

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA ROMANISTIKU

Ivana Tadić Knežević

Diplomski rad

TERMINOGRAFSKI RAD:

Obnovljivi izvori energije: terminološka analiza

Mentor: mr.sc. Evaine Le Calvé Ivičević

Zagreb, rujan 2015.

UNIVERSITÉ DE ZAGREB
FACULTÉ DE PHILOSOPHIE ET LETTRES
DEPARTEMENT D'ÉTUDES ROMANES

Mémoire de master 2

TRAVAIL TERMINOGRAPHIQUE :

Les énergies renouvelables : analyse terminologique

Étudiante : Ivana Tadić Knežević Directrice de mémoire: dr.sc. Évaine le Calvé Ivičević

Zagreb, septembre 2015

TABLE DES MATIÈRES

0. INTRODUCTION	3
1. PARTIE THÉORIQUE	4
1.1. Qu'est-ce que la terminologie ?	4
1.1.1. Histoire de la terminologie	5
1.2. Langue de spécialité	6
1.3. Terminologie et lexicologie	9
1.3.1. Mot et terme	10
1.3.2. Terme	11
1.3.3. Concept	12
1.4. Terminographie	14
1.4.1. Terminologue et terminographe	14
1.4.2. Terminologie et outils informatiques, terminotique	16
1.5. Méthodologie du travail terminographique	17
1.5.1. Domaine de spécialité	17
1.5.2. Etablissement du corpus	19
1.5.3. Création de fiches terminologiques	20
1.5.4. Définition	21
1.5.5. Contexte	23
1.5.6. Marques d'usage	23
1.5.7. Arborescence	24
2. PARTIE PRATIQUE	26
2. 1. Texte original et traduction croate	30
2. 2. Glossaire français – croate	93
2. 3. Arborescence	108
2. 4. Fiches terminologiques	109

3. CONCLUSION	120
4. BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE	121
4.1. Annexe et corpus	130
5. RÉSUMÉ	161

0. INTRODUCTION

Le langage est le principal moyen de communication humaine. Le langage, comme il est apparu dans les derniers millénaires du développement humain, est un phénomène très complexe. La langue est dynamique, le lexique est dynamique. Le développement des activités et des contacts représente des défis croissants. Il est donc d'autant plus important de développer la terminologie.

Lorsque nous avons choisi la filière traductoise comme cursus de français, nous voulions traiter essentiellement la traduction littéraire. Toutefois, la terminologie est présente dans les œuvres de la littérature mondiale. Nous nous rappelons d'une traductrice de *Germinal*, qui a clairement décrit toutes les difficultés rencontrées lors de la traduction du roman. Tout en travaillant sur sa traduction, elle a fréquemment visité la Faculté de technologie minière et consulté les enseignants. Elle est allée aussi au Musée de la technologie pour se familiariser avec l'apparence et la fonction des outils durant l'exploitation minière, les niveaux de la mine, la manière dont les chevaux étaient introduits dans la mine, etc.

Notre mémoire de master 2 a pour sujet un travail terminologique sur les énergies renouvelables. Le but de ce mémoire de fin d'études est de présenter nos connaissances terminologiques et terminographiques acquises lors de nos études en filière traduction, ainsi que de démontrer notre savoir-faire pratique en traduction de textes spécialisés.

Le texte traduit porte sur les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours. Notre mémoire comporte deux parties, l'une théorique, et l'autre pratique. Dans la partie théorique nous présenterons d'abord le concept de *terminologie* et ses concepts fondamentaux. Cela sera suivi d'un petit parcours historique de la terminologie. Ensuite nous expliquerons les étapes du travail terminologique. Nous terminerons cette partie par une présentation de la méthodologie que nous avons utilisée afin de réaliser notre mémoire. La partie pratique contient une courte introduction au domaine des énergies renouvelables, la traduction du texte spécialisé sur les énergies renouvelables du français vers le croate, un glossaire bilingue, dix fiches terminologiques et une arborescence.

1. PARTIE THÉORIQUE

1.1. Qu'est-ce que la terminologie ?

Dans cette partie théorique du travail, avant de procéder à la partie pratique, nous proposons de répondre à la question incontournable : «Qu'est-ce que la terminologie?»

La linguistique distingue la langue générale de la langue spécialisée, qui a sa propre étiquette et qui est caractérisée par la clarté et l'uniformité.

Depuis que la société moderne est fortement influencée par le développement scientifique et technique, les langues spécialisées ont un impact croissant sur le développement de la langue générale.

La terminologie est une discipline qui joue un grand rôle dans la traduction des textes spécialisés.

Mais il faut tout d'abord mentionner que le mot *terminologie* est en fait polysémique.

On peut dire que la dénomination terminologie recouvre différentes acceptions:

- 1) «l'ensemble des termes d'un domaine,
- 2) les méthodes de collecte et de classement des termes, de création néologique, de normalisation des termes, de diffusion des termes,
- 3) une science dont l'objet est d'ordre linguistique, mais qui est essentiellement pluridisciplinaire et participe à la fois de la linguistique, de la logique, de l'ontologie, de la classologie et de l'informatique.»¹

Robert Dubuc donne la définition suivante de la terminologie : «l'art de repérer, d'analyser, et, au besoin, de créer le vocabulaire pour une technique donnée, dans une situation concrète de fonctionnement de façon à répondre aux besoins d'expression de l'utilisateur»².

¹ Conceição, Manuel Célio. *Concepts, termes et reformulations*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon , 2005, p.30.

² Cité par Nakos-Aupetit, Dorothy. «Réflexions sur la terminologie», dans: *Meta : journal des traducteurs*, vol. 25 (2), juin 1980, p. 254, <http://www.erudit.org/revue/meta/1980/v25/n2/001925ar.html?vue=resume> (page consultée le 1 avril 2015).

Pavel et Nolet proposent deux définitions. Ils indiquent que ce concept dans sa première acception signifie un «ensemble de mots techniques appartenant à une science, un art, un auteur ou un groupe social»³.

«Quant à son objectif il est d'assurer une communication uniforme et transparente ainsi qu'une collaboration et le transfert des connaissances entre les spécialistes d'un domaine, quelle que soit la langue qu'ils parlent»⁴.

1.1.1. Histoire de la terminologie

Les premiers produits terminographiques remontent à l'Antiquité, la terminologie dans le sens le plus large existe depuis les temps anciens. Marcus Fabius Quintilien ("Quintilian") (35-96 après JC) était un rhéteur de l'antiquité. Il fut le début de la terminologie. Au fil du temps, et avec le progrès de la technologie, la terminologie s'est développée. Le Siècle des Lumières marque un intérêt nouveau.

«La discipline commence à apparaître au XIXe siècle à la faveur de la révolution industrielle, qui favorise la création des premiers organismes de normalisation technique.»⁵

Le XIXème siècle a été très important pour la terminologie. L'impulsion pour la terminologie était la révolution technologique. Jusqu'à ce moment, il n'y avait pas de normes dans le domaine technique. Il y avait, par exemple, 15 unités de mesure pour le courant électrique et huit unités de mesure de la force, ce qui provoquait des malentendus coûteux et décourageait le commerce. Donc, on a essayé de résoudre le problème avec les prédécesseurs de la normalisation et de la terminologie travail (voir Arntz, Picht, Mayer, 2004, p. 136).

Les débuts de la terminologie moderne en tant que discipline scientifique remontent ainsi aux années trente du XXème siècle. Eugen Wüster, ingénieur électricien autrichien, est considéré comme son fondateur. Il a principalement cherché à surmonter les difficultés de la communication professionnelle. „Dans les années 1930, il a présenté sa théorie appelée

³ Pavel, Silvia, Nolet, Diane. «Précis de terminologie», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2001, p. 17, http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/pwgsc-tpsgc/S53-28-2001F.pdf (page consultée le 13 mars 2015).

⁴ Cabré, Maria Teresa. «Terminologie ou terminologies? Spécialité linguistique ou domaine interdisciplinaire», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 55-56, <http://www.erudit.org/revue/meta/1991/v/n1/002184ar.html> (page consultée le 14 mars 2012).

⁵ Diki – Kidiri, Marcel. «Terminologie et diversité culturelle», Rifal, (21) 2000, p.6, <http://www2.cfwb.be/franca/termin/charger/rint21.pdf> (page consultée le 1 mars 2012).

Théorie Générale de la Terminologie (TGT) »⁶. « Cette théorie se caractérise par une approche prescriptive, conceptuelle et onomasiologique : elle étudie tout d'abord les concepts, les situe dans un champ de connaissances, *et ensuite envisage leurs désignations* »⁷. Pendant les années 1950 et 1960, il a développé une théorie générale de la terminologie. Sur son travail repose la doctrine de l'école Vienne de la terminologie et la plupart des normes appliquées pour les descriptions terminographiques est basée sur son approche traditionnelle.

Helmut Felber était l'associé de recherche de Wüster. Il est connu pour son travail *Manuel de terminologie*. Les deux autres grands centres de la terminologie étaient Prague et Moscou, célèbres pour leurs écoles.

Aujourd'hui, il y a différents organismes institutionnels comme *CSTN - Commission spécialisée de terminologie et de néologie*.

1.2. Langue de spécialité

Il importe également de positionner le concept *langue de spécialité* par rapport à la *langue générale* (appelée également « langue usuelle, langue commune, langue courante, langue quotidienne, langue ordinaire, langue d'usage »⁸). Les auteurs décrivent cette relation de façon différente. L'Homme dit que « la langue générale est tout ce qui ne fait pas partie de la langue spécifique ». Donc, d'après ce point de vue, ces deux langues s'excluent. Si nous prenons la définition de Cabré, qui définit la LSP comme sous-ensemble de la langue générale, nous pouvons conclure que ces deux langues sont des systèmes dépendants. L'Homme souligne que « la LSP utilise un certain nombre des ressources qui appartiennent à la langue générale, et que en même temps, elle possède ses propres particularités qui la différencient de la langue générale »⁹. « Cette particularité est conditionnée par trois variables : les utilisateurs, les situations de communication et les thèmes »¹⁰. Les utilisateurs de la LSP sont des spécialistes. La communication spécialisée se produit dans un contexte formel qui est régit par des critères

⁶ L'Homme, Marie-Claude. *La terminologie : Principes et concepts*, Montréal: Paramètres, 2004, p. 24.

⁷ L'Homme, Marie-Claude. *La terminologie : Principes et concepts*, Montréal: Paramètres, 2004, p. 26.

⁸ L'Homme, Marie-Claude. « Y-a-t-il une langue de spécialité? Points de vue pratique et théorique », dans: *Langues et linguistique*, numéro spécial *Journées de linguistique*, 2011, p. 30, http://www.lli.ulaval.ca/fileadmin/llt/fichiers/recherche/revue_LL/numero_special_2011/LLSP2011_26-33.pdf (page consultée le 15 mars 2015).

⁹ L'Homme, Marie-Claude. « Y-a-t-il une langue de spécialité? Points de vue pratique et théorique », dans: *Langues et linguistique*, numéro spécial *Journées de linguistique*, 2011, p. 30, http://www.lli.ulaval.ca/fileadmin/llt/fichiers/recherche/revue_LL/numero_special_2011/LLSP2011_26-33.pdf (page consultée le 15 mars 2015).

¹⁰ Cabré, Maria Teresa. « Terminologie et dictionnaires », dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 592-593, <http://id.erudit.org/iderudit/002182ar> (page consultée le 11 mars 2015).

professionnels ou scientifiques. Les domaines spécialisés sont ceux qui ne font pas partie de la communication quotidienne et qui exigent des locuteurs l'apprentissage d'un vocabulaire spécifique. À ce point de vue correspond aussi la division du lexique faite par Cabré. En effet, elle souligne que «toutes les langues de spécialité sont composées du lexique général, qui occupe une partie importante de la langue de spécialité, d'un lexique spécialisé (LS) et d'une terminologie scientifico-technique (TST), qui occupent une partie variable de la langue de spécialité»¹¹. Cette variabilité dépend du degré d'abstraction du texte. Le lexique spécialisé est employé dans les textes spécialisés destinés au grand public, tandis que la terminologie scientifico-technique est utilisée dans la communication entre spécialistes.

Lorsqu'on parle de la relation entre la langue de spécialité et la langue générale, «il est important de mentionner l'échange des mots qui se déroule entre ces deux langues. Cette échange se produit de la langue spécialisée vers la langue générale et inversement»¹². Des termes comme *robotique, ordinateur, informatique, traitement de texte* font partie du vocabulaire d'un locuteur moyen, bien qu'ils appartiennent à la terminologie d'un domaine particulier. «Ce type d'échange est le résultat de la divulgation des matières spécialisées»¹³. Cabré indique que l'échange qui se produit de la langue générale vers les langues de spécialité «...repose sur la terminologisation des mots de la langue générale, qui passent à divers domaines avec des signifiés précis dans chacun d'eux, et, par conséquent, différents entre eux»¹⁴. Ainsi, les termes tels que *bras, membre, corps, pieds, cerveau, œil* sont utilisés en même temps dans le domaine de la mécanique, la construction, l'administration, la géologie, l'informatique, etc.

«Les langues de spécialité sont des variétés professionnelles de discours au sein d'une même langue générale. On devrait donc logiquement considérer ces variétés professionnelles comme des discours de spécialité, et non comme des langues de spécialité.»¹⁵

¹¹ Cabré, Maria Teresa. «Terminologie ou terminologies? Spécialité linguistique ou domaine interdisciplinaire», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 59, <http://www.erudit.org/revue/meta/1991/v/n1/002184ar.html> (page consultée le 14 mars 2012).

¹² Cabré, Maria Teresa. «Terminologie et dictionnaires», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 593, <http://id.erudit.org/iderudit/002182ar> (page consultée le 11 mars 2015).

¹³ Cabré, Maria Teresa. «Terminologie et dictionnaires», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 593, <http://id.erudit.org/iderudit/002182ar> (page consultée le 11 mars 2015).

¹⁴ Cabré, Maria Teresa. «Terminologie et dictionnaires», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 593, <http://id.erudit.org/iderudit/002182ar> (page consultée le 11 mars 2015).

¹⁵ Cabré, Maria Teresa. «Terminologie et dictionnaires», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p. 593, <http://id.erudit.org/iderudit/002182ar> (page consultée le 11 mars 2015).

La langue de spécialité est définie par le domaine où elle est employée. C'est le domaine de spécialité.

Selon Muller la «langue de spécialité ou langue technique est un registre qui provient de l'approfondissement des connaissances et des réalisations techniques dans un secteur donné de l'activité humaine et qui est utilisé, quand la communication a trait à cette spécialisation par des locuteurs, lesquels possèdent ces connaissances et participent à ces réalisations, totalement ou partiellement.»¹⁶

L'évolution du concept de langue de spécialité, langue en spécialité, langue spécialisée, accompagne celle des conceptions de la discipline terminologique et leur fonctionnement discursif ont été envisagés. La langue de spécialité peut être considérée comme un ensemble d'actualisations discursives, dans des contextes spécifiques, des unités linguistiques d'une langue naturelle qui caractérisent la communication dans un domaine ou dans une sphère d'activité. «Cette conception nous donne l'importance du caractère évolutif et dynamique des données terminologiques et ils doivent être appréhendés et utilisés par les locuteurs dans l'étude du rapport entre deux types de connaissances indissociables; connaissances de la langue et connaissances de la spécialité.»¹⁷

Quand on crée un mot comme *logiciel* pour traduire *software*, c'est avant tout pour pouvoir parler français quand on parle d'informatique. Donc, l'objectif n'est pas de créer une autre langue qui serait la langue de spécialité de l'informatique, mais bien d'enrichir la langue française commune avec les termes et phraséologismes qui sont nécessaires à l'expression de ce domaine spécialisé. On veut obtenir une langue française plus étendue, capable de couvrir plus de domaines d'expériences et de connaissances humaines. «C'est la défense d'une identité culturelle plus large, celle de la totalité des locuteurs de la langue dite générale que la terminologie garantit tout en facilitant la diffusion des connaissances.»¹⁸

¹⁶ Conçeição, Manuel Célio. *Concepts, termes et reformulations*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon , 2005, p.43.

¹⁷ Conçeição, Manuel Célio. *Concepts, termes et reformulations*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon , 2005, p.44.

¹⁸ Desmet, Isabel. «Terminologie, culture et société: Éléments pour une théorie variationniste de la terminologie et des langues de spécialité. » Rifal, (26), 2007, p.10, <http://www.termisti.org/rifal/PDF/rifal26/crf-26-01.pdf> (page consultée le 11 avril 2015).

D'un point de vue linguistique et typographique, il faut souligner quelques caractéristiques de langue de spécialité :

- une présentation systématique de l'information, généralement ordonnée et classée,
- un lexique spécifique,
- l'utilisation systématique du lexique avec moins de synonymes,
- la plus grande utilisation des noms et des adjectifs, de nombreux participes et gérondifs,
- l'utilisation des notions exprimées par des syntagmes par rapport aux mots simples,
- une présence importante de sigles, d'acronymes et de symboles,
- des termes formés avec les préfixes et suffixes grecs et latins, utilisés beaucoup plus fréquemment que dans la langue courante,
- une syntaxe spéciale,
- des phrases généralement courtes et peu de subordination complexe,
- l'absence d'exclamations et d'interrogations,
- l'emploi du *nous* de modestie,
- l'emploi fréquent de verbes au présent de l'indicatif et de formules impersonnelles
- des nominalisations

1.3. Terminologie et lexicologie

La terminologie et la lexicologie sont des disciplines linguistiques. La lexicologie se définit en tant qu' « étude des unités de signification (monèmes) et de leurs combinaisons en unités fonctionnelles (mots, lexies, locutions), étudiées formellement, sémantiquement et dans leurs rapports avec la société, la culture dont elles sont l'expression »¹⁹. Par opposition à la terminologie, qui étudie les termes et les concepts en langue de spécialité, la lexicologie s'intéresse au lexique de la langue générale.

«La différence entre ces deux disciplines réside également dans l'étude des unités lexicales. La terminologie est fondée sur la démarche onomasiologique. Elle prend comme point de départ le concept pour arriver à sa désignation, voire le terme.»²⁰ «D'autre part, la lexicologie

¹⁹ Robert, Paul. *Le nouveau Petit Robert: dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*. Paris : Le Robert, 2007, p. 1449.

²⁰ IniTerm.net, «Onomasiologie et sémasiologie», <http://www.initerm.net/post/2008/10/19/Onomasiologie-et-semasiologie> (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

s'intéresse tout d'abord au mot, et ensuite détermine son sens.»²¹ Ce type de procédé s'appelle la démarche sémasiologique.

1.3.1. Mot et terme

Si la terminologie est une discipline linguistique qui étudie les termes, il faut se pencher sur la question: «Qu'est qu'un terme?».

Dans les approches traditionnelles de la terminologie, le concept de terme se définit par rapport à celui de mot et la distinction entre les deux est claire. «En terminologie, les mots et les termes sont souvent considérés comme opposés parce qu'on considérait que la signification du mot dépendait du contexte dans lequel il s'apparaît tandis que celle du terme était fixée.»²²

Cabré dit que l'unité terminologique est parmi toutes les unités lexicales, celle où il y a omniprésence de la référence par dessus les autres fonctions linguistiques.

«Le terme, à la différence du mot qui est une unité de la langue générale, désigne un concept propre au domaine de spécialité.»²³ «Le terme se distingue du mot par sa fréquence d'emploi et par son environnement contextuel qui est généralement invariable»²⁴. «Les termes sont souvent mis en caractères gras ou italiques ou écrits entre les guillemets, ce qui facilite leur reconnaissance»²⁵. Par conséquent, les termes sont habituellement employés par des spécialistes et ils apparaissent dans les textes spécialisés. «Auger et Rousseau indiquent que le terme et le mot diffèrent quant à la catégorie grammaticale»²⁶. Les mots se divisent en : nom, verbe, adjectif, adverbe, préposition, conjonction, etc. Toutefois, le terme est uniquement un mot lexical (nom, verbe, adjectif), il ne peut pas être un mot grammatical (préposition, conjonction, etc.). Il est aussi important de signaler que dans la plupart des cas, les termes

²¹ IniTerm.net, «Onomasiologie et sémasiologie», <http://www.initerm.net/post/2008/10/19/Onomasiologie-et-semasiologie> (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

²² IniTerm.net, «Onomasiologie et sémasiologie», <http://www.initerm.net/post/2008/10/19/Onomasiologie-et-semasiologie> (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

²³ Conceição, Manuel Célio. *Concepts, termes et reformulations*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon , 2005, p.47.

²⁴ De Bessé, Bruno. «Le contexte terminographique», dans: *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36 (1), mars 1991, p.119, <http://www.erudit.org/revue/meta/1991/v36/n1/002067ar.pdf> (page consultée le 26 avril 2015).

²⁵ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 1.2.4. *La différence entre «terme» et «mot»*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 11 juillet 2013).

²⁶ Cabré, Maria Teresa. «Terminologie et dictionnaires», dans *Meta : journal des traducteurs*, vol. 39 (4), mars décembre 1994, p. 593, <http://www.erudit.org/revue/meta/1994/v/n4/002182ar.html> (page consultée le 26 avril 2015).

sont des noms. Des verbes et des adjectifs sont représentés dans une moindre mesure. «Cette prédominance des noms est conditionnée par le caractère dénominatif du terme»²⁷.

1.3.2. Terme

Le terme ou unité terminologique est une «unité linguistique composée d'un ou de plusieurs mots, systématiquement associée à la même définition du concept qu'elle désigne dans un domaine donné»²⁸. Il convient de dire que la communication professionnelle peut être précise à condition qu'un concept corresponde à une seule désignation. À la différence d'un mot de la langue générale, qui est polysémique par nature, le terme devrait être monosémique.

Il existe des termes simples et des termes complexes. Les termes simples sont constitués d'un mot, d'une seule base (char, champ), tandis que les termes complexes sont composés de deux ou plusieurs mots qui sont séparés par des espaces blancs ou liés par des traits d'union, mais ils expriment un concept et du point de vue sémantique si bien qu'ils se comportent comme des mots simples²⁹. «Les termes complexes sont utilisés pour désigner les termes constitués de plusieurs entités graphiques séparées par des blancs ou par des diacritiques comme le trait d'union ou l'apostrophe (grand-mère, rez-de-chaussée, mémoire non rémanente).»³⁰

«La caractéristique principale du terme est la monosémie»³¹. En effet, il existe une relation univoque entre le concept et ses désignations. «Les termes qui représentent un concept sont considérés en tant que synonymes, quasi-synonymes (ou synonymes partiels) et pseudo-synonymes (ou faux synonymes).»³² «Bien que la plupart des termes soient monosémiques, il

²⁷ Auger, Pierre, Rousseau, Louis-Jean et al. *Méthodologie de la recherche terminologique*. Québec : Office de la langue française, 1987, p. 31, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/recherche_terminolog.pdf (page consultée le 26 avril 2015).

²⁸ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.5.2. *Structure des unité terminologique*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

²⁹ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 1.2.4. *La différence entre «terme» et «mot»*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 11 juillet 2013).

³⁰ L'Homme, Marie.-Claude. *La terminologie : Principes et techniques*, Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 2004, p. 81.

³¹ Depecker, Loïc. *Entre signe et concept*. Paris : Presses Sorbonne Nouvelle, 2002, p. 61, http://books.google.hr/books?id=FIPEbfecHI0C&hl=hr&source=gbs_navlinks_s (page consultée le 26 avril 2015).

³² «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.5.5. *Les relations entre les termes ou entre les termes et concepts*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

y en a qui sont polysémiques.»³³ Ces termes désignent plus d'un concept dans une ou plusieurs domaines de spécialité. Il est aussi important de souligner la stabilité de la relation entre le concept et le terme dans les textes qui le traitent. Pavel et Nolet nomment ce phénomène *lexicalisation*. «Mais lorsqu'il s'agit des néologismes ou des termes complexes, la stabilité de cette relation est moins stable»³⁴.

1.3.3. Concept

Le concept ou la notion est une unité structurée de pensée par laquelle nous nous formons une connaissance du réel. Un concept se compose de caractères, unités logiques de base, et s'analyse selon deux principes:

«*L'intension* (ou compréhension, terme traditionnel mais qui peut faire confusion), qui représente l'ensemble des caractères qui constituent un objet.

Par exemple: une table se définit comme un meuble comportant un plan soutenu par des pieds;

L'extension, qui représente l'ensemble des objets auxquels s'applique ce concept; quel que soit le style ou la forme d'un meuble; il est possible de dire s'il s'agit d'une table ou non.»³⁵

Le concept est une représentation mentale qui retient les caractéristiques communes à un ensemble d'objets. «Idéalement, un concept (ou une notion) correspond à un terme, et un terme correspond à une notion.»³⁶ Chacun des termes désignant un concept particulier devrait être en relation de monosémie avec ce concept dans la spécialité concernée. «Mais, certains termes désignent plus d'un concept dans une ou plusieurs spécialités, ils ont donc plus d'un sens, c'est à dire qu'ils se trouvent en relation de polysémie.»³⁷

³³ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.5.5. *Les relations entre les termes ou entre les termes et concepts*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

³⁴ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.5.3. *La stabilité du lien concept-terme*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

³⁵ Depecker, Loïc. *Entre signes et concepts: éléments de terminologie générale*. Paris: Presses Sorbonne nouvelle, 2003, p.43.

³⁶ IniTerm.net, «Onomasiologie et sémasiologie», <http://www.initerm.net/post/2008/10/19/Onomasiologie-et-semasiologie> (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

³⁷ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.5.5. *Les relations entre les termes ou entre les termes et concepts*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

Le concept est utilisé comme point de départ pour le terminographe. On part de l'identification et de l'établissement des concepts dans un champ de connaissance particulier pour en fixer les dénominations standardisées correspondantes. «Le terme est sa réalisation linguistique.»³⁸

On distingue deux types de relations entre les concepts. Tous les concepts d'un domaine sont structurés en système conceptuel en fonction des relations hiérarchiques (relation générique et relation partitive) et des relations non hiérarchiques (relation associative).

La relation générique est «une relation d'inclusion de termes au sens réduit, c'est-à-dire spécifiques, dans des termes couvrant une aire sémantique plus grande»³⁹. Le concept superordonné est un hypéronyme des concepts subordonnés qui sont considérés comme des hyponymes. Ils partagent les caractères du concept superordonné, mais en même temps, ils possèdent des caractères particuliers. «Les concepts subordonnés de même niveau sont appelés des concepts coordonnés»⁴⁰.

«La relation partitive est «la division d'un tout en des parties plus réduites»⁴¹. Dans ce cas, les caractères du concept qui est superordonné ne sont pas transmis en concepts subordonnés. «Ces concepts sont aussi appelés concepts coordonnés»⁴².

Dans la relation associative (appelée aussi méronymique) les concepts «sont associés en réseau par leur proximité spatiale ou temporelle, sans nécessairement partager des caractéristiques essentielles et encore moins des caractéristiques distinctives»⁴³. «Les

³⁸ L'Homme, Marie.-Claude. *La terminologie : Principes et techniques*, Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 2004, p. 81.

³⁹ Zafio, Massiva N. «L'arbre de domaine en terminologie», dans: *Meta : journal des traducteurs*, vol. 30, (2), juin 1985, p.165, <http://www.erudit.org/revue/meta/1985/v30/n2/004635ar.html> (page consultée le 26 avril 2012).

⁴⁰ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.4.4. *Les relations hiérarchiques*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

⁴¹ Zafio, Massiva N. «L'arbre de domaine en terminologie», dans: *Meta : journal des traducteurs*, vol. 30, (2), juin 1985, p.166, <http://www.erudit.org/revue/meta/1985/v30/n2/004635ar.html> (page consultée le 26 avril 2012).

⁴² «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.4.5. *Les relations non hiérarchiques (Les relation associatives)*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

⁴³ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.4.5. *Les relations non hiérarchiques (Les relation associatives)*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

principales relations associatives sont : producteur-produit, produit-région d'origine, action-résultat, action-outil, cause-effet, contenant-contenu, opposés»⁴⁴.

1.4. Terminographie

Nous avons déjà signalé le caractère polysémique du mot *terminologie*, ainsi que le fait qu'il fait référence, d'un côté à la théorie, et d'un autre côté, à la pratique. Cependant, dans les années 1970, Alain Rey (1975) a créé le terme „terminographie“ et il considère cette activité comme un secteur important de la vie socioprofessionnelle et de la régulation des échanges sociaux de l'information.

La terminographie vise à la recherche ou à la normalisation d'une correspondance concept – terme (obtenue à travers la recherche terminologique); et vise aussi à la fixation d'un concept par rapport à son domaine, sa conceptologie. «Elle retient les données terminologiques qui donnent la description précise du concept et qui indiquent les relations que celui-ci établit avec les autres.»⁴⁵

Marie Claude L'Homme dit que la terminographie regroupe un ensemble d'activités dont l'objectif principal est de décrire des termes dans les dictionnaires spécialisés ou les banques de terminologie. Bien que la terminologie et la terminographie soient distinctes, elles ne s'excluent pas. Au contraire, elles s'influencent et s'enrichissent mutuellement. Le rapport entre la terminologie et la terminographie peut être comparé à celui de la lexicologie à la lexicographie. Les termes *terminologie* et *terminographie* sont aussi souvent utilisés de façon interchangeable.

1.4.1. Terminologue et terminographe

Les professionnels de la terminologie sont le terminologue et le terminographe.

«Le terminologue définit l'objet de la discipline terminologie, analyse les concepts et leurs désignations, étudie les principes de formation et d'évolution des terminologies et les

⁴⁴ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.4.5. *Les relations non hiérarchiques (Les relation associatives)*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

⁴⁵ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 2.4.5. *Les relations non hiérarchiques (Les relation associatives)*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

corrélations entre ensembles terminologiques»⁴⁶. «Il établit les principes que les terminographes doivent respecter, renseigne les responsables sur des décisions d'aménagement linguistique et essaye de faire appliquer ces décisions»⁴⁷.

Le terminographe produit des descriptions des termes qu'il publiera dans un dictionnaire spécialisé ou une banque de terminologie. Son travail consiste à réunir des textes spécialisés, à sélectionner des termes, à recueillir des informations sur ces termes et à les analyser en les décrivant.

