis :

L'intensité énergétique de la production nationale de ciment s'est améliorée en 2013.

b) Le même message, plus détaillé bien que concis :

En 2013, la fermeture de trois anciennes usines de ciment et leur remplacement par deux nouvelles usines plus performantes ont entraîné une amélioration de 4 % de l'intensité énergétique du sous-secteur, qui est désormais 2 % inférieure à la moyenne mondiale.

Tout en restant court, ce message précise l'ampleur de l'amélioration en termes relatifs, il en donne une explication et il compare également la situation du pays à la moyenne mondiale.

3 Quels moyens de diffusion utiliser ?

Des bases de données volumineuses aux messages sur les réseaux sociaux, différents moyens sont disponibles pour la diffusion des données et des indicateurs. Ils comprennent les publications, les brochures, les circulaires, les articles de revue, les communiqués de presse, les sites Internet, les CD, les applications pour téléphones mobiles, etc.

Les moyens de diffusion à choisir dépendront en grande partie du groupe cible : les décideurs ont rarement recours aux bases de données mais lisent les synthèses ; les analystes préfèrent mener leurs propres études en travaillant sur les données, via des bases de données, etc. Dès lors, il est essentiel d'identifier clairement le ou les groupes cibles et de prévoir différents moyens d'accès à l'information en fonction des groupes.

Si plusieurs groupes sont ciblés, il convient d'utiliser plusieurs moyens de diffusion afin de ne pas privilégier un groupe par rapport à un autre, en essayant de satisfaire l'ensemble des besoins et des attentes. Il est donc important d'adopter une stratégie de diffusion multimédia.

Les pages suivantes, loin d'être exhaustives, présentent différents modes de diffusion des données utilisés dans différents secteurs, par différents pays et organisations. Elles comprennent des exemples de publications et de pages Internet pour chaque secteur : résidentiel, services, industrie et transports.

Le rapport relatif au marché de l'efficacité énergétique de l'AIE (*Energy Efficiency Market Report*) sera présenté dans une courte introduction. La question de l'efficacité énergétique prend toute son importance dans ce rapport, qui complète une série de quatre rapports existants sur le pétrole, le charbon, le gaz et les énergies renouvelables.

Une présentation du site Internet relatif aux indicateurs d'efficacité énergétique en Europe du projet ODYSSEE-MURE de la Commission européenne sera également donnée.

4 Exemples choisis de pratiques de diffusion

Soyez simples mais efficaces

Résidentiel

Département de l'énergie et du changement climatique, Royaume-Uni

Bureau national des enquêtes par sondage, Inde

Services

Bureau central des statistiques, Pologne

Ressources naturelles Canada

Industrie

Initiative ciment durable

Institut international de l'aluminium

Transports

Agence européenne pour l'environnement (AEE)

Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (RCREEE)

Rapport sur le marché de l'efficacité énergétique, AIE

Indicateurs sur l'efficacité énergétique en Europe, ODYSSEE-MURE

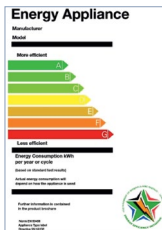
Soyez simples mais efficaces



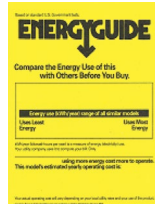
Singapour



Viet Nam



Afrique du Sud



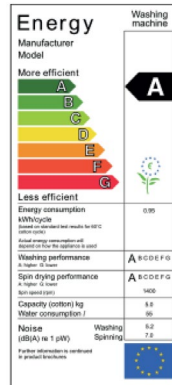
États-Unis



Canada



Hong Kong, Chine



Union européenne



Australie

Il n'est pas toujours nécessaire de rechercher des messages et des représentations très sophistiqués.

Les illustrations les plus simples sont souvent les plus efficaces, comme en témoigne cette sélection d'étiquettes et de guides énergétiques issus du monde entier.

L'étiquetage énergétique est un indicateur largement utilisé pour les appareils et les véhicules neufs, et il est également de plus en plus utilisé pour indiquer la performance thermique des logements.

Il est intéressant d'observer la dimension créative des étiquettes énergétiques, qui attestent également d'une certaine homogénéité.

Lien : sélection de sites Internet

Sans être de véritables indicateurs, certaines illustrations et messages bien conçus constituent de puissants outils pour attirer l'attention des décideurs et des citoyens sur les effets de l'efficacité énergétique.

Le site *Renovate Europe* offre un bon exemple de formulation de messages concis mais forts, en permettant de comparer facilement les économies réalisées.

Lien : www.renovate-europe.eu/renovate-europe-campaign

RENOVATE EUROPE

HOME | MANIFESTO | THE CAMPAIGN | NATIONAL INITIATIVES | RESOURCES | CONTACT

Improving efficiency through deep renovation
has the potential to save the equivalent of 4 billion barrels of foreign oil per year

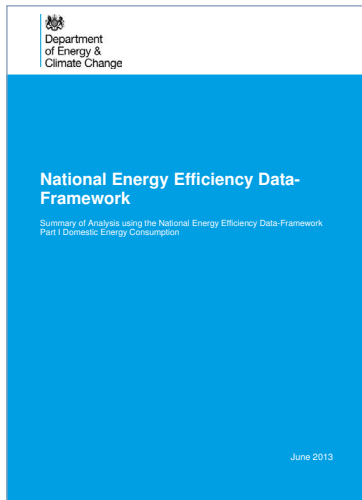
Key Messages

It Pays to Renovate

DID YOU KNOW?

- The greatest potential for energy savings in the EU is in its buildings: up to 30% could be saved.
- Energy efficient renovation is a great investment. It is needed by government to increase the EU's GDP and create jobs.
- We spend 50% of our lives inside buildings. Investing in deep energy efficient renovation improves indoor air quality, health, productivity and quality of life.
- Energy efficient renovation will create millions of jobs and stimulate innovation.
- The time to Renovate Europe is NOW! The EU has matched high political ambition with co-funding. The EU Structural Funds will ensure that decades their attention to energy efficiency funds available to buildings in the new funding period 2014-2020.

Résidentiel : Département de l'énergie et du changement climatique, Royaume-Uni



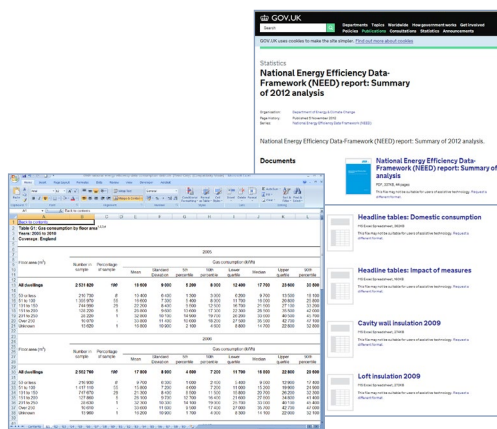
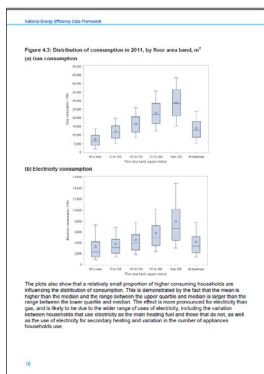
En juin 2013, le ministère de l'Énergie et du Changement climatique a publié un rapport très complet, sur la base du *Cadre national pour les données sur l'efficacité énergétique (National Energy Efficiency Data-Framework, NEED)*, créé afin de permettre une meilleure compréhension de la consommation d'énergie et de l'efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels et non résidentiels. Ce rapport analyse la consommation d'énergie pour l'année 2011 par types de propriété, caractéristiques des ménages, régions et classifications sociodémographiques. Il intègre également des séries chronologiques sur la consommation d'énergie.

