

**Fiches de calculs des familles 2015**

**Pour entrer dans le sujet - L'énergie dans le quotidien de quatre familles en 2015**  
**Consommations d'énergie et émissions - Logements**  
**Consommations d'énergie et émissions - Transports et déplacements**  
**Pour conclure - Quatre familles en 2035**

*Ce texte est conçu comme un document compagnon du livre « L'électricité, au cœur de notre futur bas-carbone ». Il n'est pas conçu comme un document indépendant. Il complète les quatre chapitres mentionnés ci-dessus.*

Cette annexe présente les détails des calculs qui conduisent à la consommation finale à la maison, ainsi qu'aux émissions de CO<sub>2</sub> à la maison et dans les transports et déplacements, en 2015, des quatre familles présentées au début du livre par une description et un dessin synthétisant ces consommations et ces émissions.

Les calculs sont faits sur un an : il s'agit donc de consommations d'énergie et d'émissions annuelles. Pour simplifier les formules, ceci est rappelé uniquement pour les valeurs totales pour chaque famille.

Les calculs d'émissions utilisent les valeurs données dans l'annexe Unités et valeurs de référence du livre, notamment 200 gCO<sub>2</sub>/kWh obtenu par combustion du gaz naturel, 250 gCO<sub>2</sub>/kWh par celle de l'essence et 400 gCO<sub>2</sub>/kWh celle du bois.

Les spécifications techniques des équipements et appareils indiquées sont des valeurs typiques issues de catalogues fournisseurs.

Les calculs détaillés de puissance installée de la chaudière ou de la pompe à chaleur, ceux pour le chauffe-eau instantané ou à accumulation, sont détaillés seulement dans le cas des Dupont. Ils peuvent être faits par analogie pour les autres familles.

Le nombre de chiffres significatifs est limité généralement au maximum à quatre chiffres pour éviter les précisions illusoires : les résultats arrondis sont indiqués par le symbole  $\approx$ .

**Famille Dupont** (deux adultes)

**France : Mix électrique 50 gCO<sub>2</sub>/kWh** (en moyenne annuelle)

**Lille :** DJU = 2 700 °C·j et DJUCL = 200 °C·j, pour T<sub>r</sub> = 18 °C (pour chauffage et climatisation)

Logement

- Maison de 135 m<sup>2</sup> avec 2,7 m de hauteur sous plafond, soit un volume de 364,5 m<sup>3</sup>.
- Isolation : G = 1,2 W/m<sup>2</sup>·°C

Présence chez eux : 290 jours/an (quatre semaines d'absences l'été et un week-end sur deux).

**Consommation annuelle d'énergie à la maison**

Pertes (ou gain) de chaleur par seconde et par degré d'écart avec l'extérieur :

$$(364,5 \text{ m}^3) \cdot (1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}) = 437 \text{ W/°C}$$

**Chauffage et climatisation**

- **Besoin annuel de chauffage pour la maison entière :**
  - Perte de chaleur annuelle :  $(437 \text{ W/°C}) \cdot (2\,700 \text{ °C}\cdot\text{j}) \cdot (24 \text{ h/j}) = 28\,317\,600 \text{ Wh} \approx 28\,320 \text{ kWh}$  (la multiplication par 24 vient de ce que le DJU est en °j et qu'on veut un résultat en Wh).
- **Besoin annuel effectif de chauffage :**
  - Saison de chauffage du 15 octobre au 15 avril : 182 jours/an.

