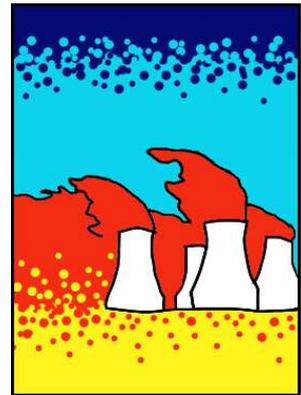


L'énergie durable — Pas que du vent !

*Première partie*

Des chiffres, pas des adjectifs



## 15 Les trucs

L'un des principaux aspirateurs d'énergie dans les pays « développés », c'est la création de tous ces trucs que l'on achète et puis ensuite, que l'on jette. Au cours de son cycle de vie naturel, le « truc » passe à travers trois étapes successives. Tout d'abord, on donne naissance à un nouveau truc, que l'on met dans un emballage qui brille et que l'on présente à l'étalage d'un magasin. A ce stade, on appelle ce truc une « marchandise ». Dès qu'il arrive à la maison et que l'on le sépare de son emballage, s'opère en lui une soudaine transformation, qui le fait passer de l'état de « marchandise » à son second état, celui de « babiole en vrac ». La babiole en vrac vit auprès de son propriétaire pendant un certain temps, qui varie entre quelques semaines et quelques années, durant lequel celui-ci l'ignore largement, parti qu'il est dans les magasins acheter d'autres marchandises. Un jour enfin, par un miracle comme seule l'alchimie moderne sait en produire, la babiole en vrac finit par se transformer à nouveau et adopter son état final, celui de « détritrus ». Il peut être difficile à un œil non averti de distinguer l'état de « détritrus » de l'état de « marchandise » que le truc fut auparavant et qui semblait si attirant. Néanmoins, à ce stade, le délicat propriétaire paie un éboueur pour que celui-ci transporte ce truc loin de chez lui.

Imaginons que l'on veuille connaître le coût énergétique total d'un truc — peut-être dans l'idée de concevoir de meilleurs trucs. Cette démarche, c'est ce que l'on appelle une analyse de cycle de vie. Par convention, on découpe alors le coût énergétique de n'importe quoi qui va d'un sèche-cheveux à un bateau de croisière en quatre morceaux, les phases M, P, U et D :

**Phase M : obtenir des matières premières.** Cette phase exige de dénicher et de déterrer des minerais, de les fondre, de les purifier et de les modifier pour en faire le Lego des fabricants : des plastiques, du verre, des métaux ou des céramiques, par exemple. Les coûts énergétiques de cette phase incluent les coûts de transport pour acheminer les matières premières jusqu'à leur destination suivante.

**Phase P : Production.** Dans cette phase, les matières premières sont transformées en un produit manufacturé. L'usine où les bobines du sèche-cheveux sont enroulées, ses lignes gracieuses moulées et ses éléments soigneusement emboîtés, consomme de la chaleur et de la lumière. Les coûts énergétiques de cette phase incluent le conditionnement et encore du transport.

**Phase U : Utilisation.** Sèche-cheveux et bateaux de croisière engloutissent tous deux de l'énergie quand on les utilise pour ce pour quoi ils ont été conçus.

**Phase D : Destruction.** Cette phase comprend le coût énergétique induit par le fait de remettre le truc dans un trou dans le sol (mise en dé-



FIGURE 15.1. « Vous le voulez. Vous l'achetez. Vous l'oubliez. » Publicité pour la camelote de Selfridges.

	énergie incorporée (kWh par kg)
combustible fossile	10
bois	5
papier	10
verre	7
plastique en polyéthylène	30
aluminium	40
acier	6

TABLEAU 15.2. Énergie incorporée dans un certain nombre de matériaux.

charge), ou de transformer le truc en matières premières (recyclage); puis de nettoyer toute la pollution associée à ce truc.

Normalement, pour déterminer la quantité d'énergie consommée durant toute la vie d'un truc, il faudrait estimer les coûts énergétiques de chacune de ces quatre phases, puis en faire la somme. Mais dans la plupart des cas, le coût énergétique total est dominé par l'une des quatre phases. Donc pour obtenir une estimation raisonnable du coût énergétique total, il suffit juste d'estimer de manière précise le coût de la phase dominante. Si l'on veut reconcevoir un truc pour réduire son coût énergétique total, on se concentre habituellement sur la réduction du coût de sa phase dominante, et on s'assure que les économies d'énergie obtenues sur cette phase ne sont pas annulées par une augmentation de la consommation d'énergie du même ordre sur les trois autres phases.