Le rapport s'intéresse en particulier à la consommation d'électricité et de gaz naturel,

en donnant un aperçu statistique de leur consommation via des graphiques de distribution ainsi que des décompositions médianes.

Ce rapport est complété d'un second rapport, la partie II, qui synthétise l'impact des mesures d'efficacité énergétique. Les communiqués sur ces rapports sont associés à l'ensemble des tableaux de données disponibles, publiés sur le site Internet du DECC avec les rapports, ainsi qu'à des outils permettant aux utilisateurs d'obtenir des distributions personnalisées.

Lien : www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/209089/National_Energy_Efficiency_Data-framework_June_2013_Part_I.pdf



Le rapport comporte des graphiques clairs relatifs à la répartition de la consommation par unité de surface, associés à des commentaires clés.

Il est complété par des tableaux informatifs, contenant les données détaillées de NEED. Un menu complet permet aux utilisateurs d'accéder aux données qu'ils recherchent d'un simple clic.

Résidentiel : Bureau national des enquêtes par sondage, Inde

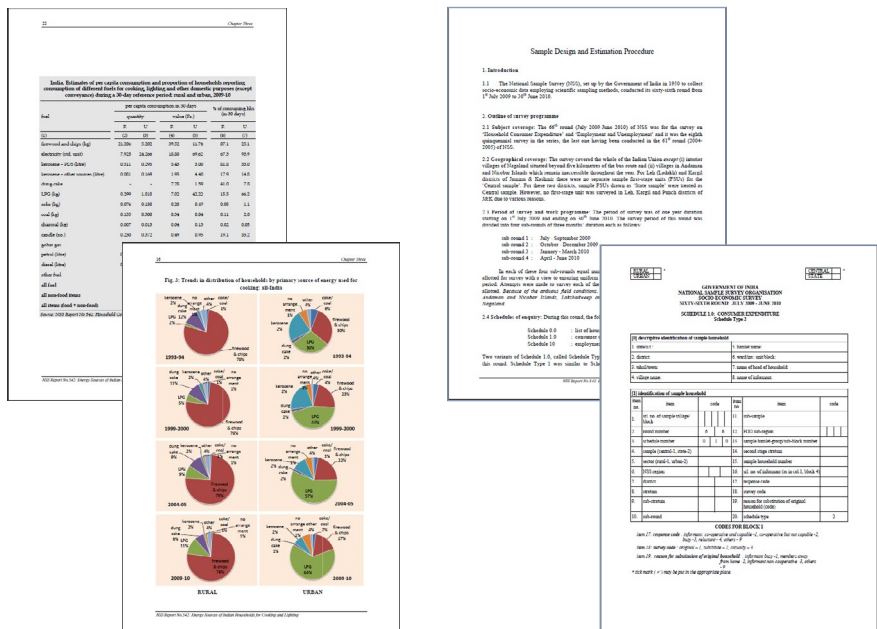


Le Bureau national des enquêtes par sondage du ministère indien des Statistiques et de la mise en œuvre des programmes a publié en septembre 2012 un rapport statistique très complet intitulé *Sources d'énergie des ménages indiens pour la cuisson et l'éclairage*.

Le rapport propose une répartition des ménages indiens par source d'énergie principale utilisée pour la cuisson et l'éclairage. Les répartitions sont très détaillées car elles distinguent les secteurs ruraux et urbains de chaque État et territoire de l'Union, ainsi que du pays dans son ensemble.

Le rapport s'intéresse à la fois aux sources d'énergie modernes (GPL, kérosène, etc.) et aux sources traditionnelles (bois de feu et copeaux, tourteaux de bouse, etc.).

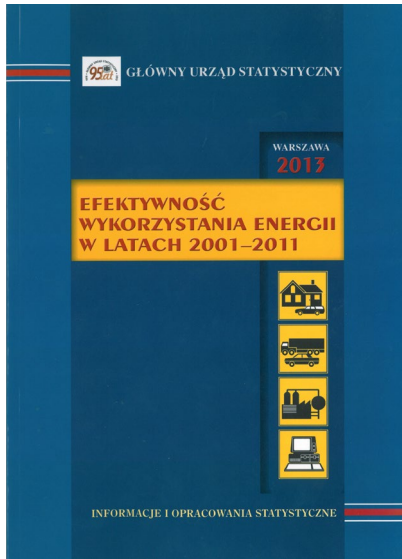
Lien : www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Energy%20Sources%20of%20Indian%20Households.pdf



Les résultats sont présentés sous la forme de tableaux détaillés et de graphiques ciblés.

Le rapport comprend également en annexe la procédure de conception et d'estimation de l'échantillon, ainsi que le questionnaire d'enquête.

Services : Bureau central des statistiques, Pologne ...



Le Bureau central des statistiques (GUS) de Pologne, en coopération avec l'Agence nationale polonaise pour les économies d'énergie, a lancé une publication annuelle, intitulée *Efficacité énergétique en Pologne*, dans le cadre de la série intitulée « Documents d'information et de statistiques ».

L'objectif de cette publication est de présenter et d'analyser des indicateurs d'efficacité énergétique généraux et sectoriels. Après la discussion de quelques problèmes méthodologiques (les degrés-jours p. ex.), la publication propose une vaste sélection d'indicateurs énergétiques sur les dix dernières années et les principaux secteurs économiques.

Le rapport analyse plusieurs secteurs : l'industrie, les ménages, les transports, les services ainsi que les centrales thermiques et les centrales de cogénération.

Lien vers la version 2013 (en anglais) : http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/ee_energy_efficiency_in_Poland_2001-2011.pdf

of branches is the ratio of the final energy consumption in these industries to their value added.

Energy consumption in constant structure is calculated using Divisia method in such a way that the product of the dynamic of energy intensity in constant structure and effect of the structural changes provides dynamics of the energy intensity. The effect of structural change was calculated as the weighted sum of the growth rates of the individual components. The growth rates are defined as the natural logarithms of the relative change in the value added of the total industry in the subsequent years, and the weights are the share of average energy consumption in the industry in the total consumption in the subsequent years.

Climatic correction is based on the correlation between energy consumption and outdoor temperature. The consumption is proportional to the Heating Degree Days (SD). The constant heating share approach in calculating of final energy consumption with climatic correction ZEP^{sd} is based on the following formula:

$$ZEP^{sd} = \frac{ZEF}{1 - 0.9 \cdot \alpha \cdot \left(1 - \frac{\text{Actual SD}}{\text{Long-term average SD}}\right)}$$

where: ZEF - final energy consumption, SD - degree days number, α - heating share in total energy consumption in dwelling sector.

Heating Degree Days is introduced to enable control and comparison of energy consumption for heating. It expresses a product of number of heating days and difference between the average temperature of heated room and average outdoor temperature. Number of SD degrees in a given year according to Eurostat methodology is calculated as follows:

$$SD = \sum_{i=1}^N \begin{cases} 18^\circ\text{C} - t_{\text{out},i} & \text{dla } t_{\text{out},i} > 15^\circ\text{C} \\ 0 & \text{dla } t_{\text{out},i} \leq 15^\circ\text{C} \end{cases} \quad [\text{day} \cdot \text{deg}/\text{year}]$$

where: $t_{\text{out},i} = \frac{t_{\text{max},i} + t_{\text{min},i}}{2}$, mean outdoor temperature for n day, $[\text{°C}]$; $t_{\text{max},i}$, $t_{\text{min},i}$ - minimum and maximum temperature of the n day, $[\text{°C}]$; N - number of days per year.

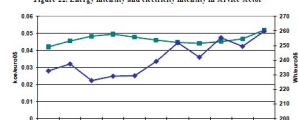
According to formula and the Eurostat assumption, the mean outdoor temperature of the heating day should be less than 15°C .

Long-term average calculated for years 1980-2004 amounts to 3615.77.