- Chauffage arrêté 13 week-ends entre le 15/10 et le 15/4.  
Nombre de jours de chauffe : 156 jours.
- 35 m<sup>2</sup> des chambres d'enfants non chauffés.
- Besoin effectif :  $(28\,320 \text{ kWh}) \cdot (100/135) \cdot (156/182) = 17\,981 \approx \mathbf{18\,000 \text{ kWh}}$
- **Consommation annuelle effective de la chaudière (gaz naturel) :**  
Chauffage central au gaz avec une chaudière de rendement  $\eta_c = 90 \%$  et un rendement du réseau de chaleur de la maison  $\eta_r = 90 \%$ , soit une consommation de :  
 $(18\,000 \text{ kWh}) / (0,9 \cdot 0,9) \approx \mathbf{22\,200 \text{ kWh}}$
- **Puissance installée de la chaudière :**
  - Température intérieure souhaitée : 20 °C
  - Température extérieure retenue : - 7 °C, soit un écart de 27 °C
  - La chaudière doit « vaincre » une perte de chaleur par seconde de :  $(437 \text{ W/}^\circ\text{C}) \cdot (27 \text{ }^\circ\text{C}) = 11\,799 \text{ W} \approx 11,8 \text{ kW}$   
La chaudière doit avoir une puissance installée égale à :  
 $(11,8 \text{ kW}) \cdot (10/9) \cdot (10/9) = 14\,568 \text{ W} \approx \mathbf{14,6 \text{ kW}}$
- **Pas de climatisation**

#### *Eau chaude sanitaire*

- **Consommation annuelle d'énergie**
  - Besoin de chauffer chaque jour 150 litres de 50 °C pour la faire passer de 15 °C à 65 °C.
  - Chaleur massique de l'eau (cf. Unités et valeurs de référence) : 1,16 Wh/l·°C
  - Énergie nécessaire :  $(150 \text{ l}) \cdot (50 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (1,16 \text{ Wh/l}\cdot^\circ\text{C}) = 8,7 \text{ kWh}$
  - En prenant 10 % de pertes :  $(8,7 \text{ kWh}) \cdot (100/90) = 9,67 \text{ kWh}$
  - Consommation annuelle :  $(9,67 \text{ kWh/j}) \cdot (290 \text{ j}) = 2\,803 \text{ kWh} \approx \mathbf{2\,800 \text{ kWh}}$
- **Puissance nécessaire dans le cas d'un chauffe-eau à accumulation (situation des Dupont)**
  - Pour un chauffe-eau à accumulation standard de temps de chauffage 6h, puissance nécessaire :  
 $(9,67 \text{ kWh}) / (6 \text{ h}) \approx \mathbf{1,6 \text{ kW}}$ .
- **Puissance nécessaire dans le cas d'un chauffe-eau instantané (pour l'exemple)**
  - Besoin de 20 l/min à 40 °C obtenus par mélange de 10 l à 15 °C (eau froide) et 10 l à 65 °C (eau chaude).
  - Donc augmentation de température de 50 °C de 1/6 l d'eau par seconde.
  - La chaleur massique de l'eau 1,16 Wh/l·°C s'écrit aussi :  $1,16 \cdot 3\,600 \text{ Ws/l}\cdot^\circ\text{C}$
  - Puissance nécessaire :  $(1/6 \text{ l}) \cdot (50 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (1,16 \cdot 3\,600 \text{ Ws/l}\cdot^\circ\text{C}) = 34\,800 \text{ W} = \mathbf{34,8 \text{ kW}}$ , à comparer à la puissance du chauffe-eau à accumulation (1,6 kW) et celle de la chaudière de la maison (14,6 kW).

#### *Cuisson*

- Cuisinière électrique moderne à induction avec un four :  $P_{\text{nom}} = 10 \text{ kW}$ ; 1 h/j à puissance 1/3 environ 290 j/an, soit une consommation de :  $(10 \text{ kW}) \cdot 1/3 \cdot (1\text{h/j}) \cdot (290 \text{ j}) = 967 \text{ kWh} \approx 970 \text{ kWh}$ .
- Cuit-vapeur :  $P_{\text{nom}} = 1 \text{ kW}$ ; 2 h/semaine sur 48 semaines, soit : 96 kWh.
- Consommation annuelle totale pour la cuisson arrondie à **1 100 kWh (électricité)**.