Plutôt que de faire une estimation détaillée de la quantité de puissance nécessaire pour produire et transporter perpétuellement tous les trucs, nous allons d'abord nous contenter de parler de quelques exemples de trucs courants : cannettes de boisson, ordinateurs, piles, prospectus, voitures et maisons. Ce chapitre se concentre sur les coûts énergétiques des phases M et P. On appelle parfois ces coûts « l'énergie grise » du truc (lorsque cela recouvre les 4 phases), ou son « énergie incorporée » (uniquement lorsque cela recouvre les 2 premières phases M et P) — des noms qui peuvent paraître curieux voire porter un peu à confusion, puisque d'habitude, cette énergie n'est ni colorée, ni littéralement à l'intérieur du truc.

### *Cannettes à boire*

Supposons que vous ayez l'habitude de boire ce sympathique produit chimique international qu'est le coca à raison de cinq cannettes chaque jour, et qu'après les avoir bues, vous jetiez les cannettes en aluminium à la poubelle. Pour ces trucs-là, c'est la phase des matières premières qui domine. La production de métaux est très énergivore, tout particulièrement celle de l'aluminium. Fabriquer une cannette en aluminium requiert 0,6 kWh. Donc, l'habitude de boire cinq cannettes par jour dilapide de l'énergie à un rythme de **3 kWh/j**.

Et si vous préférez l'eau de source aux sodas, sachez qu'une bouteille d'un demi-litre faite de polyéthylène (qui pèse 25 g), incorpore une énergie de 0,7 kWh, autant qu'une cannette en alu — hallucinant, non ?

### *Autres conditionnements*

Le Britannique moyen jette 400 grammes d'emballages par jour — pour l'essentiel, des emballages alimentaires. L'énergie grise de ces emballages va de 7 à 20 kWh par kg quand on va d'un bout à l'autre de leur spectre, du verre aux conteneurs en acier en passant par le papier et les plastiques.



Aluminium : **3 kWh/j**



Emballages :  
**4 kWh/j**



FIGURE 15.3. Cinq cannettes en aluminium par jour représentent 3 kWh/j. La puissance grise des autres conditionnements que le Britannique moyen balance à la poubelle est de 4 kWh/j.

En prenant une énergie grise typique de 10 kWh/kg, on déduit que l'empreinte énergétique du conditionnement est de **4 kWh/j**. Une petite partie de cette énergie grise peut être récupérée lors de l'incinération des déchets, comme nous le verrons dans le chapitre 27.

### Ordinateurs

Fabriquer un ordinateur personnel coûte 1 800 kWh d'énergie. Donc si vous achetez un nouvel ordinateur tous les deux ans, cela correspond à une consommation de puissance de **2,5 kWh par jour**.

### Piles

Fabriquer une pile rechargeable AA au nickel-cadmium, qui peut stocker 0,001 kWh d'énergie électrique et qui a une masse de 25 grammes, a un coût énergétique de 1,4 kWh (phases M et P). Si la fabrication des piles jetables a à peu près le même coût énergétique, alors jeter deux piles AA tous les mois consomme environ **0,1 kWh/j**. Le coût énergétique des piles est donc vraisemblablement un élément mineur dans votre pile rouge d'énergie consommée.

### Journaux, magazines et prospectus

Un certain journal de 36 pages, distribué gratuitement dans les gares de métro et de train, pèse 90 grammes. Le *Cambridge Weekly News* (56 pages) pèse 150 grammes. *The Independent* (56 pages) pèse 200 grammes. Un magazine d'annonces immobilières de 56 pages et le *Cambridgeshire Pride Magazine* (32 pages), tous deux distribués gratuitement à domicile, pèsent respectivement 100 et 125 grammes.

Ce fleuve de papier et d'imprimés publicitaires qui se déverse chaque jour incorpore de l'énergie. Le fabriquer et le distribuer coûte également de l'énergie. Le papier a une énergie grise de 10 kWh par kg. Donc l'énergie incorporée dans un flot individuel typique de prospectus, de magazines et de journaux, se montant à 200 grammes de papier par jour (c'est l'équivalent d'un exemplaire de *The Independent* par jour, par exemple) est d'environ **2 kWh par jour**.

Recycler le papier permettrait d'économiser environ la moitié de son énergie de fabrication ; l'incinération ou la combustion du papier dans un feu individuel permettrait également de récupérer une partie de l'énergie incorporée.

