

Introduction : La population mondiale ne cesse d'augmenter : 7 milliards de personnes dans le monde en 2011, 9 milliards en 2050 (prévisions de l'ONU). D'autre part, l'émergence de nouveaux pays industrialisés entraîne une augmentation des besoins énergétiques de la planète. En conséquence, la demande mondiale en énergie est de plus en plus importante.

Il est nécessaire : d'assurer un approvisionnement suffisant et sûr, de réduire la dépendance envers les importations d'énergie, de réaliser des investissements dans les nouvelles technologies (Énergie éolienne, Énergie solaire, Géothermie, Développement des centrales nucléaires de quatrième génération, ...), de réaliser des économies d'énergie dans l'habitat, de réduire les gaz à effets de serre, de limiter, traiter les déchets et de les valoriser, de développer de nouvelles ressources énergétiques.

I. Notions importantes

1. Quelques définitions

- La **chimie durable** cherche à pallier les défauts de la chimie traditionnelle qu'on accuse souvent, et parfois à juste titre, d'être polluante, d'exposer, la faune, la flore, les hommes, les sols, les océans et l'air à des substances nocives. Son objectif est d'utiliser des matières premières, d'employer des techniques et de synthétiser des produits dans le respect de l'environnement et de l'homme dans une perspective à long terme.
- La chimie durable privilégie l'utilisation de **matières premières renouvelables** produites par des plantes, des algues et des micro-organismes. Elle essaie en particulier de trouver des substituts aux ressources fossiles telles que le pétrole ou le gaz naturel qui sont condamnées à s'épuiser et dont la combustion produit du dioxyde de carbone responsable de l'augmentation de l'**effet de serre**. Certaines plantes sont capables de produire des substances pouvant être utilisées comme carburants (biocarburants) ou pour la synthèse de matières plastiques (bioplastiques).
- La chimie durable privilégie les techniques de synthèse qui donnent le **moins de sous-produits ou des sous-produits utilisables** (soit directement soit pour d'autres synthèses). En particulier la chimie dite douce s'inspire des techniques de synthèse des organismes vivants (surtout les micro-organismes) afin de mettre au point des procédés qui exploitent des matières premières naturelles et qui nécessitent peu d'énergie (pas de hautes températures).
- Les solvants sont utilisés en chimie en tant un milieu réactionnel ou pour réaliser des extractions. L'eau est un solvant efficace et non polluant mais n'est pas adapté à toutes les situations. Il est courant de faire appel à des solvants organiques mais ces derniers sont rarement entièrement éliminés des produits obtenus et peuvent se diffuser dans l'air, dans l'eau et présenter des risques de toxicité voire être cancérigènes. La chimie durable suggère l'utilisation de **solvants inertes** qui ne présente aucun risque pour l'Homme et l'environnement comme par exemple le dioxyde de carbone supercritique qui est un liquide obtenu à température ambiante en soumettant du dioxyde de carbone gazeux à une pression de plusieurs dizaines de bars (et qui est valorisable).
- La chimie durable préconise d'agir sur trois points: la **diminution des déchets** produits en choisissant des synthèses qui engendrent le minimum de sous-produits, la **valorisation des sous-produits** jusqu'alors inutilisés, la production de **substances recyclables ou biodégradables**.

2. Habitat et bilan énergétique

Le bâtiment étant le plus gros consommateur en énergie, il est essentiel que la construction des habitations soit de moins en moins énergivore.

Les bâtiments contribuent pour : 43 % à l'énergie consommée en France et 22 % aux rejets de gaz à effet de serre.

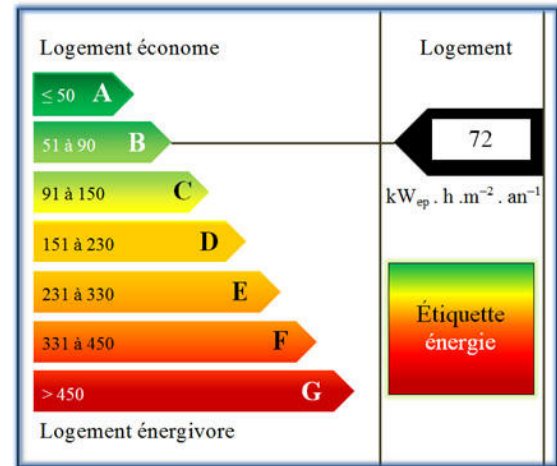
Le Grenelle de l'environnement impose depuis 2009 une réduction de la consommation énergétique des bâtiments. Cette grandeur est mesurée en kWh d'énergie primaire par mètre carré et par an, notée $\text{kWh}_{\text{ep}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

D'ici 2020, la consommation d'énergie des bâtiments devra être réduite de 22 % pour les bâtiments neufs et existants.