*Autres consommations spécifiquement électriques : 2 200 kWh :*

	Appareil	P <sub>nominale</sub> (W)	P <sub>moyenne</sub> selon usage (W)	Consommation (kWh)	kWh
Cuisine hors cuisson	Réfrigérateur/congélateur Classe A+	200	22 W. Éteint pendant les vacances	180	400
	Lave-vaisselle	1 200	1 kWh/cycle, 1 cycle/2 j	145	
	Bouilloire Mixer	1 000 500	Forfaitairement	75	
Lessive	Lave-linge	3 000	0,9 kWh/cycle 4 cycles/semaine	175	500
	Sèche-linge	3 000	2,2 kWh/cycle 140 cycles/an Lessive séchant dehors si soleil	310	
Éclairage	30 LED (hors chambres enfants)	12 chacune	5 h/j en moyenne	17 (chacune)	500
Salle de bains	Chauffage d'appoint	1 000	0,5 h/j	145	200
	Sèche-cheveux, etc.		Forfaitairement	50	
Loisirs et communication	Box Internet	20	12h/j	70	600
	Télévision LCD	150	1h/j	45	
	2 Chaînes Hi-fi	50	P <sub>nom</sub> = 20, 3h/j	17 (chacune)	
	2 Ordinateurs à écran plat	80 en fonct, 30 en veille	4h/j en fonctionnement, 8h/j en veille	93 (en fonct.) 70 (en veille) (chacun)	
	2 Tablettes, deux téléphones mobiles, une imprimante partagée		Forfaitairement	100 (en tout)	

*Total des consommations à la maison: 28,3 MWh (dont 6,1 MWh d'électricité et 22,2 MWh de gaz naturel).*

*Émissions totales de CO<sub>2</sub> à la maison : 4,74 tCO<sub>2</sub> (dont 0,30 tCO<sub>2</sub> pour l'électricité et 4,44 tCO<sub>2</sub> pour le gaz naturel).*

### Émissions annuelles de CO<sub>2</sub> provoquées par les déplacements

*En voiture : 6 000 km*

- Modèle : hybride rechargeable : 6 l/100 km (propulsion essence) et 12 kWh/100 km (propulsion électrique, suivant norme NEDC).
- Émissions annuelles :
  - **600 kgCO<sub>2</sub>** pour 4 000 km en propulsion thermique (240 litres d'essence).
  - **12 kgCO<sub>2</sub>** pour 2000 km en propulsion électrique (240 kWh d'électricité).

**En transports en commun urbains : 1 000 km**

- Métro et tramway de l'agglomération lilloise : 6,4 gCO<sub>2</sub>/passager·km [*transpole.fr*].
- Distance parcourue : 500 km chacun.
- Émissions annuelles : **6,4 kgCO<sub>2</sub>**

**En train : 40 000 km**

- TGV: 5 g de CO<sub>2</sub>/passager·km [*sncf.com*]
- Distance parcourue : 20 000 km chacun.
- Émissions annuelles : **200 kgCO<sub>2</sub>**

**En avion : 12 800 km**

- Avion moyen-courrier sur Paris - Le Caire (distance : 3 200 km) : 230 kg de CO<sub>2</sub> par passager en classe économique [*icao.int*].
- Distance parcourue : 6 400 km chacun
- Émissions annuelles : **920 kgCO<sub>2</sub>**

**Émissions annuelles totales de CO<sub>2</sub> pour les transports : 1,74 t CO<sub>2</sub>.****Consommation totale d'énergie et émissions annuelles de CO<sub>2</sub>**

**La consommation totale d'énergie des deux Dupont à la maison est de 28,3 MWh/an.**

**Pour leur maison ainsi que pour leurs transports et voyages privés, ils provoquent au total, l'émission d'environ 6,5 tCO<sub>2</sub>/an, soit 3,25 tCO<sub>2</sub>/an chacun.**

**Évolution pour 2035**

L'isolation de la maison aura été améliorée :  $G = 1,0 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$  au lieu de  $1,2 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

La chaudière à gaz aura été remplacée par une pompe à chaleur air-eau de COP annuel moyen 3.