2.7. Service sector

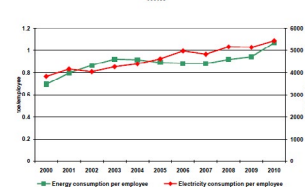
Energy intensity of value added¹ in the services sector was showing slight fluctuations and in 2010 it amounted to over 0.05 kgcoe/euro05. Energy intensity of service sector was growing by 2.1%/year. At the same time it is the most efficient in terms of energy sector of national product creation. Electricity intensity of value added was increasing in years 2000-2010 by an average of 1.1% per year.

Figure 22. Energy intensity and electricity intensity in service sector



In the case of energy and electricity consumption per employee an irregular trend can be seen in the period 2000-2010 (Fig. 23). Energy consumption has increased in the early years of the period, then came to a stabilization of consumption. In 2010 strong growth of consumption occurred. The average growth rate of this indicator amounted to 4.4% per year. In case of electricity consumption per employee the growth was more regular and amounted to 3.1% per year.

Figure 23. Energy consumption and electricity consumption per employee of the service sector



Notes méthodologiques claires et définition de concepts de base, tels que les degrés-jours

Graphiques sur l'intensité énergétique et la consommation par personne employée

Services : Ressources naturelles Canada

Natural Resources Canada
www.nrcan.gc.ca

Home > Office of Energy Efficiency > Statistics and Analysis > Comprehensive Energy Use Database, 1990 to 2010

Office of Energy Efficiency (OEE)
Office of Energy Efficiency issues

Home
Energy Efficient Products
Cars and Light Trucks
Alternative Fuels
Commercial vehicles
Commercial, institutional and federal buildings
Industrial facilities and equipment
Communities and government

Comprehensive Energy Use Database, 1990 to 2010

The Comprehensive Energy Use Database provides an overview of sectoral energy markets in Canada and in each region of the country.
These tables are intended to complement data published in the Energy Use Data Handbook.

Click on E to view more options; click on B to return to previous level.

B Residential Sector
B Commercial/Institutional Sector
B Industrial Sector
B Transportation Sector
B Agriculture Sector

Our Organization
About the OEE
Grants and Incentives
Publications

The year should be aware that this edition of the Comprehensive Energy Use Database, 1990 to 2010 is based on the revised Report on Energy Supply and Demand (RES/D), 1990-2010, which represents a revision of the energy balances for Canada. The RES/D data were released September 14, 2012. On CANDR and include revisions for all sectors because of the incorporation of the full Industrial Consumption of Energy (ICE) survey and the Survey of Secondary Distributions of Refined Petroleum products. Accordingly, the industrial estimates were based on a representative sample of enterprises in Canada all enterprises in the survey to present a data also incorporates results from the Survey of the change caused a re-allocation of energy use from the commercial sector.

Every effort has been made to preserve historical data set and analysis to the previous versions of growth rates may have been revised.

Energy Efficiency Trends in Canada 1990 to 2010
March 2012

Ressources naturelles Canada héberge une base de données très complète sur les données et indicateurs d'efficacité énergétique. La *Base de données globale sur la consommation d'énergie (Comprehensive Energy Use Database)* offre un aperçu des marchés sectoriels de l'énergie au Canada et dans chaque région du pays. Cette base de données couvre cinq secteurs principaux : résidentiel, commercial/institutionnel, industrie, transports et agriculture.

Pour chaque secteur, la *Base de données globale sur la consommation d'énergie* propose de nombreux tableaux récapitulatifs couvrant à la fois la consommation d'énergie secondaire et les émissions de GES, par type d'activité et par utilisation finale.

Ces tableaux sont destinés à compléter les données publiées dans le *Guide sur les données de consommation énergétique*. Ressources naturelles Canada publie également une publication intitulée *Tendances de l'efficacité énergétique au Canada*, qui concrétise l'engagement du Canada à fournir une

synthèse complète de la consommation d'énergie secondaire et des émissions de gaz à effet de serre (GES) connexes au Canada. Cette publication suit également les tendances en matière d'efficacité énergétique.

Lien : http://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/comprehensive_tables/list.cfm?attr=0

Natural Resources Canada
www.nrcan.gc.ca

Home > Office of Energy Efficiency > Statistics and Analysis > Comprehensive Energy Use Database Table 4: Secondary Energy Use and GHG Emissions by End-Use - Including Electricity-Related Emissions

Office of Energy Efficiency (OEE)
Office of Energy Efficiency issues

Home
Energy Efficient Products
Cars and Light Trucks
Alternative Fuels
Commercial vehicles
Commercial, institutional and federal buildings
Industrial facilities and equipment
Communities and government

Comprehensive Energy Use Database Table

Commercial/Institutional Sector
Table 4: Secondary Energy Use and GHG Emissions by End-Use - Including Electricity-Related Emissions

Total Energy Use (PJ)	1990	2000	2007	2008	2009	2010
867.0	1,035.4	1,044.3	1,143.2	1,079.5	1,057.5	
Energy Use by End-Use (PJ)						
Space Heating	471.8	497.8	537.8	588.2	533.8	478.2
Water Heating	65.5	65.4	63.7	67.2	63.7	62.3
Auxiliary Equipment	93.2	101.6	104.4	107.8	109.3	107.4
Auxiliary Motors	93.1	88.0	91.8	95.8	94.7	87.8
Lighting	119.5	119.7	118.4	121.6	121.6	123.1
Other Cooling	30.2	73.1	72.2	79.4	78.1	75.7
Other Lighting	9.8	8.1	8.4	8.6	8.7	7.3
Shares (%)						
Space Heating	54.4	48.1	46.8	48.8	48.2	45.2
Water Heating	7.6	6.2	5.5	6.2	6.0	5.8
Auxiliary Equipment	10.8	10.4	9.1	10.1	10.3	10.1
Auxiliary Motors	10.7	8.4	8.1	8.7	8.9	8.2
Lighting	13.7	11.5	10.3	11.3	11.3	11.7
Other Cooling	3.5	7.0	6.4	7.3	7.3	7.1
Other Lighting	1.1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7
Activity						
Publications						
Regulations and Standards						
Statistics and Analysis						
FAQ						
KOP Club						

Natural Resources Canada
www.nrcan.gc.ca

Home > Office of Energy Efficiency > Statistics and Analysis > Comprehensive Energy Use Database Table 70: Educational Services Space Conditioning Secondary Energy Use by End-Use and by Energy Source

Office of Energy Efficiency (OEE)
Office of Energy Efficiency issues

Home
Energy Efficient Products
Cars and Light Trucks
Alternative Fuels
Commercial vehicles
Commercial, institutional and federal buildings
Industrial facilities and equipment
Communities and government

Comprehensive Energy Use Database Table

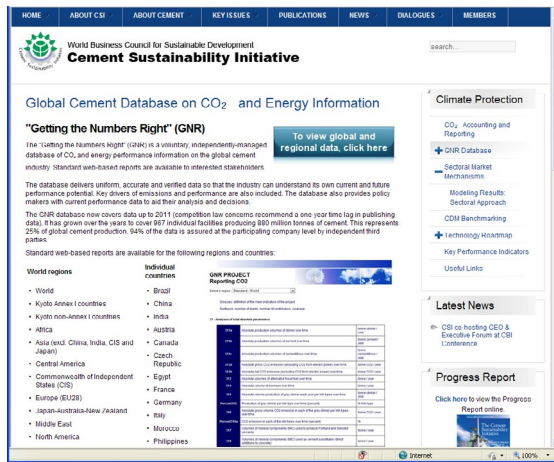
Commercial/Institutional Sector
Table 70: Educational Services Space Conditioning Secondary Energy Use by End-Use and by Energy Source

