



## **Source des données : statistiques et cas réels**

Découvrez les sources et les exemples ayant servi à définir les données chiffrées d'Ecoville.





## Logements

### Surfaces et nombre d'habitants

Logements : surface et habitants	Surface par logement	Habitants par logement	Source
Individuels (1 logement par immeuble)	107,3	2,76	<a href="http://www.recensement.insee.fr/RP99/rp99/c_affiche.affiche?nivgeo=F&amp;codgeo=2&amp;produit=P_LOGB&amp;theme=LOG&amp;typeprod=ALL&amp;lang=FR">http://www.recensement.insee.fr/RP99/rp99/c_affiche.affiche?nivgeo=F&amp;codgeo=2&amp;produit=P_LOGB&amp;theme=LOG&amp;typeprod=ALL&amp;lang=FR</a>
Petits immeubles (2-9 logements)	69,9	1,8	<a href="http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&amp;ref_id=NATFPS05233">http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&amp;ref_id=NATFPS05233</a>
Tours (10 ou plus de logements)	67,57	1,74	<a href="http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&amp;ref_id=NATFPS05201">http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&amp;ref_id=NATFPS05201</a>

La surface moyenne d'un logement en France est de 91m<sup>2</sup> (INSEE).  
Dans Ecoville, les chiffres ont été arrondis à l'entier supérieur.

### Consommation d'énergie

Voici les consommations d'énergie annuelles moyennes d'un foyer :

Logements : consommations d'énergie finale	Total kWh/an
Immeuble collectif récent	11064
Immeuble collectif ancien	14294
Maison individuelle récente	20918
Maison individuelle ancienne	24236

Source : « Les chiffres clés du bâtiment 2009 », ADEME.

La consommation moyenne est de 18572 kWh/an, ce qui, pour un logement de 91m<sup>2</sup> en moyenne représente une consommation de 204 kWh/m<sup>2</sup>/an, sachant que pour l'électricité il s'agit d'énergie finale.

La répartition moyenne est de 83% pour les usages liés à la chaleur (chauffage, cuisson, eau chaude), de 17% pour les usages d'électricité spécifique.

A partir de ces données, nous avons décliné des caractéristiques énergétiques en fonction de l'isolation des immeubles d'Ecoville (c'est pourquoi les consommations de chauffage varient mais pas celles d'électricité) :



<b>Logements : consommation d'énergie primaire</b>	<b>Total kWh/m<sup>2</sup>/an</b>	<b>Chauffage kWh/m<sup>2</sup>/an</b>	<b>Electricité kWh/m<sup>2</sup>/an</b>
Très mal isolé	368	281	87
Mal isolé	318	231	87
Moyennement isolé	268	181	87
Assez bien isolé	218	131	87
Bien isolé	168	81	87
Très bien isolé	113	26	87
Basse consommation	95	8	87

Une pondération a été appliquée aux logements collectifs sur les consommations de chauffage : -10% pour les immeubles, -15% pour les tours. Cela permet de prendre en compte la réduction des pertes de chaleur due au moindre nombre de parois en contact avec l'extérieur dans les logements d'un immeuble.

Pour passer les consommations d'électricité finale en énergie primaire, le facteur utilisé en France est 2,58. Toutefois, le réseau électrique ne s'arrête pas aux frontières : il y a constamment des importations et exportations d'électricité entre pays voisins. Nous utilisons donc le facteur 3, qui correspond au facteur européen.

## Production photovoltaïque

Les logements d'Ecoville peuvent être équipés de panneaux photovoltaïques.

Pour définir leur production d'électricité, nous sommes partis d'un exemple concret : l'installation Soleil-Marguerite sur le toit terrasse d'un petit immeuble à Villeurbanne (69). Celle-ci produit 12500 kWh/an pour une puissance installée de 12,84 kWc (kilowatts crête), soit une production de 975 kWh/kWc. L'installation a coûté 6,7 euros HT/Wc.

Pour plus d'informations sur cet exemple, consultez le site : <http://www.soleilmarguerite.org/>

Nous avons considéré que les petits immeubles et les grands immeubles n'ont pas forcément de grandes différences en terme de surface disponible en toiture ; nous avons donc déterminé une fourchette de production et attribué des valeurs différentes à chaque immeuble. Dans la réalité la production varie en fonction de l'orientation, l'inclinaison, les ombres, etc.

En ce qui concerne les maisons individuelles, l'expertise d'HESPUL indique une production d'environ 2000 kWh/an, pour 2 kWc de puissance installée, sur 20m<sup>2</sup> (données valables en France métropolitaine).