«Le terminographe a sept tâches:

- 1) *La mise en forme d'un corpus*, qui consiste à rechercher et à organiser des textes spécialisés.
- 2) *Le repérage des termes*, qui se fait le plus souvent à partir des textes spécialisés recueillis par le terminographe. Les termes retenus dépendent des objectifs du travail qui sont définis au début d'un projet.
- 3) *La collecte de données sur ces termes*, qui consiste à réunir des renseignements utiles pour les décrire. Il s'agit dans un premier temps de recueillir des contextes dans lesquels les termes apparaissent et, ensuite de recourir à d'autres sources d'information, comme les dictionnaires existants ou les spécialistes.
- 4) *L'analyse et la synthèse des données recueillies* au cours de l'étape précédente. Le terminographe fait intervenir ses connaissances des langues et celles qu'il a acquises sur le domaine de spécialité qu'il est en train de décrire. Il prend de nombreuses décisions sur les termes: il fait des distinctions sémantiques, des regroupements analogiques et dégage la structure terminologique.
- 5) *L'encodage des données* (dans le dictionnaire spécialisé ou la banque de terminologie). Le terminographe inscrit dans un article prévu à cette fin, les renseignements qui résultent de

⁴⁶ Gouadec, Daniel. *Terminologie : Constitution des données*. Paris : AFNOR, 1990, p.3-4, http://www.gouadec.net/publications/Terminologie_ConstitutionDonnees.pdf (page consultée le 14 mai 2012).

⁴⁷ Gouadec, Daniel. *Terminologie : Constitution des données*. Paris : AFNOR, 1990, p.3-4, http://www.gouadec.net/publications/Terminologie_ConstitutionDonnees.pdf (page consultée le 14 mai 2012).

l'analyse qu'il a faite des termes: une définition, un contexte, des équivalents en terminographe bilingue ou multilingue.

6) *L'organisation des données terminologiques*

Le terminographe ordonne selon différents paramètres (en ordre alphabétique ou en ordre thématique) les termes qu'il a retenus. Il peut créer un appareil de renvois pour rendre compte des liens existant entre les termes et prévoir un système d'indexation.

7) *La gestion des données terminologiques* qui comprend l'ajout, la suppression, la correction des données en fonction de l'évolution des usages.»⁴⁸

Pour un bon travail terminographique on doit bien connaître la différence entre le terme, le mot et le concept.

1.4.2. Terminologie et outils informatiques, terminotique

Nous avons déjà dit que la terminologie voit le jour dans les années 1930. Dans les trente premières années de cette nouvelle discipline, c'est surtout son caractère systématique qui s'affirme. Le rôle joué par l'informatique est, à cette époque, très limité. Dans la décennie 1960, et pour une bonne partie de la décennie 1970, la contribution de l'informatique consiste surtout dans la mise en place des premières grandes banques de terminologie. L'Homme introduit le terme *terminotique*. Elle le définit comme l' «ensemble des activités liées à la description des termes dans lesquelles intervient une application informatique»⁴⁹.

Puisque les outils informatiques facilitent considérablement le travail terminologique et qu'ils contribuent à l'échange d'informations, d'expériences et d'opinions entre les professionnels, leur utilisation est devenue incontournable. «Aujourd'hui, la terminotique trouve de nouveaux champs d'application dans la conception des outils d'aide à la traduction ou à la rédaction : dictionnaires en ligne (consultables sans qu'il soit nécessaire d'interrompre un travail en cours pour charger un nouveau programme ou un nouveau fichier), logiciels substituant aux termes contenus dans un texte en langue X leurs équivalents de la langue Y, «machines» à traduire,

⁴⁸ L'Homme, Marie-Claude. *La terminologie : Principes et techniques*, Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 2004, p. 45-50.

⁴⁹ L'Homme, Marie-Claude. *La terminologie : Principes et techniques*, Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 2004, p. 17.

etc.»⁵⁰ «Toute une gamme d'outils informatiques est aujourd'hui disponible pour les terminographes: bases de données, logiciels de dépouillement terminologique, logiciels de consignation sur fiche, concordanciers phraséologiques et aligneurs de textes, logiciels d'édition et de publication électronique»⁵¹.

1.5. Méthodologie du travail terminographique

Notre travail terminologique a plusieurs étapes. Il commence par la préparation du travail, c'est-à-dire la délimitation du domaine et l'établissement du corpus. La deuxième phase consiste à repérer les concepts et les termes et à établir les relations entre eux. La dernière phase concerne l'établissement d'un glossaire bilingue français-croate dans lequel seront présentés les équivalents croates de tous les termes français repérés lors du dépouillement, l'établissement des fiches terminologiques étant un outil de synthèse et de systématisation de données et l'établissement de l'arborescence qui représente les relations entre les concepts appartenant à notre domaine sous étude.

1.5.1. Domaine de spécialité

Un domaine est un ensemble organisé ou structuré de concepts reliés. Ce que l'on appelle thème dans le langage courant s'appelle domaine dans le langage de la terminologie. Un domaine s'organise en nomenclatures ou taxinomies, dont les dictionnaires rendent compte.

Il existe différentes dénominations pour le concept de domaine. Dans le passé on parlait de science, de technique, de discipline, etc. Aujourd'hui, on dit domaine, champ terminologique, champ d'activité, champ conceptuel, etc. Si notre domaine, à savoir le champ choisi est trop ample, nous pouvons le restreindre, le découper en champs plus petits qu'on appelle sous-domaines.

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) donne comme définition de domaine : *partie du savoir dont les limites sont définies selon un point de vue particulier*, mais cette

⁵⁰ L'Homme, Marie-Claude. *La terminologie : Principes et techniques*, Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 2004, p. 48.

⁵¹ Pavel, Silvia, Nolet, Diane. «Précis de terminologie», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2001, p. 19, http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/pwgsc-tpsgc/S53-28-2001F.pdf (page consultée le 13 mars 2015).

définition ne nous donne aucune indication pratique pour délimiter un domaine. Puisque le savoir est difficile à partager, le domaine est difficile à définir .

«Des critères opérationnels pour délimiter un domaine:

- à partir d'un corpus de discours, surtout écrit et imprimé,
- à partir d'un besoin, d'un type d'activité, déterminé en général par des critères socioprofessionnels (par ex. si l'on souhaite décrire la terminologie d'un ensemble professionnel concret ou propre à une usine, à une entreprise, à un institut de recherche..., malgré l'hétérogénéité des "domaines" concernés).»⁵²

Pour bien décrire un domaine «il est nécessaire de se familiariser avec le domaine étudié avant délimitation (consulter la bibliographie: lexiques, manuels, périodiques spécialisés, textes techniques produits par les entreprises, textes publicitaires, journalistiques, parler avec des experts...).»⁵³

Dans la délimitation du domaine, il faut aussi tenir compte du point de vue qu'on veut privilégier et du public.

On doit distinguer au moins deux types de domaines:

«a) Les *domaines théoriques* (philosophie, sciences) sont généralement centrés sur un objet particulier. Ils se subdivisent notionnellement et terminologiquement, d'une part en *sous-domaines*, d'autre part en *théories*.

b) Les *domaines techniques* sont structurés différemment. Chaque technique constitue un domaine pragmatique. L'utilisation des connaissances est très importante pour modifier le « réel » que l'on décrit. Chaque domaine est ainsi constitué par des finalités pratiques et des types d'activités, reliées à des connaissances différentes.»⁵⁴

⁵² IniTerm.net, «La terminologie: domaines et arborescences»,
http://www.initerm.net/public/.../terminologie/domaines_et_arborescence.doc (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

⁵³ IniTerm.net, «La terminologie: domaines et arborescences»,
http://www.initerm.net/public/.../terminologie/domaines_et_arborescence.doc (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

⁵⁴ IniTerm.net, «La terminologie: domaines et arborescences»,
http://www.initerm.net/public/.../terminologie/domaines_et_arborescence.doc (le texte publié le mardi 11 octobre 2011, page consultée le 27 avril 2012).

1.5.2. Etablissement du corpus

En linguistique, le corpus se définit comme «un ensemble d'énoncés que l'on soumet à l'analyse. Pour les besoins de la terminologie, il faut spécifier cette définition en l'appliquant à l'ensemble des sources orales et écrites qui concernent le domaine à traiter et que l'on se propose d'utiliser pour établir une nomenclature et pour traiter cette nomenclature.»⁵⁵

Le corpus est un ensemble de textes spécialisés. Les textes constituant un corpus peuvent varier au niveau de leur nombre, de leur longueur et de leur forme. Le corpus doit représenter le domaine et ses sous-domaines. Le terminologue doit diversifier ses sources sans oublier certaines parties de la notion étudiée, suivant le plan établi précédemment. Au début, il est nécessaire de sélectionner le plus d'éléments possible et ensuite de choisir les textes appropriés qui feront l'objet d'étude. À cause de la disparité des sources, le terminologue doit ranger les notions par catégorie.

Il doit choisir le corpus approprié au plan du travail. Il faut mentionner qu'il y a beaucoup de problèmes liés à la constitution des corpus de spécialité, notamment ceux concernant les corpus du Web. Quand on parle d'exhaustivité du corpus, l'exhaustivité n'est pas possible physiquement parce qu'il y a beaucoup de sources accessibles, mais on peut atteindre un plus haut degré d'exhaustivité si le nombre de termes d'un domaine ou d'un sous domaine est limité.

«La recherche de documentation doit s'effectuer dans les cadres du domaine à traiter, mais on fera la sélection des documents en fonction de la tranche du domaine que l'on a choisi d'étudier en premier. Le terminologue évitera ainsi de disperser ses efforts et pourra effectuer une sélection plus complète de la documentation disponible».⁵⁶

Le dessein principal de notre corpus est de repérer les termes (dans la totalité des contextes) que nous tendrons à analyser, décrire et représenter par des moyens terminographiques.

Les données sur les termes étudiés sont présentés sous forme de *fiche terminologique*.

⁵⁵ Auger, Pierre, Rousseau, Louis-Jean. *Méthodologie de la recherche terminologique*. Québec: L'éditeur officiel du Québec, 1978, p.26.

⁵⁶ Auger, Pierre, Rousseau, Louis-Jean. *Méthodologie de la recherche terminologique*. Québec: L'éditeur officiel du Québec, 1978, p.26.

1.5.3. Création de fiches terminologiques

«La fiche terminologique est la base d'information qui permet la synthèse et la systématisation des données sélectionnées dans le dossier terminologique.»⁵⁷ La fiche décrit en détail chaque terme.

Nous pensons qu'avant de commencer la rédaction d'une fiche, il faudra bien étudier le contenu que l'on a choisi. C'est nécessaire pour sélection et formulation de la définition, qui doit être complète. Le contexte doit être cité parce qu'il éclaire les caractéristiques des termes étudiés et les données les plus précises et les plus actuelles sur l'emploi des termes.

La fiche terminologique aide à la constitution et à la systématisation des informations qui sont organisées dans le dossier terminologique.

La structure ou le modèle d'une fiche est arbitraire et variable selon les besoins et attentes des utilisateurs, mais elle doit toujours comporter quelques sections essentielles. Les données qui se trouvent dans la fiche doivent être valides, concises, d'actualité et complémentaires. On peut distinguer les champs qui offrent des informations sur le terme et ceux qui offrent des informations sur le concept. Quand on parle des rubriques concernant le terme, on pense à la section linguistique, et quand on parle des rubriques concernant le concept, on pense à la section documentaire.

Maintenant, nous allons énumérer quelques rubriques qu'on pourrait inclure dans la section linguistique et dans la section documentaire.

Les rubriques relatives au terme comportent le plus souvent les champs suivants :

- terme vedette (est le champ central puisque toutes les informations qui suivent se rapportent à ce terme)
- catégorie grammaticale
- variantes (on pense notamment aux sigles, abréviations et acronymes)

⁵⁷ Pavel, Silvia. «La méthodologie du travail terminologique: La création de fiches terminologiques», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2008, p. 17, http://www.termiumplus.gc.ca/didacticiel_tutorial/francais/lecon3/page3_4_f.html (page consultée le 18 mars 2015).

- synonyme (le terme concurrent du terme vedette qu'on peut substituer entièrement ou partiellement)
- antonyme
- contexte (avec source)

Les rubriques relatives au concept comportent le plus souvent les champs suivants :

- domaine
- sous-domaine
- hyperonyme
- hyponyme
- isonyme
- définition

1.5.4. Définition

La définition est une «formule lexicographique qui énonce les traits sémantiques distinctifs d'un concept»⁵⁸. «Les principales fonctions de la définition sont de décrire le concept de la façon la plus appropriée, de le délimiter, de le distinguer des concepts ressemblants et d'établir les relations entre ce concept et les autres concepts du système».⁵⁹

La définition peut être citée d'une source ou formulée par l'auteur de la fiche terminologique.

Il y a plusieurs types de définitions en terminologie, mais traditionnellement, on constate deux grands types: les définitions par extension et les définitions par compréhension (la définition générique). La définition par extension consiste «à définir un concept au moyen d'une simple énumération de ses concepts spécifiques ou partitifs»⁶⁰. Cette définition n'est utilisée que rarement. La définition par compréhension consiste «à situer un concept dans une classe

⁵⁸ Pavel, Silvia, Nolet, Diane. «Précis de terminologie», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2001, p. 106, http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/pwgsc-tpsgc/S53-28-2001F.pdf (page consultée le 13 mars 2015).

⁵⁹ Vézina, Robert et al., *La rédaction des définitions terminologiques*. Québec : Office québécois de la langue française, 2009, p. 13, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf (page consultée le 31 avril 2012).

⁶⁰ Vézina, Robert et al., *La rédaction des définitions terminologiques*. Québec : Office québécois de la langue française, 2009, p. 7, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf (page consultée le 31 avril 2012).

d'objets puis à le distinguer des concepts connexes»⁶¹. Cette définition est privilégiée en terminologie. Elle ne fournit pas d'informations concernant la désignation du concept, mais elle décrit les caractères qui permettent de comprendre le concept. Ces caractères ne sont pas tous de la même importance. «On distingue ainsi les caractères essentiels qui sont indispensables pour la compréhension du concept, et les caractères non essentiels qui apportent des informations complémentaires du concept et qui ne sont pas nécessaires pour sa compréhension».⁶²

Ci-après nous allons énumérer quelques-unes des principales caractéristiques d'une bonne définition, tirées du livre «La rédaction de définitions terminologiques»⁶³ et du didacticiel de terminologie «Le Pavel»⁶⁴.

Une bonne définition doit :

- être concise, brève et claire, mais en même temps contenir tous les traits significatifs propres au terme étudié ;
- correspondre à un seul concept ;
- se référer au système notionnel - elle commence souvent avec un mot d'ancrage qui désigne le concept superordonné du concept traité ;
- commencer par un mot d'ancrage qui a la même catégorie grammaticale que le terme à définir ;
- être adaptée aux usagers ;
- pouvoir être remplacée par le terme défini ;
- avoir une forme affirmative ;
- être constituée en une seule phrase ;

⁶¹ Vézina, Robert et al., *La rédaction des définitions terminologiques*. Québec : Office québécois de la langue française, 2009, p. 13, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf (page consultée le 31 avril 2012).

⁶² Vézina, Robert et al., *La rédaction des définitions terminologiques*. Québec : Office québécois de la langue française, 2009, p. 11, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf (page consultée le 31 avril 2012).

⁶³ Vézina, Robert et al., *La rédaction des définitions terminologiques*. Québec : Office québécois de la langue française, 2009, p. 16-33, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf (page consultée le 31 avril 2012).

⁶⁴ «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 3.5.5. *La rédaction des définitions*, <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 26 avril 2015).

- contenir les caractères essentiels d'un concept.

Une bonne définition ne doit pas :

- comporter le terme à définir, ni comprendre ce terme ou un terme de la même famille ;
- être métalinguistique ;
- être négative ;
- être circulaire ;
- commencer par un article, par un adjectif démonstratif, par un pronom démonstratif.

1.5.5. Contexte

Un bon contexte illustre les caractéristiques essentielles du concept (contextes définitoires) et sur certaines de ses caractéristiques (contextes explicatifs) en montrant l'usage du terme dans le discours. À la différence de ces deux types de contextes qui aident le rédacteur de la fiche à établir le crochet terminologique de ce type de justification, le contexte associatif atteste seulement l'existence du terme dans le discours de la spécialité concerné.

Les contextes doivent exister dans les fiches de dépouillement en respectant le texte original. Dans les contextes, on garde la graphie originale du terme traité, même s'il y a correction au niveau de l'entrée.

1.5.6. Marques d'usage

Ce que peut aider aux utilisateurs qui besoin des informations sur les termes sont les marques d'usage.

«En rédigeant une fiche terminologique ou en relevant le contenu d'un fichier terminologique, on doit être assuré que l'utilisateur y trouvera tous les données sur les particularités d'usage des termes consignés en tant que désignations du concept étudié. Il devra par exemple pouvoir repérer les synonymes absolus, qui sont en principe interchangeables dans toutes les situations de communication, ainsi que les quasi-synonymes

dont l'emploi est différencié par registre ou niveau de langue, domaine, etc., aussi que les pseudo-synonymes.»⁶⁵

En étudiant l'usage réel des termes il faut répondre à des questions précises :

- «Est-ce un terme scientifique, technique ou est-ce du jargon?
- Est-ce utilisé correctement dans le domaine étudié ou non? Est-ce reconnu formellement, c'est-à-dire normalisé ou uniformisé?
- Est-ce d'emploi restreint géographiquement ou bien d'usage international?
- Est-ce un terme récent (néologisme) ou non, accepté ou critiqué?
- Est-ce rarement utilisé, désuet, recommandé ou déconseillé?

Il est nécessaire pour aider les utilisateurs à sélectionner les termes appropriés:

- attribuer des marques d'usage aux synonymes du terme principal
- illustrer certaines particularités d'usage à l'aide d'exemples d'emploi
- écrire des observations et des mises en garde contre certains emplois erronés
- étayer vos affirmations de renvois à des sources valides»⁶⁶

1.5.7. Arborescence

Le mot arborescence désigne (entre autres) un schéma complexe en forme d'arbre. L'arborescence nous donne une image d'un domaine technique. Nous y organiserons les notions, qui sont différenciées par des caractères. Ces caractères sont fondés sur un même critère de subdivision.

Dans l'arborescence, le contenu du terme n'est pas aussi important que la place qu'il occupe dans un champ d'étude, qui est mis en lumière. Pour atteindre la compréhension d'un terme, il

⁶⁵ Pavel, Silvia. «La méthodologie du travail terminologique: Les marques d'usage et autres éléments de données», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2008, p. 34, http://www.termiumplus.gc.ca/didacticiel_tutorial/francais/lecon3/page3_4_f.html (page consultée le 18 mars 2015).

Pseudo-synonymes (faux synonymes): anthrax (charbon de l'homme) vs. antrachnose (charbon des plantes) désignent des maladies différentes causées par le bacille du charbon.

⁶⁶ Pavel, Silvia. «La méthodologie du travail terminologique: Les marques d'usage et autres éléments de données», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2008, p. 34, http://www.termiumplus.gc.ca/didacticiel_tutorial/francais/lecon3/page3_4_f.html (page consultée le 18 mars 2015).

faut par ailleurs avoir conscience des interactions qu'il entretient avec les domaines qui se situent hors du champ d'étude. C'est cette contradiction que l'arborescence veut dépasser en présentant les différentes branches qui s'articulent avec le domaine traité. Ainsi est représentée et reconstituée la globalité du savoir des experts.

Les notions spécialisées d'un domaine doivent pouvoir être organisées dans une arborescence à plusieurs niveaux, qui va du plus général au plus particulier. L'arborescence doit représenter l'ensemble du sujet étudié ; ce sujet se rattache lui-même à un domaine de connaissance plus large.

- **«Le niveau 1** représente l'origine de l'arborescence (la branche initiale, qui correspond au sujet choisi). C'est le champ délimité pour la collecte, le plus grand dénominateur commun, par exemple matériel informatique.
- **Le niveau 2** correspond à des sous-domaines plus ou moins larges: dans l'exemple qui suit, sous matériel informatique, trois branches mènent à trois nœuds: unité centrale, périphériques, connectique.
- **Le niveau 3** comprend de nouvelles branches dont chacune est reliée à l'un des sous-domaines ; par exemple, sous périphériques, trois branches mènent à périphériques d'entrée, de sortie, d'entrée-sortie.
- Les branchements peuvent se poursuivre au niveau 4, 5 ou plus, avec des catégories plus fines, ou bien par des listes terminales de concepts ou d'objets.

Les relations entre les termes découlent directement des relations entre les concepts. Dans ce travail, nous avons présenté les concepts et conséquemment les termes dans les relations hiérarchiques. C'est une relation entre deux concepts qui est soit une relation générique soit une relation partitive.

Dans une relation générique, le concept générique a la plus petite compréhension et le concept spécifique la plus grande compréhension. Le concept générique est superordonné au concept spécifique qui lui est subordonné.

Par contre, dans une relation partitive, on distingue le concept intégrant du concept partitif, le premier est considéré comme le tout et le second est considéré comme l'une de parties constituant le tout.»⁶⁷

⁶⁷ Yumpu.fr. «Terminologie: cours et annexes», <https://www.yumpu.com/fr/document/view/38555632/termino-licence-cours-08-09rtf/15> (page consultée le 12 mai 2015).

2. PARTIE PRATIQUE

Tout d'abord nous avons choisi le domaine à traiter : la terminologie des énergies renouvelables. Le texte traduit porte sur les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours. Les énergies renouvelables appartiennent au domaine de l'énergétique. «L'énergétique se définit comme une science et technique de la production de l'énergie, de ses emplois et des conversions de ses différentes formes.».⁶⁸ Elle se subdivise en deux branches, l'une d'elles est la branche des énergies renouvelables, l'autre la branche des énergies non renouvelables. Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables car elles exploitent une source inépuisable qui se régénère en permanence et dont la consommation ne limite pas son utilisation future. Ce sont les énergies de l'avenir, bien qu'aujourd'hui, elles soient sous-exploitées par rapport à leur potentiel. Notre choix du domaine a été motivé par des raisons personnelles. Nous avons choisi de consacrer notre travail à cette source d'énergie parce que les progrès scientifiques et technologiques et la protection de l'environnement suscitent toujours notre intérêt. «De nos jours, la population consomme énormément d'énergie et le coût de cette dernière augmente considérablement et continuellement».⁶⁹

«Actuellement, nous sommes face à un réchauffement climatique qui est principalement dû aux émissions de gaz à effet de serre. Il est donc primordial d'agir pour protéger notre environnement afin d'éviter de nombreux bouleversements climatiques». En utilisant les énergies renouvelables, on lutte contre l'effet de serre, en réduisant notamment les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère. Alors, la protection de notre environnement passe par l'économie d'énergie qui est une source abondante et gratuite. Sachons l'utiliser à bon escient!

La première recherche que nous avons faite a été de trouver des textes de référence qui constitueront notre corpus et sur lesquels portera notre travail terminologique. Il était prévu de trouver trois textes qui sont différents les uns des autres par le style et le degré de spécialisation du discours. Nous avons effectué cette recherche à l'aide du moteur de recherche *Google*, et nous avons réussi à trouver trois textes qui nous conviennent. Le premier

⁶⁸ *Dictionnaire français Larousse*, v. entrée «énergétique», <http://www.larousse.com/en/dictionaries> (page consultée le 12 mai 2012).

⁶⁹ «Économie d'énergie: Pourquoi et comment économiser de l'énergie?», <http://economie-d-energie.comprendrechoisir.com/comprendre/pourquoi-comment-economiser-de-l-energie> (page consultée le 12 mai 2012).

est un document intitulé *Les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours*, qui est publié par *Centre national d'histoire des sciences*. Puisque ce document était trop long pour être entièrement traduit, nous avons sélectionné une partie (en accord avec notre directeur de mémoire). Toutefois, nous avons gardé le document intégral pour constituer le corpus. Nous avons également choisi un autre document, une thèse de doctorat intitulé *Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur* et présenté par Olivier Gergaud.⁷⁰

Finalement, nous avons choisi deux textes que nous avons trouvés sur les portails de l'UE. Il s'agit des articles suivants : *L'énergie fait tourner le monde*⁷¹ et *Les énergies renouvelables en Europe*.⁷² Le propre de ce type de textes est l'adaptation des connaissances scientifiques et la reformulation du discours spécialisé de manière à ce que le grand public puisse le comprendre facilement.

Après nous être familiarisées avec la problématique des énergies renouvelables, nous avons procédé au repérage des termes et à l'analyse conceptuelle. Nous avons d'abord relevé des termes potentiels de notre corpus, et après recherché les équivalents en croate. En même temps nous avons recueilli les données terminologiques qui nous ont servi ultérieurement à dresser les fiches terminologiques. Nous avons relevé les termes manuellement. Pour faciliter l'extraction, nous nous sommes servies de dictionnaires, de bases de données terminologiques et de nomenclatures préétablies. Ces sources ne contenaient pas tous les termes dont nous avons besoin, mais quand même, elles nous ont aidées à vérifier la pertinence des termes relevés et à distinguer certains termes des collocations. Il s'est avéré que le repérage de ces termes est une tâche exigeante. Quant aux termes simples, la principale difficulté était de déterminer si un terme est effectivement pertinent ou non par rapport à notre problématique. De même, il était difficile de déterminer si certains termes sont synonymes ou quasi-

⁷⁰ Gergaud, Olivier. «Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur», thèse de doctorat, École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, 2002,

http://www.academia.edu/9712063/Mod%C3%A9lisation_%C3%A9nerg%C3%A9tique_et_optimisation_%C3%A9conomique_dun_syst%C3%A8me_de_production_%C3%A9olien_et_photovolta%C3%AFque_coupl%C3%A9_au_r%C3%A9seau_et_associ%C3%A9_%C3%A0_un_accumulateur (page consultée le 12 mai 2012).

⁷¹ «L'énergie fait tourner le monde», dans *European Fusion Development Agreement (EFDA)*, http://www2.euro-fusion.org/multimedia/downloads/booklets_and_articles/EPYW_fr071120.pdf (page consultée le 12 mai 2012).

⁷² Chonin, Valentin, Eizer, Sonidi, Poissel, Edwin. *Les énergies renouvelables en Europe*, <http://ecocito.eu/wp-content/uploads/2011/06/Les-%C3%A9nergies-renouvelables-en-Europe-par-Eizer-Edwin-Valentin.pdf> (page consultée le 9 mai 2012).

synonymes quand nous n'avons pas réussi à trouver leurs justifications. Pour quelques termes nous n'avons pas réussi à trouver suffisamment d'informations qui nous permettraient de bien les définir. Parfois nous avons eu du mal à trouver l'équivalent croate. Quant aux termes complexes, la principale difficulté a été de déterminer si un syntagme était suffisamment lexicalisé afin d'être considéré comme un terme. Pour valider ce type de termes, nous avons essayé de récupérer autant que possible de documents les justifiant.

Après avoir repéré les termes, nous avons constitué le glossaire. «Dans le glossaire, les termes sont présentés en ordre alphabétique discontinu et accompagnés de leur équivalent en croate. Dans ce type de classement nous tenons compte du premier mot, ensuite du second mot (joncteur ou mot plein), puis troisième, etc.»⁷³ «Ensuite, nous tenons compte du caractère alphabétique, puis du signe non alphabétique (apostrophe, trait d'union, etc.) et enfin du blanc».⁷⁴

Ensuite, nous avons procédé à la création de l'arborescence. Cette tâche n'a pas posé de difficultés particulières.

Puis, nous avons commencé à traduire l'extrait choisi du document *Les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours*.

La dernière tâche que nous avons réalisée a été de rédiger des fiches terminologiques. Pour le choix de la nomenclature finale nous avons sélectionné dix termes qui nous intéressaient davantage.

Afin de les réaliser nous avons consulté les ouvrages réunis auparavant. Les difficultés se sont présentées lors du choix du contexte et lors de la rédaction des définitions des termes. Lors de la rédaction des définitions, nous avons suivi les principes formulés dans le livre

⁷³ Auger, Pierre, Rousseau, Louis-Jean et al. *Méthodologie de la recherche terminologique*. Québec : Office de la langue française, 1987, p. 43, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/recherche_terminolog.pdf (page consultée le 26 avril 2015).

⁷⁴ Auger, Pierre, Rousseau, Louis-Jean et al. *Méthodologie de la recherche terminologique*. Québec : Office de la langue française, 1987, p. 43, http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/recherche_terminolog.pdf (page consultée le 26 avril 2015).

intitulé *La rédaction de définitions terminologiques*.⁷⁵ Étant donné les nombreux critères à respecter afin d'arriver à une bonne définition, cette tâche n'a pas été facile. Pour nous faciliter le travail, nous avons consulté des définitions existantes et nous les avons comparées. Ainsi, à partir des traits sémantiques que nous avons relevés de ces définitions et des informations que nous avons récupérées pendant l'analyse conceptuelle, nous avons rédigé des définitions. L'organisation des autres rubriques de la fiche terminologique a posé des difficultés particulières. La polysémie est très présente dans notre nomenclature. Par exemple, «en français, les adjectifs éolien, photovoltaïque et solaire ont, pour leur part, chacun une forme nominalisée. Cette nominalisation ne se retrouve qu'en français et exprime la même idée que les termes complexes qu'ils forment avec la tête énergie. De cette façon, l'énergie éolienne et l'éolien renvoient au même concept.»⁷⁶

⁷⁵ Vézina, Robert et collaborateurs. *La rédaction de définitions terminologique*, Québec : Office de la langue française, 2009,

https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf

⁷⁶ Gagnon, Mélanie. «Recherche terminologique thématique bilingue (anglais, français) sur les énergies renouvelables», Université de Montréal, décembre 2011,

<http://olst.ling.umontreal.ca/pdf/GagnonMelanie2011.pdf> (page consultée le 30 avril 2015).

2.1. Texte original et traduction croate

Les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours

1. L'ENERGIE

1.1 Présentation

Le concept d'énergie étant assez complexe, nous le définirons ici dans le cadre de la vie courante. L'énergie est la capacité d'un corps à fournir un travail. Les sources d'énergie utilisables par l'homme sont nombreuses : elles lui fournissent chaleur, lumière et force. De tout temps, l'énergie a été essentielle à l'existence humaine et son emploi sous des formes diverses a continuellement transformé la société. Pensons en particulier à la découverte de celle issue de la vapeur, entraînant la Révolution Industrielle. Dans ce dossier, nous détaillerons principalement les inventions et découvertes liées aux sources d'énergie depuis l'Antiquité jusqu'au 19e siècle.

Malgré la maîtrise des techniques, la question de l'énergie apparaît aujourd'hui comme l'une de nos préoccupations majeures. Certaines de ses sources s'épuisent, d'autres polluent notre environnement. Nos besoins augmentant chaque jour, que faut-il utiliser? Quelles sont les énergies que l'on appelle renouvelables, et sont-elles vraiment propres? L'histoire de l'énergie, et tout particulièrement des énergies renouvelables, est donc d'actualité.

Obnovljivi izvori energije od prapovijesti do danas

1. ENERGIJA

1.1. Uvod

Budući da je pojam energije prilično složen, ovdje ćemo ga definirati u okviru svakodnevnog života. Energija je sposobnost nekog tijela da obavi neki rad. Brojni su izvori energije koje čovjek koristi: oni mu osiguravaju toplinu, svjetlost i snagu. Energija je oduvijek bila bitna za ljudsku egzistenciju i njena je upotreba u različitim oblicima neprestano mijenjala društvo. Prisjetimo se otkrića pare, koje je potaklo industrijsku revoluciju. U ovom ćemo dokumentu detaljno opisati otkrića i pronalaskе vezane za izvore energije od doba antike do 19. stoljeća.