- **Consommation annuelle effective d'électricité pour le chauffage (pompe à chaleur)**
  - Besoin effectif de chauffage :  $(18\,000 \text{ kWh}) \cdot (1/1,2) = 15\,000 \text{ kWh}$
  - Consommation effective d'électricité compte tenu du rendement du réseau de chaleur de la maison, supposé inchangé (0,9) :  
 $(15\,000 \text{ kWh} / 3) / 0,9 = 5\,555 \text{ kWh/an} \approx \mathbf{5\,600 \text{ kWh}}$
- **Puissance installée de la pompe à chaleur**
  - Par  $-7 \text{ }^\circ\text{C}$ , température de référence choisie précédemment pour la chaudière, comme G aura baissé de 1,2 à 1, la perte de chaleur par seconde passera de 11,8 kW à 9,8 kW.
  - En supposant qu'à cette température le COP de la PAC soit égal à 2, sa puissance devra être égale à :
  - $(9,8 \text{ kW}) \cdot (1/2) \cdot (10/9) = 5,463 \text{ kW} \approx \mathbf{5,5 \text{ kW}}$

**Famille Jones** (deux adultes, trois enfants)

**États-Unis (Géorgie) : Mix électrique : 500 gCO<sub>2</sub>/kWh** (en moyenne annuelle)

**Atlanta** : DJU = 1 600 °C·j et DJUCL = 1 020 °C·j, pour  $T_r = 18 \text{ }^\circ\text{C}$  (pour chauffage et climatisation)

**Logement**

- Maison de 250 m<sup>2</sup> avec 2,7 m de hauteur sous plafond, soit un volume de 675 m<sup>3</sup>
- Isolation :  $G = 1,4 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

- Présence chez eux : la maison est toujours occupée, par de la famille et des amis quand les Jones sont absents.

### Consommation annuelle d'énergie à la maison

Perte (ou gain) de chaleur par seconde et par degré d'écart avec l'extérieur :  $(675 \text{ m}^3) \cdot 1,4 = 945 \text{ W/}^\circ\text{C}$

### Chauffage et climatisation

- **Besoin annuel de chauffage** hors pertes des installations:  
 $(945 \text{ W/}^\circ\text{C}) \cdot (1\ 600 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{j}) \cdot (24 \text{ h/j}) = 36\ 288 \text{ kWh} \approx 36\ 300 \text{ kWh}$
- **Consommation effective de gaz naturel** du système de chauffage à air pulsé de rendement 80% (en tenant compte de la chaudière et des conduites):  $(36\ 288 \text{ kWh}) / 0,8 = 45\ 360 \text{ kWh} \approx \mathbf{45\ 400 \text{ kWh}}$
- **Climatisation électrique** à air pulsé de rendement 90 % (tenant compte des conduites) :  
 $(945 \text{ W/}^\circ\text{C}) \cdot (1\ 020 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{j}) \cdot (24 \text{ h/j}) / 0,9 \approx \mathbf{25\ 700 \text{ kWh}}$

### Eau chaude sanitaire

- Chauffe-eau à gaz à accumulation de 280 l :  $P_{\text{nom}} = 10 \text{ kW}$ ; 1h  $\frac{3}{4}$  par jour soit :  
 $(10 \text{ kW}) \cdot (1\text{h } \frac{3}{4} / \text{j}) \cdot (365 \text{ j}) \approx \mathbf{6\ 400 \text{ kWh}}$

### Cuisson

- Cuisinière au gaz naturel avec un four :  $P_{\text{nom}} = 10 \text{ kW}$  ; 1 h/j en semaine, 2h/j en week-end à 75 % de puissance environ, soit une consommation de :  $(10 \text{ kW}) \cdot (9 \text{ h/semaine}) \cdot 52 \text{ (semaine)} \cdot (75/100) \approx 3\ 500 \text{ kWh}$ .
- Micro-ondes :  $P_{\text{nom}} = 1,2 \text{ kW}$  ;  $P_{\text{moy}} = 0,8 \text{ kW}$  ; 40 mn/j, soit 200 kWh.
- Consommation totale pour la cuisson : **3 500 kWh (gaz naturel)** et **200 kWh (électricité)**.