Avant 2013, les bâtiments consommaient environ 200 $\text{kWh}_{\text{ep}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ d'énergie primaire (disponible dans la nature) pour le chauffage, la production d'eau chaude, la ventilation, l'éclairage et la climatisation.

Depuis le 1 janvier 2013, ils doivent répondre à une nouvelle norme (RT 2012), qui autorise une consommation d'énergie primaire de 50 $\text{kWh}_{\text{ep}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ pour les bâtiments neufs.

Les futures constructions seront BBC (Bâtiment Basse Consommation) et, dès 2020, à énergie positive (consommation inférieure à la production).



On peut évaluer les performances énergétiques avec un professionnel (diagnostic de performance énergétiques= **DPE**= Etiquette précédente) certifié lors de la vente, de la location ou de la construction d'un bâtiment neuf.

Il se traduit par un document qui comporte des informations sur la consommation d'énergie du bâtiment (chauffage, climatisation, production d'eau chaude sanitaire), Sur le recours aux énergies renouvelables, Sur les émissions de gaz à effet de serre (CO_2), Sur des recommandations et préconisations pour réduire cette consommation.

Application : Une maison individuelle de surface habitable égale à 110 m^2 consomme 3,5 x 10^{10} J par an pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

1. Convertir l'énergie consommée en kWh. Pourquoi préfère-t-on utiliser cette unité plutôt que le joule (J). S'agit-il d'une énergie primaire ou finale ?

2. Calculer son classement énergétique ainsi que celui relatif à l'émission de gaz à effet de serre, dans le cas où la maison est équipée :

- Cas (a) : Tout électrique,
- Cas (b) : D'un chauffage au bois.

Données : Énergie primaire : énergie emmagasinée dans la ressource, disponible dans la nature, avant toute transformation. Énergie finale : énergie utilisée par le consommateur.

1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J. Lorsque l'on consomme 1 Wh, la centrale électrique a dû produire 2,58 Wh d'électricité. Équivalence entre l'émission de CO_2 des combustibles courants et la consommation d'énergie finale :

Source d'énergie	Électricité	Charbon	Fioul	Gaz	Bois
Émission de CO_2 (g / kWh)	90	384	300	234	13

3. Réduction de la consommation énergétique

Pour établir un bilan énergétique simplifié, il est nécessaire de définir le système étudié et de relever la nature des transferts énergétiques entre ce système et le milieu extérieur.

Application : A partir du schéma des transferts thermiques ci-dessous :

1. Quel est le système étudié sur le schéma ?
2. Quelle est la signification des flèches jaunes et des flèches bleues ?

3. Exprimer la variation d'énergie interne ΔU du système étudié en fonction des différents transferts thermiques.

4. On considère que, pour l'intérieur du système de masse m et de capacité thermique c , la variation d'énergie interne est donnée par la relation : $\Delta U = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$. Exprimer le transfert thermique que doit fournir le chauffage pour maintenir la température de l'habitation constante.

6. Quelles sont les solutions permettant de réaliser les économies d'énergie dans le domaine de la construction.



4. La construction durable

En France, dans l'optique d'une division par quatre des émissions de gaz à effet de serre, le Grenelle de l'environnement a fixé des objectifs de réduction de la consommation des bâtiments. Atteindre ces objectifs constitue un double défi, technologique et organisationnel.

Application : Un lycée HQE à Calais : Inauguré en 1998, le Lycée Léonard de Vinci de Calais est le premier établissement en France à adopter de façon aussi complète le label HQE (Haute Qualité Environnementale). Les terrasses végétalisées fixent les poussières et donc épurent aussi l'eau de pluies et les rosées qu'elles recueillent. Ces terrasses végétalisées amortissent également les chocs thermiques. L'évapotranspiration des plantes et l'évaporation de l'eau du substrat rafraichissent la couche d'air. Les eaux pluviales sont utilisées pour le réseau d'eau non potable.

Un lycée ultra moderne, lumineux et convivial. Le projet a coûté 15 % plus cher qu'un lycée « normal », mais la conception permet une économie d'environ 30 % sur les dépenses en énergie et eau.

En pleine production, l'alimentation en énergie électrique du lycée est assurée par une éolienne de 135 kW, un co-générateur au gaz naturel de 230 kW et des panneaux photovoltaïques de 5 kW.

- **Lycée HQE : dix ans de vie et toujours en exemple [...] la haute qualité environnementale, comment ?**

« le principe prévalait dès la fabrication des matériaux rappelle Gérard Bonnel. Elle devait générer le moins de pollution possible. Au lieu de faire venir du bois de pays qui organisaient la déforestation, il a fallu trouver du bois de pays qui replantaient. Les bétons pouvaient être faits en région parisienne, mais finalement, ils sont venus de Marquise : même s'ils étaient un peu plus chers, cela permettait de limiter les émissions de CO₂.