### Des trucs encore plus gros

Le plus gros truc que la plupart des gens achètent, c'est une maison.

Processeurs :  
**2,5 kWh/j**



FIGURE 15.4. Elle fait des puces.  
Photo : ABB.

Fabriquer un ordinateur personnel tous les deux ans coûte 2,5 kWh par jour.



Journaux,  
prospectus,  
magazines :  
**2 kWh/j**

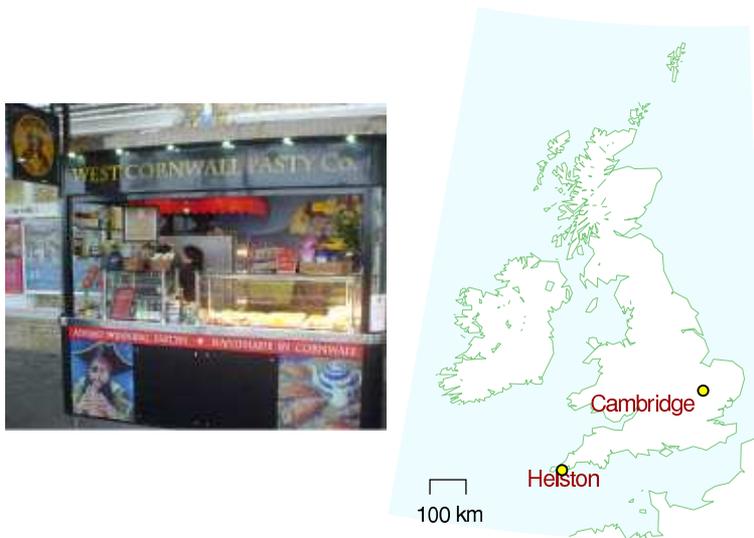


FIGURE 15.5. Nourriture-kilomètres. Des sucreries faites à Helston, en Cornouailles, et livrées à 580 kilomètres de là, à Cambridge, pour y être consommées.

Dans le chapitre H, je fais l'estimation du coût énergétique de la construction d'une nouvelle maison. En supposant que l'on remplace chaque maison tous les 100 ans, le coût énergétique estimé est de 2,3 kWh/j. Ce n'est que le coût énergétique de la création du *bâti* de la maison — les fondations, les briques des murs, les tuiles et les poutres du toit. Si le taux d'occupation moyen d'une maison est de 2,3, la dépense énergétique moyenne pour construire la maison est alors estimée à **1 kWh par jour et par personne**.

Qu'en est-il d'une voiture, d'une route? Certains d'entre nous possèdent la première, et en général, nous partageons tous la seconde. L'énergie incorporée d'une nouvelle voiture est de 76 000 kWh — donc si vous en changez tous les 15 ans, cela fait un coût énergétique moyen de **14 kWh par jour**. Une analyse de cycle de vie menée par Treloar, Love et Crawford estime que la construction d'une route australienne coûte 7 600 kWh par mètre (une route en béton armé de bout en bout), et que, si l'on prend en compte les coûts de maintenance, le coût total sur 40 ans atteint 35 000 kWh par mètre. A partir de cette valeur, calculons un chiffre approximatif du coût énergétique des routes britanniques. Il y a 45 000 kilomètres de routes nationales en Grande-Bretagne (on exclut les autoroutes). En partant d'un coût de 35 000 kWh par mètre et par période de 40 ans, ces routes nous coûtent **2 kWh/j par personne**.

## Transporter tous ces trucs

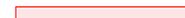
Jusqu'à présent, j'ai essayé de faire des estimations de la consommation *individuelle*. « Si vous balancez cinq canettes de coca, ça fait 3 kWh; si vous achetez *The Independent*, ça fait 2 kWh. » Mais maintenant, les choses

Construction de maisons :  
**1 kWh/j**



Fabrication  
des voitures :  
**14 kWh/j**

Construction de routes :  
**2 kWh/j**



vont devenir un peu moins personnelles. Puisque nous sommes en train d'estimer la quantité d'énergie nécessaire pour le transport à travers le pays et le monde, je vais prendre des totaux nationaux et les diviser par la taille de la population.

Le transport par fret se mesure en tonnes-kilomètres (t-km). Si une tonne de sucres voyage sur 580 km (figure 15.5), alors on dit que 580 t-km de transport de fret ont été effectués. L'intensité énergétique du transport routier au Royaume-Uni est d'environ **1 kWh par t-km**.