Energy Use by End-Use (PJ)	1990	2000	2007	2008	2009	2010
Space Conditioning Energy Use for Educational Services (PJ)	4.4	9.2	9.2	7.1	4.8	7.1
Electricity	3.5	6.2	6.2	7.1	6.2	6.7
Natural Gas	0.9	3.0	3.0	0.0	0.0	0.4
Shares (%)						
Electricity	80	67	67	100	100	94
Natural Gas	20	33	33	0	0	6
Activity						
Publications						
Regulations and Standards						
Statistics and Analysis						
FAQ						
KOP Club						

Exemples choisis de tableaux sur la consommation d'énergie secondaire et les émissions de GES par utilisation finale pour l'ensemble du secteur commercial et institutionnel canadien

Exemples de données détaillées sur la consommation d'énergie secondaire pour un secteur spécifique (services éducatifs) et une utilisation finale spécifique (refroidissement des locaux)

Industrie : Initiative ciment durable



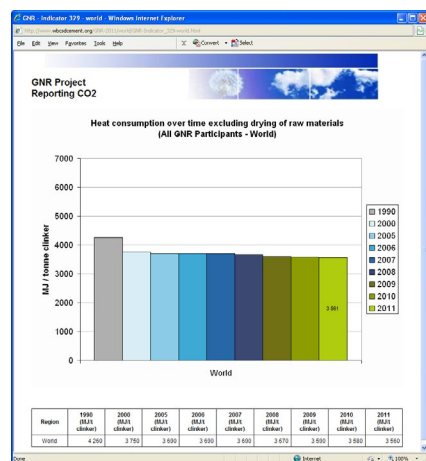
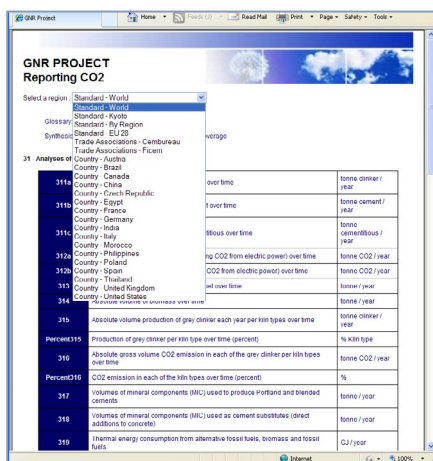
L'Initiative ciment durable (Cement Sustainability Initiative) du Conseil mondial des entreprises pour le développement durable gère de manière indépendante une base de données volontaire rassemblant des informations sur les performances énergétiques et en matière d'émissions de CO₂ de l'industrie mondiale du ciment.

La base de données *Getting the Numbers Right*

(GNR) propose des séries de données allant jusqu'à l'année -1 ; des données plus récentes pourraient être présentées mais le droit de la concurrence recommande de respecter un délai d'un an avant la publication de données.

Au fil des ans, la base de données s'est étoffée et couvre actuellement environ 1 000 installations, représentant 25 % de la production mondiale de ciment. 94 % des données sont garanties par des tiers indépendants au niveau des entreprises participantes. Des rapports Internet standard sont également disponibles pour 12 régions et 16 pays.

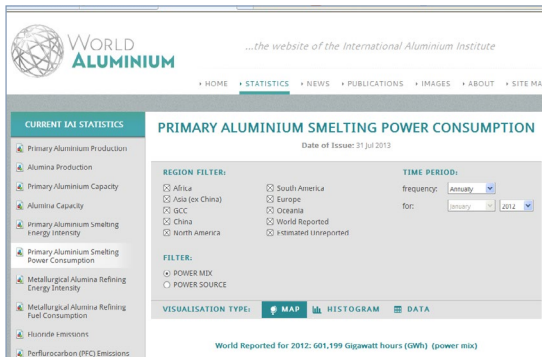
Lien : www.wbcsdcement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnr-database



Menus de sélection de données de production, de consommation et d'émissions de CO₂

Exemple de graphique et de tableau (consommation de chaleur par tonne de clinker)

Industrie : Institut international de l'aluminium



World Aluminium, le site Internet de l'Institut international de l'aluminium, renferme une mine d'informations et de données sur la production d'aluminium et d'alumine, la capacité, la consommation d'énergie de la fusion et du raffinage, les mix de combustibles et des indicateurs spécifiques de l'intensité et du développement durable.

L'Institut international de l'aluminium a été créé en 1972 et ses membres représentent actuellement plus de 60 % de la production mondiale de bauxite, d'alumine et d'aluminium, bien que les données présentées sur le site World Aluminium concernent le monde entier.

Ces données comprennent des séries chronologiques mensuelles, établies depuis 1973 jusqu'au mois le plus récent, pour les données de production, et des données annuelles pour tous les autres ensembles de données.

Les données sont présentées de manière globale ou régionale en fonction des ensembles de données et peuvent être visualisées sous différents formats (tableaux, graphiques, diagrammes et cartes) et téléchargées au format .csv. Les utilisateurs peuvent également filtrer/combiner des données et visualiser les résultats de différentes manières selon leurs besoins.

Le site World Aluminium comprend également des notes utiles sur les définitions, les sources et les agrégations.

Liens : www.world-aluminium.org/statistics/#data
www.world-aluminium.org/publications/tagged/statistics/

Fuel Consumption

- Hydrogen Emissions
- Perfluorocarbon (PFC) Emissions
- Workplace Accidents

RELATED WEBSITES

- Alumina (Ethiopia)
- Aluminium Association (USA)
- European Aluminium Association
- Japan Aluminium Association

RELATED PUBLICATIONS

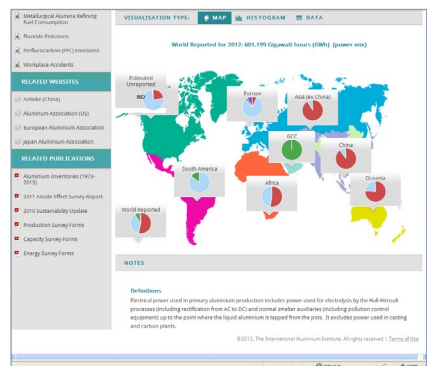
- Aluminium Intermittency (2012-2013)
- 2011 Alumina Effect Survey Report
- 2011 Sustainability Update
- Production Survey Forms
- Capacity Survey Forms
- Energy Survey Forms

Measures (M) per tonne of alumina

REGION	AFRICA	ASIA EXCL CHINA	CHINA	MIDDLE EAST	SOUTH AMERICA	EUROPE	OCEANIA	WORLD
2012	10,800	11,140	11,617	8,800	12,200	10,100	10,800	10,800
2011	10,400	10,800	11,200	8,500	12,000	10,100	10,800	10,800
2010	10,200	10,600	11,000	8,300	11,800	10,000	10,600	10,600
2009	10,000	10,400	10,800	8,100	11,600	9,800	10,400	10,400
2008	9,800	10,200	10,600	7,900	11,400	9,600	10,200	10,200
2007	9,600	10,000	10,400	7,700	11,200	9,400	10,000	10,000
2006	9,400	9,800	10,200	7,500	11,000	9,200	9,800	9,800
2005	9,200	9,600	10,000	7,300	10,800	9,000	9,600	9,600
2004	9,000	9,400	9,800	7,100	10,600	8,800	9,400	9,400
2003	8,800	9,200	9,600	6,900	10,400	8,600	9,200	9,200
2002	8,600	9,000	9,400	6,700	10,200	8,400	9,000	9,000
2001	8,400	8,800	9,200	6,500	10,000	8,200	8,800	8,800
2000	8,200	8,600	9,000	6,300	9,800	8,000	8,600	8,600
1999	8,000	8,400	8,800	6,100	9,600	7,800	8,400	8,400
1998	7,800	8,200	8,600	5,900	9,400	7,600	8,200	8,200
1997	7,600	8,000	8,400	5,700	9,200	7,400	8,000	8,000