Unatoč napretku tehnike, pitanje izvora energije i danas ostaje jedan od naših glavnih problema. Neki od tih izvora su iscrpljeni, neki zagađuju okoliš. Budući da se naše potrebe povećavaju iz dana u dan, koje bi izvore energije trebalo koristiti? Koju energiju nazivamo obnovljivom i je li ona uistinu čista? Povijest energije, posebice obnovljivih izvora energije, ostaje dakle i dalje aktualna.

1.2 Exploration de la langue

Vocabulaire pré requis :

Energie éolienne : l'énergie tirée du vent.

Energie hydraulique : l'énergie tirée de l'eau.

Energie non-renouvelable : énergie produite à partir d'une source qui ne se renouvelle pas assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme, par opposition aux énergies renouvelables. Ex : le pétrole, le charbon, ...

Energie renouvelable: énergie produite à partir d'une source qui, contrairement aux énergies fossiles, se régénère au moins au même rythme que celui auquel on l'utilise. Ex : le vent, les marées, le soleil, ...

Condensation : phénomène physique de changement d'état de la matière qui passe d'un état dilué (gaz) à un état condensé (solide ou liquide)

Vocabulaire à expliquer :

Puissance : quantité d'énergie fournie en un temps donné par un système à un autre. Elle se mesure en watt.

Force : action mécanique capable de créer une accélération, c'est-à-dire une modification de la vitesse d'un objet (en intensité ou en direction), ce qui induit un déplacement, ou encore une déformation de l'objet.

Rotor : le rotor d'une éolienne est constitué du nez et des pales.

Bielle-manivelle : mécanisme qui permet de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation et inversement. Son nom vient des deux pièces qui la composent.

Watt : unité de mesure de la puissance dont l'origine vient du nom de l'inventeur de la machine à vapeur, James Watt.

Arbre à cames : mécanisme qui permet de transformer un mouvement de rotation en mouvement longitudinal. Il est composé d'un arbre moteur sur lequel sont fixées des cames (ou sabots).

Foulon : bâtiment (souvent un moulin à eau) où on foulait les draps.

1.2 Pregled korištenih pojmova

Rječnik potrebnih pojmova:

Energija vjetra: energije iz vjetra.

Hidroenergija: energija iz vode.

Neobnovljivi izvori energije: energija iz izvora koji se, za razliku od obnovljivih izvora energije, ne obnavljaju dovoljno brzo da bi se smatrali neiscrpnima za potrebe čovječanstva. Npr. nafta, ugljen, ...

Obnovljivi izvori energije: energija iz izvora koji se, za razliku od fosilnih energija, obnavljaju u najmanju ruku istim tempom kao i ono za što ih koristimo. Npr. vjetar, plima i oseka, sunce, ...

Kondenzacija: fizički fenomen promjene tvari iz plinovitog u čvrsto ili tekuće stanje

Rječnik pojmova koje je potrebno objasniti:

Snaga: količina energije koju u određenom vremenu jedan sustav izmijeni s drugim sustavom. Ona se mjeri u wattima.

Jakost: mehanička radnja kojom se može postići akceleracija, to jest promjena brzine nekog objekta (u intenzitetu ili u smjeru), koja uzrokuje premještanje ili deformaciju dotičnog objekta.

Rotor: rotor vjetroturbine sastoji se od nosa i lopatica.

Prijenosna poluga: mehanizam koji rotacijsko kretanje pretvara u translacijsko i obrnuto. Ime mu dolazi od dva dijela od kojih se riječ sastoji.

Watt: Jedinica za mjerenje snage čije podrijetlo dolazi od imena izumitelja parnog stroja Jamesa Watta.

Bregasta osovina: mehanizam koji pretvara rotacijsko kretanje u uzdužni pokret. Sastoji se od osovine motora na koju su pričvršćeni nastavci (ili kontaktne papučice).

Valjarica: zgrada (često vodenica) u kojoj se valjalo sukno.

1.3 Qu'est ce que l'énergie?

On peut définir l'énergie comme tout ce qui permet d'effectuer un travail, de produire de la lumière, de la chaleur ou un mouvement. Le mot «énergie» vient du bas-latin *energia* qui vient lui-même du grec ancien $\epsilon\nu\rho\gamma\epsilon\iota\alpha$ (*energeia*), qui signifie «force en action».

L'énergie est un concept ancien dans le langage courant, mais ne fut définie scientifiquement que dans la milieu du XIXème siècle. Après avoir exploité sa propre force et celle des animaux, l'homme a appris à utiliser les énergies contenues dans la nature (les vents: énergie éolienne et les cours d'eau : énergie hydraulique). Depuis la Révolution industrielle, les ressources, les capacités, et les besoins de l'homme en énergie ont connu une expansion phénoménale. En deux siècles, l'homme est passé des premières machines à vapeur desservant un atelier, aux centrales nucléaires fournissant de l'énergie à des villes entières.

Dans le Système international d'unités, l'énergie s'exprime en «joules». En 1843, James Joule a mesuré et calculé l'équivalence entre l'énergie mécanique d'un objet en mouvement et la chaleur (énergie thermique) qu'il produit.

A noter qu'elle peut également être qualifiée de «renouvelable » si les sources ne s'épuisent pas de façon significative durant son exploitation, tandis que les énergies «non renouvelables» disparaissent une fois utilisées.

Les énergies renouvelables sont celles dont les sources sont presque inépuisables. Certaines, comme le vent et l'eau, sont utilisées depuis des milliers d'années. D'autres doivent être exploitées de façon rationnelle si on ne veut pas qu'elles s'épuisent. Citons différents types d'énergies renouvelables :

- Le soleil nous éclaire, nous réchauffe et est indispensable au développement de tous les êtres vivants. Grâce à lui, les plantes libèrent l'oxygène qui nous permet de respirer. Aujourd'hui on sait utiliser la chaleur du soleil pour créer de l'électricité. Les panneaux solaires captent cette énergie et la transforment en électricité ou en chaleur.
- L'homme utilise la force créée par les courants des rivières ou des chutes d'eau pour faire tourner la roue d'un moulin. Aujourd'hui on utilise cette force pour faire tourner les turbines des centrales hydro-électriques qui produisent de l'électricité.

1.3 Što je energija?

Energija se može definirati kao ono što omogućuje obavljanje nekog rada, proizvodnju svjetlosti, topline ili kretanja. Riječ "energija" dolazi od srednjovjekovno-latinske riječi *energia*, koja dolazi iz grčkog $\epsilon\nu\rho\upsilon\gamma\epsilon\iota\alpha$ (*energeia*), što znači "snaga u akciji".

Energija je stari koncept u svakodnevnom jeziku, ali je znanstveno definiran tek sredinom devetnaestog stoljeća. Nakon što je koristio svoju snagu i snagu životinja, čovjek je naučio koristiti energiju koja se nalazi u prirodi (energiju vjetra i vode: vjetrenjače i hidroenergija). Od početka industrijske revolucije javlja se povećana potreba za energetske resursima i kapacitetima, a rapidno raste i potreba ljudi za energijom. U dva stoljeća čovjek je prešao put od prvih parnih strojeva koji su pokretali radionice do nuklearnih elektrana koje pružaju energiju za cijele gradove.

U Međunarodnom sustavu jedinica, energija se izražava u "džulima." Godine 1843., James Joule je izmjerio i izračunao da su mehanička energija nekog objekta koji se kreće i toplina (toplinske energije) koju proizvodi jednake.

Treba imati na umu da energija također može biti smatrana "obnovljivom" ako se njeni izvori značajno ne iscrpljuju pri korištenju, dok "neobnovljiva" energija nestaje nakon što je jednom upotrijebljena.

Obnovljivi izvori energije su oni koji su gotovo neiscrpnjivi. Neki, poput vjetra i vode, koriste se već tisućama godina. Ostali moraju biti korišteni racionalno, ako želimo da potraju. Navedimo različite vrste obnovljivih izvora energije:

- Sunce nas obasjava, grije i neophodno je za razvoj svih živih bića. Zahvaljujući njemu, biljke otpuštaju kisik koji udišemo. Danas znamo koristiti sunčevu toplinu za stvaranje električne energije. Solarne ploče hvataju tu sunčevu energiju i pretvaraju je u električnu energiju ili toplinu.
- Čovjek koristi snagu riječnih struja i slapova za okretanje kotača mlina. Danas koristimo ovu silu za pokretanje turbina u hidroelektranama koje proizvode struju.

- Le vent est également source d'énergie. Les oiseaux et les bateaux à voile se servent de l'énergie qu'il libère pour se déplacer. Il permet aussi de faire tourner les ailes des moulins à vent pour pomper de l'eau ou moulinier du grain. Aujourd'hui on utilise la force du vent pour faire tourner des éoliennes qui produisent de l'électricité.
- La chaleur interne de la terre est aussi une énergie considérée comme renouvelable et exploitable. Au centre de la Terre, les roches sont en fusion, il s'agit du magma. On se sert de la vapeur ou de l'eau capturée entre les roches et chauffée par la chaleur de la Terre pour produire de l'électricité et du chauffage. Cette énergie est appelée géothermique, utilisée par exemple pour chauffer les maisons en Islande.

Les matières organiques végétales ou animales peuvent aussi être utilisées pour produire de la chaleur. On appelle cette source d'énergie la biomasse. Par exemple, la combustion du bois est la plus ancienne des utilisations de cette énergie puisque l'homme préhistorique a maîtrisé le feu pour s'éclairer, se chauffer et cuire les aliments. Mais les forêts doivent être utilisées à bon escient pour éviter de s'épuiser. La vitesse de formation doit être plus grande que la vitesse d'utilisation. Sans compter la surveillance de l'émission du gaz carbonique qui accompagne la combustion du bois.

Les **énergies non renouvelables** sont constituées de substances qui mettent des millions d'années à se reconstituer. On les appelle également énergies fossiles (par exemple : charbon, gaz, pétrole,...) parce qu'ils proviennent de la fossilisation d'organismes vivants. Ainsi, on emploie le pétrole pour se déplacer, mais également pour fabriquer du fioul de chauffage, différentes sortes de carburants (kérosène, diesel, essence...), divers plastiques.... Dans quelques dizaines d'années les ressources seront probablement épuisées.

Il existe une autre forme d'énergie non renouvelable : l'énergie nucléaire, produite à partir d'un minéral appelé uranium. La fission des atomes d'uranium libère une très grande quantité d'énergie dont on se sert pour chauffer de l'eau permettant de produire de l'électricité. La quantité d'Uranium enrichi nécessaire pour faire fonctionner les centrales nucléaires est réduite, mais les réserves naturelles ne sont pas infinies. Certaines centrales recyclent le plutonium produit lors de la réaction nucléaire qui se déroule dans les cœurs des réacteurs, ce qui permet de considérer que l'énergie nucléaire est une forme d'énergie renouvelable. Mais

reste alors le problème de la gestion des déchets nucléaires qui pose de nombreux problèmes questions!

- Vjetar je također izvor energije. Ptice i jedrilice koriste njegovu energiju za pokretanje. On također pokreće krila vjetrenjače za crpljenje vode ili mljevenje žita. Danas koristimo snagu vjetra za pokretanje vjetroturbina koje proizvode električnu energiju.
- Unutarnja toplina zemlje smatra se obnovljivim izvorom energije pogodnim za korištenje. U središtu su Zemlje stijene rastaljene, radi se o magmi. Para ili voda zarobljena između stijena zagrijana toplinom Zemlje koristi se za proizvodnju električne energije i za grijanje. Ta se energija naziva geotermalna i koristi se, na primjer, za grijanje kuća na Islandu.

Biljni ili životinjski organski materijal se također može upotrijebiti za proizvodnju topline. Taj izvor energije nazivamo biomasom. Na primjer, sagorijevanje drva je najstariji oblik upotrebe ove energije jer je pračovjek koristio vatru za rasvjetu, grijanje i kuhanje. No, šume treba koristiti mudro kako se ne bi uništile. Brzina formiranja novih šuma mora biti veća od brzine korištenja. Također treba pratiti emisije ugljičnog dioksida koji se oslobađa sagorijevanjem drva.

Neobnovljivi izvori energije sastoje se od tvari za čiji su nastanak bili potrebni milijuni godina. Te se tvari također nazivaju fosilna goriva (npr. ugljen, plin, nafta, ...) jer nastaju fosilizacijom živih organizama. Dakle, nafta se koristi za pokretanje, ali i za proizvodnju lož ulja, različitih vrsta goriva (kerozina, dizela, benzina, ...), razne plastike

Za nekoliko desetljeća fosilni će resursi vjerojatno biti iscrpljeni.

Postoji još jedan oblik neobnovljive energije: nuklearna energija, proizvedena od minerala zvanog uranij. Cijepanjem atoma uranija oslobađa se velika količina energije koja se koristi za zagrijavanje vode za proizvodnju električne energije. Količina obogaćenog uranija potrebnog za pokretanje nuklearnih elektrana je smanjena, ali njegove prirodne rezerve nisu beskonačne. Neke centrale recikliraju plutonij proizveden u nuklearnoj reakciji koja se odvija u jezgri reaktora, što bi navelo na zaključak da je nuklearna energija obnovljivi oblik energije. Ali onda se postavlja pitanje odlaganja nuklearnog otpada koji predstavlja mnogo problema !

1.4 Formes et sources d'énergie

Tout ce qui est capable de produire un travail contient de l'énergie. Elle se présente sous plusieurs formes et peut être produite par différentes sources. On qualifie l'énergie selon la source dont on l'extrait ou encore le moyen par lequel elle est acheminée ou véhiculée (thermique).

Formes d'énergie

Sources d'énergie

énergie mécanique

(force motrice, mouvement, vitesse)

La gravitation, les muscles, le vent, l'eau, la vapeur (pression), les moteurs thermiques et électriques, les machines

énergie thermique

(chaleur, radiations thermiques)

Le soleil, la combustion du bois, des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz), ou d'autres produits riches en carbone (alcools, huiles...), l'énergie électrique (effet Joule), l'énergie nucléaire (dans les centrales)

énergie électrique

La foudre, l'électricité statique, les piles, les générateurs électriques (dynamos, alternateurs), les centrales hydroélectriques, les centrales nucléaires, les éoliennes

énergie lumineuse

Le soleil, les lampes, le feu, le gaz

énergie chimique potentielle

Matière organique (végétale et animale), les aliments, les produits chimiques réactifs, les énergies fossiles: houille, gaz, pétrole.

1.4 Oblici i izvori energije

Sve što je u stanju proizvesti rad sadrži energiju. Ona dolazi u mnogim oblicima, a mogu je proizvesti različiti izvori. Energiju opisujemo prema izvoru iz kojeg je potekla ili prema načinu na koji se isporučuje ili prenosi (toplinska).

Oblici energije

Izvori energije

mehanička energija

(pokretačka sila, gibanje, brzina)

gravitacija, mišići, vjetar, voda, para (tlak),
toplinski i električni motori, strojevi

toplinska energija

(toplina, toplinsko zračenje)

Sunce, sagorijevanje drva, fosilna goriva
(ugljen, nafta, plin) ili drugi proizvodi bogati
ugljikom (alkoholi, ulja ...), električna energija
(Joule efekt), nuklearna energija (u
termoelektranama)

električna energija

munja, statički elektricitet, baterije, električni
generatori (dinamo, alternatori),
hidroelektrane, nuklearne elektrane,
vjetroturbine

svjetlosna energija

Sunce, svjetiljke, vatra, plin

kemijska energija

organska tvar (biljna i životinjska), hrana,
reagensi, kemikalije, fosilna goriva: ugljen,
plin, nafta

Il existe des sources d'énergie naturelles et des sources artificielles, c'est-à-dire créées par l'homme. Les premières sont appelées sources d'énergie primaires si elles produisent directement de l'énergie. Les autres sont appelées énergies secondaires car elles sont issues d'une transformation d'énergie.

Ainsi les aliments, l'eau, le vent et le soleil sont des sources primaires tandis que la vapeur et l'électricité sont des sources secondaires.

Le soleil est à l'origine de la plupart des sources d'énergie présentes sur terre: chaleur, lumière, croissance des végétaux, élévation des masses d'eau, vents, courants marins, orages.

Un des grands principes à retenir est que l'énergie se transforme mais n'est jamais perdue. L'énergie est toujours conservée même si elle change de forme. En d'autres mots, une quantité donnée d'énergie semble disparaître toujours pour donner la même quantité d'énergie sous une autre forme, qu'il s'agisse de chaleur, de lumière, de nourriture ... etc.

Postoje prirodni i umjetni izvori energije, a umjetni su oni izvori koje je stvorio čovjek. Prirodni izvori energije se nazivaju primarnim izvorima, jer izravno proizvode energiju. Umjetno stvorena energija se naziva sekundarnom, jer se dobiva energetske transformacijama.

Tako su hrana, voda, vjetar i sunce primarni izvori, dok su para i struja sekundarni izvori.

Sunce je izvor većine drugih izvora energije na zemlji: topline, svjetlosti, omogućuje rast biljaka, diže vodene mase, vjetrove, morske struje i oluje.

Ključni princip koji bismo trebali zapamtiti je da se energija transformira, a nikad se ne gubi. Energija uvijek ostaje sačuvana, čak i ako mijenja oblik. Drugim riječima, neka količina energije prividno nestaje kako bi dala istu količinu energije u nekom drugom obliku, bilo da je to toplina, svjetlost, hrana ... itd..

2. L'ENERGIE HYDRAULIQUE

2.1 L'eau

Cycle de l'eau

Sur la terre, l'eau peut se trouver dans ses 3 états : liquide (eau), solide (glace) et gazeux (vapeur d'eau).

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau des lacs, des fleuves, des océans et aussi des végétaux s'évapore (évapotranspiration).

En altitude, dans l'atmosphère, la vapeur se refroidit et se condense pour former de minuscules gouttelettes d'eau et constituer les nuages.

Sous l'action du vent, les nuages se déplacent vers les terres, se refroidissent et donnent lieu aux précipitations sous forme de pluie, neige ou grêle.

L'eau issue des précipitations va soit être absorbée par les sols pour former la nappe phréatique, soit, sous l'action de la gravitation, ruisseler le long des pentes, et se déverser dans les rivières et les lacs pour finalement se retrouver dans les océans.

L'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : chute, cours d'eau, courant marin, marée, vagues. Ce mouvement peut être utilisé directement, par exemple avec un moulin à eau, ou plus couramment être converti, par exemple en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique.

Du point de vue de la mécanique, l'énergie hydraulique est en fait une énergie cinétique dans le cas des courants marins ou des cours d'eau, des marées, des vagues, et une énergie potentielle dans le cas des chutes d'eau et barrages.

L'énergie hydraulique est issue du cycle de l'eau continuellement reproduit grâce au rayonnement solaire. Il s'agit donc bien d'une énergie renouvelable.

2. HIDROENERGIJA

2.1. Voda

Ciklus vode

Na kopnu, voda se može naći u tri stanja: tekućem (voda), čvrstom (led) i plinovitom (vodena para).

Pod utjecajem sunčevog zračenja, voda iz jezera, rijeka, oceana i također iz biljaka isparava (evapotranspiracija).

Visoko u atmosferi, para se hladi i kondenzira u obliku sitnih kapljica vode i u obliku oblaka.

Pod djelovanjem vjetra, oblaci se premještaju prema unutrašnjosti kontinenta, hlade se i uzrokuju padaline u obliku kiše, snijega ili tuče.

Oborinske vode se apsorbiraju u tlo čineći podzemne vode, ili se pod djelovanjem gravitacije slijevaju niz padine, otječu u rijeke i jezera, da bi se opet našle u oceanima.

Hydroenergija

Hydroenergija je energija dobivena kretanjem vode, u svim njenim oblicima: energija vodopada, rijeka, morskih struja, plime, valova. To se kretanje može upotrijebiti izravno, kao u primjeru vodenog mlina, ili se, što je češće, dobiva pretvorbom, na primjer, u električnu energiju u hidroelektrani.

S točke gledišta mehanike, hydroenergija je zapravo kinetička energija kod morskih struja ili rijeka, plime i oseke, valova i potencijalna energija kod slapova i brana. Hydroenergija dolazi iz ciklusa vode, koja stalno kruži zahvaljujući sunčevom zračenju. Dakle, radi se o obnovljivom izvoru energije.

2.2 Histoire de l'énergie hydraulique

Les hommes de l'Antiquité se sont assez peu intéressés à l'énergie hydraulique. Le climat méditerranéen s'y prête peu : rares sont les cours d'eau ayant un débit constant et les aqueducs sont une solution très coûteuse. La principale machine utilisant la force du courant comme source d'énergie durant l'Antiquité est la noria. Il s'agit d'une grande roue à ailettes installée sur un cours d'eau et actionnée par le courant. Un chapelet de godets fixés à cette roue élève et déverse l'eau dans un aqueduc associé qui la distribue. La noria serait apparue chez les Romains au Ier siècle avant Jésus-Christ.

Les premiers moulins à eau construits par les Grecs vers 300-250 avant Jésus-Christ se composaient d'une roue motrice horizontale plongée dans le courant d'eau. L'arbre de la roue se prolongeait verticalement en hauteur, traversait la meule dormante et entraînait la meule courante placée au-dessus. De petite dimension et à usage domestique, ce type de moulin fut utilisé à travers l'Europe jusqu'à la fin du Moyen Âge.

Le moulin à eau à roue verticale est, quant à lui, apparu en 240 avant Jésus-Christ : il nécessite l'utilisation d'un mécanisme d'engrenages, beaucoup plus complexe que celui des moulins à roue horizontale. La plus ancienne machine à eau connue utilisant un système bielle manivelle est représenté sur un bas-relief du IIIe siècle de notre ère, à Hiérapolis en Turquie. Elle actionnait une paire de scies destinées à couper de la pierre. Il s'agit cependant probablement d'un cas particulier. Le système bielle manivelle ne connaîtra un réel essor qu'à la Renaissance.

2.2 Povijest hidroenergije

U doba antike ljudi nisu bili jako zainteresirani za hidroenergiju. Mediteranska klima nije pogodovala istraživanju ni korištenju hidroenergije: rijetke su rijeke s konstantnim protokom i akvadukti su bili skupi. Glavni stroj koji je koristio snagu vode kao izvor energije u antici bio je vodenički kotač (dolapsko kolo). To je veliki kotač s lopaticama postavljen na rijeci i pokretan vodenom strujom. Niz kanti pričvršćenih na kotaču diže i prelijeva vodu u akvadukt koji je dalje raspodjeljuje. Vodeničko kolo su koristili Rimljani u prvom stoljeću prije Krista.

Prve vodenice gradili su Grci oko 300.-250. prije Krista i sastojale su se od horizontalno postavljenog pokretnog kotača uronjenog u vodu koja teče. Osovina kotača se pokretala vertikalno u visinu kroz donji statični mlinski kamen, žrvanj i pomicala gornji mlinski kamen. U malim dimenzijama za kućnu uporabu, ova vrsta mlina se koristila u cijeloj Europi sve do kraja srednjeg vijeka.

Vodenica s vertikalnim kotačem se pojavila 240. godine prije Krista: ona zahtijeva korištenje mehanizma zupčanika, mnogo složenijeg od onog kod mlinova s horizontalnim kotačem. Najstariji poznati vodeni stroj koji je koristio prijenosnu polugu predstavljen je na plitkom reljefu iz trećeg stoljeća naše ere, u Hierapolisu u Turskoj. On pokreće par pila za rezanje kamena. Međutim, ovo je vjerojatno zaseban slučaj. Prijenosna poluga je svoj pravi procvat doživjela tek u renesansi.

Les moulins à eau

Les moulins à eau étaient très rares et de taille modeste durant l'Antiquité. Ils vont se multiplier et se perfectionner dans le courant du Moyen Âge. En effet, ce type de machine permet une productivité bien plus grande que celle fournie par les meules antiques actionnées par des esclaves : chaque moulin à eau peut moudre 150 kg de blé à l'heure ce qui correspond à peu près au travail de 40 personnes.

À l'origine, ils servent essentiellement à moudre les grains, presser les olives, broyer les noix ou les raisins, voire les minéraux... Ils vont être adaptés à des activités industrielles proprement dites grâce à l'introduction d'un mécanisme intermédiaire révolutionnaire, l'arbre à cames : ce dispositif transforme en effet le mouvement circulaire continu de la roue motrice en un mouvement rectiligne et alternatif.

Avec l'arbre à cames, les roues hydrauliques peuvent actionner des pilons ou des marteaux pour forger le fer (moulins à fer dont les marteaux sont appelés martinets), des scies ou encore des soufflets dans les forges. Les moulins à foulon (les maillets foulent les draps), à chanvre, à pastel, à bière, à papier se multiplient.

Appliqué à toutes sortes d'industries, le moulin à eau est une étape décisive pour l'utilisation artisanale et industrielle de l'énergie hydraulique. Il est l'élément-clé de la révolution technique qui commence au IX^e siècle au Moyen Âge et symbolise à lui seul la toute première révolution industrielle en augmentant la productivité et en s'adaptant à une grande diversité d'industries.

Vodenice

U antici su vodenice bile vrlo rijetke i skromnih dimenzija. One su se proširile i usavršile tijekom srednjeg vijeka. Naime, ova vrsta stroja omogućuje mnogo veću produktivnost od antičkih mlinova koje su pokretali robovi: svaka vodenica može samljeti 150 kg pšenice po satu, što odgovara otprilike radu 40 ljudi.

Izvorno, one se uglavnom koriste za mljevenje žita, gnječenje maslina, gnječenje oraha ili groždica, ili minerala ... Vodenice su prilagođene industrijskim procesima uvođenjem revolucionarnog prijelaznog mehanizma, bregastog vratila. Ovaj uređaj pretvara kontinuirano kružno gibanje pogonskog kotača u naizmjenično pravocrtno gibanje.

Pomoću bregaste osovine vodenička kola mogu pokretati malj ili čekiće za kovanje željeza (željezni mlinovi čiji se čekići nazivaju tlačni malj, bat), pile ili čak mjebove u kovačnici. Šire se mlinovi za valjanje sukna (batovi valjaju sukno), mlinovi za konoplju, mlinovi za sač, za pivo, za papir.

Primjenjivana u svim vrstama industrije, vodenica postaje prekretnica za zanatsko i industrijsko korištenje hidroenergije. Ona je ključni element tehnološke revolucije koja je počela u devetom stoljeću u srednjem vijeku i utjelovljuje prvu industrijsku revoluciju, jer donosi povećanje produktivnosti i prilagođuje se raznim gospodarskim granama.

Les centrales hydro-électriques

Ce n'est qu'au cours du XIXe siècle que les roues à aubes sont utilisées pour produire de l'électricité. À la fin du siècle, la turbine remplacera la roue hydraulique et les premiers barrages feront leur apparition.

En effet, au XIXe siècle Benoist de Fourneyron (1802-1867) invente la première turbine. Il utilise l'effet de la pression pour entraîner une roue à eau. Il commence en 1827 avec une première turbine aux forges de Pont-sur-l'Ognon en Franche-Comté. La hauteur de chute de 1,4m génère une puissance de 4,5 kW avec 60 tours par minute. Quelques années plus tard, en 1837, en Allemagne, il équipe une chute de 112 mètres avec une turbine de 55 cm de diamètre et atteint une puissance de 45 kW pour une vitesse de rotation de 2300 tours par minute.

Plus tard, l'apparition des dynamos et des alternateurs mis au point par le Belge Zénobe Gramme (1826-1901) entre 1869 et 1877 permettront de produire industriellement de l'électricité et de la transporter sur de longues distances.

L'hydroélectricité va connaître ensuite un développement spectaculaire. Ainsi, entre 1920 et 1940, plus de cinquante barrages sont édifiés.

Parmi toutes les énergies renouvelables, l'hydroélectricité est la seule à être exploitée à grande échelle, et ceci dans le monde entier. En effet, elle représente 16% de la production électrique mondiale contre 67% pour les combustibles fossiles (charbon, pétrole, etc.), 17% pour le nucléaire et 0,3% pour les centrales géothermiques.

Actuellement, la Belgique est équipée d'un parc d'une cinquantaine de centrales hydroélectriques dont la puissance installée totale est d'environ 100 MW.

Hidroelektrane

Tek su se u devetnaestom stoljeću rotor počeli koristiti za proizvodnju električne energije. Na kraju stoljeća, turbina je zamijenila vodeničko kolo i pojavile su se prve brane. Benoist de Fourneyron (1802.-1867.) je u devetnaestom stoljeću izumio prvu turbinu. Koristio je pritisak vode za pokretanje vodeničkog kola. Godine 1827. izumio je prvu turbinu za kovačnice u Pont-sur-l'Ognon u regiji Franche-Comté. Visina pada od 1,4 metara ima izlaznu snagu od 4,5 kW na 60 okretaja u minuti. Nekoliko godina kasnije, 1837., u Njemačkoj, na padu od 112 metara postavio je turbinu promjera 55 cm i snage 45 kW s brzinom vrtnje od 2300 okretaja u minuti.

Kasnije su se pojavila dinama i alternatori, koje je razradio Belgijanac Zénobe Gramme (1826.-1901.) i koji su između 1869. i 1877. omogućili industrijsku proizvodnju električne energije i njen prijevoz na velike udaljenosti.

Hidroenergija je zatim doživjela spektakularan razvoj. Tako je između 1920. i 1940. izgrađeno više od pedeset brana.

Među svim obnovljivim izvorima energije, hidroenergija je jedini izvor koji se može iskoristiti u velikoj mjeri, i to u cijelom svijetu. Ona zapravo zauzima 16% svjetske proizvodnje električne energije u odnosu na 67%, koliko otpada na fosilna goriva (ugljen, nafta, itd.), 17% na nuklearne elektrane i 0,3% na geotermalne elektrane.

Belgija trenutno broji pedeset hidroelektrana, čija je ukupna snaga otprilike 100 MW.

2.3 Les centrales hydroélectriques

Il existe différents types de centrales hydroélectriques en fonction de la hauteur de la chute d'eau et du volume de la réserve d'eau :

- les centrales gravitaires qui mettent à profit l'écoulement de l'eau au long d'une dénivellation du sol. On distingue les usines de lac (plus de 300 m de chute), les usines d'éclusée (entre 25 et 300 m) et les usines au fil de l'eau (moins de 25 m)
- les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage qui en plus de produire de l'énergie à partir de l'écoulement naturel, comportent un mode pompage permettant de stocker l'énergie produite par d'autres types de centrales lorsque la consommation est basse, par exemple la nuit, pour la redistribuer, en mode turbinage, lors des pics de consommation
- les **usines marémotrices** au sens large qui utilisent l'énergie du mouvement des mers, qu'il s'agisse du flux alterné des marées (marémotrice au sens strict), des courants marins permanents (hydroliennes au sens strict) ou du mouvement des vagues

À un étranglement des rives d'un cours d'eau, un barrage est érigé qui crée une retenue d'eau. Au pied de ce barrage, on installe des turbines reliées à des alternateurs (générateurs). On alimente en eau sous pression les turbines par un système de canalisations et de régulateurs de débit.