Le principe HQE était aussi appliqué pendant la construction : c'était ainsi la première fois qu'un tri sélectif des déchets était effectué sur un chantier, les camions lavaient leurs roues dans un bassin pour ne pas salir les routes. La haute qualité environnementale est prévue jusque dans la perspective de la déconstruction du lycée : 95 % des matériaux sont recyclables. »

- **La HQE au quotidien.**

L'énergie que consomme le lycée Léonard de Vinci est « propre ». Le symbole le plus frappant en est son éolienne. Mais le lycée possède aussi des panneaux solaires, des pompes à chaleur moins à la mode il y a dix ans qu'aujourd'hui, un générateur à gaz pour la production d'électricité. L'eau qui sert à le refroidir est ensuite utilisée dans le réseau de chauffage. L'établissement récupère les eaux de pluies par un système original de terrasses végétalisées. Mille capteurs permettent de détecter une présence dans une pièce, et donc d'adapter l'éclairage et le chauffage.

1. Expliquer en quelques mots ce que signifie un lycée HQE.
2. Donner des arguments permettant de critiquer le mot souligné dans l'extrait de l'article du journal.
3. Quels sont les avantages à avoir des terrasses végétalisées sur le toit des bâtiments ?
4. Le co-générateur au gaz naturel permet aussi le chauffage du lycée. Schématiser la chaîne énergétique correspondant à ce dispositif (chapitre 12).
5. Le lycée consomme une puissance électrique de 330 kW. Comparer sa consommation et sa production maximale d'électricité. Conclure.

II. Transports et énergie

Quelques chiffres : 83 % des km parcourus par les personnes sont effectués en voiture ; 82 % du trafic de marchandises sont réalisés par la route ; 26 % des émissions de gaz à effet de serre sont issus du transport (1^e émetteur en France). Le secteur des transports routiers est responsable de 26 % des émissions de gaz à effet de serre, et de 37 % des rejets de CO₂.

D'autre part : la hausse du prix du baril de brut de pétrole, la raréfaction programmée des ressources fossiles, la prise de conscience des enjeux environnementaux et climatiques font qu'il va falloir changer nos habitudes. Une véritable révolution verte doit se produire dans le domaine des transports.

Le véhicule hybride est une possible solution : équipé de deux modes de propulsion : Un moteur thermique et un moteur électrique. Lorsque la vitesse est inférieure à 25 km . h⁻¹ environ, le moteur électrique s'enclenche et permet de réaliser des trajets allant jusqu'à 25 km. Au-delà, le moteur thermique peut à son tour fonctionner.

Les **biocarburants** également avec la première génération de biocarburants qui est issue de produits alimentaires : Le biodiésel (huiles de colza, tournesol et de soja) incorporé au gazole sous forme de carburant banalisé et L'éthanol (plantes sucrières, blé, maïs) incorporé à l'essence sous forme de carburant banalisé. Et les biocarburants de deuxième génération, destinés à ne pas entrer en concurrence avec les autres cultures vivrières. Ils utilisent les résidus agricoles et forestiers et des cultures dédiées de plantes à croissance rapide qui nécessitent peu d'eau et fixent les sols.

III. Les énergies de demain

Les **centrales hydroélectriques** (Yaté) sont **peu efficaces** du point de vue énergétique. Les énergies mécaniques qui apparaissent ont des ordres de grandeurs très faibles. Il faut utiliser de grandes quantités d'eau.

Les **énergies thermique, radiative et chimique** qui libèrent des énergies de l'ordre du kWh par kg de matière. Exemple : Il faut environ 0,7kWh pour vaporiser 1,0 kg d'eau à 100°C. Ou les appareils électroménagers consomment en moyenne une puissance électrique comprise entre 0,10 W et 5,0 kW.

L'énergie nucléaire, qui est de loin la forme d'énergie la plus concentrée : 1,0 kg d'uranium fournit une énergie thermique $Q_U \approx 1,0 \times 10^5$ kWh. Alors que la combustion de 1,0 kg de charbon fournit une énergie thermique: $Q_{\text{charbon}} \approx 8,0$ kWh.

Dans le Soleil, 1,0 kg d'hydrogène produit par réaction nucléaire 180 millions de kWh. L'énergie nucléaire est née à la fin des années 1930 avec la découverte de la fission.

L'énergie solaire qui est disponible partout sur Terre et représente, théoriquement, 900 fois la demande mondiale en énergie. Chaque mètre carré reçoit en moyenne 2,0 kWh à 3,0 kWh par jour en Europe du Nord, 4,0 kWh à 6,0 kWh en région Provence Alpes Côtes d'Azur ou sous les tropiques.