Lorsque le navire porte-conteneurs de la figure 15.6 transporte 50 000 tonnes de marchandises sur une distance de 10 000 kilomètres, il effectue 500 millions de t-km de transport de fret. L'intensité énergétique du transport de fret sur ce navire porte-conteneurs est de **0,015 kWh par t-km**. Notez à quel point le porte-conteneurs est plus efficace que la route pour le transport de fret. Toutes ces intensités énergétiques sont montrées par la figure 15.8.

### *Transporter ces trucs par la route*

En 2006, le transport routier en semi-remorque en Grande-Bretagne atteignait 156 milliards de t-km. Partagées entre 60 millions de personnes, cela fait 7 t-km par jour et par personne, soit un coût de **7 kWh par jour et par personne** (en supposant une intensité énergétique de 1 kWh par tonne-kilomètre). Soit dit en passant, un quart de ces marchandises transportées est de la nourriture, des boissons ou du tabac.

### *Transporter ces trucs sur l'eau*

En 2002, 560 millions de tonnes de fret ont transité par les ports britanniques. Le Centre Tyndall a calculé que la part du coût énergétique du transport maritime international qui revenait à la Grande-Bretagne était de **4 kWh par jour et par personne**.

### *Transporter l'eau ; vider le petit coin*

L'eau, voilà un truc pas très glamour. Pourtant, on en consomme beaucoup — environ 160 litres par jour et par personne. D'un autre côté, nous fournissons environ 160 litres par jour et par personne d'eaux usées aux compagnies de traitement des eaux, via les égouts. Le coût du pompage de l'eau à travers le pays et du retraitement des eaux usées est d'environ **0,4 kWh par jour et par personne**.

### *Dessalement*

Pour le moment, le Royaume-Uni ne dépense pas d'énergie pour dessaler l'eau de mer. Mais on parle ici ou là de créer des usines de dessalement



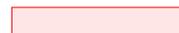
FIGURE 15.6. Le porte-conteneurs *Ever Liberty* au terminal portuaire de Thamesport. Photo de Ian Boyle [www.simplonpc.co.uk](http://www.simplonpc.co.uk).

Fret routier : **7 kWh/j**



FIGURE 15.7. « Ainsi le Camion livre, ainsi le Camion reprend », est-il écrit. Coût énergétique du fret routier au Royaume-Uni : 7 kWh/j par personne.

Bateau : **4 kWh/j**



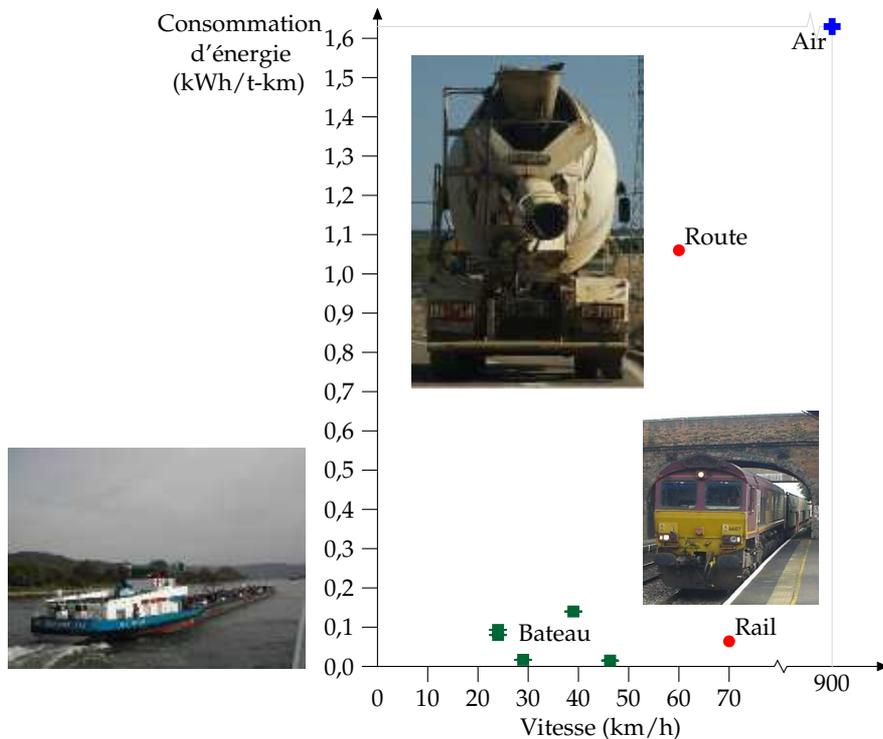


FIGURE 15.8. Besoins énergétiques de diverses formes de transport de fret. Les coordonnées verticales donnent la quantité d'énergie nette consommée en kWh par t-km (c'est-à-dire la quantité d'énergie par t-km de fret déplacé, non compris le poids du véhicule). Voir également la figure 20.23 (besoins énergétiques du transport de passagers).