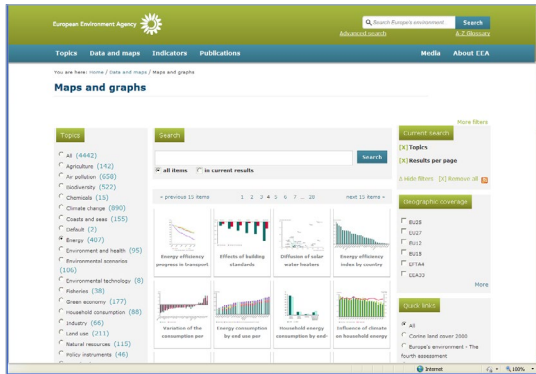
© 2013, The International Aluminium Institute. All rights reserved | Terms of Use

Exemple d'indicateur de consommation d'énergie par tonne d'alumine (1985-2012) par région



Exemple de carte facile à lire accompagnée de définitions pertinentes

Transports : Agence européenne pour l'environnement



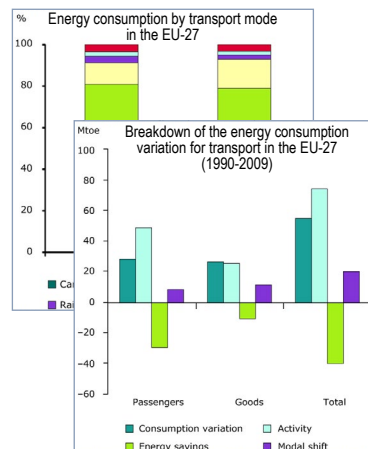
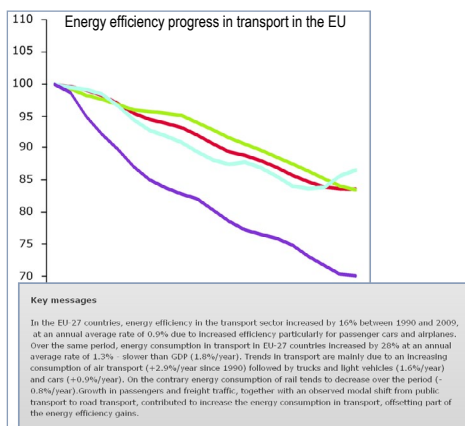
L'Agence européenne pour l'environnement (AEE) publie, sur son site Internet, un grand nombre d'informations, de rapports, d'articles, de statistiques et de bases de données sur différents sujets liés à l'environnement, de la lettre « A » pour Agriculture ou pollution de l'Air à la lettre « W » pour déchets (Wastes) ou eau (Water). La combustion de combustibles

et, plus généralement, l'utilisation de l'énergie étant responsables de la majorité des émissions de CO₂, le site de l'AEE propose également un grand choix de statistiques et d'indicateurs sur le secteur de l'énergie, en particulier celui des transports.

Le site, organisé sous forme de menus, est particulièrement convivial. Le sujet, les informations, les graphiques ou les données recherchés sont accessibles en quelques clics. Le site fournit en outre la source des informations données et, si nécessaire, des métadonnées détaillées.

Il contient également une section questions-réponses, présentée sous la forme de textes ou de graphiques et de tableaux plus détaillés, comme dans l'exemple ci-dessous, abordant une question politique essentielle : le transport devient-il plus efficace ?

Lien : www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures#c5=energy&c9=&c15=all&c0=15&b_start=45



Exemple de graphique relatif aux progrès de l'efficacité énergétique dans les transports dans l'UE, avec une zone de texte synthétisant les messages clés pour le lecteur

Des informations plus détaillées sont fournies sous la forme de graphiques supplémentaires pour une meilleure compréhension des progrès réalisés (ou non) en matière d'efficacité énergétique dans les transports dans l'UE

Transports : Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique



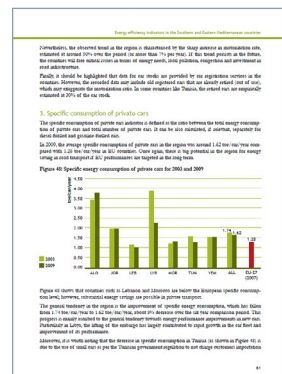
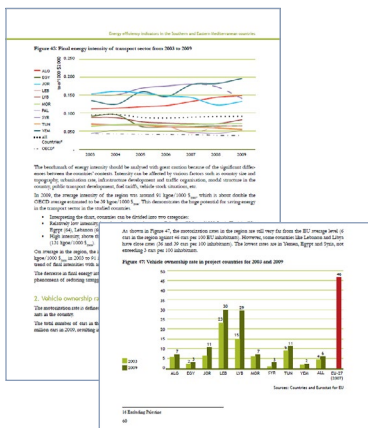
Plan Bleu, en coopération avec le *Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique* (RCREEE), a initié un projet visant à mettre en œuvre un nouveau processus dans les pays de la région autour de plusieurs objectifs, notamment le renforcement des capacités, la diffusion d'une culture des indicateurs auprès des décideurs, la sensibilisation aux questions relatives à la disponibilité et à la fiabilité des données sur l'énergie et des données socio-économiques pour l'élaboration des indicateurs. Le projet cible dix pays du sud et de l'est de la Méditerranée.

En octobre 2012, le RCREEE a publié un document complet, intitulé *Efficacité énergétique dans les pays du sud et de l'est de la Méditerranée*. Ce document rassemble des indicateurs pour plusieurs

secteurs clés, du secteur de la transformation de l'énergie à celui de l'agriculture et de la pêche. Il présente également une sélection d'indicateurs pour le secteur des transports.

En tant que document régional, ce rapport permet de comparer la situation actuelle avec celle de 2003 dans les dix pays de la région. Le document formule également des recommandations claires afin de faire avancer le processus.

Lien : www.rcreee.org/sites/default/files/rs_eeindicatorsinthesouthernandeasternmediterraneancountries_2012_en.pdf



Graphique illustrant la consommation d'énergie spécifique des voitures particulières par pays en 2003 et 2009. Des commentaires sont également fournis.

Exemples de graphiques élaborés à partir de données brutes sur le parc de voitures privées, la possession de véhicules et l'évolution de l'intensité énergétique finale du secteur des transports. Des commentaires pertinents figurent aux côtés des graphiques.

Rapport sur le marché de l'efficacité énergétique, AIE ...



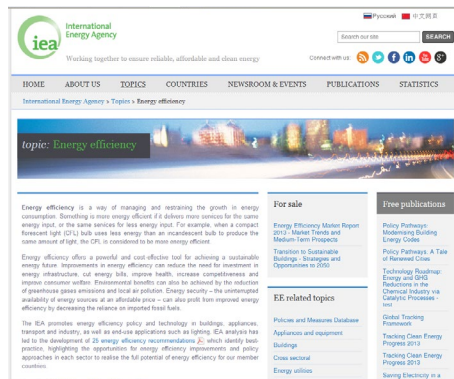
Depuis 2013, l'AIE publie annuellement un *Rapport sur le marché de l'efficacité énergétique (Energy Efficiency Market Report)*, qui complète la série initiale de rapports de l'AIE sur les tendances de marché et les perspectives à moyen terme pour le pétrole, le gaz naturel, le charbon et les énergies renouvelables. Si les économies d'énergie réalisées grâce à l'efficacité énergétique ne constituent pas véritablement une « source d'énergie cachée », elles pourraient néanmoins devenir dans les faits la « première source d'énergie ». C'est pourquoi un rapport sur l'efficacité énergétique trouve toute sa place dans notre série sur les sources d'énergie primaire.