La turbine hydraulique couplée à un alternateur (ou générateur) convertit l'énergie cinétique de l'eau en mouvement en énergie électrique utilisable par les consommateurs.

2.3 Hidroelektrane

Postoje različite vrste hidroelektrana, ovisno o visini pada i volumenu vode:

- gravitacijske centrale koje koriste protok vode niz nagib tla. Razlikujemo centrale na jezerima (s padom većim od 300 m), centrale na branama (s padom između 25 i 300 m) i centrale iznad vode (pad manji od 25 m)
- stanice za transport energije pumpanjem, koje osim što proizvode energiju iz prirodnog toka crpenjem pohranjuju energiju proizvedenu u drugim centralama, kada je potrošnja niska, npr. noću, koja se zatim turbinama redistribuira za period visoke potrošnje
- centrale na moru u širem smislu koje koriste energiju gibanja mora, bilo da je riječ o naizmjeničnim mijenama plime i oseke (morske elektrane u užem smislu), o morskim strujama (hidroelektrane u užem smislu) ili o gibanju valova

U obalnom tjesnacu vodotoka, brana je izgrađena kako bi stvorila rezervoar vode. U podnožju brane instaliraju se turbine povezane s alternatorima (generatorima). Voda se pod pritiskom sustavom cijevi i regulatorima protoka usmjerava na turbinu.

Vodena turbina spojena na alternator (ili generator) pretvara kinetičku energiju kretanje vode u električnu energiju spremnu za potrošnju.

Il existe différents types de barrages:

Barrage poids

Un barrage poids est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau.

Barrage à contreforts

Le barrage à contreforts reporte la poussée de l'eau sur les fondations inférieures et sur les rives.

Barrage en voûte

La poussée de l'eau est reportée sur les flancs de la vallée au moyen d'un mur de béton arqué horizontalement, et parfois verticalement (on la qualifie alors de voûte à double courbure). Ces énormes structures ne constituent que la partie supérieure d'un barrage hydroélectrique. Dans les sous-sols, se trouvent les turbines et les alternateurs.

Postoje različite vrste brana:

Nasip

Nasip je brana čija je vlastita težina dovoljna da izdrži pritisak vode.

Brana s podupiračima

Brana s podupiračima prenosi pritisak vode na niže temelje i na bočne strane.

Brana s lukovima

Pritisak vode se prenosi na bočne strane toka preko betonskog zida zaobljenog horizontalno, a ponekad i vertikalno (zato se naziva dvostruko zakrivljeni luk).

Ove ogromne strukture čine samo gornji dio brane hidroelektrane. U podnožju brane se nalaze turbine i alternatori.

Fonctionnement

1. L'eau, par son poids et sa vitesse, actionne une turbine qui entraîne à son tour un générateur.
2. L'énergie mécanique produite va être transformée par ce générateur en énergie électrique.
3. L'électricité est dirigée vers le réseau électrique.

L'électricité d'origine hydraulique provient de la variation d'énergie potentielle de l'eau entre deux niveaux : en pratique il faut une tonne d'eau qui descend d'environ 400 m pour produire 1 kWh.

1 kWh = 1000 Watt consommés pendant une heure.

Deux facteurs influencent directement la puissance disponible : la hauteur de la chute (H) et le débit d'eau (Q).

Cette relation peut s'écrire : $P = k.H.Q$

Le coefficient k tient compte du poids spécifique de l'eau et des rendements des différentes machines.

Pour une même puissance, une turbine peut donc être alimentée par un faible débit sous une hauteur de chute importante ou, au contraire, par un débit important sous une faible hauteur de chute.

Način rada

1. Voda svojom težinom i brzinom pokreće turbinu koja pokreće generator.
2. Dobivena mehanička energija se pomoću generatora pretvara u električnu energiju.
3. Električna energija se prenosi u električnu mrežu.

Električna energija dobivena u hidroelektranama potječe od potencijalne energije vode, koja se mijenja kroz dvije razine: u praksi je potrebna otprilike tona vode koja pada s oko 400 m za proizvodnju 1 kWh.

1 kWh = 1000 W potrošenih u jednom satu.

Dva čimbenika izravno utječu na snagu: visina pada (H) i protok vode (Q).

Ovaj odnos se predstavlja formulom: $P = k \cdot H \cdot Q$

Koeficijent k uzima u obzir specifičnu težinu vode i učinak različitih strojeva. Da bi se dobila ista snaga, turbina se može pokretati manjom količinom vode s većim padom ili obrnuto, većom količinom vode sa slabijim padom.

3. L'ENERGIE EOLIENNE

3.1 Le vent

D'où vient le vent ?

Le soleil réchauffe inégalement l'air à la surface de la terre. Il chauffe l'air et l'eau, et la chaleur produite est ensuite diffusée dans l'air. Cela entraîne l'apparition de zones de haute pression (air chaud) et de basse pression (air froid). En effet, l'air chaud s'élève, ce qui génère des zones de basse pression au niveau du sol et, au dessus, une zone de haute pression. Dans l'atmosphère, l'air se déplace des zones de haute pression vers les zones de basse pression. Le vent est cet air en mouvement.

L'énergie éolienne est issue du vent produit continuellement sous l'action du rayonnement solaire. Il s'agit donc bien d'une énergie renouvelable.

Les premiers savants à avoir pu expliquer l'origine du vent sont Evangelista Torricelli (1608-1647) et Blaise Pascal (1623-1662). Le premier mit en évidence la pression atmosphérique de l'air grâce à son baromètre tandis que le second décrit le vent comme de l'air en mouvement, un courant d'air plus ou moins puissant, et il expliqua aussi la diminution de pression avec l'altitude.

3. ENERGIJA VJETRA

3.1 Vjetar

Odakle dolazi vjetar?

Sunce neravnomjerno grije zrak na površini zemlje. Ono zagrijava zrak i vodu, a stvorena toplina je raspršena u zraku. To uzrokuje pojavu područja visokog tlaka zraka (vrući zrak) i područja niskog tlaka zraka (hladni zrak). Vrući se zrak diže, što stvara zone niskog tlaka zraka u prizemlju i zone visokog tlaka zraka u visinama. U atmosferi, zrak se kreće iz područja visokog tlaka u područje niskog tlaka. To kretanje zraka nazivamo vjetar.

Energija vjetra dolazi iz vjetra, koji se pod djelovanjem sunčeve svjetlosti stalno iznova javlja. Dakle, radi se o obnovljivom izvoru energije.

Prvi učenjaci koji su objasnili porijeklo vjetra su Evangelista Torricelli (1608.-1647.) i Blaise Pascal (1623.-1662.). Torricelli je odredio tlak atmosferskog zraka zahvaljujući svom barometru, a Pascal je opisao vjetar kao zrak u pokretu, kao više ili manje moćan protok zraka i također je objasnio smanjivanje tlaka zraka s porastom nadmorske visine.

Connaître la direction du vent

Depuis la Grèce Antique, on peut déterminer la direction du vent grâce à une girouette.

Si la girouette indique le Nord, cela signifie que le vent va du Nord vers le Sud. On parle alors de vent du Nord.

Mesurer la vitesse du vent

Pour mesurer la vitesse du vent, on utilise un anémomètre. Il s'agit d'un petit instrument composé de coupelles tournant autour d'un axe grâce à la force du vent.

La vitesse de rotation des coupelles permet de déterminer la vitesse du vent grâce à une formule mathématique qui dépend de différents paramètres. Ainsi, nous avons :

$$\text{Vitesse (vent)} = 2\pi F(N) R.N$$

où R est le rayon moyen des bras (de l'axe de rotation jusqu'au centre des coupelles), N, le nombre de tours par seconde [1/s] et F(N), une fonction d'étalonnage.

La vitesse du vent se mesure en km/h, en m/s ou en noeud. Un noeud équivaut à 1,852km/h.

La vitesse du vent ainsi que sa direction sont deux paramètres essentiels si l'on veut exploiter le vent comme source d'énergie.

Određivanje smjera vjetra

Već je u doba antičke Grčke bilo moguće odrediti smjer vjetra pomoću vjetrokaza.

Ako vjetrokaz pokazuje sjever, to znači da vjetar puše od sjevera prema jugu. To je sjeverni vjetar, sjevernjak.

Mjerenje brzine vjetra

Za mjerenje brzine vjetra koristi se anemometar. To je mali instrument koji se sastoji od lopatica koje se zahvaljujući snazi vjetra vrte oko osi.

Brzina vrtnje lopatica omogućuje određivanje brzine vjetra pomoću matematičke formule koja ovisi o raznim parametrima. Dakle, imamo:

$$\text{Brzina (vjetra)} = 2\pi F(N) R.N$$

gdje R znači polumjer kraka (od osi rotacije do sredine lopatice), N je broj okretaja u sekundi [1 / s] i F(N) je funkcija kalibracije.

Brzina vjetra se mjeri u km/h, u m/s ili u čvorovima. Čvor je jednak 1,852 km/h.

Brzina vjetra i njegov smjer su dva važna parametra ako želimo koristiti vjetar kao izvor energije.

3.2 Histoire de l'énergie éolienne

Les bateaux à voile

Durant l'Antiquité, l'énergie éolienne issue du vent n'a servi qu'à la propulsion des bateaux. On retrouve les premières traces des bateaux à voile de papyrus ou de coton en Égypte.

Les moulins à vent

Le moulin à vent n'est connu qu'à partir du VIIe siècle après Jésus-Christ et apparaît en Perse. Il est constitué d'un axe vertical avec des pales disposées verticalement confinées à l'intérieur du bâtiment du moulin. Des orifices dans les parois du moulin permettent à l'air de s'engouffrer pour actionner l'éolienne. L'arbre vertical était directement relié à la meule courante, sans transmission. Il servait à l'irrigation des terres cultivées et pour écraser du grain.

3.2 Povijest korištenja energije vjetra

Jedrilice

U doba antike energija vjetra je služila samo za pogon brodova. U Egiptu su pronađene prve jedrilice od papirusa i pamuka.

Vjetrenjače

Vjetrenjače su otkrivene u sedmom stoljeću poslije Krista i pojavile su se u Perziji. Vjetrenjača se sastoji od vertikalne osi s lopaticama postavljenima vertikalno, pričvršćenima unutar zgrade mlina. Otvori u zidovima mlina propuštaju zrak koji pokreće vjetrenjaču. Vertikalna je osovina izravno spojena za kotač, bez prijenosa. Vjetrenjače su služile za navodnjavanje poljoprivrednih površina i mljevenje žita.

Le Moyen Âge

Pendant toute l'Antiquité, les ingénieurs se sont peu souciés d'alléger le travail des hommes avec des machines puisque la plupart des sociétés antiques recouraient abondamment aux esclaves. Par contre, les occidentaux du Moyen Âge ne disposent plus de cette main d'oeuvre gratuite. On cherche donc à exploiter au mieux les énergies qui ne font plus exclusivement appel aux muscles humains en développant des machines actionnées par des sources d'énergie que les hommes de l'Antiquité avaient négligées: l'eau et le vent. C'est en observant la nature et sans comprendre réellement les grands principes scientifiques que l'homme a peu à peu utilisé ces forces naturelles pour accomplir ses tâches quotidiennes.

Les premiers moulins à vent sont signalés en Europe à la fin du IXe siècle en Angleterre. Ils ne se généralisent pourtant dans toute l'Europe que vers le XIIe siècle, d'abord sur les côtes maritimes du Nord, puis dans les pays de la bordure atlantique (Portugal, Espagne, France). Ils sont en général placés sur des petits tertres et éminences, soit isolés, soit groupés, et disposent d'un axe horizontal fixe.

Deux problèmes techniques vont néanmoins se poser : d'abord, les ailes du moulin doivent toujours être face au vent, ce qui constitue une contrainte importante : le vent est capricieux et change régulièrement de direction contrairement aux rivières dont la direction du courant est constante. Ensuite, le meunier doit pouvoir transformer le mouvement de rotation vertical des ailes pour actionner la meule dans un mouvement de rotation horizontal.

Ce dernier problème sera résolu en liant la meule aux ailes par une série d'engrenages. Quant aux questions d'orientation par rapport au vent, les charpentiers médiévaux inventent des moulins pivotant complètement sur un énorme trépied de bois. D'abord manoeuvré manuellement par le meunier, il sera par la suite muni d'un gouvernail actionné automatiquement par une petite roue à pales mue par le vent : Il s'agit du moulin chandelier.

Plus tard, seul le toit pivotera en suivant la direction du vent, à partir d'une tour fixe : c'est le moulin-tour.

L'eau et le vent resteront pendant des siècles les sources d'énergie principales et les techniques, hydrauliques surtout, feront l'objet de recherches et d'améliorations constantes.

Srednji vijek

Tijekom antike inženjeri se nisu baš trudili olakšati ljudski rad upotrebom strojeva, jer su se gotovo sve drevne civilizacije koristile radom robova. Međutim, na Zapadu u srednjem vijeku više nije bilo te besplatne radne snage. Zato antički čovjek pokušava osim snage svojih mišića pronaći druge izvore radne snage, što dovodi do razvoja strojeva koji koriste izvore energije zanemarivane u antici: vodu i vjetar. Promatrajući prirodu, a bez stvarnog razumijevanja glavnih znanstvenih načela, čovjek postupno koristi ove prirodne sile kako bi obavljao svoje svakodnevne aktivnosti.

U Europi su prve vjetrenjače opisane u Engleskoj krajem devetog stoljeća. Tek su u dvanaestom stoljeću bile rasprostranjene u cijeloj Europi, prvo na sjevernim, a zatim na atlantskim obalama (Portugal, Španjolska, Francuska). Obično su bile smještene na malim uzvisinama i brežuljcima, bilo izdvojene ili grupirane, i imale su fiksnu horizontalnu os.

Pojavila su se dva tehnička problema: prvi, krila mlina trebaju uvijek biti okrenuta prema vjetru, što predstavlja najveće ograničenje: vjetar je hirovit i redovito mijenja smjer za razliku od rijeka, čiji je tok konstantan. Zatim, mlinar mora transformirati vertikalnu rotaciju krila za horizontalno pokretanje kotača.

Potonji će problem biti riješen povezivanjem kotača s krilima nizom zupčanika. Što se tiče problema smjera vjetra, srednjovjekovni su stolari izmislili vjetrenjače koje su se u potpunosti okretale na velikim drvenim stativima. Isprva je njima ručno upravljao mlinar, a zatim su opremljene s kormilom koje je automatski pokretao mali rotor pokretan vjetrom. To je bila vjetrenjača-svijećnjak.

Kasnije, samo se krov okretao u smjeru vjetra, a toranj je bio statičan. To je bila vjetrenjača-toranj.

Voda i vjetar su stoljećima ostali glavni izvori energije, a tehnika, posebno hidraulična, postala je predmet stalnih istraživanja i usavršavanja.

Les éoliennes

Les premières éoliennes apparaissent au XIXe siècle aux États-Unis et sont utilisées pour le pompage de l'eau. Elles sont constituées d'un pylône surmonté d'un axe horizontal autour duquel sont fixées plusieurs pales.

Le vent fait tourner les pales et grâce à un système de bielle-manivelle, le mouvement de rotation est transformé en mouvement de va-et-vient ce qui permet d'actionner un piston qui aspire l'eau.

En 1887-1888, aux États-Unis, Charles F. Brush construit la première éolienne qui produit de l'électricité. Cette éolienne d'une puissance de 12kW a permis de charger des batteries pour alimenter sa maison en électricité pendant 20 ans.

Le rotor de l'éolienne constitué de 144 pales et du nez avait un diamètre de 17m !!

En 1891, le danois Poul La Cour (1846–1908) met en place une éolienne plus efficace permettant de produire 25 kW grâce à des rotors à 4 pales. Il met en évidence que les turbines à rotation rapide composées d'un nombre moins grand de pales apportent un meilleur rendement. Cette éolienne sera la première utilisée à l'échelle industrielle.

Au XXe siècle, les éoliennes vont se développer petit à petit. Dans les années 1920, Georges Darrieus (1888-1979) imagine une éolienne à axe vertical.

En 1957, Johannes Juul (1887-1969) crée une turbine appelée Gedser qui sert encore de modèle aux éoliennes actuelles. Les éoliennes utilisant ce type de turbine produisaient jusqu'à 1000 kW.

Le développement des éoliennes sera freiné par la suite en raison de la grande consommation en énergies fossiles telles que le pétrole et le charbon.

Vjetroturbine

Prvi su se strojevi pokretani snagom vjetra pojavili u devetnaestom stoljeću u Sjedinjenim Američkim Državama i koristili su se za crpljenje vode. Sastojali su se od stupa iznad kojeg je bila postavljena vodoravna osovina, na koju je bilo pričvršćeno više lopatica.

Vjetar okreće lopatice i zahvaljujući prenosnoj polugi, rotacijsko se kretanje pretvara u klipni pomak naprijed-natrag i time pokreće klip koji usisava vodu.

Godine 1887./1888., u Sjedinjenim Američkim Državama, Charles F. Brush sagradio je prvu vjetrenjaču koja je proizvodila električnu energiju. Ta vjetrenjača snage 12kW uspjela je napuniti baterije za opskrbu njegove kuće električnom energijom tijekom 20 godina. Rotor vjetrenjače sastojao se od 144 lopatice, a nos je imao promjer od 17 m! Godine 1891., Danac Poul La Cour (1846.-1908.) izumio je učinkovitiju vjetrenjaču koja je proizvodila 25 kW pomoću rotora s 4 lopatice. On je pokazao kako turbine s manjim brojem lopatica pri brzjoj vrtnji osiguravaju bolje performanse. Ta je vjetrenjača bila prva koja se koristila u industriji.

U dvadesetom stoljeću vjetrenjače su se postupno razvijale. Dvadesetih godina 20. stoljeća, Georges Darrieus (1888.-1979.) je izumio vjetroturbinu s vertikalnom osi.

Godine 1957., Johannes Juul (1887.-1969.) stvara turbinu pod nazivom Gedser koja još uvijek služi kao model za današnje vjetroturbine. Vjetrenjače koje koriste ovu vrstu turbine proizvode do 1000 kW električne energije.

Razvoj vjetroturbina će kasnije biti usporen zbog velike potrošnje fosilnih goriva poput nafte i ugljena.

3.3 Les éoliennes

Les composants d'une éolienne

Une éolienne se compose des principaux éléments suivants :

- le **mât** dont la hauteur va de 20 à plus de 100m
- la **nacelle** qui contient le moteur et les différents composants mécaniques.
- le **rotor** comprenant le nez et les pales d'un diamètre de 3 à 90 m. On compte généralement 3 pales sur les éoliennes modernes.

Fonctionnement

1. Le vent fait tourner les pales de l'éolienne qui elles-mêmes font tourner le générateur.
2. L'énergie mécanique produite va être transformée par ce générateur en énergie électrique. C'est le même principe que pour une dynamo ou un alternateur de voiture.
3. L'électricité est dirigée vers le réseau électrique ou des batteries de stockage.

Grâce à un multiplicateur, la vitesse de rotation des pales (entre 15 et 30 tours par minute) est multipliée afin de faire tourner le générateur entre 1000 et 2000 tours par minute. C'est le principe des engrenages. Les pales de l'éolienne font tourner un grand engrenage (avec beaucoup de dents) qui est connecté à un petit engrenage (ayant environ 70 fois moins de dents) mais qui tourne alors 70 fois plus vite. Cet engrenage est raccordé au générateur.

Pour obtenir un rendement optimal, la vitesse du vent doit être d'environ 50 km/h. Au delà de 90 km/h, les éoliennes ne peuvent plus tourner car cela endommagerait trop vite les mécanismes.

Pour fonctionner, une éolienne a besoin d'un vent d'au moins 10 km/h.

L'implantation des éoliennes doit donc tenir compte de la vitesse moyenne du vent autant que de sa direction afin d'avoir le meilleur rendement possible.

La capacité d'une éolienne à produire de l'énergie s'appelle la puissance et s'exprime en watts.

La puissance des éoliennes varie également suivant leur taille. Actuellement, il existe des petites éoliennes permettant de générer 400 W et des grosses éoliennes industrielles pouvant avoir une puissance jusqu'à 5 MW (=5000000 W).

3.3 Vjetroturbine

Dijelovi vjetroturbine

Vjetroturbina se sastoji od sljedećih glavnih elemenata :

- **jarbola** visokog od 20 do najviše 100 m
- **gondole**, koja sadrži motor i razne mehaničke dijelove
- **rotora**, koji sadrži nos i lopatice promjera od 3 do 90 m. Moderne vjetrenjače obično imaju 3 lopatice.

Način rada

1. Vjetar okreće lopatice vjetroturbine koje pokreću generator.
2. Proizvedena mehanička energija se pomoću generatora pretvara u električnu energiju. Radi se o istom principu kao i kod dinamita ili alternatora automobila.
3. Električna energija se usmjerava u električnu mrežu ili pohranjuje u baterije.

Zahvaljujući multiplikatoru umnaža se brzina okretanja lopatica (između 15 i 30 okretaja u minuti) kako bi se generator okrenuo između 1000 i 2000 puta u minuti. To je načelo zupčanika. Lopatice vjetroturbine pokreću veliki zupčanik (s mnogo zuba) koji je spojen na mali zupčanik (koji ima oko 70 puta manje zuba), koji se vrti 70 puta brže. Taj zupčanik je spojen na generator.

Za optimalne performanse, brzina vjetra bi trebala biti oko 50 km/h. Na brzinama preko 90 km/h, vjetroturbine se ne mogu okretati jer prebrza vrtnja oštećuje mehanizme.

Da bi radila, vjetroturbini je potreban vjetar najmanje brzine od 10 km/h.

Pri postavljanju vjetroelektrana treba dakle voditi računa o prosječnoj brzini vjetra, kao i o njegovom smjeru, kako bi vjetroelektrane imale najbolji učinak.

Kapacitet vjetroelektrane za proizvodnju energije zove se snaga i mjeri se u vatima.

Snaga vjetroelektrane varira ovisno o njenoj veličini. Trenutno, postoje male vjetroelektrane za stvaranje 400 W električne energije i velike industrijske vjetroelektrane, koje mogu imati kapacitet do 5 MW (= 5000000 W).

4. L'ENERGIE SOLAIRE

4.1. Le soleil et son rayonnement

Le soleil est une étoile, qui émet un rayonnement sous forme d'ondes électromagnétiques. En fonction de la longueur de ces ondes, certaines parties du rayonnement sont visibles (lumière) ou non (infrarouges, ultraviolets...), et parviennent jusqu'à la Terre (tous les rayonnements cités ci-avant) ou non (les rayons à ondes courtes comme les rayons X et gamma).

Bien que les rayons du soleil soient observés (voire même adorés) depuis la nuit des temps, la composition de ce rayonnement ne commence à être étudiée qu'à partir du XVIIe siècle. Dans les années 1660, Isaac Newton (1643-1727) décompose le rayonnement solaire en un spectre de couleurs, en le faisant passer à travers un prisme. Il estime alors que le rayonnement est composé de particules (théorie corpusculaire), au contraire de son contemporain Christiaan Huygens, qui le visualise sous forme d'ondes (théorie ondulatoire). Au XIXe siècle, la théorie ondulatoire de la lumière s'impose aux dépens de la théorie corpusculaire. Cependant, au début du XXe siècle, Albert Einstein (1879-1955) découvre que, si les rayons se diffusent bien sous forme d'ondes, ils sont aussi composés de particules d'énergie, les photons. On parle désormais de « dualité onde-corpuscule ».

Les infrarouges et les ultraviolets sont découverts respectivement par l'Allemand William Herschel (1738-1822) en 1800, et par son compatriote Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) peu de temps après.

4. SOLARNA ENERGIJA

4.1. Sunce i njegovo zračenje

Sunce je zvijezda koja emitira zračenja u obliku elektromagnetskih valova. Ovisno o duljini tih valova, neki dijelovi tog zračenja su vidljivi (svjetlosti), a neki nevidljivi (infracrveno, ultraljubičasto ...). Sva gore navedena zračenja dolaze do Zemlje (svjetlost, infracrveno zračenje, ultraljubičasto zračenje), a zračenja kratkih valnih duljina poput X-zraka i gama-zraka ne dolaze do Zemlje.

Iako su sunčeve zrake bile predmet proučavanja (čak i obožavanja) od pamtivijeka, sastav zračenja počinje se proučavati tek u sedamnaestom stoljeću. Šezdesetih godina 17. stoljeća, Isaac Newton (1643.-1727.) je propuštajući ga kroz prizmu rastavio sunčevo zračenje u spektar boja. Ustanovio je da se zračenje sastoji od čestica (čestična teorija svjetlosti), za razliku od svog suvremenika Christiaana Huygensa, koji ga prikazuje u obliku valova (valna teorija svjetlosti). U devetnaestom stoljeću, valna teorija svjetlosti je predvladala u odnosu na čestičnu teoriju. Međutim, početkom dvadesetog stoljeća, Albert Einstein (1879.-1955.) je otkrio da, ako se zrake raspršuju u obliku valova, oni su također sastavljeni od čestica energije zvanih fotoni. Zato otada govorimo o "valno-čestičnoj dualnosti".

Infracrveno zračenje otkrio je Nijemac William Herschel (1738.-1822.) 1800. godine, a njegov sunarodnjak Johann Wilhelm Ritter (1776.-1810.) otkrio je ultraljubičasto zračenje ubrzo nakon toga.

4.2. L'histoire de l'énergie solaire

L'homme est capable de transformer le rayonnement solaire en deux formes d'énergie :

- énergie thermique (chaleur)
- énergie photovoltaïque (électricité)
- énergie lumineuse

4.2.1. Le solaire thermique

Le mot thermique vient du grec *thermos*, qui signifie «chaleur». Il est évident que le soleil sert depuis toujours à l'homme pour se chauffer, sans utiliser aucun «artifice» (orientation adéquate des maisons dans l'Antiquité etc.). Mais on va découvrir qu'il est possible de chauffer ou de brûler diverses matières en focalisant sur elles les rayons du soleil, par l'intermédiaire de miroir(s) concave(s) ou de lentille(s).

Il faut noter que deux phénomènes physiques doivent être pris en compte quand on veut utiliser l'énergie solaire sous forme thermique :

a) La couleur noire absorbe la lumière (énergie transformée sous forme de chaleur), tandis que le blanc la réfléchit.

b) L'«effet de serre» fait que si on expose une pièce ou une boîte vitrée aux rayons du soleil, ceux-ci pénètrent à l'intérieur ; mais la chaleur rayonnante émise en conséquence par l'air de la boîte et les parois (les infrarouges) ne peut traverser les vitres vers l'extérieur (car le verre est transparent au rayonnement solaire – courte longueur d'onde – mais opaque au rayonnement infrarouge – grande longueur d'onde) et s'accumule à l'intérieur.

L'effet de serre a été observé par Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799), qui crée un «héliothermomètre», en 1784 : une caisse en sapin, doublée de liège noir et fermée par trois glaces, toujours placée perpendiculairement aux rayons du soleil. Ayant obtenu à l'intérieur de sa caisse une température supérieure à celle de l'eau bouillante, il explique son expérience par l'isolation de l'air, mais pas encore par l'effet de serre.

C'est Joseph Fourier (1768-1830), qui, ayant intégré les théories de la « chaleur rayonnante » - les infrarouges – fait l'analogie avec l'atmosphère en 1824.

4.2. Povijest solarne energije

Čovjek je sposoban pretvoriti sunčevo zračenje u dva oblika energije:

- toplinsku energiju (toplina)
- fotonaponsku energiju (struja)
- svjetlosnu energiju

4.2.1. Solarna toplinska energija

Riječ *toplinski*, *termički* dolazi od grčke riječi *thermos*, što znači "toplina". Očito je da je čovjek oduvijek koristio sunce za grijanje, još prije ikakvih izuma (primjer najprikladnijeg položaja kuća u antici i sl.). međutim, čovjek je uskoro otkrio kako je moguće zagrijati ili spaliti različite materijale usmjeravajući na njih sunčeve zrake pomoću konkavnih zrcala ili leća.

Treba naglasiti da ukoliko želimo solarnu energiju koristiti kao toplinsku, u obzir treba uzeti dva fizička fenomena:

- a) crna boja upija svjetlost (energija pretvorena u toplinu), dok je bijela boja odbija.
- b) "Efekt staklenika" – ako izložimo sunčevim zrakama neki predmet ili kutiju pokrivenu staklom, zrake će ući unutra; ali toplinsko zračenje koje emitiraju zrak i stijenke kutije (infracrveno) ne može proći kroz staklo prema van (jer je staklo propusno za sunčevo zračenje – kratke valne duljine - ali nepropusno za infracrveno zračenje – duge valne duljine) i akumulira se unutra.

Efekt staklenika proučavao je Horace-Bénédict de Saussure (1740.-1799.), koji je 1784. stvorio "heliotermometar": kutiju od borovine, obrubljenu crnim plutom i zatvorenu s tri zrcala, uvijek postavljenu okomito na sunčeve zrake. Nakon što je u svojoj kutiji izmjerio temperaturu višu od temperature kipuće vode, on je objasnio svoj eksperiment izolacijom zraka, još ne efektom staklenika.

Tek je Joseph Fourier (1768.-1830.) 1824., nakon što je povezao teorije "isijavanja topline" i infracrvenog zračenja povezao efekt staklenika s atmosferom.

Les miroirs ardents

Dans l'Antiquité déjà, plusieurs savants s'intéressèrent au phénomène des « miroirs ardents ». Il s'agissait de faire en sorte que les rayons du soleil soient réfléchis par un miroir sphérique ou parabolique, et focalisés sur une petite surface, afin d'enflammer celle-ci à distance. On utilisait ce phénomène pour allumer des feux sacrés ou encore la flamme olympique.

La légende (au moins depuis l'époque byzantine) veut que lors du siège de Syracuse, colonie grecque, en 215-212 av. J.-C., le savant Archimède ait incendié à l'aide de miroirs les navires romains assiégeant la ville. Cette histoire (mise en doute depuis la Renaissance) va fasciner les siècles ultérieurs, et pendant longtemps les savants vont tenter de recréer cette expérience.