Le transport sur l'eau a besoin d'énergie parce que les bateaux font des vagues. Néanmoins, le transport de fret est étonnamment efficace en énergie.

à Londres. Quel est le coût énergétique pour transformer de l'eau salée en eau potable ? La méthode la moins énergivore est l'osmose inverse. Prenez une membrane qui ne laisse passer que l'eau, mettez de l'eau salée d'un côté de la membrane, et mettez l'eau salée sous pression. A contrecœur, l'eau se met à suinter de l'autre côté de la membrane, ce qui produit de l'eau pure — à contrecœur, car l'eau pure séparée du sel a une faible entropie, et la nature préfère des états de forte entropie dans lesquels tout est mélangé. Il faut payer la purification par de l'énergie de haute qualité.

L'île anglo-normande de Jersey possède une usine de dessalement qui peut produire  $6\,000\text{ m}^3$  d'eau pure par jour (figure 15.10). En comptant les pompes qui font venir l'eau depuis la mer et la font passer à travers une série de filtres, la totalité de l'usine consomme une puissance de 2 MW. Cela fait un coût énergétique de 8 kWh par  $\text{m}^3$  d'eau produite. Consommer 160 litres de cette eau quotidiennement nécessite donc **1,3 kWh par jour**.

## Vendre des trucs au détail

Les supermarchés britanniques consomment environ 11 TWh d'énergie par an. Partagés entre les 60 millions de joyeux clients, cela fait une puissance de **0,5 kWh par jour et par personne**.

Fourniture et  
enlèvement d'eau :  
**0,4 kWh/j**

FIGURE 15.9. Fourniture d'eau : 0,3 kWh/j. Traitement des eaux usées : 0,1 kWh/j.

Supermarchés :  
**0,5 kWh/j**

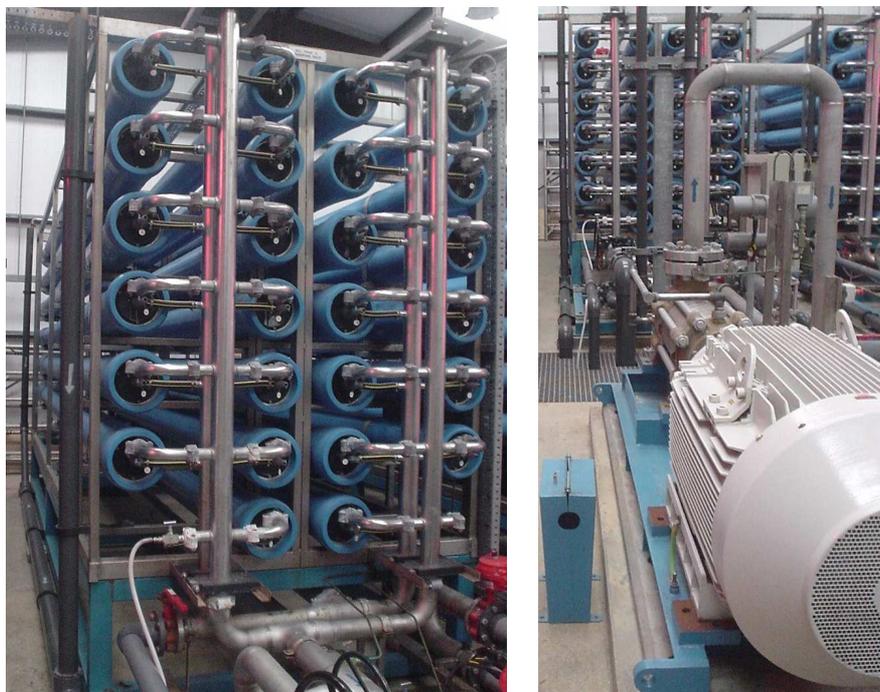


FIGURE 15.10. Une partie de l'installation à osmose inverse dans l'usine de dessalement de Jersey Water. La pompe au premier plan, à droite, a une puissance de 355 kW et comprime l'eau de mer avec une pression de 65 bars dans 39 membranes enroulées en spirale sur les bords des tubes bleus horizontaux à gauche, fournissant 1 500 m<sup>3</sup> d'eau propre par jour. L'eau propre qui sort de cette installation a un coût énergétique total de 8 kWh par m<sup>3</sup>.