Ce rapport comprend plusieurs chapitres sur les politiques, les marchés, les technologies, des études de cas et des indicateurs. Fondé pour une large part sur les statistiques d'efficacité énergétique collectées par l'AIE, le rapport comprend également un chapitre intitulé *Ce que disent les chiffres : efficacité énergétique et évolution de la consommation d'énergie (What the Numbers Say: Energy Efficiency and Changing Energy Use)*. Ce chapitre examine d'abord les tendances mondiales, puis une série d'indicateurs pour les secteurs de l'industrie, résidentiel et des transports.

Pour certains pays membres de l'AIE, pour lesquels des données détaillées sont disponibles, le rapport propose un ensemble de graphiques sur l'évolution de la consommation et les intensités énergétiques décomposées en différents effets (activité, structure, efficacité) ainsi que de nombreux autres graphiques sur la ventilation sectorielle de la consommation par secteur ou par activité.

Une page entièrement dédiée à l'efficacité énergétique est également disponible sur le site Internet de l'AIE ; elle présente les différents aspects du travail de l'AIE sur l'efficacité énergétique : des statistiques énergétiques aux indicateurs, des mesures aux politiques.

Liens : www.iea.org/W/bookshop/add.aspx?id=460
www.iea.org/topics/energyefficiency/



Exemples de graphiques de ventilation
de la consommation sectorielle

L'une des pages du site Internet de l'AIE est entièrement
consacrée aux travaux de l'AIE sur l'efficacité énergétique.

Indicateurs sur l'efficacité énergétique en Europe, ODYSSEE-MURE



ODYSSEE-MURE est un projet soutenu par le programme Énergie intelligente pour l'Europe de la Commission européenne et coordonné par l'ADEME. Il vise à suivre les tendances en matière d'efficacité énergétique ainsi que les mesures adoptées en Europe.

Le projet repose sur deux bases de données : ODYSSEE et MURE. ODYSSEE contient, d'une part, des données détaillées sur les indicateurs de consommation d'énergie par utilisation finale et par sous-secteur et, d'autre part, des indicateurs liés à l'efficacité énergétique et au CO₂. MURE est une base de données sur les mesures politiques.

Le site Internet ODYSSEE-MURE rassemble de nombreuses informations et ressources relatives aux indicateurs d'efficacité énergétique en Europe. Ces indicateurs couvrent le niveau macro et les secteurs de l'industrie, des services, résidentiel et des transports. Les principaux indicateurs peuvent être visualisés de différentes manières : cartes, séries chronologiques et classements des dix premières entités pour chaque indicateur. De nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées pour faciliter la consultation des indicateurs ODYSSEE.

Le site Internet ODYSSEE-MURE propose également un lien vers la base de données complète ODYSSEE, qui contient des indicateurs beaucoup plus complets et détaillés pour les pays de l'UE, ainsi que les données brutes correspondantes.

Lien : www.odyssee-mure.eu/



Exemple de carte, graphique et tableau sur l'intensité énergétique finale



La publication Tendances de l'efficacité énergétique en UE propose également des graphiques et des messages clés sur les indicateurs d'efficacité énergétique.

Annexe A

Abréviations, acronymes et unités de mesure

1

Abréviations et acronymes

AIE	Agence internationale de l'énergie
ATEP	approvisionnement total en énergie primaire
CEPI	Confédération des industries papetières européennes (Confederation of European Paper Industries)
CFT	consommation finale totale
CITI	classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique
CO ₂	dioxyde de carbone
CSI	Initiative ciment durable (Cement Sustainability Initiative)
CUE	consommation unitaire d'énergie
DEL	diode électroluminescente
DJC	degrés-jours de chauffe
DJR	degrés-jours de refroidissement
FIT	Forum international des transports
GPL	gaz de pétrole liquéfié
GPS	système de positionnement mondial (global positioning system)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization)
IAI	Institut international de l'aluminium (International Aluminium Institute)
IFA	Association internationale de l'industrie des engrais (International Fertilizer Industry Association)
LFC	lampe fluorescente compacte
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ODYSSEE	Base de données sur l'efficacité énergétique
OMM	Organisation météorologique mondiale
PIB	produit intérieur brut
PPA	parité de pouvoir d'achat
SUV	véhicules utilitaires sportifs (sport utility vehicles)
UE	Union européenne
UIC	Union internationale des chemins de fer

2 Unités de mesure

EJ	exajoule (10^{18} joules)
GJ	gigajoule (10^9 joules)
kg	kilogramme
km	kilomètre
ktep	kilotonne d'équivalent pétrole
kWh	kilowattheure (10^3 wattheures)
MJ	mégajoule (10^6 joules)
Mtep	mégatonne d'équivalent pétrole
MWh	mégawattheure (10^6 wattheures)
pkm	passager-kilomètre
t	tonne
tkm	tonne-kilomètre
tep	tonne d'équivalent pétrole
USD	dollar US
vkm	véhicule-kilomètre

Annexe B

Définition des secteurs

Le tableau ci-dessous présente la manière dont les frontières entre les quatre secteurs (résidentiel, services, industrie et transports), indiqués sur la Figure 3.4, sont définies dans ce manuel afin de déterminer des indicateurs d'efficacité énergétique, conformément à la Classification internationale type, par industrie, de toutes les activités économiques (CITI), révision 4, pour lesquelles la correspondance est possible.

Il convient de noter que ces définitions sectorielles peuvent différer légèrement des définitions correspondantes utilisées dans les bilans énergétiques de l'AIE. Ainsi, les usages non énergétiques de tous les secteurs sont exclus pour les indicateurs d'efficacité énergétique ; certains processus de transformation sont inclus dans le sous-secteur de la sidérurgie ; plusieurs sous-secteurs ne sont pas pris en compte dans ce manuel, mais regroupés dans la catégorie « Autres ».

Tableau B.1 • Correspondance des secteurs avec la CITI, révision 4

Secteurs	Correspondance avec la CITI, rév. 4
Résidentiel	Comprend tous les combustibles consommés par l'ensemble des ménages, y compris les « ménages avec services domestiques ». Divisions 97 et 98 de la CITI.
Services	Comprend les combustibles consommés par les entreprises et administrations des secteurs public et privé. Divisions 33, 45, 46, 47, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84 (à l'exclusion de la classe 8422), 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96 et 99 de la CITI.
Industrie	
Sidérurgie	Groupe 241 et classe 2431 de la CITI. La consommation des fours à coke et des hauts fourneaux, qui fait généralement partie des processus de transformation et de la consommation propre du secteur de l'énergie, est ici prise en compte pour les indicateurs d'efficacité énergétique.
Industrie chimique et pétrochimique	Divisions 20 et 21 de la CITI.
Métaux non ferreux	Groupe 242 et classe 2432 de la CITI.
Minerais non métalliques	Division 23 de la CITI. Comprend les industries du verre, de la céramique, du ciment et des autres matériaux de construction.
Machinerie	Divisions 25, 26, 27 et 28 de la CITI. Comprend les produits métalliques, les machines et le matériel autres que les équipements de transport.