<b>Logements: production photovoltaïque</b>	<b>kWh/an</b>
Maisons	2000
Petits immeubles	8000 - 16 000
Tours	8000 - 16 000
Prix (évolution vers le solaire) en kilo euros	Formule : (PO / 1000 * 6700)/1000



## Infrastructures

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

Pour la plupart des infrastructures de production d'énergie, conserver les caractéristiques à l'échelle 1/1 n'a pas de sens dans le jeu Ecoville. En effet, dans la réalité ces infrastructures couvrent les besoins d'une population beaucoup plus importante que celle d'Ecoville. Par exemple, une centrale thermique à l'échelle 1/1 dans Ecoville permettrait de couvrir plusieurs fois les besoins de la commune tout en émettant bien plus de CO<sub>2</sub> que le taux autorisé.

Nous avons donc cherché, à partir d'exemples réels, à considérer une échelle qui permette la jouabilité dans Ecoville. Il faut que la production d'énergie soit une contrainte par rapport à la demande, et que les joueurs soient incités à utiliser plusieurs sources d'énergie.

Pour les émissions de CO<sub>2</sub>, les émissions par kWh sont celles du tableau « Contenu CO<sub>2</sub> des combustibles courants » (colonne ACV) disponible ici : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu\\_CO2](http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu_CO2).

Comme des émissions de CO<sub>2</sub> sont déjà associées aux logements, pour les infrastructures énergétiques nous n'avons compté que les émissions de CO<sub>2</sub> liées aux secteurs primaire et secondaire. Pour cela nous avons considéré la répartition de consommation d'électricité par secteur. Les secteurs primaire et secondaire représentent 35% du total.

Source : Chiffres clé de l'énergie – édition 2009, Service de l'observation et des statistiques du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer : Consommation finale d'électricité par secteur

[http://www.statistiques.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Repere\\_energie\\_2009\\_BAT\\_01-12\\_cle05161b-1.pdf](http://www.statistiques.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Repere_energie_2009_BAT_01-12_cle05161b-1.pdf)

Répartition des émissions de CO <sub>2</sub> par secteur	TWh	Pourcentage
Sidérurgie	12	3%
Industrie	121	27%
<b>Résidentiel-Tertiaire</b>	<b>289</b>	<b>65%</b>
Agriculture	7	2%
Transports	13	3%
TOTAL	442	100%

Infrastructures énergétiques	Emissions de CO <sub>2</sub>				Sources : exemples réels
	Puissance MW	Energie MWh	Par kWh en gCO <sub>2</sub> eq/kWh	Totales en tCO <sub>2</sub> eq (35%)	
Eoliennes	2	4174	4	5,84	Parc éolien de Sainbois (45)
Centrale thermique charbon, échelle 1/20	12,5	48750	1000	17062,50	Centrale de La Maxe (57)
Barrage hydraulique, échelle 1/16	22,5	30937,5	10	108,28	Barrage de Monteynard (38)
Chaufferie bois	0,17	259,2	0,013	0,00	Chaufferie automatique au bois de Griesbach au Val (68). (1MAP = 864 kWh selon ADEME RA.)
Arbres				-1	

ECOVILLE – Source des données



Liens vers les données sur Internet :

- **Parc éolien de Sainbois (45)** <http://www.thewindpower.net/champ-eolien-377-sainbois-nordex-n90-2300.php>
- **Centrale de La Maxe (57)** <http://energies.edf.com/edf-fr-accueil/la-production-d-electricite-edf/thermique/les-centrales-thermiques-a-flamme/la-maxe/presentation-120815.html>
- **Barrage de Monteynard (38)** <http://www.hydrelect.info/articles.php?lng=fr&pg=59>
- **Chaudière automatique au bois de Griesbach au Val (68).** [www.ademe.fr/alsace/pdf/fiche11.pdf](http://www.ademe.fr/alsace/pdf/fiche11.pdf) (1MAP = 864 kWh selon ADEME RA.)
- **Arbres** <http://www.unep.org/billiontreecampaign/FRENCH/FactsFigures/FastFacts/index.asp>

Note concernant les arbres : nous avons estimé très grossièrement ce chiffre avec la logique suivante : "Un hectare d'arbres peut absorber jusqu'à 6 tonnes de CO<sub>2</sub> par an" (voir source). On considère qu'un élément arbre d'Ecoville occupe un quart d'hectare, soit 1,5 tCO<sub>2</sub> absorbées. Ce chiffre est arrondi à 1 tCO<sub>2</sub> absorbée parce qu'on n'est pas en climat de forêt tropicale, (en climat tempéré, les arbres poussent plus lentement et absorbent donc moins de CO<sub>2</sub>).