### Autres consommations spécifiquement électriques : 10 400 kWh/an :

	Appareil	$P_{\text{nominale}}$ (Watt)	$P_{\text{moyenne}}$ / usage	Consommation (kWh)	kWh
Cuisine hors cuisson	Réfrigérateur/congélateur Classe A+ de 540 litres et congélateur 140 litres	400 et 200	$P_{\text{moy}} = 60 \text{ W}$ et $P_{\text{moy}} = 40 \text{ W}$ toujours en fonctionnement	520 et 350	1 300
	Lave-vaisselle	2 100	1 kWh/cycle, 1 cycle/j	365	
	Bouilloire Mixer	1 000 500	Forfaitairement	75	
Lessive	Lave-linge	5 300	2 kWh/cycle 8 cycles/semaine	830	1 800
	Sèche-linge	3 000	2,3 kWh/cycle 8 cycles/semaine	960	
Éclairage	24 LED 12 W +24 ampoules 75 W + 6 halogènes 200 W	3 290	3 h/j en moyenne		3 600
Salles de bains (nombre : 4)	Sèche serviettes	1 000	0,5 h/j	180	900
	Sèche-cheveux, etc.		Forfaitairement	50	
Loisirs et communication	Box Internet	20	Toujours en fonctionnement	175	2 800

	Télévision LCD (5)	80	2h/j	60 (chacune)
	Home cinéma	500	3h/j	550
	5 Ordinateurs à écran plat	80 en fonct, 30 en veille	3h/j en fonctionnement, 21h/j en veille	90 (en fonct.) 230 (en veille) (chacun)
	5 tablettes, 5 téléphones mobiles, imprimantes		Forfaitairement	200 (en tout)

**Total des consommations à la maison: 91,6 MWh dont 36,3 MWh d'électricité et 55,3 MWh de gaz naturel.**

**Émissions totales de CO<sub>2</sub> à la maison : 26,6 tCO<sub>2</sub>, dont 15,5 tCO<sub>2</sub> pour l'électricité et 11,1 tCO<sub>2</sub> pour le gaz naturel.**

### Émissions de CO<sub>2</sub> dues aux déplacements et aux voyages

#### **En voiture : 59 000 km**

- Emma: 14 100 km (60 km/j); mini van 2012 consommant 11,8 l/100 km soit 1 700 l
- Chuck: 14 100 km (60 km/j); pick-up truck consommant 14,7 l/100 km soit 2 100 l
- Billy et Ginette : 23 500 km (100 km/j) ; berline 2002 consommant 10,2 l/100 km soit 2 500 l
- En tout 51 700 km et 6 300 l pour domicile-travail. En ajoutant 15 % pour déplacements privés (avec chaque véhicule pour simplifier), on obtient 7 245 l arrondis à : 7 200 l.
- Les émissions annuelles associées sont égales à **18 000 kgCO<sub>2</sub>** pour quelque 59 000 km

#### **En transports en commun urbains : 9 400 km**

- Emma: 9 400 km (40 km/j); métro 64 gCO<sub>2</sub>/km (estimation).
- Les émissions annuelles associées sont sensiblement égales à **600 kgCO<sub>2</sub>**

#### **En avion : 77 000 km**

- Avion long-courrier sur Atlanta - Munich (distance : 7 700 km) : 400 kgCO<sub>2</sub> par passager et par trajet en classe économique [*icao.int*].
- Distance parcourue : 15 400 km chacun.
- Les émissions annuelles sont égales à **4 000 kgCO<sub>2</sub>** pour la famille.