Dès 1747, Georges Buffon (1707-1788), directeur du Jardin du Roi, se lance dans la construction de miroirs concaves, avec lesquels il brûle différents matériaux à distance. Il s'intéresse aussi aux lentilles de réfraction, travaillant à l'élaboration de lentilles qui soient à la fois épaisses et bien transparentes, ce qui n'était pas encore réalisable en France à l'époque. Il fait des démonstrations publiques, notamment en présence du Roi.

Quelques années plus tard, Antoine Lavoisier (1743-1794) cherche à perfectionner les systèmes existants, lentilles et miroirs, pour les appliquer aux expériences chimiques, évitant de la sorte les interférences des fourneaux à charbon. Un premier essai avec les lentilles existantes le déçoit.

Le corps que l'on veut exposer à la chaleur ne reçoit pas assez de rayons, et le foyer est trop ponctuel. Il faut une lentille plus grande, au foyer plus large. Comme il n'est pas possible de le réaliser en verre, Lavoisier préconise les loupes à liquide (plutôt que les loupes de verre) : une glace reliée par ses bords et remplie d'alcool est fabriquée. Elle est mobile pour suivre les mouvements du soleil. Si nécessaire (pour obtenir une température supérieure, pour parvenir à la fusion du fer), on ajoute une seconde lentille.

Paleća zrcala

Već u antičko doba mnogi su se znanstvenici zanimali za fenomen "palećih zrcala". Riječ je o sunčevim zrakama koje se odbijaju o sferno ili parabolično zrcalo i usmjeravaju na malu površinu, kako bi je zapalile iz daljine. Ovaj fenomen se koristi za paljenje posvećene vatre ili olimpijskog plamena.

Legenda (iz bizantskog doba) kaže da je tijekom opsade Sirakuze, grčke kolonije u periodu 215.-212. prije Krista, znanstvenik Arhimed je pomoću zrcala spalio rimske brodove koji su opsjedali grad. Ova je priča (u koju se od renesanse počinje sumnjati) fascinirala ljude stoljećima i dugo su vremena znanstvenici pokušavali ponovo izvesti Arhimedov pothvat.

Od 1747., Georges Buffon (1707.-1788.), ravnatelj Kraljeva vrta (Jardin du Roi), počeo je izrađivati konkavna ogledala s pomoću kojih je palio različite materijale na daljinu. On se također zanimao za leće koje lome svjetlost, radio je na razvoju leća koje su istovremeno debele i vrlo prozirne, a nije ih bilo moguće proizvesti u Francuskoj u to vrijeme.

Nekoliko godina kasnije, Antoine Lavoisier (1743.-1794.) nastoji poboljšati postojeće sustave, leće i ogledala kako bi ih koristio u kemijskim pokusima, čime bi se otklonili nedostaci peći na ugljen. Prvi test s postojećim lećama bio je razočaranje.

Tijelo koje se želi izložiti toplini ne dobiva dovoljno zračenja, a fokus je previše sitan. Zato je potrebna veća leća, sa širim fokusom. Budući da to nije moguće postići koristeći staklo, Lavoisier zagovara tekuća povećala (umjesto staklenih povećala). Tako je izrađeno zrcalo ispunjeno alkoholom. Ono je bilo pokretno i slijedilo je kretanje sunca. Po potrebi se tom zrcalu dodavala još jedna leća (kako bi se postigla veća temperatura za npr. taljenje željeza).

Les pompes solaires

Dans l'Antiquité, Héron d'Alexandrie (Ier siècle ap. J.-C.) met au point une pompe solaire : une sphère qui aspire l'eau grâce au rayonnement solaire. La sphère remplie d'eau est chauffée par le soleil ; l'air chauffé et dilaté chasse le liquide, qui coule dans le réceptacle ; ensuite placée à l'ombre, la sphère aspire l'eau.

Le même principe est repris, au XVIIe siècle, par Salomon de Caus (1576-1626), qui édifie diverses machines destinées à orner les luxueux jardins princiers de son temps. Parmi celles-ci, se trouvent des fontaines mises en route par des citernes cachées derrière un mur, sur lesquelles tombaient les rayons du soleil.

Les fours et cuiseurs solaires

Un des premiers « fours solaires » est l'héliothermomètre de Horace-Bénédict de Saussure, dont il a été question plus haut. Une des premières applications semble avoir été réalisée par le scientifique anglais John Herschel durant son expédition en Afrique, dans les années 1830.

Au XIXe siècle, un Français, Augustin Mouchot (1825-1912), s'intéresse beaucoup aux diverses applications possibles de l'énergie solaire. Il met au point plusieurs fours, dont un four solaire parabolique destiné à produire de la vapeur pour faire fonctionner une machine à vapeur. Mais en ce temps, le charbon est bon marché et ses recherches ne suscitent pas de grand intérêt économique. À la même époque, l'Américain John Ericsson (1803-1889) met au point un moteur à air chaud alimenté par un four solaire.

Par ailleurs, un four à très grande puissance destiné à des expériences scientifiques a été construit, à partir de 1949, à Mont-Louis en France (Pyrénées-Orientales). Un autre four plus puissant a été construit dans le même département à Odeillo, en 1970. Il permet d'atteindre des températures de plus de 3000°. Les rayons tombent sur une série de miroirs situés sur une pente et orientés ; ils sont réfléchis vers un miroir parabolique, qui les concentre à son tour vers une cible.

Solarne pumpe

U doba antike, Héron iz Aleksandrije (1. st. pr. Kr.) razvija solarnu pumpu: kuglu koja crpi vodu pomoću sunčevog zračenja. Kugla napunjena vodom se grije na suncu; zagrijani i prošireni zrak potiskuje tekućinu koja otječe u posudu. Nakon što se stavi u hlad, kugla usisava vodu.

Isti princip koristio je u sedamnaestom stoljeću Salomon de Caus (1576.-1626.), koji je osmislio razne strojeve za ukrašavanje luksuznih prinčevih vrtova svoga vremena. Među njima su i fontane pokretane spremnicima skrivenima iza zida, na koje padaju sunčeve zrake.

Peći i solarna kuhala

Jedna od prvih "solarnih peći" bio je heliometer Horace-Bénédicta de Saussurea, što je prethodno već objašnjeno. Engleski znanstvenik John Herschel jedan je od prvih primijenio solarno kuhalo tijekom svoje ekspedicije u Africi tridesetih godina 19. stoljeća.

U devetnaestom stoljeću, francuski izumitelj Augustin Mouchot (1825.-1912.) jako se zanimao za različite primjene solarne energije. On je proizveo više peći, uključujući i paraboličnu solarnu peć za proizvodnju pare za pokretanje parnog stroja. Ali u to je vrijeme ugljen bio jeftin i njegova istraživanja nisu izazvala velik ekonomski interes. U isto vrijeme, Amerikanac John Ericsson (1803.-1889.) razvija motor na vrući zrak pokretan solarnom peći.

Osim toga, 1949. u Mont-Louisu u Francuskoj (u departmanu Pyrénées-Orientales, istočni Pireneji) konstruirana je peć velike snage za znanstvene eksperimente. Još snažnija peć sagrađena je u istom departmanu, u Odeillu 1970. godine. Ona doseže temperature preko 3000 stupnjeva. Zrake padaju na skupinu zrcala smještenih na uzvisini i okrenutih prema istoku. Ona reflektiraju sunčeve zrake prema paraboličnom ogledalu, koje ih usmjerava na cilj.

Les capteurs solaires

Au XIXe siècle, aux Etats-Unis, certains peignaient des citernes en noir afin de récolter facilement de l'eau chaude. En 1891, l'Américain Clarence Kemp crée et commercialise le « Climax », qui combine ce principe de base avec l'effet de serre. En 1909, l'invention de William J. Bailey (stocker l'eau chauffée à l'intérieur de la maison) permet d'utiliser l'appareil jour et nuit.

Pour le chauffage de l'air, un « mur capteur » a été breveté en 1881 par Edward Morse : il s'agit d'accumuler la chaleur pendant le jour et de la restituer vers l'intérieur pendant la nuit ; une vitre y est ajoutée pour produire un effet de serre. Ce concept a été développé dans les années 1960 par Félix Trombe et porte le nom de « mur Trombe » ou « mur Trombe-Michel ». Un autre système, développé dans les années 1970, consiste en panneaux solaires aérothermiques : l'air chauffe par effet de serre entre deux parois, avant d'être introduit à l'intérieur de la maison.

Le modèle le plus courant de capteurs solaires actuels (« flat-plate solar collector »), pour chauffer l'eau et l'air, a été développé dans les années 1950 par Hoyt C. Hottel et A. Whillier.

Solarni kolektori

U devetnaestom stoljeću, u Sjedinjenim Američkim Državama, ljudi počinju rezervoare bojiti u crno kako bi lakše prikupili toplu vodu. Godine 1891. Amerikanac Clarence Kemp stvorio je i distribuirao "Climax", solarni grijač vode koji kombinira to osnovno načelo (da crna boja upija toplinu) s efektom staklenika. Godine 1909. izum Williama J. Baileya (pohrana tople vode unutar kuće) omogućuje korištenje solarnog grijača vode danju i noću.

Edward Morse je 1881. patentirao „zid kolektor“ za zagrijavanje zraka. Radi se o akumuliranju topline tijekom dana i njenom usmjeravanju u unutrašnjost kuće tijekom noći. Pritom se dodaje prozor kako bi se dobio učinak staklenika. Ovaj koncept razvio je šezdesetih godina 20. stoljeća Felix Trombe te on nosi ime "Trombe zid" ili "zid Trombe-Michel." Drugi je sustav razvijen sedamdesetih godina 20. stoljeća i sastoji se od aerotermičkih solarnih ćelija: zrak se zagrije efektom staklenika između dva zida, prije nego što se uvede u unutrašnjost kuće.

Najčešći model modernih solarnih kolektora ("ravni solarni kolektor") za zagrijavanje vode i zraka razvili su Hoyt C. Hottel i A. Whillier pedesetih godina 20. stoljeća.

4.2.2. Le solaire photovoltaïque

L'«effet photovoltaïque» (du grec phôtos, la lumière, et du nom de l'Italien Alessandro Volta, inventeur de la pile électrique) a été observé pour la première fois en 1839 par Antoine Becquerel (1788-1878). Lorsque certains matériaux (semi-conducteurs : silicium, germanium, etc.) sont éclairés, une tension électrique apparaît en leur sein.

Cet effet photovoltaïque (ou photoélectrique) a été expliqué par Albert Einstein en 1905 : le photon (particule de lumière) arrachant et mettant en mouvement un électron, le corps devient conducteur. Einstein a reçu le prix Nobel de Physique en 1921 pour cette découverte.

En 1883, l'Américain Charles Fritts construit la première cellule photovoltaïque au selenium, mais le taux de conversion électrique n'est alors que de 1%! C'est en 1946 que Russel Ohl (1898-1987) met au point la première jonction PN (voir ci-dessous); et en 1954 qu'apparaissent les premières cellules modernes au silicium.

Dès la fin des années 1950, les cellules photovoltaïques sont utilisées sur les satellites. La première maison équipée de telles cellules date de 1973, et la première calculatrice solaire de 1976.

Comment cela fonctionne-t-il ?

Afin de fabriquer une cellule photovoltaïque, on joint deux couches de semi-conducteurs, l'un en excès de charge positive, l'autre en excès de charge négative (une jonction PN), ce qui crée un champ électrique à leur zone de contact. Sous l'effet de ce champ, les électrons arrachés des atomes de silicium par les photons sont obligés de se diriger du même côté. Sur la face antérieure de la cellule, une grille métallique est chargée de collecter le courant photovoltaïque.

4.2.2. Fotonaponska solarna energija

"Fotonaponski efekt" (od grčkog *phôtos*, svjetlo i od imena Talijana Alessandra Volte, izumitelja električne baterije) zabilježio je prvi put 1839. Antoine Becquerel (1788.-1878.). Kada se osvijetli određene materijale (poluvodiči: silicij, germanij, itd.) u njima se pojavljuje napon.

Ovaj fotonaponski (ili fotoelektrični) efekt objasnio je Albert Einstein 1905.: foton (čestica svjetlosti) uzrokuje izbijanje elektrona, čime tijelo postaje vodič. Einstein je dobio Nobelovu nagradu za fiziku 1921. za ovo otkriće.

Godine 1883., Amerikanac Charles Fritts konstruirao je prvu fotonaponsku ćeliju od selena, ali je njena iskoristivost bila samo 1%! Russell Ohl (1898.-1987.) je 1946. razvio prvu PN spojnicu (vidi dolje), a 1954. javljaju se prve moderne silicijske ćelije.

Krajem pedesetih godina 20. stoljeća fotonaponske ćelije se koriste na satelitima. Godine 1973. prva je kuća opremljena takvim stanicama, a 1976. izumljen je prvi solarni kalkulator.

Na kojem principu radi fotonaponska ćelija?

Da bi se proizvela fotonaponska ćelija treba povezati dva sloja poluvodiča, jedan pozitivnog naboja i drugi negativnog naboja (PN spojnica), što stvara električno polje na njihovoj kontaktnoj zoni. Pod utjecajem tog električnog polja, elektroni izbijeni fotonima iz atoma silicija se sakupljaju na istoj strani. Na prednjoj strani ćelije, metalna rešetka sakuplja fotonaponsku struju.

5. LA BIOMASSE

5.1 Qu'est-ce que c'est?

Bio = vivant, Masse matière, la biomasse est de la matière issue du vivant.

La biomasse est le produit de la photosynthèse des végétaux. Cette réaction photochimique transforme et stocke l'énergie solaire sous forme d'énergie chimique.

Dans le domaine de l'énergie, et plus particulièrement des bioénergies, le terme de biomasse désigne l'ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou après de nouvelles transformations chimiques (biocarburant ou agrocarburant).

La biomasse, préparée comme un aliment, constitue la ressource énergétique indispensable à la vie des êtres vivants.

La biomasse est une véritable réserve d'énergie, captée à partir du soleil grâce à la photosynthèse.

L'énergie tirée de la biomasse est considérée comme une énergie renouvelable et soutenable tant qu'il n'y a pas surexploitation de la ressource, mise en péril de la fertilité du sol, et tant qu'il n'y a pas de compétition excessive d'usages (des terres arables, de l'eau), ni d'impacts excessifs sur la biodiversité, etc.

5.2 Histoire

L'utilisation de la biomasse comme source d'énergie lumineuse et thermique remonte à la préhistoire par l'utilisation du bois pour se chauffer et s'éclairer. C'est la première source d'énergie exploitée pendant des millénaires jusqu'à la découverte du charbon et des autres énergies fossiles.

A la fin du XIXe siècle, à la naissance de l'industrie automobile, les motoristes se tournaient, entre autres, vers ce qu'on n'appelait pas encore des biocarburants : Nikolaus Otto, inventeur du moteur à combustion interne, avait conçu celui-ci pour fonctionner avec de l'éthanol. Rudolf Diesel, inventeur du moteur portant son nom, faisait tourner ses machines à l'huile d'arachide. La Ford T (produite de 1903 à 1926) roulait avec de l'alcool.

5. BIOMASA

5.1 Što je to?

Bio = život, masa = materijal, biomasa je materijal dobiven od organske tvari. Biomasa je proizvod fotosinteze biljaka. Radi se o fotokemijskoj reakciji u kojoj se sunčeva energija pretvara u kemijsku energiju i u tom se obliku i pohranjuje.

U području energetike, posebice bioenergije, pojam biomase odnosi se na sve organske tvari biljnog (uključujući i alge) i životinjskog podrijetla, uključujući i one koje potječu od gljiva, koje mogu postati izvor energije izgaranjem (npr. drvo), nakon metanizacije (bioplin) ili nakon daljnjih kemijskih transformacija (biogorivo ili agrogorivo).

Biomasa, pripremljena kao hrana, neophodan je energetski resurs za život živih bića. Biomasa je prava zaliha energije dobivene od sunca fotosintezom.

Energija dobivena iz biomase smatra se obnovljivom i održivom dok god se biomasa pretjerano ne iscrpljuje, dok god se ne ugrožava plodnost tla, dok se pretjerano ne koriste bioresursi (obrađiva zemljišta, vode), dok utjecaja na biološku raznolikost nije prevelik, itd..

5.2 Povijest

Korištenje biomase kao izvora svjetlosne i toplinske energije seže u prapovijesti, kada se drvo koristilo za grijanje i rasvjetu. To je prvi izvor energije koji se koristio tisućljećima sve do otkrića ugljena i drugih fosilnih goriva.

Krajem devetnaestog stoljeća, pojavom automobilske industrije, proizvođači motora počinju, između ostalog, upotrebljavati ono što se još ne naziva biogorivom. Nikolaus Otto je izumio motor s unutarnjim izgaranjem, koji je koristio etanol kao gorivo. Rudolf Diesel je izumio motor koji nosi njegovo ime, a pokretalo ga je ulje od kikirikija. Automobil Ford modela T (koji se proizvodio od 1903. do 1926.) pokretao se alkoholom.

5.3 Valorisation de la biomasse

5.3.1 Sous forme de chaleur: la bioénergie

La valorisation énergétique de la biomasse se fait essentiellement par combustion. Une partie de la chaleur produite peut être transformée en une énergie mécanique (travail) par un moteur. Si le moteur est couplé à une génératrice électrique, il y a production d'électricité.

Cas du bois

L'énergie chimique du bois est libérée par combustion sous forme de chaleur et utilisée directement pour le chauffage ou pour produire de l'électricité. Le bois comme source de chauffage est utilisé à toutes les échelles sur la planète.

Menaces

Les inconvénients de cette valorisation sont les coûts et impacts du transport pour amener le bois là où la ressource manque, ainsi que le risque de contribution à la déforestation ou à une surexploitation des forêts ou encore à un accaparement des terres pour y délocaliser une production de biocarburant pour les pays riches.

Les problèmes de pollution atmosphérique induits par la combustion mal maîtrisée du bois ne sont pas anodins : sous certaines conditions, les poêles à bois libèrent des dioxines dont certaines sont toxiques ou encore des furanes.

Réduction des risques :

Si les surfaces dévolues aux forêts restent constantes, à proximité des lieux d'utilisation, et que la quantité prélevée est plus ou moins remplacée, alors l'utilisation n'aggrave pas la déforestation et a peu d'impact sur l'effet de serre.

En effet, lors de la combustion du bois, du CO₂ est dégagé et de l'oxygène absorbé tandis que lors de la photosynthèse, le CO₂ est absorbé par les végétaux qui l'utilisent pour construire leur composants (racines, feuilles...) et ce processus libère de l'oxygène dans l'atmosphère.

5.3 Korištenje biomase

5.3.1 U obliku topline: bioenergija

Biomasa se u svrhu dobivanja energije uglavnom koristi tako da je se spaljuje. Dio tako dobivene toplinske energije može se pomoću motora pretvoriti u mehaničku energiju (rad). Ako je motor spojen na električni generator proizvodi se električna energija.

Primjer drva

Kemijska energija drva se izgaranjem oslobađa u obliku topline i koristi se izravno za grijanje ili za proizvodnju električne energije. Drvo se širom svijeta koristi kao izvor topline.

Nedostaci

Nedostaci ovakvog korištenja biomase su troškovi i utjecaj transporta drva u mjesta na kojima ga nema, kao i rizik od krčenja šuma i njihovog prekomjernog iskorištavanja ili pak eksploatacija prirodnih bogatstava siromašnijih zemalja u koje se seli proizvodnja biogoriva za bogate zemlje.

Problemi onečišćenja zraka koje uzrokuje nekontrolirano izgaranje drva nisu zanemarivi: u određenim uvjetima, peći na drva oslobađaju diokside (od kojih su neki otrovni) ili furane.

Smanjenje rizika:

Ako površina šuma u mjestima uporabe drva ostaje ista i ako se količina upotrijebljenog drva više-manje nadoknađuje, onda upotreba drva neće uzrokovati veće krčenje šuma i imat će mali utjecaj na efekt staklenika.

Tijekom izgaranja drva oslobađa se ugljikov dioksid (CO_2), a apsorbira se kisik (O_2), dok tijekom fotosinteze biljke apsorbiraju CO_2 i koriste ga za izgradnju svojih organa (korijenja, lišća ...). Ovim se procesom kisik otpušta u atmosferu.

5.3.2 Conversion biologique de la biomasse

Biogaz

On appelle biogaz les effluents gazeux, méthane essentiellement, issus de la fermentation de matières organiques contenues dans les décharges, les stations d'épuration, etc. Le méthane est un puissant gaz effet de serre et sa captation est de toute façon hautement souhaitable même si sa combustion produit du gaz carbonique⁷⁷. Il peut être considéré comme une ressource énergétique, souvent via sa combustion pour produire de la vapeur et de l'électricité. On l'utilise également dans des moteurs à gaz. Ainsi, les bus urbains de Lille et Stockholm roulent en majorité avec du biogaz.

Compost

Le compostage est un procédé biologique simple et naturel par lequel la matière organique (résidus verts ou résidus de jardin, résidus de cuisine et restes de table) se décompose sous l'action des micro-organismes.

En combinant des conditions adéquates d'aération, une juste teneur en humidité et une bonne température, avec une recette équilibrée d'ingrédients à base de carbone (C) et d'azote (N), le compostage permet d'obtenir un amendement organique riche en composés fertilisants.

Ce compost est un terreau utile en jardinage (autant dans les jardins que pour les plantes d'intérieur). Mais attention, le compostage libère de grandes quantités de méthane, gaz dont le pouvoir réchauffant est 21 fois plus élevé que celui du CO₂. La décomposition des matières organiques produit aussi du CO₂, mais il s'agit en quelque sorte de restitution du gaz qui a été capté durant le développement de la plante. La façon de composter affecte la production plus ou moins grande de méthane ou de gaz carbonique : en remuant souvent ou en procédant par petits tas, on favorise la production de CO₂.

⁷⁷ Combustion du méthane: $\text{CH}_4 (g) + 2 \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{CO}_2 (g) + 2 \text{H}_2\text{O} (l)$.

5.3.2 Biološka pretvorba biomase

Bioplin

Bioplinom nazivamo tekuće plinove, uglavnom metan, koji nastaju fermentacijom organske tvari na odlagalištima otpada, u postrojenjima za obradu otpadnih voda, itd.. Metan je snažan staklenički plin i njegovo je korištenje vrlo poželjno na bilo koji način, unatoč tome što njegovim izgaranjem nastaje ugljični dioksid⁷⁸. On se smatra izvorom energije jer se njegovim izgaranjem često proizvodi para i električna energija. Također ga se koristi u plinskim motorima. Gradski autobusi u Lillu i Stockholmu koriste bioplin kao gorivo.

Kompost

Kompostiranje je jednostavni i prirodni biološki proces u kojem se organski materijal (zeleni ili vrtni otpad, kuhinjski otpad i ostaci hrane) razgrađuje djelovanjem mikroorganizama. Kombiniranjem prikladnih uvjeta prozračnosti, vlažnosti i prave temperature, s uravnoteženom količinom sastojaka bogatih ugljikom (C) i dušikom (N), kompostiranje pruža organski materijal bogat složenim umjetnim gnojivima.

Kompost se koristi u vrtlarstvu (kako za vrtove tako i za sobne biljke). Ali potreban je oprez, jer se kompostiranjem ispuštaju velike količine metana, plina čija je toplinska snaga 21 put veća od snage ugljikova dioksida (CO₂). Razgradnjom organskih materijala također se proizvodi ugljikov dioksid (CO₂). Taj isti plin je biljka koristila tijekom svog razvoja. Tako se na neki način uspostavlja ravnoteža ugljikova dioksida (CO₂). Način kompostiranja utječe na veću ili manju proizvodnju metana, odnosno ugljikova dioksida: čestim miješanjem komposta ili stvaranjem više malih gomila organskog materijala potiče se proizvodnja ugljikova dioksida (CO₂).

⁷⁸ Izgaranje metana: $\text{CH}_4 (g) + 2 \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{CO}_2 (g) + 2 \text{H}_2\text{O} (l)$.

5.3.3 Sous forme de carburant: les biocarburants

Un biocarburant est un carburant produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la biomasse. Il existe actuellement deux filières principales :

- filière huile et dérivés, comme le biodiesel (ou biogazole)⁷⁹ ;
- filière alcool, à partir de sucres, d'amidon, de cellulose ou de lignine hydrolysées⁸⁰.

5.3.3 U obliku goriva: biogoriva

Biogorivo je gorivo koje se dobiva iz nefosiliziranih organskih materijala, iz biomase.

Trenutno se koriste dva glavna načina dobivanja biogoriva:

- iz ulja i njegovih derivata dobiva se biodizel (ili agrodizel)⁸¹;
- iz alkohola, od šećera, iz škroba, celuloze ili hidroliziranog lignina⁸².

⁷⁹ Il est possible d'extraire l'huile, par exemple, du tournesol, du colza ou du palmier à huile.

⁸⁰ Le sucre est produit à partir de la betterave, de la canne à sucre ou du maïs.

⁸¹ Moguće ga je proizvesti iz npr. suncokretova ulja, uljane repice ili iz palmina ulja.

⁸² Šećer se proizvodi od šećerne repe, šećerne trske ili kukuruza.

Les formes d'énergie de l'avenir

Des scénarios énergétiques sont à l'étude décrivant des situations en matière d'énergie telles qu'elles pourraient se produire à l'avenir. Chaque scénario peut être considéré comme l'instantané d'un avenir possible. L'étude IIASA/WEC publiée en 1998, présente six scénarios basés sur diverses hypothèses quant au développement technologique et économique et aux mesures prises pour la protection de l'environnement. Le scénario reproduit ici est le scénario «moyen» supposant des développements technologiques et une croissance économique moyens. Ce qui complique l'interprétation de leurs scénarios, c'est qu'il rassemble des sources d'énergie aussi différentes que l'énergie éolienne, géothermique et celle provenant des déchets. L'énergie nucléaire et la fusion sont également rassemblées sous le nom de «nucléaire». On en tient normalement pas compte de la fusion dans les scénarios de l'énergie jusqu'en 2050, car on ne s'attend pas à ce que la fusion soit commercialisée avant 2040 – 2050. Après cette date, l'énergie de fusion peut jouer un rôle considérable dans la production d'énergie et contribuer à réduire l'émission de gaz à effet de serre. En 2100 l'énergie solaire et les «autres» sources d'énergie renouvelables représentent 16 % de l'énergie mondiale. Dans le cas de la production d'électricité, ce scénario considère une augmentation substantielle des énergies renouvelables et de l'énergie nucléaire. Il ne s'agit là bien sûr que d'un scénario possible et les choses peuvent se développer de manière tout à fait différente. Il est difficile de prévoir ce qui se passera dans 50 ans et encore moins dans 100 ans. Une chose est certaine: modifier le système énergétique est un processus très lent. Si on découvre une nouvelle technologie pour produire de l'électricité, 50 années sont nécessaires avant que cette source puisse jouer un rôle important dans le marché de l'énergie. On doit construire des usines et des centrales électriques, effectuer des travaux de recherche et de développement et former du personnel. Les spécialistes supposent que la plus grande partie de cette évolution sera effectuée par des centrales thermiques au charbon.

Oblici energije u budućnosti

Energetski scenariji koje ćemo proučiti opisuju situacije koje bi se mogle dogoditi u budućnosti kada je riječ o energiji. Svaki scenarij može se smatrati trenutnom slikom moguće budućnosti. Studija IIASA/WEC objavljena 1998. predstavlja šest scenarija temeljenih na raznim pretpostavkama o tehnološkom i gospodarskom razvoju i mjerama poduzetim za zaštitu okoliša. Scenarij koji je ovdje prikazan je "srednji" scenarij, koji pretpostavlja osrednji tehnološki razvoj i gospodarski rast. Ono što otežava tumačenje ovog scenarija je to da se u njemu povezuju potpuno različiti izvori energije poput vjetra, geotermalne energije te one koja se dobiva od otpada. Nuklearna energija i fuzija također su uvrštene u ovaj scenarij pod nazivom "nuklearna energija". Pri izradi ovih scenarija energija fuzija se obično ignorira, čak do pedesetih godina našeg stoljeća, jer se ne očekuje da će biti komercijalizirana prije 2040./2050. Nakon tog datuma, energija fuzije mogla bi imati važnu ulogu u proizvodnji energije i pomoći u smanjenju emisije stakleničkih plinova. 2100. godine solarna energija i "ostali" obnovljivi izvori energije činit će 16% globalne energije. Ovaj scenarij uzima u obzir znatno veće korištenje obnovljivih izvora energije i nuklearne energije za proizvodnju električne energije. To je, naravno, samo mogući scenarij, jer se stvari mogu odvijati sasvim drugačijim tijekom. Teško je predvidjeti što će se dogoditi za 50, a kamoli za 100 godina. Jedno je sigurno: mijenjanje energetskeg sustava je vrlo spor proces. Ako otkrijemo novu tehnologiju za proizvodnju električne energije, potrebno je 50 godina da bi taj novi izvor imao značajniju ulogu na energetskeg tržištu. Potrebno je graditi tvornice i elektrane, provoditi istraživanja te obučiti osoblje. Stručnjaci pretpostavljaju da će na većinu tih promjena utjecati termoelektrane na ugljen.

Les recherches actuelles pour les énergies du futur

Nous aurons besoin à l'avenir de toutes les alternatives énergétiques dont nous disposons. Une grande partie des travaux de recherche dans ce domaine vise actuellement à développer de nouvelles sources d'énergie, à perfectionner celles qui existent et à améliorer l'efficacité avec laquelle nous consommons l'énergie. Les compagnies privées des pays développés dépensent beaucoup d'argent pour perfectionner les technologies liées à la distribution de l'énergie. Des institutions publiques, comme les universités et les instituts de recherche créés par le gouvernement travaillent pour mettre au point des technologies énergétiques qui n'ont pas encore atteint le stade de la commercialisation. Dans le domaine de l'approvisionnement en matières premières, les compagnies houillères et pétrolières essaient d'extraire plus d'énergie du sol grâce à des technologies de plus en plus performantes. Des compagnies houillères s'efforcent d'extraire le méthane des gisements (le composant primaire du gaz naturel), ou même de transformer le charbon en gaz directement dans la mine. Les compagnies de pétrole et de gaz naturel développent des le CO₂ produit lors de la combustion de combustibles fossiles peut être stocké dans d'anciens gisements de gaz ou dans des nappes phréatiques. Les compagnies de raffinage, celles qui font du pétrole brut des combustibles comme l'essence et le kérosène, doivent constamment réduire le contenu en soufre, ou la quantité de substances nocives présentes dans leurs produits. Les fournisseurs des machines destinées aux centrales électriques essaient de perfectionner le matériel et de réduire la pollution. De grands travaux de recherche sont effectués, tant du côté des sociétés d'exploitation que des institutions publiques, comme les universités, afin d'améliorer la performance et la rentabilité de toutes sortes de technologies conduisant aux énergies renouvelables, comme l'énergie éolienne et l'énergie solaire. Dans les secteurs de la consommation, les travaux de recherche sont encore plus diversifiés. L'efficacité de la plupart des appareils producteurs d'énergie s'améliore, depuis le réfrigérateur, les ampoules électriques, les voitures, les moteurs jusqu'aux fours et chaudières utilisés dans l'industrie. La liste des projets de recherche, de développement et de démonstration menés à bien ces dernières années dans le domaine de l'énergie, est extrêmement longue et connaît de grands succès. Quelques-unes des sources d'énergie mentionnées au chapitre 4 font encore l'objet de travaux de recherche intenses. Il existe par exemple un programme mondial de recherche visant à développer l'énergie techniques de mesure et des logiciels afin d'améliorer les chances de succès des nouveaux forages. Elles s'efforcent également d'augmenter les quantités de pétrole et de gaz naturel extraits des puits grâce à diverses techniques, par exemple en injectant de la vapeur ou du CO₂ dans certains gisements. Un autre champ d'activités lié à la recherche est le stockage du CO₂: afin d'éviter son émission dans l'atmosphère, de fusion dans le cadre duquel de grands progrès ont déjà été accomplis. L'énergie de fusion sera probablement disponible vers 2040.