Secteurs	Correspondance avec la CITI, rév. 4
<i>Équipements de transport</i>	Divisions 29 et 30 de la CITI.
<i>Produits alimentaires et tabac</i>	Divisions 10, 11 et 12 de la CITI.
<i>Bois et produits du bois</i>	Division 16 de la CITI.
<i>Imprimerie, pâtes et papiers</i>	Divisions 17 et 18 de la CITI. Intègre la production de supports enregistrés.
<i>Textile et cuir</i>	Divisions 13, 14 et 15 de la CITI.
<i>Industries non comprises ailleurs</i>	Divisions 22, 31 et 32 de la CITI, ainsi que toute industrie manufacturière non énumérée ci-dessus ni dans la catégorie « Autres ».
Transports	Comprend les combustibles et carburants consommés par l'ensemble des activités de transport, quel que soit le secteur économique dans lequel l'activité est exercée, à l'exception de la consommation militaire.
<i>Route</i>	
<i>Rail</i>	
<i>Air</i>	Division 51 de la CITI.
<i>Eau</i>	Division 50 de la CITI.
Autres – non traités dans ce manuel	
<i>Industries extractives</i>	Divisions 07 et 08 et groupe 099 de la CITI.
<i>Construction</i>	Divisions 41, 42 et 43 de la CITI.
<i>Production et distribution d'eau, d'assainissement et gestion des déchets</i>	Divisions 36, 37, 38, 39 de la CITI.
<i>Agriculture/foresterie</i>	Comprend les combustibles consommés par les utilisateurs classés dans les catégories agriculture, chasse et foresterie par la CITI comme suit : divisions 01 et 02 de la CITI.
<i>Pêche</i>	Combustibles fournis pour la pêche continentale, côtière et hauturière. Comprend également l'énergie utilisée dans l'industrie de la pêche, conformément à la division 03 de la CITI.
<i>Transport par pipeline</i>	
<i>Autres secteurs non spécifiés</i>	Activités non comprises ailleurs. Cette catégorie comprend la consommation de combustibles ou de carburants dans les activités militaires, qu'il s'agisse d'usages mobiles ou stationnaires (navires, avions, véhicules routiers et énergie utilisée dans les quartiers), que les combustibles ou carburants fournis soient destinés à des usages militaires du pays ou d'un autre pays.
<i>Usages non énergétiques</i>	Comprend tous les combustibles utilisés à des fins non énergétiques par l'ensemble des secteurs.

Annexe C

Correction de température et degrés-jours de chauffe

La quantité d'énergie requise pour le chauffage des locaux dépend fortement de la température extérieure et l'impact de la température extérieure sur la consommation d'énergie peut facilement masquer les effets de l'amélioration de l'efficacité énergétique. Par exemple, la quantité d'énergie utilisée par un pays pour le chauffage des locaux peut être considérablement réduite en l'espace d'une année, simplement en raison d'un hiver exceptionnellement doux. Au contraire, une réduction de la consommation d'énergie liée aux progrès de l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage peut être masquée par le besoin supplémentaire d'énergie résultant d'un hiver extrêmement rigoureux.

Par conséquent, afin de suivre avec précision l'évolution de la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux dans les secteurs résidentiel et des services, il est essentiel d'éliminer l'impact des variations de température et de produire des données corrigées en fonction du climat. Le recours aux degrés-jours de chauffe (DJC) est l'une des méthodes les plus couramment utilisées pour cela.

Les DJC représentent une mesure simplifiée de l'intensité et de la durée des périodes de froid au cours d'une période donnée, à un endroit donné. La valeur des DJC pour une période, par exemple un hiver, est déterminée en soustrayant à la température quotidienne moyenne de chaque jour une température de référence prédéfinie, puis en additionnant les jours de la période au cours desquels la température moyenne extérieure est inférieure à la température de référence. Lorsque la température extérieure est égale ou supérieure à la température de référence, les DJC sont nuls. Plus le nombre de DJC est élevé, plus la saison est froide et plus la quantité d'énergie requise pour le chauffage des locaux est grande. Les DJC peuvent être définis comme suit :

$$DJC = \sum_{\substack{k=1 \\ T_{base} > T_k}}^n (T_{base} - T_k)$$

avec : T_{base} température de référence

T_k température moyenne du jour k

n le nombre total de jours de la période donnée

Comme indiqué ci-dessus, deux facteurs sont essentiels pour le calcul des DJC. Le premier est la température de référence, qui doit être définie au niveau de la température extérieure à laquelle les résidents d'une région donnée ont tendance à allumer leurs systèmes de chauffage. Ce niveau peut varier selon les régions, en fonction de nombreux facteurs : la capacité à supporter les températures froides, la diversité des types de bâtiments, les propriétés thermiques des bâtiments, la densité des occupants, etc. Par exemple, la température de référence au Royaume-Uni est

typiquement de 15,5 °C, alors qu'aux États-Unis elle est généralement de 65 °F (équivalent à 18 °C). La température de référence doit être déterminée soigneusement, en fonction des caractéristiques de la région : ce choix aura une incidence sur les corrections de température appliquées aux données de consommation d'énergie. La température de référence peut évoluer dans le temps, par exemple si certaines personnes se mettent à allumer leurs systèmes de chauffage à des températures extérieures plus élevées.

Le second facteur est la série chronologique des températures journalières moyennes. Le moyen le plus simple de les calculer est de faire la moyenne des températures maximales et minimales $(T_{min} + T_{max})/2$ de chaque jour. Un calcul plus précis consisterait à faire la moyenne de relevés plus fréquents, effectués toutes les heures par exemple, afin d'éviter que les fluctuations irrégulières de température n'aient un impact trop important sur la moyenne.

Par exemple, si la température moyenne d'un jour donné est inférieure de 5 degrés à la température de référence, on obtient cinq DJC pour ce jour. Pour obtenir le nombre annuel de DJC, toutes les valeurs positives de DJC sont additionnées pour chaque jour de l'année.

Une autre difficulté est liée à la nécessité de calculer des séries chronologiques de DJC représentatives du niveau national, les DJC pouvant varier selon les régions d'un pays. Le calcul de DJC nationaux nécessite qu'une pondération appropriée, généralement liée au nombre de résidents ou au nombre de ménages, soit appliquée aux valeurs des DJC pour chaque région.

Lorsque les valeurs nationales des DJC sont disponibles, les données sur la consommation d'énergie destinée au chauffage des locaux peuvent être corrigées des variations de température. La procédure suivante peut être utilisée pour effectuer cette correction :

$$\text{Consommation d'énergie}_{(\text{corr},i)} = \frac{\text{Consommation d'énergie}}{1 - \sigma_{\text{chauffage}} (1 - \tau_{\text{chauffage},i})}$$

Cette correction vise à supprimer les variations de la consommation d'énergie liées aux fluctuations de la température d'une année donnée par rapport à la température moyenne d'un pays. Par exemple, si une année compte 500 DJC et que les DJC annuels moyens sont de 250, la consommation d'énergie corrigée pour le chauffage des locaux sera égale à la moitié de la consommation d'énergie réelle (en supposant que le facteur d'élasticité soit égal à 1). Bien entendu, il demeure difficile de comparer les indicateurs d'efficacité énergétique du chauffage des locaux d'un pays à l'autre, puisqu'un pays dont les températures sont en moyenne plus froides qu'un autre pays aura besoin de consommer plus, en moyenne, pour chauffer la même surface au sol.

De la même façon, les degrés-jours de refroidissement (DJR) permettent de mesurer l'intensité et la durée des périodes de chaleur afin de corriger les données sur la consommation d'énergie du refroidissement des locaux.

Encadré C.1 • Sources possibles de données météorologiques

Des séries chronologiques sur les DJC et les DJR nationaux peuvent être obtenues auprès des services météorologiques nationaux. Au niveau local, les autorités aéroportuaires peuvent également fournir des données sur les températures à long terme pour une région donnée. Au niveau international, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) fait le lien entre les différents services météorologiques nationaux.*

Le Département de l'énergie des États-Unis fournit des données météorologiques pour plus de 2 100 sites – dont 1 042 aux États-Unis, 71 au Canada et plus de 1 000 sites dans 100 autres pays du monde. Les séries météorologiques de ces sites, classées par région et par pays conformément à la classification de l'OMM, peuvent être téléchargées gratuitement à partir des pages « Energy Plus Energy Simulation Software ». **

* Voir http://www.wmo.int/pages/index_en.html

** Voir http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm

Annexe D

Recueil de pratiques nationales

L'ensemble des 160 pratiques sélectionnées dans cette annexe sont présentées dans un format identique, afin de faciliter la lecture ainsi que les comparaisons entre pratiques.