## L'importance des importations

Dans les comptabilités standard de la « consommation d'énergie de Grande-Bretagne » ou de « l'empreinte carbone de Grande-Bretagne », les biens importés ne sont *pas* pris en compte. Autrefois, la Grande-Bretagne fabriquait elle-même ses propres trucs, et son empreinte par habitant en 1910 était aussi grosse que celle de l'Amérique aujourd'hui. Maintenant, la Grande-Bretagne ne fabrique plus grand chose (notre consommation d'énergie et nos émissions de carbone ont donc baissé un peu), mais on adore toujours les trucs, et on les fait fabriquer pour nous par d'autres pays. Faudrait-il ignorer le coût énergétique de fabrication de nos trucs, simplement parce qu'ils sont importés ? Je ne crois pas. Dieter Helm et ses collègues d'Oxford estiment qu'avec une comptabilité correcte, qui prend en compte les importations et les exportations, l'empreinte carbone de la Grande-Bretagne passe des « 11 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par personne » officielles à près du *double*, environ 21 tonnes. Ceci signifie que la part la plus grande de l'empreinte énergétique du Britannique moyen revient à la fabrication de tous les trucs que l'on importe.

Dans le chapitre H, j'explore encore un peu plus profondément cette idée en regardant le poids des importations britanniques. En laissant de côté les importations de combustibles, la Grande-Bretagne importe un peu plus de 2 tonnes par personne de trucs divers chaque année, dont environ 1,3 tonne par personne sont des biens transformés et manufacturés comme

des véhicules, des machines, des appareils ménagers et des équipements électriques et électroniques. Cela fait autour de 4 kg par jour et par personne de biens manufacturés, qui sont essentiellement faits de matériaux dont la production requiert au moins 10 kWh d'énergie par kilogramme de biens. J'estime donc que cet empilement de voitures, de réfrigérateurs, de fours à micro-ondes, d'ordinateurs, de photocopieurs et de téléviseurs incorpore une puissance d'au moins 40 kWh par jour et par personne.

Pour résumer toutes ces formes de trucs et leur transport, je vais ajouter **48 kWh par jour et par personne** à la pile de consommation pour la fabrication de tous nos objets jetables (composés d'au moins 40 pour les importations, 2 pour un quotidien, 2 pour la construction de routes, 1 pour la construction de maisons, et 3 pour les emballages divers et variés); et je vais également ajouter **12 kWh par jour et par personne** supplémentaires pour le transport par mer, par route, par pipeline, et pour le stockage de la nourriture dans les supermarchés.

*Travaillez jusqu'à acheter.*

Dicton populaire

## Notes et bibliographie

Page n°

- 105 *Fabriquer une cannette en aluminium requiert 0,6 kWh.* Une cannette pèse 15 g. Des estimations du coût énergétique total de la production d'aluminium varient entre 60 et 300 MJ/kg [yx7zm4], [r22oz], [yhrest]. Le chiffre que j'ai utilisé provient de *The Aluminium Association* [y5as53] : 150 MJ par kg d'aluminium (40 kWh/kg).
- *Une bouteille d'un demi-litre faite de polyéthylène.* Source : Hammond et Jones (2006) — l'énergie grise du polyéthylène est de 30 kWh par kg.
  - *Le Britannique moyen jette 400 g d'emballages par jour.* En 1995, la Grande-Bretagne a consommé 137 kg d'emballages par personne (Hird et al., 1999).
  - *... acier ...* Selon la Swedish Steel, « la consommation de charbon et de coke est de 700 kg par tonne d'acier fini, égale à environ 5 320 kWh par tonne d'acier fini. La consommation de pétrole, de GPL et d'électricité est de 710 kWh par tonne de produit fini. La consommation totale d'énergie (primaire) est donc d'environ 6 000 kWh par tonne d'acier fini. » (soit 6 kWh par kg.) [y2ktgg]
- 106 *Fabriquer un ordinateur personnel coûte 1 800 kWh d'énergie.* La fabrication d'un PC requiert (en énergie et en matières premières) l'équivalent d'environ 11 fois son propre poids en combustibles fossiles. Les réfrigérateurs et les voitures en requièrent 1 à 2 fois leur poids. Williams (2004); Kuehr (2003).
- *... Une pile rechargeable AA au nickel-cadmium.* Source : Rydh et Karlström (2002).