Sadašnja istraživanja za buduće izvore energije

U budućnosti ćemo trebati sve energetske alternative kojima raspolažemo. Velik dio istraživanja u ovom području trenutno se bavi traženjem novih izvora energije, poboljšanjem postojećih i učinkovitijim korištenjem energije. Privatne tvrtke u razvijenim zemljama troše mnogo novca za razvoj tehnologija vezanih za distribuciju energije. Javne ustanove, poput sveučilišta i istraživačkih instituta, koje je osnovala Vlada rade na razvoju energetske tehnologije koja još nije komercijalizirana. Što se tiče opskrbe sirovinama, industrija ugljena i naftne kompanije pokušavaju kroz sve učinkovitije tehnologije izvući što više energije iz tla. Industrija ugljena pokušava dobiti metan (glavni sastojak prirodnog plina) iz nalazišta ruda, ili čak u rudniku pretvoriti ugljen izravno u plin. Kompanije koje se bave ekstrakcijom nafte i plina razvijaju iz ugljikova dioksida (CO₂) proizvod koji se prilikom sagorijevanja fosilnih goriva može pohraniti u nekadašnjim plinskim nalazištima ili u podzemnim vodama. Rafinerijske kompanije, koje iz sirove nafte proizvode goriva poput benzina i kerozina, stalno moraju smanjivati sadržaj sumpora i količinu štetnih tvari u svojim proizvodima. Dobavljači strojeva za elektrane pokušavaju poboljšati materijal i smanjiti zagađenje. Naftne kompanije i javne ustanove poput sveučilišta provode velika istraživanja kako bi se poboljšala učinkovitost i profitabilnost svih vrsta vodećih tehnologija u sferi obnovljivih izvora energije, poput energije vjetra i solarne energije. U potrošačkim sektorima istraživanje je još raznovrsnije. Učinkovitost većine aparata koji se koriste za proizvodnju energije i slične opreme se poboljšava (hladnjaci, žarulje, automobili, motori, čak i peći i kotlovi koji se koriste u industriji). Brojna istraživanja, usavršavanja i pokusi provedeni posljednjih nekoliko godina na području energije polučili su velik uspjeh. Neki izvori energije spomenuti u poglavlju 4 i dalje su predmet intenzivnih istraživanja. Postoji primjerice globalni istraživački program za razvoj tehnika mjerenja energije i za razvoj softvera za poboljšanje učinkovitosti novih bušotina. Nastoji se povećati količine nafte i prirodnog plina izvađenih iz bušotina korištenjem raznih tehnika, npr. ubrizgavanjem pare ili ugljikova dioksida (CO₂) u neka nalazišta. Drugo područje aktivnosti vezano uz istraživanja je pohranjivanje ugljikova dioksida (CO₂) kako bi se spriječilo njegovo ispuštanje u atmosferu. Na tom polju već je učinjen velik napredak. Energija fuzije će vjerojatno biti na raspolaganju četrdesetih godina 21. stoljeća.

Le porteur de l'énergie de l'avenir: l'hydrogène ?

Dans le meilleur des cas, nous pourrions utiliser de l'électricité pour tout car elle est facile à transporter et propre dans son utilisation. Nous avons cependant vu que l'électricité présente quelques inconvénients, le plus gênant étant que son stockage est difficile. C'est la raison pour laquelle nous utilisons autant de combustibles fossiles comme l'essence pour les transports : l'essence est facile à stocker et contient beaucoup d'énergie. Nous aimerions donc avoir à l'avenir une substance facile à stocker et à transporter, qui contienne beaucoup d'énergie, ne provoque aucune pollution, ne participe pas de l'émission de gaz carbonique et puisse être facilement transformée en énergie à l'endroit où on en a besoin. Ce que nous voulons est un porteur d'énergie efficace et propre. Plusieurs combustibles nous permettraient d'atteindre ce but : le méthanol, l'alcool éthylique, des liquides synthétiques comme l'éthane obtenu à partir du gaz naturel ou de la houille, le gaz naturel comprimé et l'hydrogène. L'hydrogène est celui qui offre le plus large potentiel. L'hydrogène peut être obtenu à partir d'une grande palette de sources d'énergie primaire, comme le gaz naturel, le charbon, le pétrole, la biomasse, les déchets, le rayonnement solaire, le vent, l'énergie de la fission et de la fusion. L'hydrogène peut être brûlé ou activé chimiquement de manière très efficace, sans aucune émission (simplement de l'eau) à l'endroit où on l'utilise. Ce qu'on appelle des piles à combustible transforment l'hydrogène (et l'oxygène) en électricité et ce, à basse température et de manière très efficace. Des progrès rapides ont été accomplis récemment quant à l'utilisation des piles à combustible dans le domaine du transport et des besoins en énergie dans l'industrie. Si on produisait de l'hydrogène à partir de sources renouvelables ou nucléaires ou de combustibles fossiles dont on a déjà extrait le CO₂, il serait possible de produire et de consommer des carburants très peu polluants ou de réduire presque totalement l'émission des gaz à effet de serre. Il est important d'insister sur le fait que l'hydrogène n'est pas une nouvelle source d'énergie: ce n'est qu'une forme intermédiaire pratique d'énergie. On a d'abord besoin d'énergie pour produire de l'hydrogène à partir de l'eau par électrolyse, ou par quelque autre réaction chimique. 50 kWh d'électricité sont nécessaires pour produire 1 kg d'hydrogène. L'utilisation de l'hydrogène comme porteur d'énergie universel nous conduit à évoquer le concept d'une économie de l'hydrogène. Dans une économie de l'hydrogène, les deux porteurs principaux d'énergie sont l'hydrogène et l'électricité, tout le système énergétique étant organisé autour de ces deux porteurs. Le concept d'une économie de l'hydrogène a fait souvent l'objet de travaux de recherche, la première fois dans les années 1950 et 1960. À cette époque, on considérait l'hydrogène comme un complément dans un système énergétique orienté en grande partie vers la fission nucléaire, afin de stocker l'énergie de la fission en dehors des heures de grande demande. On étudia plus tard la possibilité de l'utiliser comme un moyen de stocker l'énergie intermittente produite à partir de sources renouvelables, ou de construire un second réseau, parallèlement à celui de l'électricité. On a eu

récemment l'idée d'obtenir de l'hydrogène à partir de combustibles fossiles et de capter le CO₂ qui s'en dégage et de le stocker dans d'anciens gisements de gaz ou de pétrole ou dans de profondes couches d'eau souterraines.

Nositelj energije u budućnosti: vodik?

U najboljem slučaju, mogli bismo koristiti električnu energiju za sve, jer je jednostavan za prenošenje i čista u upotrebi. Međutim, vidjeli smo da električna energija ima i neke nedostatke, a najveći je taj što ju je teško pohraniti. To je razlog zašto koristimo toliko fosilnih goriva poput benzina za prijevoz: benzin je jednostavan za pohranu i sadrži puno energije. Dakle, u budućnosti bismo željeli imati tvar jednostavnu za pohranu i prijevoz, koja sadrži mnogo energije, ne izaziva onečišćenje, ne sudjeluje u emisiji ugljičnog dioksida i lako se može pretvoriti u energiju u mjestu gdje je to potrebno. Ono što želimo je nositelj učinkovite i čiste energije. Nekoliko goriva nam omogućuju postizanje tog cilja: metanol, etanol, sintetičke tekućine poput etana, dobivene iz prirodnog plina i ugljena, stlačeni prirodni plin i vodik. Vodik nudi najveći potencijal. Vodik se može proizvesti iz širokog spektra primarnih izvora energije kao što su prirodni plin, ugljen, nafta, biomasa, otpad, sunčevo zračenje, vjetar, energija fisije i fuzije. Vodik gori i kemijski je vrlo reaktivan, dobiva ga se bez ikakve emisije štetnih plinova (jednostavno iz vode) u mjestu gdje ga se koristi. Takozvane gorive ćelije pretvaraju vodik (i kisik) u struju i vrlo su učinkovite na niskim temperaturama. U zadnje je vrijeme postignut rapidan napredak u korištenju gorivih ćelija za potrebe transporta i energije u industriji. Ako bi se vodik proizvodio iz obnovljivih izvora energije ili iz nuklearne energije i fosilnih goriva iz kojih se već izdvojio CO₂, bilo bi moguće proizvesti i konzumirati goriva koja vrlo malo zagađuju okoliš i smanjiti gotovo potpuno emisije stakleničkih plinova. Važno je naglasiti činjenicu da vodik nije novi izvor energije: on je samo prijelazni oblik energije. Najprije trebamo energiju za proizvodnju vodika iz vode elektrolizom, ili iz neke druge kemijske reakcije. 50 kWh električne energije su potrebni za proizvodnju 1 kg vodika. Korištenje vodika kao nosioca univerzalne energije dovodi nas do razmatranja koncepta ekonomije vodika. U ekonomiji vodika, dva glavna izvora energije bili bi vodik i električna energija, oko kojih bi se organizirao čitav energetska sustav. Koncept ekonomije vodika često je bio predmet istraživanja, prvi put pedesetih i šezdesetih godina 20. stoljeća. U to se vrijeme smatralo da vodik u energetskom sustavu u velikoj mjeri orijentiranom na nuklearnu fisiju služi za pohranu energije dobivene fisijom izvan vremena najveće potrošnje. Kasnije su se proučavale mogućnosti korištenja vodika kao sredstva za pohranu energije naizmjenično proizvedene iz obnovljivih izvora, te gradnja druge mreže, uz postojeću električnu mrežu. Sve donedavno je bila aktualna ideja o dobivanju vodika iz fosilnih goriva i pohrani ugljikovog dioksida (CO₂), koji se pritom oslobađa, u nekadašnja nalazišta plina i nafte u dubokim ležištima podzemnih voda.

Conclusion

Les systèmes de production d'énergie à grande échelle ont tous leurs inconvénients et leurs avantages. Les combustibles fossiles émettent des gaz à effet de serre et autres polluants; la majorité de la capacité hydroélectrique a déjà été utilisée et de nouveaux barrages modifient l'environnement et génèrent des coûts sociaux. Les centrales nucléaires à fission n'émettent aucun polluant, mais produisent des déchets nucléaires. Utiliser des combustibles fossiles crée souvent de grandes dépendances des pays l'un par rapport à l'autre. Le bon est apparemment lié au mauvais. Le meilleur moyen serait d'avoir un système énergétique diversifié nous permettant d'utiliser toutes les sources d'énergie possibles afin de limiter les risques et l'impact négatif de toutes ces sources. Il existe d'autres raisons pour lesquelles il conviendrait d'opter pour une offre énergétique variée. Dans les zones urbaines, l'idéal est d'avoir une production d'énergie centralisée sous la forme de centrales électriques de 1000MW ou plus, combinée à un important réseau électrique. D'autre part, pour les populations rurales il vaut mieux disposer de petites sources d'énergie décentralisées, telles que l'énergie solaire ou éolienne. L'ampleur du système énergétique fait qu'il change lentement. Les décisions que nous prenons maintenant quant aux technologies à développer et à favoriser détermineront en grande partie la voie que prendra le système énergétique dans 50 ans ou plus. Nous devons fournir aux générations futures les techniques dont elles auront besoin pour satisfaire leurs besoins en énergie. Les facteurs incertains étant si nombreux, le mieux est de développer toutes les sources d'énergie disponibles afin que nous puissions nous en servir le moment venu. La recherche dans le domaine de l'énergie renouvelable, des moyens sûrs et propres nous permettant d'utiliser la fission ainsi que de nouvelles sources comme l'énergie de fusion, tout cela est nécessaire pour nous garantir l'énergie dont nous aurons besoin dans de nombreuses années.

L'avenir de l'énergie commence aujourd'hui.

Zaključak

Sustavi proizvodnje energije na veliko imaju svoje nedostatke i svoje prednosti. Fosilna goriva emitiraju stakleničke plinove i druge tvari koje zagađuju okoliš. Većina se kapaciteta hidroelektrana već koristi i nove brane mijenjaju okoliš stvarajući društvene troškove. Nuklearne elektrane koje rade na principu fisije ne emitiraju štetne plinove, ali stvaraju nuklearni otpad. Korištenje fosilnih goriva često stvara veliku ovisnost pojedinih zemalja o drugima. Dobre i loše strane postojećih energetske sustava se očito isprepliću. Najbolje bi bilo imati raznolik energetske sustav koji omogućuje korištenje svih mogućih izvora energije, kako bi se smanjili rizici i negativan utjecaj tih izvora. Postoje i drugi razlozi zbog kojih bi trebalo odabrati raznoliku opskrbu energijom. U urbanim područjima, idealno bi bilo imati centraliziranu proizvodnju energije u obliku elektrana od 1000 ili više MW, u kombinaciji s važnom električnom mrežom. S druge strane, za ruralno stanovništvo bi bilo bolje imati male decentralizirane izvore energije, poput solarne energije ili energije vjetra. Raznolikost energetske sustava mijenja ga polako. Odluke o razvoju i odabiru tehnologije koje sada donosimo uvelike će utjecati na energetske sustav za 50 i više godina. Budućim generacijama moramo osigurati tehnike koje će im biti potrebne kako bi se zadovoljile njihove potrebe za energijom. Neizvjesni čimbenici su brojni, pa je zato najbolje razvijati sve dostupne izvore energije, kako bismo ih mogli koristiti kada za to dođe vrijeme. Istraživanja u području obnovljivih izvora energije, čistih i sigurnih, omogućila su nam korištenje fisije, kao i novih izvora energije poput energije fisije. Sve je to važno kako bi nam osiguralo energiju za dulji period u budućnosti.

Budućnost energije počinje danas.

2. 2. Glossaire français – croate

A

Accumulateur électrique n.m. – električni akumulator

Aérogénérateur n.m. – aerogenerator, vjetrogenerator

Agence Internationale de l'Energie (AIE) n.f. - Međunarodna agencija za energiju (IEA)

Agrocarburant n.m. – agrogorivo

Agroéthanol n.m. – agroetanol

Aile n.f. – krilo

Alternateur n.m. – alternator

Anémographe n.m. – anemograf

Anémomètre n.m. – anemometar

Anémométroscope n.m. – anemometar

Arbre à cames n.m. – bregasta osovina

Atmosphère n.f. – atmosfera

Azote n.m. – dušik

B

Baromètre n.m. – barometar

Barrage n.m. – brana

Barrage à contreforts n.m. – brana s podupiračima

Barrage en voûte n.m. – brana s lukovima

Barrage poids n.m. – nasip

Bassin de sédimentation n.m. – sedimentacijski bazen

Bassin sédimentaire n.m. – sedimentacijski bazen

Benzène n.m. – benzen

Betterave n.m. – repa

Betterave à sucre n.m. – šećerna repa

Betterave industrielle n.m. – industrijska šećerna repa

Bielle-manivelle n.f. – prijenosna poluga

Bilan énergétique n.m. – energetska bilanca

Biocarburant n.m. – biogorivo

Biocatalyseur n.n. – biokatalizator

Biocombustible n.m. – biogorivo

Biodiesel n.m. – biodizel

Bioénergie n.f. – bioenergija

Bioéthanol n.m. – bioetanol

Biogaz n.m. – bioplin

Biogazole n.m. – agrodizel

Biomasse n.f. – biomasa

Biomasse humide n.f. – mokra biomasa

Biomasse sèche n.f. – suha biomasa

Biométhane n.m. – biometan

C

Canne à sucre n.f. – šećerna trska

Capacité d'une éolienne n.f. – kapacitet vjetroelektrane

Capteur solaire n.m. – solarni kolektor

Carbone n.m. – ugljik

Carburant n.m. – gorivo

Cellule photovoltaïque n.f. – fotonaponska ćelija

Centrale géothermique n.f. – geotermalna elektrana

Centrale hydro-électrique n.f. – hidroelektrana

Centrale solaire photovoltaïque n.f. – fotonaponska solarna elektrana

Centrale thermique n.f. – termoelektrana

Chaleur n.f. – toplina

Chaleur interne de la Terre n.f. – unutarinja toplina Zemlje

Champ électrique n.m. – električno polje

Changement climatique n.m. – promjena klime

Charbon n.m. – ugljen

Charbon houille n.m. – kameni ugljen

Charbon lignite n.m. – smeđi ugljen, lignit

Charge négative n.f. – negativni naboj

Charge positive n.f. – pozitivni naboj

Chute d'eau n.f. – vodopad

Circuit électrique n.m. – strujni krug

Cogénération n.f. – kogeneracija

Colza n.m. – uljana repica

Combustible fossile n.f. – fosilno gorivo

Combustible nucléaire n.f. – nuklearno gorivo

Combustion du bois n.f. – sagorijevanje drva

Combustion du méthane n.f. – gorenje metana

Compost n.m. – kompost

Compostage n.m. – kompostiranje
Conductance électrique n.f. – električna vodljivost
Conducteur n.m. – vodič
Conductivité thermique n.f. – vodljivost topline
Consommation énergétique n.f. – korištenje energije
Convection n.f. – konvekcija
Corps gris n.m. – sivo tijelo
Corps noir n.m. – crno tijelo
Corrosion n.f. – korozija
Couche d'ozone n.f. – ozonski omotač
Courant marin n.m. – morska struja
Courant photovoltaïque n.m. – fotonaponska struja
Cycle de l'eau n.m. – ciklus vode

D

Débit n.m. – protok
Décharge n.f. – odlagalište otpada
Décomposition n.f. – razgradnja
Déforestation n.f. – deforestacija, rašumljivanje, krčenje šuma
Développement durable n.m. – održivi razvoj
Direction du vent n.f. – smjer vjetra
Divergence n.f. – divergencija
Dualité onde-corpuscule n.f. – valno-čestična dualnost
Dynamo n.f. – dinamo

Dynamique n.f. – dinamika

Dynamique des fluides n.f. – hidrodinamika

E

Eau issue des précipitations n.m. – oborinska voda

Ecosystème n.m. – ekosustav

Effet de serre n.m. – efekt staklenika

Effet photoélectrique n.m. – fotoelektrični efekt

Effet photovoltaïque n.m. – fotonaponski efekt

Efficacité énergétique n.f. – energetska učinkovitost

Electricité n.f. elektricitet

Electricité statique n.f. – statički elektricitet

Electroaimant n.m. – elektromagnet

Electrolyse n.f. – elektroliza

Electron n.m. – elektron

Emission de gaz à effet de serre n.f. – emisija (ispuštanje u atmosferu) stakleničkog plina

Emission du gaz carbonique n.f. – emisija (ispuštanje u atmosferu) stakleničkog plina

Energie bleue n.f. – plava energija, morska energija

Energie chimique n.f. – kemijska energija

Energie chimique potentielle n.f. – kemijska potencijalna energija

Energie cinétique n.f. – kinetička energija

Energie d'origine biomassique n.f. – energija dobivena iz biomase

Energie électrique n.f. – električna energija

Energie éolienne n.f. – energija iz vjetra

Energie fossile n.f. – fosilna energija
Energie géothermique n.f. – geotermalna energija
Energie houlomotrice n.f. – energija valova
Energie hydraulique n.f. – energija iz vode
Énergie marémotrice n.f. – morska energija
Energie mécanique n.f. – mehanička energija
Energie photovoltaïque n.f. – fotonaponska energija
Energie renouvelable n.f. – obnovljiva energija
Energie solaire n.f. – solarna energija
Energie solaire photovoltaïque n.f. – fotonaponska solarna energija
Energie solaire thermodynamique n.f. – solarna termodinamička energija
Energie thermique n.f. – toplinska energija
Energie verte n.f. – zelena energija, energija iz obnovljivih izvora energije
Eolienne n.f. – vjetroagregat, vjetrenjača
Eolienne aéroportée n.f. – zračni vjetroagregat
Eolienne à axe horizontal n.f. – vjetroturbina s horizontalnom osi
Eolienne à axe vertical n.f. – vjetroturbina s vertikalnom osi
Eolienne flottante n.f. – plutajuća vjetroelektrana

F

Fission n.f. – fisija, cijepanje atomske jezgre
Force n.f. – jakost
Foulon n.m. – valjarica
Four solaire n.m. – solarna peć

Furane/furanne n.m. – furan

Fusion n.f. – fuzija

G

Gaz à effet de serre (GES) n.m. – staklenički plin

Gaz carbonique n.m. – ugljikov dioksid

Générateur n.m. – generator

Générateur asynchrone n.m. – asinkroni generator

Générateur à induction n.m. – indukcijski generator

Générateur de courant alternatif n.m. – generator izmjenične struje

Girouette n.f. – vjetrokaz

H

Héliothermomètre n.m. – heliotermometar

Huile n.f. – ulje

Huile d'arachide n.f. - ulje od kikirikija

Humus n.m. – humus

Hydraulique n.f. – hidraulika

Hydrocarbure n.m. - ugljikovodik

Hydrogène n.m. – vodik

I

Indépendance énergétique n.f. – energetska neovisnost

Induction électromagnétique n.f. – elektromagnetska indukcija

Inertie thermique n.f. – toplinska inercija

Intensité électrique n.f. – jakost električne struje

Intermittence (des énergies renouvelables) n.f. – intermitencija (obnovljivih izvora energije)

Irrigation n.f. – navodnjavanje

J

Jonction PN n.f. – PN spoj

Joule n.m. – džul

K

Kilowatt n.m. – kilovat

Kilowattheure n.f. - kilovatsat

L

Lac d'accumulation n.m. – akumulacijsko jezero

Lentille n.f. – leća

Loupe n.f. – povečalo

Loupe à liquide n.f. – tekuće povečalo

Loupe de verre n.f. – stakleno povečalo

M

Machine à vapeur n.f. – parni stroj

Machine électrique n.f. – elektromotor

Magma n.m. – magma

Marée basse n.f. – oseka

Marée haute n.f. – plima

Mât n.m. – jarbol vjetroelektrane

Matière organique animale n.f. – organska tvar životinjskog podrijetla

Matière organique végétale n.f. – organska tvar biljnog podrijetla

Mécanique des fluides n.f. – mehanika fluida

Mécanisme d'engrenages n.m. – mehanizam zupčanika

Méthane n.m. – metan

Méthanisation n.f. – metanizacija

Mineral n.m. – mineral

Miroir n.m. – zrcalo

Miroir ardent n.m. – paleće zrcalo

Miroir concave n.m. – konkavno zrcalo

Miroir sphérique n.m. – sferno zrcalo

Molécule n.f. – molekula

Monomère n.m. – monomer

Moteur à combustion interne n.m. – motor s unutarnjim izgaranjem

Moulin à eau n.m. – vodenica

Moulin à eau à roue verticale n.m. – vodenica s vertikalnim kotačem

Moulin à eau à roue horizontale n.m. – vodenica s horizontalnim kotačem

Moulin à vent n.m. – vjetrenjača

Moulin chandelier n.m. – vjetrenjača-svijećnjak

Moulin-tour n.m. - vjetrenjača-toranj

Mouvement circulaire continu n.m. – kontinuirano kružno gibanje

Mouvement de rotation n.m. – rotacijsko kretanje

Mouvement de rotation horizontal n.m. – horizontalna rotacija

Mouvement de rotation vertical des ailes n.m. – vertikalna rotacija krila vjetrenjače

Mouvement des vagues n.m. – gibanje valova

Mouvement de translation n.m. – translacijsko kretanje

Mouvement de va-et-vient n.m. – klipni pomak naprijed-natrag

Mouvement longitudinal n.m. – uzdužno kretanje

Mouvement rectiligne alternatif n.m. – naizmjenično pravocrtno gibanje

N

Nacelle n.f. – gondola (vjetroelektrane)

Nappe phréatique n.f. – podzemna voda

Nez n.m. – nos vjetrenjače

Noria n.f. – vodeničko kolo

O

Onde électromagnétique n.f. – elektromagnetski val

Oxydation n.f. – oksidacija

Oxygène n.m. – kisik

P

Pale n.f. – lopatica vjetrenjače

Palier n.m. – ležaj

Palier lisse n.m. – klizni ležaj

Palmier à huile n.m. – palmino ulje

Panneau solaire n.m. – solarna ćelija

Panneau solaire aérothermique n.m. – aerotermička solarna ćelija

Panneau solaire photovoltaïque n.m. – fotonaponska solarna ćelija

Parc éolien n.m. – vjetroelektrana

Parc éolien extraterritorial n.m. – priobalna vjetroelektrana

Piston n.m. – klip

Pluie acide n.f. – kisele kiše

Pompe solaire n.f. – solarna pumpa

Potentiel n.m. – potencijal

Potentiel d'un champ vectoriel n.m. – potencijal vektorskog polja

Potentiel électrique n.m. – električni potencijal

Pouvoir calorifique n.m. – ogrjevna vrijednost

Pression atmosphérique n.f. – atmosferski tlak

Protection de l'environnement n.f. – zaštita okoliša

Protocole de Kyoto n.m. – Kyotski protokol

Puissance n.f. – snaga

R

Radiation thermique n.f. – toplinsko zračenje

Rayon du soleil n.m. – sunčeva zraka

Rayon gamma n.m. – gama-zraka

Rayon X n.m. – X-zraka, rendgenska zraka

Rayonnement à ondes courtes n.m. – kratkovalno zračenje

Rayonnement électromagnétique n.m. – elektromagnetsko zračenje

Rayonnement infrarouge n.m. – infracrveno zračenje

Rayonnement solaire n.m. – sunčevo zračenje

Rayonnement ultraviolet n.m. – ultraljubičasto zračenje

Rechauffage mondial n.m. – globalno zatopljenje

Réchauffement climatique n.m. – klimatsko zatopljenje

Recyclage n.m. – recikliranje

Réfraction n.f. – refrakcija, lom svjetlosti

Rendement n.m. – performans

Rendement électrique n.m. – električna učinkovitost, stupanj iskorištenja

Réseaux de chaleur n.m. – toplinska mreža

Réseau électrique n.m. – električna mreža

Résistance thermique n.f. – toplinska otpornost

Ressource énergétique n.f. – energetska resursa

Retenue d'eau n.m. – rezervoar vode

Rotor n.m. – rotor

Roue à ailettes n.f. – kotač s lopaticama

Roue d'un moulin n.f. – mlinski kotač

Roue hydraulique n.f. – vodeničko kolo

Roue motrice n.f. – pokretni kotač, pogonski kotač

Roulement mécanique n.m. – valjni ležaj

S

Scénario énergétique n.m. – energetska scenarij

Sédiment n.m. – sediment, talog, naslaga

Sédimentation n.f. – taloženje, sedimentacija

Semi-conducteur n.m. poluvodič

Sismologie n.f. – seizmologija

Source d'énergie n.f. – izvor energije

Source d'énergie artificielle n.f. – umjetni izvor energije

Source d'énergie naturelle n.f. – prirodni izvor energije

Source d'énergie primaire n.f. – primarni izvor energije

Source d'énergie secondaire n.f. – sekundarni izvor energije

Stockage d'énergie n.m. – pohrana energije

Surexploitation n.f. – pretjerano korištenje

Syngaz n.m. – sintetski plin

Système international d'unités n.m. Međunarodni sustav jedinica

T

Terre arable n.f. – obradivo zemljište

Théorie corpusculaire n.f. – čestična teorija svjetlosti

Théorie ondulatoire n.f. – valna teorija svjetlosti

Tour par minute n.m. – broj okretaja u minuti

Tournesol n.m. – suncokretovo ulje

Transformation d'énergie n.f. – energetska transformacija, pretvorba energije

Turbine n.f. – turbina

Turbine éolienne n.f. – vjetroturbina

U

Usine marémotrice n.f. – centrala na moru

V

Valorisation de la biomasse n.f. – korištenje biomase

Vanne n.f. – ventil

Vapeur d'eau n.f. – vodena para

Vent n.m. – vjetar

Viscosité n.f. – viskoznost

Vitesse du vent n.f. – brzina vjetra

Volt n.m. – volt

Voûte à double courbure n.f. – dvostruko zakrivljeni luk

W

Watt n.m. – vat

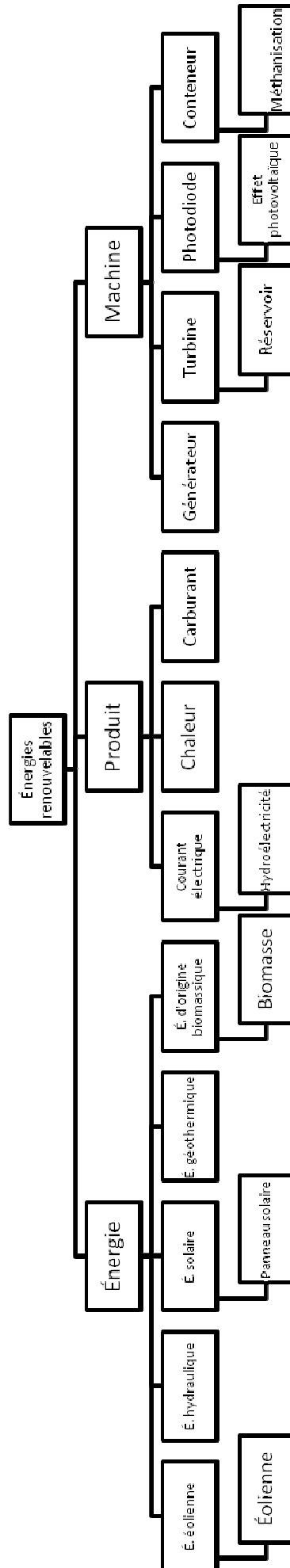
Z

Zone de basse pression n.f. – područje niskog tlaka zraka

Zone de contact n.f. – kontaktna zona

Zone de haute pression n.f. – područje visokog tlaka zraka

2.3. Arborescence



2. 4. Fiches terminologiques

Terme	anémomètre
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	emplacement de l'anémomètre
Domaine	géophysique
Sous-domaine(s)	météorologie
Définition	Instrument servant à mesurer la vitesse du vent.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	anémoscope
Parasynonyme(s)	badin
Hyperonyme(s)	appareil
Relation avec l'hyperonyme(s)	relation générique
Hyponyme(s)	anémomètre à boule, anémomètre à coupelles (dit de Robinson), anémomètre à fil chaud, anémomètre à hélice, anémomètre à plaque, anémomètre à tube, anémomètre à tube de Pitot, anémomètre à ultrason
Co-hyponyme	
Isonyme	radar météorologique
Contexte du terme (+réf)	«Un anémomètre associé à une station météo sert tout simplement à mesurer la vitesse du vent. Son préfixe «anémo» vient du grec et signifie «vent» et son suffixe «mètre» signifie «mesure». En général sur les stations météo nous utilisons des anémomètres à coupelles (inventé par John Thomas Romney Robinson).» (http://www.station-meteo.com/anemometre/)
Équivalent croate	anemometar
Catégorie grammaticale	n.m.
Source de l'équivalent	Maslović, Nikša, <i>Meteorološka stanica za udaljena mjerenja</i> , Zagreb, 2010.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«USB anemometar je uređaj baziran na magnetskom senzoru za mjerenje brzine vjetra, a svoju primjenu nalazi u aplikacijama poput meteoroloških stanica, te u mnogim drugim senzoričkim sustavima..» (http://www.byte-lab.com/hr/products/anemometars/usb-anemometer)
Équivalent allemand	Anemometer
Catégorie grammaticale	n.n.
Source de l'équivalent	Ruck, B., <i>Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik</i> , AT-Fachverlag, Stuttgart, 1990
Contexte de	«Die Firma R. Fueß in Berlin-Steglitz bringt neuerdings ein

l'équivalent (+réf)	hochempfindliches Anemometer (D.R.P. Nr. 154420) zur Ausführung, das für Messungen schwacher Luftströme von niedriger Geschwindigkeit – 0,02 bis 10,0 m/Sek. – geeignet ist.» (http://www.zeno.org/Lueger-1904/A/Anemometer+%5B5%5D)
---------------------	--

Terme	biomasse
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	combustion de la biomasse, transformation de la biomasse
Domaine	énergétique
Sous-domaine(s)	énergies renouvelables
Définition	Masse des éléments vivants de l'écosystème utilisée pour produire de l'énergie.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	
Parasynonyme(s)	biocombustible
Hyperonyme(s)	masse
Relation avec l'hyperonyme(s)	relation partitive
Hyponyme(s)	~ forestière, ~ souterraine, ~ agricole, ~ organique, ~ résiduelle
Contexte du terme (+réf)	«Le terme «biomasse» désigne l'ensemble de la matière organique végétale ou animale: bois, déchets végétaux, graisse animale... et sert principalement à la production de bûches et de granules densifiées.» (Bichat, Hervé, Mathis, Paul, La biomasse, énergie d'avenir, page 190, 2013, Éditions Quae)
Équivalent croate	biomasa
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Majdandžić, Ljubomir, <i>Obnovljivi izvori energije : energetske tehnologije koje će obilježiti 21. stoljeće : mudra i razumna uporaba energije</i> , Zagreb, 2008.
Contexte de l'équivalent (+réf)	« Korištenje šumske biomase, uglavnom ogrjevnog drva, ima u Republici Hrvatskoj dugu tradiciju. Još 1965. godine iz biomase se zadovoljavalo oko 1/4 energetske potrebe. Danas iako RH raspolaže s značajnim potencijalom biomase za proizvodnju energije (toplinska energija, električna energija, biogoriva) radi pomanjkanja tržišta i zamjene drugim energentima koje uvozimo.» (http://www.sumari.hr/biomasa/)
Équivalent allemand	Biomasse
Catégorie grammaticale	n.f.