**Émissions totales de CO<sub>2</sub> pour les transports : 22,6 tCO<sub>2</sub>**

### Consommation totale d'énergie et émissions de CO<sub>2</sub>

**La consommation totale d'énergie des Jones à la maison est donc de 91,6 MWh/an.**

**Pour leur maison ainsi que pour leurs transports et voyages privés, ils provoquent au total, l'émission de 49,2 tCO<sub>2</sub>/an soit 9,8 tCO<sub>2</sub>/an chacun.**

### **Famille Li** (deux adultes, deux enfants)

**Chine (Beijing) : Mix électrique 600 gCO<sub>2</sub>/kWh** (en moyenne annuelle)

**Beijing** : DJU = 2 850 °C·j et DJUCL = 1100 °C·j, pour T<sub>r</sub> = 18 °C.

Présence chez eux : 348 jours/an (absences : 9 jours l'été plus deux fois 4 jours pour voir les familles).

Logement

- Appartement de 65 m<sup>2</sup> avec 2,8 m de hauteur de plafond, soit un volume de 182 m<sup>3</sup>.

- Isolation thermique :  $G = 0,4 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$  (le coefficient  $G$  d'un appartement est plus faible que celui d'une maison individuelle car les appartements au-dessus et en dessous, ainsi que ceux qu'il jouxte, fournissent une isolation).

Présence chez eux : 348 jours (absences : 9 jours l'été plus deux fois 4 jours pour visiter leurs familles).

### Consommation d'énergie dans l'appartement

Perte (ou gain) de chaleur par seconde et par degré d'écart avec l'extérieur :  $65 \cdot 2,8 \cdot 0,4 = 72,8 \text{ W/}^\circ\text{C}$

### Chauffage et climatisation

- **Besoin annuel de chauffage de l'appartement** en négligeant les pertes du système de chauffage:  $(72,8 \text{ W/}^\circ\text{C}) \cdot (2\,850 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{j}) \cdot (24 \text{ h}) \approx 4\,980 \text{ kWh}$
- **Couvert par :**
  - **Le réseau de chaleur (gaz naturel):**  
Saison de chauffe 15/11 – 15/3 : **5 000 kWh/**
  - **Les chauffages d'appoint (électriques) :** 200 heures (jours très froids ou aussi jours froids hors période de fonctionnement du réseau de chaleur) ; 1kW (grande pièce), 2 · 0,5 kW (chambres des enfants), soit  
 $200 \text{ h} \cdot 2 \text{ kW} = 400 \text{ kWh}$
- **Consommation pour la climatisation :** besoin annuel pour les chambres des enfants ( $2 \cdot 10 \text{ m}^2$ ) :  $(20 \text{ m}^2) \cdot (2,8 \text{ m}) \cdot (0,4 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (1\,100 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{j}) \cdot (24\text{h}) = 591 \text{ kWh}$   
Couvert par les climatiseurs (pompes à chaleur de COP 3 dans chaque chambre) :  $591 / 3 = 197 \approx 200 \text{ kWh (électricité)}$ .

**Eau chaude sanitaire** (on compte une demi-consommation par enfant)

180 l/j fournis par chauffe-eau instantané au gaz, avec  $\Delta T = 55 \text{ }^\circ\text{C}$  et 10 % de pertes soit :  $(180 \text{ l/j}) \cdot (55 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (1,16 \text{ kWh/l}\cdot^\circ\text{C}) \cdot (348 \text{ j}) / 0,9 = 4\,450 \text{ kWh (gaz naturel)}$ .