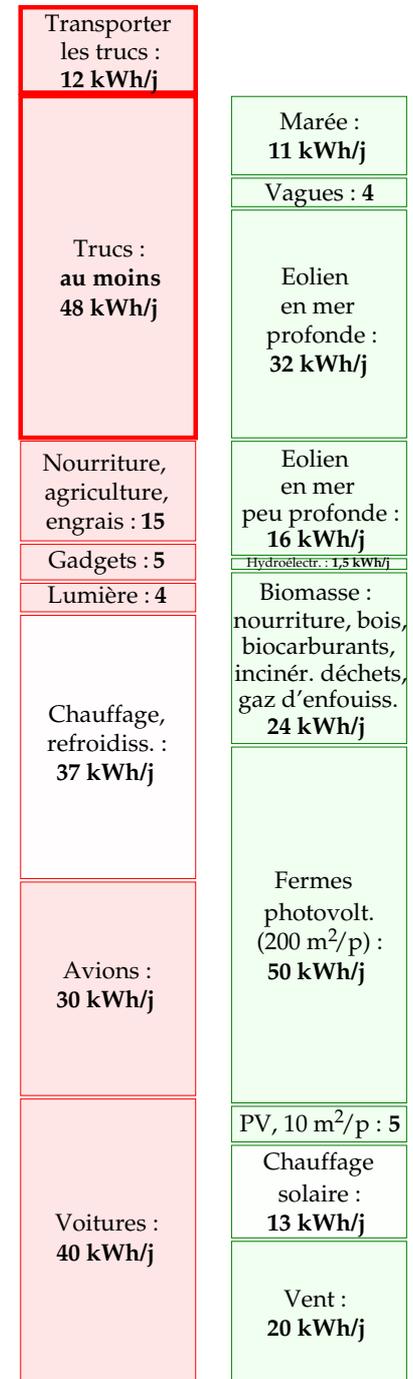


FIGURE 15.11. Fabriquer nos trucs coûte 48 kWh/j voire plus. Les acheminer et les livrer coûte 12 kWh/j.