Source de l'équivalent	Schaffarczyk, Alois, Einführung in die Energietechnik, Carl Hanser Verlag GmbH&Co. KG, Berlin, 6. September 2012
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Man unterscheidet zwischen verholzter Biomasse (Waldholz, Feldgehölze, Altholz, Restholz usw.) und übriger Biomasse (Hofdünger wie Gülle und Mist, Ernterückstände, Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, der Gastronomie und Grüngut aus Haushalten usw.)» (http://www.energieschweiz.ch/de-ch/energieerzeugung/biomasse.aspx)

Terme	effet photovoltaïque
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	principe de l'effet photovoltaïque
Domaine	physique
Sous-domaine(s)	électricité
Définition	Phénomène physique propre à certains matériaux appelés semi-conducteurs qui produisent de l'électricité lorsqu'ils sont exposés à la lumière.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	effet becquerel
Parasynonyme(s)	
Hyperonyme	effet
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	effet photoélectrique
Co-hyponyme(s)	photoconductivité, effet photoélectrochimique, effet photorésistif
Contexte du terme (+réf)	«L'effet photovoltaïque représente ainsi la seule alternative existante à la production d'électricité à partir de la force mécanique, puisque toutes les autres techniques sans exception, renouvelables ou non, font appel à des génératrices tournantes (alternateurs ou dynamos) qui peuvent être actionnées de diverses manières : vapeur, vent, force de l'eau, courants marins, ...» (http://www.photovoltaique.info/-De-la-lumiere-a-l-electricite-.html)
Équivalent croate	fotonaponski efekt
Catégorie grammaticale	n.m.
Source de l'équivalent	Čotar, Andrej, Filčić, Andrej, <i>Fotonaponski sustavi</i> , Rijeka, 2012.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Otkriće fotonaponskog efekta smješta se u prvu polovicu 19. stoljeća.» (http://www.irena-istra.hr/uploads/media/Fotonaponski_sustavi_01.pdf)
Équivalent allemand	Sperrschichtfotoeffekt, Sperrschichtphotoeffekt

Catégorie grammaticale	n.m.
Source de l'équivalent	Bulian, W., Schreiber, H., <i>Ein Beitrag zum Kristall-und Sperrschichtphotoeffekt</i> , Springer-Verlag, 1932
Contexte de l'équivalent (+réf)	«In der Fotodiode wird der Sperschichtphotoeffekt ausgenutzt.» (Reif, Konrad, Dietsche, Karl-Heinz, <i>Kraftfahrtechnisches Taschenbuch</i> , Stuttgart, 2011)

Terme	énergie
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	produire de l' ~, production d' ~, utilisation d' ~, consommation d' ~
Domaine	énergétique
Sous-domaine(s)	énergies renouvelables
Définition	Pouvoir coulant, efficacité coulante d'un agent physique capable de changer sa position, sa vitesse ou sa température et de traverser une distance ou de produire du travail ou la chaleur.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	force
Parasynonyme(s)	chaleur, électricité
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	~ renouvelable, ~ non renouvelable
Co-hyponyme	~ de la biomasse, ~ éolienne, ~ géothermique, ~ hydraulique, ~marémotrice, ~ marine, ~ solaire, ~propre, ~ électrique, ~ hydroélectrique, ~ photovoltaïque, ~ thermique
Contexte du terme (+réf)	«L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou recouverts d'une mince couche métallique.» (http://www.energies-renouvelables.org/solaire_photovoltaïque.asp)
Équivalent croate	energija
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Getliher, Alojz, <i>Geotermalna energija: ekološki čista i obnovljiva</i> , Meridijani: časopis za zemljopis, povijest, ekologiju i putovanja, god.16 (2009), 132, str. 74-82
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Hidroelektrična energija se dobija kroz dvije faze. U prvoj fazi potencijalna energija vodene mase pokreće hidrauličnu turbinu i pretvara se u mehaničku energiju, a u drugoj fazi ova mehanička energija pokreće generator koji je pretvara u električnu energiju.» (http://www.centrala.org.rs/knjiga%20liber%20perpetuum/04Energija_vode)

	_Hydro_Energy.pdf)
Équivalent allemand	Energie
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Zierl, Richard, <i>Strom aus Wind und Wasser: Grundlagen und einfache Experimente</i> , Leipzig, Fachbuchverlag, 2012
Contexte de l'équivalent (+réf)	« Wasserkraft gehört zu den attraktivsten Energieträgern. Sie ist emissionsarm, unendlich, umweltfreundlich. Und sie ist eine wirtschaftlich rentable Energie.» (http://www.wasserkraft.info/de/warum-wasserkraft.html)

Terme	éolienne
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	puissance d'une éolienne, parc d'éolienne
Domaine	énergétique
Sous-domaine(s)	énergies renouvelables
Définition	Machine à capter l'énergie du vent, roue métallique à pales au sommet d'un pylône.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	turbine à air, moulin à vent
Parasynonyme(s)	aérogénérateur
Hyperonyme(s)	machine tournante électrique, système de conversion de l'énergie
Relation avec l'hyperonyme(s)	relation générique
Hyponyme(s)	éolienne aérienne, éolienne flottante, éolienne bipale, éolienne tripale
Contexte du terme (+réf)	«Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Le plus souvent cette énergie est elle-même transformée en énergie électrique. Les éoliennes produisant de l'électricité sont appelées aérogénérateurs, tandis que les éoliennes qui pompent directement de l'eau sont parfois dénommées éoliennes de pompage, dont un type particulier est l'éolienne Bollée.» (Senden, Gérald, <i>La gestion de l'énergie dans l'entreprise</i> , page 190, 2008, Edipro)
Équivalent croate	vjetroturbina, vjetrenjača
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Majdandžić, Ljubomir, <i>Obnovljivi izvori energije : energetske tehnologije koje će obilježiti 21. stoljeće : mudra i razumna uporaba energije</i> , Zagreb, 2008.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Posljednjih je nekoliko godina pokrenuto nekoliko programa koji za cilj imaju razviti što veću i što snažniju vjetroturbinu kako bi se zadovoljile rastuće svjetske potrebe za "čistom" energijom.»

	(http://www.croportal.net/tag/arhitekt?page=4)
Équivalent allemand	Windkraftanlage
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Schaffarczyk, Alois, Einführung in die Windenergietechnik, Carl Hanser Verlag GmbH&Co. KG, Berlin, 6. September 2012
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Nach bisherigen Kenntnissen waren die ersten durch Menschen erstellten Windkraftanlagen mit einer vertikalen Achse ausgestattet.» (http://www.klein-windkraftanlagen.com/technik/vertikale-windkraftanlagen/)

Terme	héliothermomètre
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	démontrer par héliothermomètre
Domaine	géophysique
Sous-domaine(s)	météorologie
Définition	Instrument utilisé pour mesurer le rayonnement solaire.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	
Parasynonyme(s)	
Hyperonyme	appareil
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	
Co-hyponyme	anémomètre
Contexte du terme (+réf)	«En fait, cet imminent personnage aurait mis au point un instrument de mesure, l'héliothermomètre, qui ressemblerait, pour certains, aux panneaux solaires modernes et qui lui aurait permis d'étudier les effets calorifiques des rayons du soleil.» (http://www.come4news.com/le-four-solaire-desorede-une-verite-qui-derange-1-partie-517450)
Équivalent croate	heliotermometar
Catégorie grammaticale	n.m.
Source de l'équivalent	Jerala, Marjan, <i>Razvoj lesne obloge za zimske vrtove</i> , Ljubljana, 2006.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«S heliotermometrom je de Saussure 1774. godine dokazao efekt toplje grede.» (http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_jerala_marjan.pdf)
Équivalent	Sonnentemperaturmesser

allemand	
Catégorie grammaticale	n.n.
Source de l'équivalent	Rubel, Eduard, <i>Geobotanische Untersuchungsmethoden</i> , Berlin, 1922
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Diese Messungen sind noch gar nicht ausgebildet, hingegen hat die Meteorologie einen Sonnentemperaturmesser, der möglichst die ganze Temperatur in der Sonne mißt unter Vermeidung der Verluste durch Glanz.» (https://archive.org/stream/geobotanischeun00rbgoog/_djvu.txt)

Terme	hydroélectricité
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	produire de l' ~, production d' ~
Domaine	énergétique
Sous-domaine(s)	énergies renouvelables
Définition	Électricité produite par l'énergie hydraulique.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	
Parasynonyme(s)	énergie hydraulique
Hyperonyme	énergie
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	
Co-hyponyme	énergie de la rivière, énergie provenant du lac, énergie marémotrice
Contexte du terme (+réf)	«La production de l'hydroélectricité génère aucun déchet toxique et peu de polluants atmosphériques (exception faite des émissions associées à la construction de la centrale et des émissions des réservoirs).» (Réseau des ingénieurs du Québec, <i>Le développement énergétique du Québec dans un contexte de développement durable</i> , rapport final; https://www.reseauiq.qc.ca/pdf/etude_energie_reseauiq.pdf)
Équivalent croate	hidroenergija
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Fouquet, P., Bouchy, A., <i>Rezervoari za vodu</i> , Građevinska knjiga, Beograd, 1972.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Hidroelektrična energija se dobija kroz dve faze. U prvoj fazi potencijalna energija vodene mase pokreće hidrauličnu turbinu i pretvara se u mehaničku energiju, a u drugoj fazi ova mehanička energija pokreće generator koji je

	pretvara u električnu energiju.» (http://www.centrala.org.rs/knjiga%20liber%20perpetuum/04Energija_vode_Hydro_Energy.pdf)
Équivalent allemand	Wasserkraft
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Zierl, Richard, <i>Strom aus Wind und Wasser: Grundlagen und einfache Experimente</i> , Leipzig, Fachbuchverlag, 2012
Contexte de l'équivalent (+réf)	« Wasserkraft gehört zu den attraktivsten Energieträgern. Sie ist emissionsarm, unendlich, umweltfreundlich. Und sie ist wirtschaftlich rentabel.» (http://www.wasserkraft.info/de/warum-wasserkraft.html)

Termes	méthanisation
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	filière méthanisation, procédé de méthanisation, installation de méthanisation, technique de méthanisation, unité de méthanisation
Domaine	chimie
Sous-domaine(s)	biochimie
Définition	Procédé naturel basé sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène.
Remarque linguistique	Le terme « méthanisation » est beaucoup plus employé que son concurrent « digestion anaérobie » en français, c'est le contraire en anglais.
Synonyme(s)	digestion anaérobie
Parasynonyme(s)	compostage
Hyperonyme	processus
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	hydrolyse
Co-hyponyme	acidogénèse, acétogénèse, méthanogénèse
Contexte du terme (+réf)	«Le biogaz est un gaz produit par fermentation de matière organique végétale ou animale dans un milieu anaérobie. Cette réaction s'appelle la méthanisation.» (<i>Biomasse et bioénergies</i> , Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des transports et du logement, Paris, 2014)
Équivalent croate	metanizacija
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Janović, Zvonimir, <i>Naftni i petrokemijski procesi i proizvodi</i> , Zagreb, 2005.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Dana 31.10.1863. godine puštena su u pogon prva postrojenja omogućivši na taj način da zagrebačke ulice i trgove osvijetli svjetlost

	364 plinske svjetiljke. Gradsko zastupstvo 1898. godine donosi odluku o otkupu plinare te ona postaje Gradska plinara Zagreb. U prosincu 1955. godine do Zagreba stiže prirodni plin, a od 1971. godine provodi se metanizacija, zamjena do tada distribuiranog gradskog plina prirodnim.» (http://www.zgh.hr/print.aspx?id=90)
Équivalent allemand	Mathanisierung
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Bannwarth, Horst, Kremer, Bruno P. und Schulz Andreas, <i>Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie: Vom Atom bis zur Atmung - für Biologen, Mediziner und Pharmazeuten</i> , Berlin, 2013
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Unterschieden werden die katalytische Methanisierung und die biologische Methanisierung. Die Verfahren zur katalytischen Methanisierung lassen sich in 2-Phasen-Systeme und 3-Phasen-Systeme einteilen. » (http://www.bremer-energie-institut.de/mugristo/de/results/power-to-gas/methanisierung)

Terme	réservoir
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	exploiter le ~, exploitation du ~, remplir le ~, vider le ~
Domaine	énergétique
Sous-domaine(s)	énergies renouvelables
Définition	Réceptacle naturel ou artificiel qui retient et emmagasine des liquides, des gaz ou des solides.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	
Parasynonyme(s)	citerne
Hyperonyme	conteneur
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	~ fracturé, ~ géothermal, ~ géothermique, ~ souterrain, ~ de stockage
Co-hyponyme	
Contexte du terme (+réf)	«L'homme a construit des barrages pour retenir l'eau des lacs et des rivières dans des réservoirs puis l'acheminer vers des turbines.» (https://www.mern.gouv.qc.ca/energie/hydroelectricite/eau.jsp)
Équivalent croate	rezervoar
Catégorie grammaticale	n.m.
Source de l'équivalent	Fouquet, P., Bouchy, A., <i>Rezervoari za vodu</i> , Građevinska knjiga, Beograd, 1972.

Contexte de l'équivalent (+réf)	« No, problem je u tome što je vodik jako teško držati zatvorenog pod visokim tlakom. Naime, atomi vodika su toliko maleni da prolaze i kroz čelične stijene, pa vodik zbog toga istječe iz rezervoara. Što je veći tlak, to je istjecanje jače. Zaustaviti se može samo debelim i gustim stijenama. Nekada se to radilo s dvostrukim i trostrukim čeličnim stijenama » (http://www.ka-plus.hr/tankovi.html)
Équivalent allemand	Reservoir
Catégorie grammaticale	n.n.
Source de l'équivalent	Watter, Holger, <i>Regenerative Energiesysteme: Systemtechnik und Beispiele nachhaltiger Energiesysteme aus der Praxis</i> , Wiesbaden, Springer Vieweg, 2013
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Auckland erhält einen großen Teil seines Wassers aus Reservoirs in den Hunua Ranges.» (http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6762/11106_read-25326/)

Terme	turbine
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Collocation(s)	aubes d'une turbine, turbine d'une centrale hydroélectrique, actionner la ~, entraîner la ~, faire tourner la ~
Domaine	énergétique
Sous-domaine(s)	énergies renouvelables
Définition	Dispositif rotatif, destiné à utiliser la force vive d'un fluide et à transmettre le mouvement au moyen d'un arbre pour qu'il soit utilisé ou transformé en une autre forme d'énergie.
Remarque linguistique	
Synonyme(s)	
Parasynonyme(s)	
Hyperonyme	moteur rotatif, machine
Relation avec l'hyperonyme	relation générique
Hyponyme(s)	~ à axe horizontal, ~ à axe vertical, ~ à gaz, ~ à vapeur
Co-hyponyme	arbre à cames, manivelle
Contexte du terme (+réf)	«Le rendement d'un aménagement de production hydroélectrique est le rapport entre la puissance électrique injectée sur le réseau et la puissance théorique du débit de la chute d'eau qui traverse les turbines hydrauliques, cette seconde puissance étant liée à la hauteur de chute, à la densité de l'eau et à la gravité terrestre.» (http://www.energiesouce.com/8-hydro-turbine)

Équivalent croate	turbina
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Seifert, D., Čatović, A., <i>Prednosti i nedostaci turbina i mikromotornih nastavaka u kliničkom radu stomatologa</i> , Zagreb, 2003.
Contexte de l'équivalent (+réf)	«Posljednjih godina elektronički aktuatori zamijenili su pneumatske, a polugu za regulaciju VNT geometrije turbine pokreće električni motor.» (http://www.pinjusic.hr/dijagnostika-aktuatora-turbina)
Équivalent allemand	Turbine
Catégorie grammaticale	n.f.
Source de l'équivalent	Khammas, Achmed, <i>Buch der Synergie</i> , Berlin, 2011 (http://www.buch-der-synergie.de)
Contexte de l'équivalent (+réf)	« Durch die Verbrennung dehnt sich das heiße Gas aus, trifft auf die Schaufeln der Turbine und setzt sie so in Bewegung.» (http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6762/11106_read-25326/)

3. CONCLUSION

Notre mémoire de master 2 consistait à effectuer un travail terminologique à partir de trois documents qui traitent la problématique des énergies renouvelables et à traduire un document. L'élaboration de ce mémoire a été difficile et laborieuse. Les difficultés auxquelles nous nous sommes heurtés ont surgi lors des différentes phases du travail. D'abord dans la phase de la préparation du travail il est essentiel de constituer attentivement le corpus afin de rassembler toutes les informations nécessaires à la compréhension de la problématique des énergies renouvelables. Les problèmes qui se sont posés au cours de la deuxième phase sont ceux du repérage des termes pertinents et de l'analyse conceptuelle. Puisque nos connaissances sur les énergies renouvelables étaient limitées, nous avons dû bien nous informer afin de pouvoir cerner les termes de cette problématique. Parmi les difficultés auxquelles nous nous sommes heurtés, figurent également la création des fiches terminologiques, notamment l'élaboration des définitions des concepts retenus ainsi que le choix des contextes les plus favorables. Au moyen de diverses sources que nous avons consultées, nous avons réussi à surmonter ces difficultés.

Nous sommes d'avis que nous avons beaucoup bénéficié de l'élaboration de ce mémoire de master 2 et que les connaissances et les compétences acquises nous seront utiles dans le contexte de nos activités professionnelles.

4. BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE

4.1. ANNEXES ET CORPUS

«Les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours», dans *Centre national d'histoire des sciences*, URL: http://www.astrolabium.be/IMG/pdf/dossier_pe_da_e_nergies.pdf (page consultée le 14 mars 2012)

ANNEXE 1 : «L'énergie fait tourner le monde», dans European Fusion Development Agreement (EFDA), http://www2.euro-fusion.org/multimedia/downloads/booklets_and_articles/EPYW_fr071120.pdf (page consultée le 12 mai 2012).

ANNEXE 2 : Chonin, Valentin, Eizer, Sonidi, Poissel, Edwin. Les énergies renouvelables en Europe, <http://ecocito.eu/wp-content/uploads/2011/06/Les-%C3%A9nergies-renouvelables-en-Europe-par-Eizer-Edwin-Valentin.pdf> (page consultée le 9 mai 2012).

ANNEXE 3 : Gergaud, Olivier. «Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur», thèse de doctorat, École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, 2002, http://www.academia.edu/9712063/Mod%C3%A9lisation_%C3%A9nerg%C3%A9tique_et_optimisation_%C3%A9conomique_dun_syst%C3%A8me_de_production_%C3%A9olien_et_photovolta%C3%AFque_coupl%C3%A9_au_r%C3%A9seau_et_associ%C3%A9_%C3%A0_un_accumulateur (page consultée le 12 mai 2012).

Dictionnaires, encyclopédies :

1. Anić, Vladimir, Goldstein, Ivo. *Rječnik stranih riječi*. Zagreb : Novi Liber, 2000.
2. Anić, Vladimir: *Rječnik hrvatskoga jezika*, Novi Liber, Zagreb, 1991.
3. Babić, Stjepan, Žic Fuchs, Milena. *Rječnik kratica*. Zagreb : Nakladni zavod Globus, 2007.
4. Badurina, Lada, Marković Ivan, Mićanović, Krešimir. *Hrvatski pravopis*. Zagreb : Matica hrvatska, 2008.
5. Grevisse, Maurice. *Le petit Grevisse : grammaire française*. Bruxelles : De Boeck, 2005.

6. Ladan, Tomislav et al. *Osmojezični enciklopedijski rječnik*. Zagreb : Leksikografski zavod « Miroslav Krleža », 2004.
7. Le Fur, Dominique. *Dictionnaire des combinaisons de mots*. Paris : Le Robert, 2007.
8. Robert, Paul. *Le nouveau Petit Robert. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue Française*, Paris, Dictionnaires le Robert, 1993.
9. Matasović, Ranko, Jojić, Ljiljana. *Hrvatski enciklopedijski rječnik*. Zagreb : Novi Liber, 2002.
10. Putanec Valentin: *Dictionnaire français- croate / Francusko- hrvatski rječnik*, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
11. Slunjski, Marija. *Englesko-hrvatski rječnik energetskog nazivlja*. Kvarner, 2012.
12. Šarić, Ljiljana, Wittschen, Wiebke. *Rječnik sinonima hrvatskoga jezika*. Zagreb : Naklada Jesenski i Turk, 2010.

Dictionnaires en ligne :

1. *Dictionnaire français Larousse*.
<http://www.larousse.com/en/dictionaries/french-monolingue> (page consultée le 4 mars 2012).
2. *Encyclopédie contributive Larousse en ligne*.
<http://www.larousse.fr/encyclopedie> (page consultée le 4 mars 2012).
3. *Lexilogos* – dictionnaire français en ligne.
http://www.lexilogos.com/francais_langue_dictionnaires.htm (page consultée le 4 mars 2015).
4. *Merriam-Webster Online*. <http://www.merriam-webster.com/> (page consultée le 4 mars 2015).
5. *The Free Dictionary*. <http://www.thefreedictionary.com/> (page consultée le 4 mars 2015).

Livres :

1. Auger, Pierre; Russeau, Louis-Jean. *Méthodologie de la recherche terminologique*, Québec, L'éditeur officiel du Québec, 1978.
2. Cabre, Maria Teresa, *La terminologie*, Paris: A. Colin, 1998.

3. Conceição, Manuel Célio. *Concepts, termes et reformulations*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon, 2005.
4. Đikić, Domagoj, et al. *Ekološki leksikon*, Zagreb: Barbat, 2001.

Livres en ligne :

1. Auger, Pierre, Louis-Jean Rousseau, Rosita Harvey, Jean-Claude Boulanger et Jean Mercier. *Méthodologie de la recherche terminologique*. Québec : Office de la langue française, 1987.
http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/methodologie_recherche_1978.pdf (page consultée le 26 avril 2012).
2. Bertrand, Oliver, Schaffner, Isabelle. *Le français de spécialité : Enjeux culturels et linguistiques*. Paris : Édition École Polytechnique, 2008.
http://books.google.hr/books?id=_oWAGeEx1C8C&dq=%22un+sous-ensemble+de+la+langue+g%C3%A9n%C3%A9rale+caract%C3%A9ris%C3%A9+pragmatiquement+par+trois+variables%22&hl=hr&source=gbs_navlinks_s
 (page consultée le 27 avril 2012).
3. Bourigault, D., *LEXTER, un logiciel d'extraction de terminologie. Applications à l'acquisition des connaissances à partir de textes*, thèse de doctorat, EHES, 1994, ftp://ftp.irit.fr/IRIT/theses/seguela/these_ps_ch1.PDF (page consultée le 17 avril 2015)
4. Boutin-Quesnel, Rachel, Bélanger, Nycole, Kerpan, Nada, Rousseau, . Louis-Jean *Vocabulaire systématique de la terminologie*. Québec : Publications du Québec, 1985.
http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/voc_systematique_terminologie.pdf (page consultée le 26 avril 2012).
5. Conceição, Manuel Célio. *Concepts, termes et reformulation*. Lyon : Presses Universitaire de Lyon, 2005.
http://books.google.hr/books?id=8LbqnUFEGFUC&hl=hr&source=gbs_navlinks_s
 (page consultée le 4 mai 2012).
1. Depecker, Loïc, *Entre signes et concepts: éléments de terminologie générale*, Paris, Presses Sorbonne nouvelle, 2003,

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/lgge_0458-726x_2005_num_39_157_970 (page consultée le 19 janvier 2015)

2. Dubuc, R., *Manuel pratique de terminologie*, Québec: Linguatex, 1992, <http://erudit.org/revue/meta/1993/v38/n3/003474ar.pdf> (page consultée le 9 janvier 2015)
3. Depecker, Loïc. *Entre signe et concept : éléments de terminologie générale*. Paris : Presses Sorbonne Nouvelle, 2002. http://books.google.hr/books?id=FIPEbfecHI0C&hl=hr&source=gbs_navlinks_s (page consultée le 26 avril 2012).
4. Gouadec, Daniel, *Données et informations terminologique et terminographiques*, Paris: Maison du dictionnaire, 1994, <https://www.erudit.org/revue/meta/2005/v50/n2/011008ar.html?vue=biblio> (page consultée le 28 avril 2012)
5. Gouadec, Daniel, *Terminologie, constitution des données*, Afnor Gestion, France, 1990, http://www.gouadec.net/publications/Terminologie_ConstitutionDonnees.pdf (page consultée le 26 avril 2012).
6. Gouadec, Daniel, *Terminologie et phraséologie pour traduire*, Paris: Maison du dictionnaire, 1997. URL: <http://www.cls.upt.ro/files/buletin/2011/010.Mariana%20Pitar.pdf> (2014-06-17)
7. Kocourek, R., *La langue française de la technique et de la science. Vers une linguistique de la langue savante*, Wiesbaden, Oscar Branstetter, 1991, http://www.eila.univ-paris-diderot.fr/_media/recherche/clillac/ciel/cahiers/2007-2008/04-cabre.pdf, (page consultée le 28 avril 2012).
8. L'Homme, Marie Claude, *Contribution à l'analyse grammaticale de la langue de spécialité : le mode, le temps et la personne du verbe dans quelques textes, scientifiques écrits à vocation pédagogique*, Université Laval, Québec, 1993, https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC2220/F943013493_PROGRAMME_COMPLET_ET_ACTES_Communications_individuelles__session_7_15__Version_finale.pdf, (page consultée le 30 avril 2012).

9. L'Homme, Marie-Claude. *Terminologie : Principes et techniques*. Montréal : PUM, 2004.
http://books.google.hr/books?id=w222vwf6Mo0C&dq=%22recherche+th%C3%A9matique%22+terminologie&hl=hr&source=gbs_navlinks_s (page consultée le 26 avril 2012).
10. Pavel, Silvia. *Guide de la recherche phraséologique en langue de spécialité: Langue de spécialité et phraséologie*, 1994, <http://www.bt-tb.tpsgc-pwgsc.gc.ca/btb-pavel.php?page=guidephras&lang=fra&contlang=fra>, (page consultée le 30 avril 2015).
11. Pavel, Silvia. «La méthodologie du travail terminologique», dans: *Hull : Bureau de la traduction*, 2008,
http://www.termiumplus.gc.ca/didacticiel_tutorial/francais/lecon3/page3_4_f.html
 (page consultée le 18 mars 2015).
12. «Le Pavel, didacticiel de terminologie», 3.5.5. *La rédaction des définitions*,
<http://www.btb.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html>
 (page consultée le 26 avril 2015).
13. http://www.termiumplus.gc.ca/didacticiel_tutorial/francais/lecon3/page3_4_f.html
 (page consultée le 18 mars 2015).
14. Pavel, Silvia, Laine, Claude, Boileau, Monique, *La phraséologie – Nouvelle dimension de la recherche terminologique: Définition de la recherche phraséologique*, 2008,
<http://www.bt-tb.tpsgc-pwgsc.gc.ca/btb-pavel.php?page=dimension&lang=fra&contlang=fra>, (page consultée le 18 mars 2015).
15. Pavel, Silvia et Nolet, Diane. *Précis de terminologie*. Hull : Bureau de la traduction, 2001.
http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/pwgsc-tpsdc/S53-28-2001F.pdf
 (page consultée le 26 avril 2012).
 Silva Raquel, Rute, Costa, Ferreira, Fátima, *Entre langue générale et langue de spécialité une question de collocations*, *Ela. Études de linguistique appliquée*, Klincksieck, 2004/3 (no 135), <http://www.fcsh.unl.pt/faculdade/docentes/cmrv> (page consultée le 26 avril 2012).
16. Vézina, Robert, Darras, Xavier, Bédard, Jean et Lapointe-Giguère, Micheline. *La rédaction des définitions terminologiques*. Québec : Office québécois de la langue française, 2009.

http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/terminologie/redaction_def_terminologiques_2009.pdf (page consultée le 31 avril 2012).