### Cuisson

- Cuisinière à gaz avec four à gaz :  $P_{\text{nom}} = 10\,000 \text{ kW}$  ; 1 h/j à puissance 1/4 environ ; **875 kWh (gaz naturel)**.
- Cuiseur à riz (électricité) :  $P_{\text{nom}} = 1 \text{ kW}$  ; 1 h/j ; **350 kWh (électricité)**.
- Consommation totale pour la cuisson, gaz et électricité ensemble : 1 225 kWh

**Autres consommations spécifiquement électriques : 2 750 kWh**

	Appareil	$P_{\text{ nominale}}$ (W)	$P_{\text{ moyenne selon}}$ usage (W)	Consommation (kWh)	kWh
Cuisine hors cuisson	Réfrigérateur/congélateur Classe C	200	40 W. Éteint pendant les vacances	350	450
	Bouilloire Cuiseur de riz	1 000 500	Forfaitairement	100	
Lessive	Lave-linge	3 000	1 kWh/cycle 3 cycles hebdo.		150
Éclairage	12 à 75 W, 6 à 60 W		5 h/j, 2h/j en moyenne		1 820
Salle de bains	Sèche-cheveux, etc.		Forfaitairement	50	50
	Box Internet	20	6 h/j	40	

Loisirs et communication	Télévision LCD	150	2 h/j	90	280
	Chaîne Hi-fi	50	$P_{nom} = 20, 1h/j$	7	
	2 Ordinateurs à écran plat	80 allumé 30 en veille	3h/j allumé 3h/j en veille	84 (allumé)/ordi 31 (en veille)/ordi	
	Trois téléphones mobiles, une imprimante partagée		forfaitairement	30 en tout	

**Total des consommations : 14,0 MWh/an (dont 3,7 MWh/an d'électricité, 5,3 MWh/an de gaz naturel dans l'appartement et 5 MWh/an de gaz par le réseau de chaleur).**

**Émissions totales de CO<sub>2</sub> : 4,3 tCO<sub>2</sub>/an (dont 2,22 tCO<sub>2</sub>/an pour l'électricité, 1,06 tCO<sub>2</sub>/an pour le gaz naturel dans l'appartement et 1 tCO<sub>2</sub>/an par le réseau de chaleur).**

### Émissions de CO<sub>2</sub> dues aux déplacements et aux voyages

#### En métro : 7 000 km

- Métro de l'agglomération de Beijing : 50 gCO<sub>2</sub>/passager·km [[bjtrc.org.cn](http://bjtrc.org.cn)]
- Li Ming (pour le travail) : 250 j · 20 km = 5 000 km soit **250 kgCO<sub>2</sub>**
- Famille Li (loisirs, week-end): 4 · 50 · 10 km = 2 000 km soit **100 kgCO<sub>2</sub>**

#### En train : 26 500 km

- TGV : 30 g de CO<sub>2</sub>/passager·km
- Beijing-Wuhan (8 · 1 060) + Vacances (8 · 1 500) + Championnats (2 · 3 000)
- Émissions annuelles de la famille : **800 kgCO<sub>2</sub>**

#### En avion : 16 800 km

- Avion Beijing - Kunming (2 100 km) : 147 kg de CO<sub>2</sub> par passager en classe économique [[icao.int](http://icao.int)]
- Distance parcourue : 4 200 km chacun
- Émissions annuelles : **1 180 kgCO<sub>2</sub>** aller-retour pour la famille

**Émissions totales de la famille pour les transports : 2,33 t CO<sub>2</sub>**

### Consommation totale d'énergie et émissions annuelles de CO<sub>2</sub>

**La consommation totale d'énergie de la famille Li chez elle est de 14,0 MWh/an.**

**Pour leur appartement et pour leurs transports et voyages privés, ils provoquent au total l'émission d'environ 6,6 tCO<sub>2</sub>/an soit 1,65 tCO<sub>2</sub>/an chacun.**

### Famille Menye (trois adultes, sept enfants)

**Cameroun : Mix électrique 150 gCO<sub>2</sub>/kWh** (en moyenne annuelle)

**Djoum (Yaoundé) : DJU = 0 °j et DJUCL = 2 224 °j, pour T<sub>r</sub> = 18 °C**

#### Logement

- Maison de 100 m<sup>2</sup> avec 2,5 m de hauteur sous plafond, soit un volume de 250 m<sup>3</sup>.
- Isolation G = 2 W/m<sup>3</sup>.
- Alimentation par le réseau électrique 240 j/an et sans alimentation par le réseau 120 j/an.