## Production et traitement des déchets

Les Français produisent 590 kg de déchets par personne et par an, tous déchets confondus (<http://ecocitoyens.ademe.fr/mes-dechets>). Si l'on ne considère que les ordures ménagères, le taux descend à 390 kg par personne et par an (les 200 autres sont amenés en déchèterie). Pour Ecoville, nous avons utilisé la valeur de 590 kg par habitants, puisque la production de déchets n'est comptabilisée qu'en fonction du nombre d'habitants.

Pour les incinérateurs, nous avons utilisé l'exemple de l'**UIOM de Strasbourg** (Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères)<sup>1</sup>. Cette UIOM fonctionne avec cogénération. Pour adapter les valeurs à un incinérateur sans cogénération nous avons tronqué les données correspondant à la cogénération. En ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, nous avons utilisé les données du protocole EpE (Entreprises pour l'Environnement), soit 0,303 tCO<sub>2</sub> par tonne de déchet pour un incinérateur sans cogénération et 0,127 tCO<sub>2</sub> par tonne de déchet pour un incinérateur avec cogénération (information non disponible en ligne).

<b>Incinérateurs</b>	<b>Capacité en t/an</b>	<b>Capacité en nombre d'habitants</b>	<b>Conso énergétique MWh/an</b>	<b>Production énergétique MWh/an</b>	<b>Emissions de CO<sub>2</sub></b>
Incinérateur avec cogénération, échelle 1/90	3043,7	5503,9	1634,4	2683	386,5
Incinérateur sans cogénération, échelle 1/90	2029,17	3669,3	1089,6		614,8

Pour les autres infrastructures de traitement des déchets, nous avons cherché à maintenir une cohérence en ce qui concerne la capacité des installations par rapport aux données déterminées pour les incinérateurs : les déchèteries ont ainsi une capacité moindre à celle de l'incinérateur.

<sup>1</sup> Son bilan énergétique a été étudié par Ibrahim DIALLO dans le cadre de son mémoire professionnel (Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg), disponible en ligne : <http://engees-proxy.u-strasbg.fr/339/>



## Equipements collectifs

Une partie des équipements collectifs sont des bâtiments communaux. Les données de consommation énergétique et d'émissions de CO<sub>2</sub> par mètre carré viennent de l'enquête 2005 « Energie et patrimoine communal » publiée par l'ADEME

(<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=ADC1B3093C25567F1E403200229975AB1194971356623.pdf>).

Nous avons utilisé les valeurs par m<sup>2</sup> et avons attribué des surfaces aux bâtiments. Pour les piscines, il s'agit de la surface du bassin. Les émissions de CO<sub>2</sub> sont établies avec la moyenne de 170 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh consommé.

<b>Bâtiments communaux</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>/an</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/an</b>
Ecole (primaire)	160	2500	400000
Groupe scolaire (secondaire)	153	5000	765000
Bâtiments administratifs	156	1750	273000
Piscine de quartier	3249	312,5	1015313
Piscine olympique	3249	1250	4061250
Equipements sportifs – Stade	145	10000	1450000
Equipements sportifs – Court de tennis	145	300	43500
Equipements culturel – Salle de spectacles	143	750	107250

Pour d'autres services et les activités économiques, nous nous sommes basés sur des exemples existants. Nous avons utilisé le même facteur pour les émissions de CO<sub>2</sub> que pour les bâtiments communaux.

<b>Autres équipements</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>/an</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/an</b>
Hôpital de 92 lits	204	7800	1591200
Usine de transformation alimentaire	4301	9300	39999300
Hypermarché	300	9385	2815500

### Hôpital

La consommation en kWh/m<sup>2</sup>/an est fonction du nombre de lits et vient d'une enquête ADEME Poitou-Charentes.

([http://www.arecpc.com/tableau\\_bord\\_energie\\_poitou\\_charentes/etude/sante/hopitaux.pdf](http://www.arecpc.com/tableau_bord_energie_poitou_charentes/etude/sante/hopitaux.pdf))

La surface en fonction du nombre de lits a été évaluée par rapport à l'exemple du bâtiment de néphrologie des hôpitaux de Marseille.

(<http://www.ap-hm.fr/aphm/fr/ressources/travauxaphm/CONCEPTION.html>)

### Usine de transformation alimentaire

Exemple des travaux réalisés à l'usine « Aliments Viau » par l'Association Québécoise pour la Maîtrise de l'Energie.

([http://www.aqme.org/AxisDocument.aspx?id=1052&langue=fr&download=true&document=Ene\\_Fiche\\_1.pdf](http://www.aqme.org/AxisDocument.aspx?id=1052&langue=fr&download=true&document=Ene_Fiche_1.pdf))

### Hypermarché

Exemple du centre commercial Blois Vineuil, en ne prenant en compte que la partie hypermarché.

(<http://www.cdurable.info/Auchan-Blois-Vineuil-La-Renaissance-un-centre-commercial-nouvelle-generation-HQE,1938.html>)