- 107 *L'énergie incorporée d'une nouvelle voiture est de 76 000 kWh.* Source : Treloar et al. (2004). Burnham et al. (2007) donne un chiffre inférieur : 30 500 kWh pour le coût énergétique net d'une voiture sur l'ensemble de son cycle de vie. L'une des raisons pour expliquer la différence est sans doute que son analyse du cycle de vie suppose que le véhicule est recyclé, ce qui réduit le coût net des matériaux.
- 106 *Le papier a une énergie grise de 10 kWh par kg.* Faire des journaux à partir de bois brut a un coût énergétique d'environ 5 kWh/kg, et le papier lui-même incorpore à peu près autant d'énergie que le bois, environ 5 kWh/kg. (Source : Ucuncu (1993); Erdinçler et Vesilind (1993); voir page 334.) Les coûts énergétiques varient selon les usines à papier et les pays. 5 kWh/kg est le chiffre trouvé par Norrström (1980) pour une imprimerie suédoise en 1973, qui estimait que des mesures d'efficacité pourraient réduire ce coût à environ 3,2 kWh/kg. Une analyse de cycle de vie plus récente (Denison, 1997) estime à 12 kWh/kg le coût énergétique net de production à partir de bois brut, puis d'un mélange classique de mise en décharge et d'incinération d'un papier journal aux États-Unis ; le coût énergétique de la production de papier journal à partir de matériau recyclé et de son recyclage est de 6 kWh/kg.
- 108 *L'intensité énergétique du transport routier au Royaume-Uni est d'environ 1 kWh par t-km.* Source : [www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/energyenvironment](http://www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/energyenvironment).
- *L'intensité énergétique du transport de fret sur ce porte-conteneurs est de 0,015 kWh par tonne-km.* Le *Ever Uberty* — longueur 285 m, largeur 40 m — a une capacité de 4 948 EVP, une charge en lourd de 63 000 tonnes, et une vitesse de croisière de 25 nœuds ; la puissance de son moteur en régime normal est de 44 MW. Un EVP (« équivalent vingt pieds ») est une unité standardisée de mesure de volume d'un petit conteneur de 20 pieds de long — 20 pieds sur 8 pieds de large et 8,5 pieds de haut, cela fait un peu moins de 40 m<sup>3</sup>. La plupart des conteneurs que l'on voit aujourd'hui sont des conteneurs de 40 pieds, qui ont un volume de 2 EVP. Un conteneur de 40 pieds pèse 4 tonnes et peut transporter 26 tonnes d'objets divers. En supposant que son moteur a un rendement de 50 %, la consommation d'énergie de ce navire atteint 0,015 kWh d'énergie chimique par tonne-kilomètre. [www.mhi.co.jp/en/products/detail/container\\_ship\\_ever\\_uberty.html](http://www.mhi.co.jp/en/products/detail/container_ship_ever_uberty.html)
  - *la part du coût énergétique du transport maritime international qui revenait à la Grande-Bretagne...* Source : Anderson et al. (2006).
- 109 **Figure 15.8. Consommation énergétique des bateaux.** Les cinq points de la figure correspondent à un porte-conteneurs (46 km/h), un vraquier (24 km/h), un supertanker (29 km/h), une péniche (24 km/h), et le NS Savannah (39 km/h).
- Vraquier** 0,08 kWh/t-km. Un vaisseau avec une capacité de stockage de céréales de 5 200 m<sup>3</sup> a une charge en lourd de 3 360 tonnes. (La charge en lourd est la masse de cargaison que le bateau peut transporter.) Il croise à une vitesse de 13 nœuds (24 km/h), son unique moteur qui fournit une puissance de 2 MW consomme 186 g de fioul par kWh d'énergie fournie (rendement de 42 %). [conoship.com/uk/vessels/detailed/page7.htm](http://conoship.com/uk/vessels/detailed/page7.htm)
- Supertanker** Un supertanker moderne consomme 0,017 kWh/t-km [61brab]. Poids du fret : 40 000 tonnes. Capacité : 47 000 m<sup>3</sup>. Puissance fournie par le moteur principal : 11,2 MW maximum. Vitesse à 8,2 MW : 15,5 nœuds (29 km/h). L'énergie grise de la cargaison de pétrole est de 520 millions de kWh. Donc 1 % de l'énergie du pétrole est utilisée pour transporter celui-ci sur un quart de tour de Terre (10 000 km).
- Rouliers** Les bateaux de la compagnie de transport Wilh. Wilhelmsen effectuent du transport de fret avec un coût énergétique compris entre 0,028 et 0,05 kWh/t-km [5ctx4k].
- 109 *Un coût en énergie de 8 kWh par m<sup>3</sup> pour dessaler l'eau de mer.* Une manière plus parlante de dire les choses est de déterminer quelle augmentation de température de l'eau on obtiendrait si l'on injectait la même quantité d'énergie sous forme de chaleur dans le même volume d'eau. La réponse est : (8 kWh/1 000 litres)/(4,2 kJ/°C/litre)  $\simeq$  7°C. Ce résultat permet de conclure que si l'on dessale l'eau pour prendre une douche ou pour cuisiner, le coût énergétique du dessalement est vraiment ridicule comparé à la quantité d'énergie qui sera utilisée plus tard dans le cycle de vie de l'eau.

108 *Le coût du pompage de l'eau à travers le pays et du retraitement des eaux usées est d'environ 0,4 kWh/j par personne. La consommation totale d'énergie de l'industrie de l'eau en 2005–2006 était de 7 703 GWh. Fournir 1 m<sup>3</sup> d'eau a un coût énergétique de 0,59 kWh. Retraiter 1 m<sup>3</sup> d'eaux usées a un coût énergétique de 0,63 kWh. Pour tous ceux que les émissions de gaz à effet de serre intéressent, l'approvisionnement en eau a une empreinte de 289 g de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> d'eau distribuée, et le traitement des eaux usées 406 g de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> d'eaux usées.*

La consommation domestique d'eau est de 151 litres par jour et par personne, et la consommation d'eau totale est de 221 litres par jour et par personne. Les fuites s'élèvent à 57 litres par jour et par personne. Sources : Bureau des affaires scientifiques et techniques du Parlement britannique [[www.parliament.uk/documents/upload/posttpn282.pdf](http://www.parliament.uk/documents/upload/posttpn282.pdf)], Water UK (2006).

109 *Les supermarchés britanniques consomment environ 11 TWh/an.* [yqbz13]

110 *Dieter Helm et al. suggèrent qu'en prenant en compte les importations et les exportations, l'empreinte carbone de Grande-Bretagne est presque **multipliée par deux**, pour atteindre environ 21 tonnes.* Helm et al. (2007).