Présence chez eux: 360 j/an (absences d'une partie seulement de la famille non prises en compte)



**Consommation annuelle d'énergie à la maison**

**Chauffage et climatisation : 0 kWh**

**Eau chaude sanitaire : 0 kWh**

**Cuisson**

Consommation de bois 4 kg/j pour la famille, soit 1 400 kg/an : **6 300 kWh (bois)**.

**Autres consommations : 800 kWh :**

	Appareil	P <sub>nominale</sub> (W)	P <sub>moyenne</sub> selon usage (W)	Consommation (kWh)	kWh
Réfrigérateur	Quand le réseau fonctionne	200	25	144	144
Lessive	Manuelle				0
Éclairage	Quand le réseau fonctionne : 4 ampoules 60 W (7h/j)	240		404	510
	Quand le réseau ne fonctionne pas: 5 lampes solaires de 25 W (7h/j)	125		105	
Loisirs et communication	2 téléphones mobiles 4h/semaine	4 (/Chargeur)		0,8 (par mobile)	146
	Télévision 4h/j (quand le réseau fonctionne)		150	144	

**Total des consommations à la maison : 7,1 MWh (dont 6,3 MWh de bois et 0,8 MWh d'électricité dont 0,1 MWh hors réseau).**

**Émissions totales de CO<sub>2</sub> à la maison : 2,64 tCO<sub>2</sub> (dont 0,12 tCO<sub>2</sub> pour l'électricité et 2,52 tCO<sub>2</sub> pour le bois, la combustion du bois produisant en moyenne 400gCO<sub>2</sub>/kWh, cf. Annexe valeurs de référence).**

**Émissions annuelles de CO<sub>2</sub> provoquées par les déplacements**
**En mototaxi : 520 km**

- Émissions de CO<sub>2</sub> du mototaxi: 100 g/km
- Déplacements hebdomadaires de la tante de Rose à l'hôpital : 10 km aller-retour, donc soit 520 km
- Émissions annuelles : **52 kgCO<sub>2</sub>**

**En tricycle : 2 800 km**

- Émissions de CO<sub>2</sub> du tricycle : 120 g/km
- Déplacements hebdomadaires moyens sur 50 semaines :
  - de Rose aux champs pour transporter des produits (sinon elle va à pied): deux allers-retours de 8 km
  - de Franck pour son épicerie: deux allers-retours de 10 km
  - pour autres activités: 20 km aller-retour
- Émissions annuelles : 56 km/semaine · 50 semaines · 0,12 g/km = **336 kgCO<sub>2</sub>**

*En taxi-brousse : 7 500 km*

- Émissions de CO<sub>2</sub> du taxi-brousse par personne : 30 g/km
- Déplacements de cinq membres de la famille : 1 500 km chacun
- Émissions annuelles : **225 kgCO<sub>2</sub>**

*Émissions annuelles totales de CO<sub>2</sub> pour les transports : 0,615 tCO<sub>2</sub>*

**Consommation totale d'énergie et émissions annuelles de CO<sub>2</sub>**

*La consommation totale d'énergie annuelle de la famille Menye à la maison est de 7,1 MWh/an.*

*Pour leur maison ainsi que pour leurs transports et voyages privés, ils provoquent au total l'émission de 3,3 tCO<sub>2</sub>/an, pour trois adultes et sept enfants.*