La Figure D.1 donne des clés essentielles à la lecture de ces pratiques. La première ligne indique le nom du pays dans lequel la pratique a été mise en œuvre ainsi qu'un code. La première lettre de ce code correspond au secteur (par exemple R pour Résidentiel) ; les deux lettres suivantes correspondent à la méthodologie utilisée (par exemple, Su pour Survey [enquête]). Ces lettres sont suivies d'un chiffre, correspondant au numéro attribué à la pratique pour ce secteur et cette méthodologie, par ordre alphabétique du nom des pays.

La trame de base est divisée en 3 parties : la première partie (1) fournit des informations sur le contexte de mise en œuvre de la pratique (objectif, organisation responsable, etc.) ; la seconde partie (2) donne des informations détaillées sur la collecte de données (ou sur les données d'entrée/de sortie dans le cas de la modélisation) : conception de l'échantillon, taille de l'échantillon, fréquence, données collectées, etc. ; enfin, la troisième partie (3) rassemble les remarques, commentaires et recommandations utiles, y compris, le cas échéant, une liste de documents complémentaires à consulter.

Figure D.1 • Comment lire un modèle de pratique

R : Résidentiel
S : Services
I : Industrie
T : Transports

Ad : Données administratives
Su : Enquêtes
Me : Mesures
Mo : Modélisation

Numéro attribué
à la pratique par
ordre alphabétique
du nom des pays

	Pays	Nom du pays	X / Yy / zz
1			
2			
3			

Annexe E

Références

AIE (2005), *Energy Statistics Manual*, Agence internationale de l'énergie, Éditions de l'OCDE, Paris.

AIE (2007), *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*, Éditions de l'OCDE, Paris.

AIE (2012), *Energy Technology Perspectives*, Agence internationale de l'énergie, Éditions de l'OCDE, Paris.

AIE (2013), *Energy Efficiency Market Report*, Agence internationale de l'énergie, Éditions de l'OCDE, Paris.

AIE (2013), *World Energy Outlook*, Agence internationale de l'énergie, Éditions de l'OCDE, Paris.

AIE (2014), *Energy Efficiency Indicators: essentials for policy making*, Agence internationale de l'énergie, Éditions de l'OCDE, Paris.

CEE-ONU (2007), *Handbook on Statistics on Road Traffic*, Commission économique pour l'Europe des Nations Unies : http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2007/wp6/handbook_final.pdf.

De Almeida A., Fonseca P, Schlomann B. et N. Feilberg (2011), Characterization of the household electricity consumption in the EU, potential energy savings and specific policy recommendations, *Journal of Energy and Buildings*, vol. 43, n° 8, Elsevier, Amsterdam, p. 1884-1894.

EIA (2012), *Derived annual estimates of residential energy consumption 2001 through 2006*, US Energy Information Administration, Washington DC.

Eurostat (2013), *Manual for statistics on energy consumption in households*, Eurostat, Luxembourg.

FIT (2009), *Illustrated Glossary for Transport Statistics*, 4^{ème} édition, Forum international des transports – Eurostat – Commission économique pour l'Europe des Nations Unies, 2009. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/09GloStat.pdf>.

Fulton L., P. Cazzola et F. Cuenot (2009), IEA Mobility Model (MoMo) and its use in the ETP 2008, *Energy Policy*, vol. 37, n° 10, Elsevier, Amsterdam, p. 3758-3768.

ICCT (International Council on Clean Transportation) (2013), *From Laboratory to Road*, ICCT, Washington DC. http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LabToRoad_20130527.pdf.

Masanet, E., M. Ting, E. Worrell, A.H. Sanstad, M. Marsidi, R. Bhavirkar, et M. Rufo (2009), *Estimation of Long-Term Energy Efficiency Potentials for California Buildings and Industry*. California Energy Commission, PIER-Energy-Related Environmental Research Program, Sacramento, Californie.

NREL (2000), *Impact of Vehicle Air-Conditioning on Fuel Economy, Tailpipe Emissions, and Electric Vehicle Range*, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado. <http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28960.pdf>.

NU (2005), *Household Sample Survey in Developing and Transition Countries*, Nations Unies, New York. <http://unstats.un.org/unsd/hhsurveys/>.

NU (2013), *International Recommendations on Energy Statistics (IRES)*, Nations Unies, New York.

UNIDO (2013), *International Yearbook of Industrial Statistics*, UN Industrial Development Organisation, Vienne.

USDT (2013), *Traffic monitoring guide*, US Department of Transportation, septembre 2013 : http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/tmguid/tmg_fhwa_pl_13_015.pdf.

WBCSD (2009) *Energy Efficiency in Buildings – Transforming the Market*, World Business Council for Sustainable Development, Genève.

Annexe F

Notes des pays

Chypre

1. Note de la Turquie :

Les informations contenues dans ce document en référence à « Chypre » concernent la partie sud de l'île. Il n'existe pas d'autorité unique représentant les Chypriotes turcs et les Chypriotes grecs de l'île. La Turquie reconnaît la République turque de Chypre du nord (RTCN). Tant qu'une solution durable et équitable ne sera pas trouvée sous l'égide des Nations Unies, la Turquie maintiendra sa position concernant le « problème chypriote ».

2. Note de l'ensemble des États membres de l'Union européenne membres de l'OCDE et de l'Union européenne :

La République de Chypre est reconnue par tous les pays membres des Nations Unies à l'exception de la Turquie. Les informations contenues dans ce document concernent la zone sous contrôle effectif du gouvernement de la République de Chypre.

Israël

Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem-Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

French Translation of *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics 2014*

Le présent document a d'abord été publié en anglais. Bien que l'AIE ait fait de son mieux pour que cette traduction en français soit conforme au texte original anglais, il se peut qu'elle présente quelques légères différences.

No reproduction, translation or other use of this publication, or any portion thereof, may be made without prior written permission. Applications should be sent to: rights@iea.org

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication. Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA. All rights reserved.

IEA Publications

International Energy Agency

Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/about/contact

Typeset in France by DESK - January 2020

Cover design: IEA

Photo credits: © GraphicObsession

Indicateurs d'efficacité énergétique : principes fondamentaux de statistiques

L'efficacité énergétique figure au premier plan de l'agenda politique international, les gouvernements cherchant par tous les moyens à réduire le gaspillage d'énergie, à renforcer la sécurité énergétique et à diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre. Considérée comme la première « source d'énergie » ou comme une source d'énergie « cachée », l'efficacité énergétique apparaît de nos jours être un choix politique évident car elle est aisément mobilisable et offre généralement un retour sur investissement. Cependant, le manque de données pour élaborer des indicateurs adaptés au suivi de l'efficacité énergétique empêche la plupart du temps les pays de transformer les déclarations en actions. En l'absence de données et d'indicateurs, il est difficile d'optimiser les politiques d'efficacité énergétique et de suivre leurs progrès, ainsi que leurs échecs.

Le manque d'expertise et de savoir-faire est souvent mis en avant pour expliquer les lacunes en termes de données et d'indicateurs. Pourtant, des pratiques d'enquêtes, de mesures et de modélisation existent à travers le monde. Rendre ces pratiques accessibles à tous est précisément l'objectif de ce manuel, qui vise également à identifier les principaux indicateurs sectoriels ainsi que les données nécessaires à leur développement. Les statistiques sont essentielles si l'on entend relever les défis politiques qui se posent dans le secteur de l'énergie.

Ce manuel, ainsi que le document qui l'accompagne, *Indicateurs d'efficacité énergétique : fondamentaux pour l'élaboration des politiques publiques*, ont été conçus comme point de départ pour permettre aux décideurs de comprendre à quels niveaux l'efficacité énergétique doit être améliorée, de mettre en œuvre des politiques publiques appropriées et d'en mesurer les impacts. L'objectif final étant de faire de l'efficacité énergétique non seulement un concept mais une réalité.