Brochures :

1. Direktiva za obnovljive izvore energije.

<http://ekologija.ba/userfiles/file/Direktiva%20EU%20o%20promociji%20el.%20en.%20iz%20obnovljivih%20izvora.pdf> (02-15-2015)

2. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva.

<http://oie.mingorp.hr/default.aspx?id=52> (01-24-2015)

3. Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije.

<https://vlada.gov.hr/UserDocsImages/Sjednice/Arhiva/120.%20-%202.pdf> (01-24-2015)

3. Obnovljiva energija. http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU_5.7.4.pdf (01-24-2015)

Documents publics :

1. Amandmani 1 – 16 - Nacrt prijedloga rezolucije o konferenciji Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama – COP 20 / CMP 10 – održanoj 2014. u Lima u Peruu

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONSGML%2bCOMPARL%2bPE-537.274%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fHR>

2. Nacrt mišljenja Odbora za industriju, istraživanje i energetiku upućen Odboru za okoliš, javno zdravlje i sigurnost hrane o prijedlogu direktive Europskog parlamenta i Vijeća o smanjenju nacionalnih emisija određenih atmosferskih onečišćivača i izmjeni Direktive 2003/35/EZ (COM(2013)0920 – C7-0004/2014 – 2013/0443(COD)) Izvjestitelj za mišljenje:

Adam Gierek. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONSGML%2bCOMPARL%2bPE-541.321%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fHR>

3. Nacrt mišljenja Odbora za industriju, istraživanje i energetiku upućen Odboru za okoliš, javno zdravlje i sigurnost hrane o prijedlogu odluke Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi i funkcioniranju rezerve za stabilnost tržišta za sustav trgovanja emisijama stakleničkih plinova Unije i o izmjeni Direktive 2003/87/EZ (COM(2014)0020 – C8-0016/2014 – 2014/0011(COD)) Izvjestitelj za mišljenje: Antonio Tajani.
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONSGML%2bCOMPARL%2bPE-539.807%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fHR>

4. Nacrt izvješća o Europskoj strategiji energetske sigurnosti (2014/2153(INI)) Odbor za industriju, istraživanje i energetiku Izvjestitelj: Algirdas Saudargas.
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONSGML%2bCOMPARL%2bPE-541.614%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fHR>

5. Nacrt mišljenja Odbora za industriju, istraživanje i energetiku upućen Odboru za okoliš, javno zdravlje i sigurnost hrane o učinkovitoj uporabi resursa: prijelaz na kružno gospodarstvo (2014/2208(INI)) Izvjestitelj za mišljenje: Benedek Jávor.

Articles en ligne :

1. De Bessé, Bruno. « Le contexte terminographique ». *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36, n° 1 (mars 1991) : 111-120.
<http://www.erudit.org/revue/meta/1991/v36/n1/002067ar.pdf> (page consultée le 26 avril 2012).
2. Cabré, M. Teresa. « Terminologie et dictionnaires ». *Meta : journal des traducteurs*, vol. 39, n° 4 (décembre 1994) : 589-597.
<http://www.erudit.org/revue/meta/1994/v/n4/002182ar.html> (page consultée le 26 avril 2012).
3. Cabré, M. Teresa. « Terminologie ou terminologies ? Spécialité linguistique ou domaine interdisciplinaire ? ». *Meta : journal des traducteurs*, vol. 36, n° 1 (mars 1991) : 55-63. <http://www.erudit.org/revue/meta/1991/v/n1/002184ar.html> (page consultée le 26 avril 2012).

4. Desmet, Isabel. «Terminologie, culture et société: Éléments pour une théorie variationniste de la terminologie et des langues de spécialité. » Rifal, (26), 2007, p.10, <http://www.termisti.org/rifal/PDF/rifal26/crf-26-01.pdf> (page consultée le 11 avril 2015).
5. Diki – Kidiri, Marcel. «Terminologie et diversité culturelle», Rifal, (21) 2000, p.6, <http://www2.cfwb.be/franca/termin/charger/rint21.pdf> (page consultée le 1 mars 2012).
6. Dot, Odile. « La terminologie, noms et notions ». *Communication et langages*, vol. 45, n° 1 (1980) : 126-127.
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/colan_0336-1500_1980_num_45_1_1380 (page consultée le 4 mai 2012).
7. Gaudin, François. « Les langues spécialisées ». *Meta : journal des traducteurs*, vol. 41, n° 1 (1996) : 172-174.
<http://www.erudit.org/revue/meta/1996/v41/n1/002817ar.pdf> (page consultée le 27 avril 2012).
8. Gouadec, Daniel. « Terminologie, traduction et rédaction spécialisées ». *Langages*, 39e année, vol. 39, n° 157 (2005) : 14-24.
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/lgge_0458-726x_2005_num_39_157_971 (page consultée le 26 avril 2012).
<http://l.bideau.free.fr/Th%E8se/Sauvegarde/18-09-08/75%20-R%E9vision%20de%20la%20nomenclature%20de%20l%27allergie%20.pdf> (page consultée le 12 mai 2012).
9. L'Homme, Marie-Claude. « Y-a-t-il une langue de spécialité ? Points de vue pratique et théorique ». *Langues et linguistique*, numéro spécial Journées de linguistique (2011) : 26-33.
http://www.lli.ulaval.ca/fileadmin/llt/fichiers/recherche/revue_LL/numero_special_2011/LLSP2011_26-33.pdf (page consultée le 27 avril 2012).
10. Nakos-Aupetit, Dorothy. « Réflexions sur la terminologie ». *Meta : journal des traducteurs*, vol. 25, n° 2 (juin 1980) : 254-256.
<http://www.erudit.org/revue/meta/1980/v25/n2/001925ar.html?vue=resume> (page consultée le 26 avril 2012).
11. Zafio, Massiva N. « L'arbre de domaine en terminologie ». *Meta : journal des traducteurs*, vol. 30, n° 2 (juin 1985) : 161-168.

<http://www.erudit.org/revue/meta/1985/v30/n2/004635ar.html> (page consultée le 26 avril 2012).

Pages d'internet :

1. IniTerm.net. « Onomasiologie et sémasiologie ».
<http://www.initerm.net/post/2008/10/19/Onomasiologie-et-semasiologie>
(page consultée le 27 avril 2012).
2. *Le Pavel*, didacticiel de terminologie. <http://www.termiumplus.gc.ca/didacticiel-tutorial/lecon-lesson-1/index-fra.html> (page consultée le 4 mars 2012).
3. http://www.isesuisse.ch/nursingdata/commun/exposes/020118_appenzeller_f.pdf
(page consultée le 16 mars 2015).
http://www.initerm.net/public/.../terminologie/domaines_et_arborescence.doc (page consultée le 4 mars 2014).
4. <http://cyber-terminologie.blogspot.com/2008/10/le-travail-concret-du-terminologue.html> (page consultée le 14 mai 2012).

Annexe I

EFDA: EUROPEAN FUSION DEVELOPMENT AGREEMENT

L'énergie fait tourner le monde

Introduction à l'énergie

L'énergie nous paraît si normale que nous la remarquons à peine. Lorsque nous prenons une douche chaude le matin, nous utilisons de l'énergie. Pour notre toilette, nous avons besoin de savon et d'une serviette fabriqués tous deux dans des usines utilisant de l'énergie. Les briques, le béton et les fenêtres de notre chambre ont été fabriqués en utilisant de l'énergie. Nos vêtements et nos chaussures ont également été fabriqués grâce à l'énergie. Et la journée ne fait que commencer. Sans énergie, nos vies seraient beaucoup moins confortables. Vous imaginez-vous aller chercher du bois pour vous chauffer et faire la cuisine, aller chercher de l'eau au puits et ne devoir vous déplacer qu'à pied... Et bien entendu, il n'y aurait ni radio, ni téléviseurs, ni ordinateurs, ni téléphone. Notre société a besoin d'énergie pour fonctionner. De plus, il nous en faut d'énormes quantités. Si nous n'avions à notre disposition que "la force des bras", nous aurions besoin de 100 personnes, ou d'environ 10 chevaux, pour produire toute l'énergie dans le monde occidental (y compris l'électricité, l'essence pour le transport, etc...). Toute la journée et tous les jours de la semaine. L'électricité qui circule dans nos prises murales équivaut à la force de plusieurs chevaux. Nous considérons l'abondance et la disponibilité de l'énergie comme un acquis. Ce n'est que par moments, lors de pannes d'électricité, que nous remarquons combien nous en sommes dépendants, en essayant de nous souvenir de l'endroit où nous avons bien pu ranger les bougies. Cette brochure s'intéresse à l'énergie : d'où elle vient, comment nous l'utilisons et quels effets elle peut avoir sur notre environnement, notre santé et notre société.

Qu'est-ce que l'énergie et pourquoi en avons-nous besoin ?

L'énergie apparaît sous plusieurs formes: le mouvement, la chaleur, la lumière, les réactions chimiques et l'électricité. On dit que l'énergie est présente dans les sources d'énergie telles que le bois, le vent, les aliments, le gaz naturel, le charbon, le pétrole et au Coeur des noyaux d'atomes. Toutes ces différentes formes d'énergie ont en commun le fait que nous pouvons les utiliser pour obtenir ce que nous désirons. Nous utilisons l'énergie pour mettre des choses

en mouvement, pour modifier des températures et produire de la lumière ou du son. C'est ainsi qu'on pourrait dire: l'énergie est la capacité d'accomplir un travail utile. L'énergie est importante pour nous parce que nous l'utilisons pour obtenir ce dont nous avons besoin, ce que nous appelons les services énergétiques. Ces services énergétiques sont le refroidissement et la réfrigération, le chauffage, le traitement des aliments, le nettoyage de l'eau, l'usage de téléphones mobiles, la conduite de voitures ou de motos, la production de lumière et de son, la production industrielle et bien d'autres choses encore. Pour obtenir les services énergétiques que nous désirons, nous avons besoin d'énergie sous une forme utilisable au bon endroit et au bon moment.

D'où provient l'énergie?

Nous ne pensons généralement pas à ce qui se passe derrière la prise de courant ou la pompe à essence tant que nous pouvons allumer la radio quand nous la branchons et acheter l'essence nécessaire pour conduire notre voiture. Cependant, pour que tout cela fonctionne, une longue chaîne de technologies a été mise en place pour nous fournir de l'énergie. Tout au début de cette chaîne, on doit obtenir et extraire l'énergie dans sa forme première, c'est-à-dire le gaz naturel, le pétrole, les rayons de soleil, le vent ou le charbon. Cette énergie primaire nous est pas encore de grande utilité. La prochaine étape consiste à la transformer en énergie finale, telle que l'électricité ou l'essence. À ce stade, le charbon est, par exemple, transformé en électricité dans une centrale thermique au charbon. C'est l'énergie finale qui est distribuée aux consommateurs. Finalement, divers appareils comme les ampoules électriques, les téléviseurs, les cuisinières et les véhicules utilisent l'énergie finale pour produire quelque chose d'utile et livrer les différents services. Le croquis ci-après nous montre un exemple de chaîne énergétique depuis l'extraction du charbon jusqu'à la diffusion d'une émission télévisée. L'énergie est à la base de tout ce que nous faisons : nous avons besoin de combustible ou d'électricité dans presque toutes nos activités quotidiennes. Pour fournir toute l'énergie que nous utilisons, nous avons besoin de mines de charbon, de plates-formes de forage de pétrole, de pipelines, d'énormes navires qui assurent la distribution du charbon et du pétrole dans le monde entier, de centrales électriques, de réseaux de transmission, de stations service et beaucoup d'autres. Ils forment ensemble un système complexe que l'on appelle le système énergétique.

Les temps modernes, des problèmes modernes...

En 150 ans, nous avons appris à utiliser l'énergie à notre avantage et notre vie a changé pour toujours. L'énergie étant constamment disponible en grande quantité et ce, à un prix abordable, le confort s'est installé et nous sommes devenus mobiles et productifs. Mais nous avons aussi appris à connaître le prix de l'énergie. En 1973, les pays arabes producteurs de pétrole ont cessé, pour des raisons politiques, d'approvisionner les nations occidentales et l'Amérique. Le prix du pétrole tripla du jour au lendemain. Ceci provoqua une grande crise de l'énergie et l'on vit les voitures faire la queue dans les stations-service pour acheter de l'essence. C'était peut-être la première fois que le monde réalisait combien nous étions devenus dépendants de l'énergie et combien il était important de l'utiliser avec sagesse. Un second choc relatif au prix du pétrole se produisit en 1979. Le prix d'un baril de pétrole grimpa jusqu'à 60 \$, alors qu'il coûtait 25 \$ en 2003 (au prix du dollar en vigueur en 2000). À la suite d'une série de défaillances mécaniques et d'erreurs humaines, eut lieu en 1979 une fusion partielle du cœur du réacteur de la centrale nucléaire de Three Mile Island (USA). Après avoir entendu dire pendant des années qu'un incident nucléaire était impossible, l'opinion publique était choquée. L'accident contribua à accentuer ce sentiment de crise que l'on ressentait depuis quelques temps. L'accident nucléaire survenu en 1986 de Chernobyl (situé dans l'ancienne URSS, de nos jours l'Ukraine), fut beaucoup plus grave. Bien qu'un mauvais concept du réacteur, accompagné d'une violation des règles de sécurité aient été à l'origine de l'accident, et qu'on sache que cela ne pourrait pas se produire dans des centrales nucléaires modernes, on commença à changer d'avis quant à l'utilisation de l'énergie nucléaire comme source d'énergie. Les combustibles fossiles menacent également l'environnement. Quand ils brûlent, tous les combustibles fossiles, tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel produisent des polluants. Certains de ces polluants, comme l'anhydride carbonique, ou gaz carbonique (CO₂) agissent comme une couverture chauffante autour de notre planète et provoquent ce que l'on appelle l'effet de serre. L'atmosphère retient plus d'énergie provoquant ainsi une augmentation des températures sur la terre dont les conséquences peuvent être négatives. Depuis la révolution industrielle, la température sur terre a augmenté de 0.6°C. D'autres gaz d'échappement sont à l'origine de la pollution de l'air et du smog urbain. Un autre problème réside dans le fait que l'énergie ne soit pas à la

portée de tout le monde. Environ 1,6 milliard de personnes, soit un quart de la population mondiale, n'a pas accès aux formes modernes d'énergie et ne peut donc pas profiter du confort, de la santé, de la mobilité et de la productivité que l'énergie moderne met à notre service. Nos besoins en énergie augmentent très rapidement. Il est prévu qu'en 2040 il y aura dix milliards d'habitants sur la terre, alors que nous sommes aujourd'hui six milliards et ils auront tous besoin d'énergie. Les populations des pays en voie de développement vont utiliser autant d'énergie que nous le faisons actuellement. C'est la raison pour laquelle, selon les statistiques, les besoins en énergie seront multipliés par quatre en 2050. Si nous continuons à produire de l'énergie comme nous le faisons, en utilisant surtout des combustibles fossiles, nous allons faire souffrir notre environnement. Bien que ce ne soit pas encore vraiment actuel, les ressources fossiles deviendront de plus en plus chères et finiront par s'épuiser. Et des solutions modernes... Quand on brûle des combustibles fossiles, on libère du CO₂, le gaz provoquant l'effet de serre. Mais il existe un moyen d'intervenir : récupérer le CO₂ à sa formation et le mettre dans un ancien gisement vide de gaz naturel et de pétrole. Cette technique est appelée la séquestration du carbone et pourrait être utilisée comme mesure temporaire pour lutter contre l'effet de serre. L'idée est la suivante : si le gaz est resté prisonnier dans le sous-sol pendant des millions d'années, on pourrait y remettre le CO₂. On effectue des recherches pour savoir si cette technique est sûre, faisable et abordable. Ce procédé fait appel à une série de technologies des fossiles propres visant, comme son nom l'indique, à utiliser les combustibles fossiles de façon propre. L'un des objectifs les plus importants est de produire de l'électricité libre de tout CO₂. De nos jours, l'énergie hydraulique, l'énergie nucléaire et la biomasse fournissent 35 % de l'électricité mondiale sans émettre de CO₂. De nouvelles technologies permettant d'exploiter des sources d'énergie renouvelables telles que les énergies solaire, éolienne, marémotrice et géothermique comptent pour moins de 0,7 % dans la consommation d'électricité mondiale. Ce domaine se développe rapidement et l'on espère que ces sources d'énergie joueront un rôle beaucoup plus important d'ici 2050. Une grande partie des recherches se consacre à résoudre le problème lié à l'utilisation actuelle de la fission nucléaire - le traitement des déchets radioactifs et la sécurité des réacteurs de fission - et à développer de nouveaux types de réacteurs nucléaires où la sécurité est pleinement assurée. La fusion nucléaire, l'énergie libérée par la fusion des atomes et la source d'énergie du soleil pourrait dès 2040 être en mesure de produire une énergie sûre et libre de toute émission de gaz à effet de serre, principalement issue de substances extraites de l'eau des océans. Dans le monde entier, des projets de recherches visent actuellement à

développer cette source d'énergie sur notre planète, tant au niveau national et qu'international.

L'énergie que nous utilisons

Nous utilisons l'énergie sous formes diverses, le gaz naturel, l'électricité, l'essence. Ne pourrions-nous pas n'utiliser qu'une forme unique d'énergie, disons l'électricité ? Oui et non !. Comme nous le verrons plus tard, l'électricité présente des désavantages dans certains domaines. Selon ce que nous faisons, nous avons besoin d'une certaine forme d'énergie. Nous ferons une distinction entre ce que nous voulons faire avec de l'énergie : chauffer (maisons, nourriture, eau), refroidir (aliments, pièces). produire et fabriquer (utilisation industrielle) transporter (voitures, camions, bateaux, trains, avions) et d'autres applications (musique, lumière, ordinateurs etc..). Chauffer et refroidir sont principalement des actions visant à maintenir une température agréable dans les pièces où nous vivons : nous les chauffons en hiver et les refroidissons en été. Cela dépend, bien entendu, de l'endroit où nous habitons: les populations des pays froids utilisent le chauffage des pièces au gaz naturel, au fuel ou au charbon plus souvent que dans les pays chauds. Les gens dans les pays chauds préfèrent, quant à eux, utiliser des climatisations pour rafraîchir la température. Mis à part le fait de maintenir une température agréable dans les pièces où nous nous trouvons, nous utilisons également la chaleur pour cuisiner, prendre un bain chaud ou une douche et avons besoin de nos réfrigérateurs et congélateurs pour que nos aliments ne s'abîment pas ou pour avoir des boissons fraîches. Les processus de chauffage et de refroidissement sont aussi largement utilisés dans l'industrie. Quel type d'énergie utilisons-nous pour chauffer et refroidir ? Pour chauffer des endroits, de l'eau et de la nourriture, nous utilisons normalement du gaz naturel, du fuel ou du charbon dans un brûleur quelconque. Les "brûleurs" peuvent prendre des formes différentes : depuis le four de la cuisine jusqu'aux énormes chaudières à gaz qui assurent le chauffage des grands bâtiments. On peut également chauffer à l'électricité. Pensez par exemple au chauffe-eau et au four électrique. La plupart des appareils réfrigérants tels que les congélateurs, les réfrigérateurs et les climatisations fonctionnent à l'électricité, bien qu'il existe des réfrigérateurs à gaz. Le congélateur et le réfrigérateur que vous avez à la maison sont probablement ceux qui consomment le plus d'électricité. Nous avons besoin d'énergie pour transporter une chose d'un endroit à un autre. Si vous portez un sac, votre corps est la

machine qui le transporte. La nourriture que vous mangez fournit l'énergie nécessaire à ce transport. Des dizaines de millions de tonnes de marchandises sont transportées chaque jour sur la route, sur l'eau ou dans les airs par camions, trains, bateaux et avions. Presque toutes ces machines fonctionnent grâce à l'essence, au gaz, au pétrole ou au kérosène. Un seul moyen de transport important utilise l'électricité : une grande partie du système ferroviaire (et des systèmes similaires comme les tramways et le métro). On utilise l'électricité pour actionner des moteurs électriques qui sont utilisés dans des usines, des pompes, des ventilateurs et autres appareils. Il est facile de trouver dans la plupart des foyers vingt à quarante moteurs électriques nécessaires aux appareils les plus diverses. Par exemple, chaque réfrigérateur possède une pompe, un four micro-onde a deux moteurs (l'un pour le ventilateur, l'autre pour la plaque rotative), une chaîne stéréo contient sans doute sept petits moteurs électriques et un ordinateur peut en posséder huit.

Utilisation industrielle de l'énergie

L'industrie fabrique plusieurs produits que nous utilisons tous les jours : vêtements, nourriture, matières plastiques et l'eau propre. Elle fabrique également les matériaux nécessaires à la construction des rues, des maisons, des bâtiments, des voies ferrées et autres. La fabrication des tous ces produits nécessite beaucoup d'énergie, sous forme de chaleur (par exemple de la vapeur) et d'électricité. Les usines ayant souvent besoin de chaleur et d'électricité, celle-ci est souvent produite dans l'usine même. La chaleur produite dans le même temps, et qui serait donc perdue, est ainsi utilisée pour le processus industriel, améliorant de ce fait le rendement énergétique.

Autres utilisations

Beaucoup d'autres appareils ménagers consomment de l'énergie et l'on ne peut les utiliser que grâce à l'électricité. L'électricité est nécessaire pour surfer sur Internet ou taper un texte sur le clavier de l'ordinateur. Pour utiliser une chaîne stéréo et le poste de télévision, on a besoin d'électricité. Laver et sécher le linge, repasser et passer l'aspirateur : tout cela exige de l'électricité. On utilise même quelquefois de l'électricité pour couper du pain, presser des oranges et se brosser les dents.

L'électricité

L'électricité est la forme d'énergie la plus flexible : on peut virtuellement s'en servir dans de nombreux domaines. L'utilisation de l'électricité ne produit ni bruit ni gaz nocifs. Il n'est pas nécessaire de posséder une citerne de combustible pour faire marcher un ordinateur ou une chaîne stéréo. L'électricité est là au moment où on en a besoin et sous la forme désirée. Il existe néanmoins quelques inconvénients. La production centrale d'électricité signifie qu'il faut la distribuer de l'endroit où elle est produite jusqu'au lieu où l'on en a besoin. Cela suppose un réseau de distribution, non seulement étendu mais coûteux et dont la transmission à haute tension est assurée par des poteaux aériens. La perte en énergie au cours de la distribution est de 10 %. Il est également difficile de stocker l'électricité. On a besoin de grandes batteries lourdes pour stocker une petite quantité d'énergie. Comme on doit transporter ces batteries sur un véhicule, le transport n'améliore pas la qualité de l'électricité. Le train résout bien sûr ce problème car il possède son propre réseau qui fonctionne comme de très longues rallonges électriques. La consommation d'électricité augmente très vite dans le monde. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie, la consommation mondiale d'électricité doublera entre 2002 et 2030 et la majorité sera consommée dans les pays en voie de développement. À l'heure actuelle, un quart de la population mondiale n'a pas accès à l'électricité.

Comment mesurer l'énergie ?

L'énergie se présente sous plusieurs formes : nous utilisons de l'électricité pour obtenir de la lumière, pour cuisiner au gaz, pour conduire avec de l'essence et nous faisons quelquefois un feu avec du bois de chauffage. Si nous désirons savoir combien d'énergie nous utilisons, nous devons trouver un moyen de comparer toutes ces formes d'énergie. Quelle est l'unité de mesure de l'énergie? Toutes les formes d'énergie ont en commun la capacité à accomplir un

travail. Cette capacité à accomplir un travail peut être comparée à une situation pendant laquelle un travail est accompli, comme celui de soulever une certaine masse. C'est la raison pour laquelle l'énergie est mesurée en joules (J) et 1 joule est la quantité d'énergie requise lorsqu'une force d'1 Newton est nécessaire sur une distance d'1 m. Pour donner un ordre d'idée, une force d'1 Newton suffit à soulever une pomme dont la masse est de 100 g. Donc, si on soulève une pomme de 100 g sur une distance d'1 m, on a besoin d'un joule d'énergie. Et nous pouvons continuer comme cela : pour 2 m, 2 joules et pour une masse d'1 kg (1000 g) d'1 m, vous avez besoin de 10 joules. Un joule ne correspond pas à beaucoup d'énergie, si bien qu'on parle normalement de kilojoules (1 kJ = 1000 J), ou mégajoules (1 MJ = 1.000.000 J). Toutes les formes d'énergie peuvent être exprimées en joules. Lorsqu'on consomme par exemple un litre d'essence, on libère 28 MJ d'énergie. Notre corps a également besoin d'énergie. La nourriture que nous absorbons nous est utile pour marcher, faire bouger nos muscles, grandir et réparer des "dégâts" éventuels. Une banane contient environ 180 kJ et une tablette de chocolat au moins 1400 kJ. Le contenu en énergie des aliments est indiqué sur la plupart des emballages alimentaires. Si on court vite pendant une minute, on utilise à peu près 150 kJ et si on fait du vélo pendant une minute, on utilise 50 kJ. Même en dormant, on dépense 4 kJ par minute. Donc, avec une seule tablette de chocolat, on peut courir pendant 10 minutes ou dormir 6 heures. Le tableau 1 nous montre le contenu en énergie de plusieurs aliments.

Les sources d'énergie

Il existe plusieurs sources d'énergie. Nous utilisons les combustibles fossiles, tels que le charbon, le pétrole, le gaz naturel, ainsi que l'énergie éolienne et solaire, nous avons des centrales fonctionnant grâce à la fission nucléaire, et de grands barrages hydrauliques. Les scientifiques travaillent au développement de l'énergie de fusion, la source d'énergie qui fait briller le soleil et les autres étoiles.

Sources d'énergie renouvelables

Comme son nom l'indique, une source d'énergie renouvelable renouvelle constamment son énergie et ne s'épuisera donc jamais. L'énergie solaire, éolienne et hydraulique sont des

exemples de sources d'énergie renouvelables. La biomasse comme le bois et les plantes peuvent être considérés comme renouvelables, car il en existe des quantités considérables qui ne s'épuiseront pas tant qu'il y aura des êtres humains sur la terre. Lorsque la fusion sera disponible, elle sera également en mesure de fournir de l'énergie pendant des millions d'années. Quelques sources d'énergie renouvelables comme le soleil et le vent sont disponibles presque partout. Les appareillages produisant cette sorte d'énergie sont normalement petits, comme les panneaux solaires ou les éoliennes. Ce procédé est donc idéal lorsqu'on veut produire de l'électricité près de l'endroit où l'on en a besoin. C'est ce qu'on appelle produire de l'électricité par voie décentralisée ou de voie de distribution. Ceci par opposition à la production centralisée d'électricité où de grandes centrales distribuent l'électricité sur leur réseau. Ces barrages peuvent atteindre des tailles considérables et être en mesure d'alimenter plusieurs grandes villes. Le barrage hydraulique d'Itapu se trouve au Brésil, à la frontière avec le Paraguay et près de la frontière avec l'Argentine. Avec une production 9.000 MW, il s'agit là du plus grand barrage du monde. Il est en service depuis 1984. Alors que les petits systèmes hydrauliques n'ont pas de répercussions sur l'environnement, les grands barrages de retenue ne sont pas aussi inoffensifs qu'ils semblent l'être. Lorsqu'il est prévu de construire un barrage dans une région habitée, plusieurs personnes doivent abandonner leur maison car l'endroit doit être inondé pour former le lac artificiel. En Chine, près de deux millions de personnes devront être évacuées pour laisser la place au Barrage de Three Gorges du Yangtze Kiang. Au cours du siècle dernier, de 40 à 80 millions de personnes ont dû être évacuées dans le monde pour qu'on puisse construire des barrages. Les lacs artificiels créent également des dégâts importants quant à l'environnement de la zone inondée, ceci étant dû entre autres au méthane dégagé par les plantes pourrissant dans ces lacs artificiels. Le méthane est un gaz qui joue un grand rôle dans l'effet de serre et contribue au réchauffement de la planète. Un barrage a également des conséquences graves sur le cours d'origine du fleuve et cela peut se répercuter jusque dans la vallée. On a construit des barrages sur 60 % des fleuves du monde. Les poissons d'eau douce qui remontent et descendent le cours des fleuves pendant l'année se retrouvent soudain face à un barrage. On estime qu'un cinquième des poissons d'eau douce est de ce fait gravement affecté. De nos jours, 16 % de l'électricité mondiale est produite par l'énergie hydraulique, la majorité par de grands complexes. La plupart des endroits où l'on peut envisager de produire de l'électricité hydraulique sont déjà exploités et il ne sera pas possible d'assister à une grande expansion dans ce domaine. Nous devons chercher d'autres solutions pour satisfaire notre demande en

énergie. L'énergie des océans: énergie houlomotrice et énergie marémotrice. Il existe quelques endroits sur la surface du globe où la différence de niveau entre la marée basse et la marée haute de l'océan est si importante que l'on peut l'exploiter pour l'énergie hydraulique. On retient l'eau derrière un barrage à marée haute; à marée basse, l'eau circule dans des générateurs et produit de l'électricité. La première centrale marémotrice fut inaugurée en France en 1968. En 1984, une centrale marémotrice commença à produire de l'électricité dans la Baie de Nova Scotia au Canada. Seuls environ quarante sites dans le monde se prêtent à l'installation d'une centrale marémotrice. Les océans représentent cependant une source d'énergie qui est loin d'être épuisée. La technique la plus répandue est d'utiliser des structures semblables aux éoliennes pour produire de l'électricité lors de la circulation de l'eau. Il existe cependant diverses techniques permettant d'exploiter l'énergie houlomotrice. On peut utiliser des systèmes en forme de cône dont le but est d'amplifier la magnitude des vagues afin d'actionner des turbines. D'autres technologies utilisent des systèmes flottants qui montent et descendent avec la surface de l'eau, actionnant des pistons qui compriment de l'air. Cet air est alors dirigé vers une turbine afin de produire de l'énergie. Une nouvelle technique semble prometteuse. Elle consiste à placer sur le littoral une cuve en béton, en partie submergée et dont un côté est ouvert sur la mer. Les vagues qui y pénètrent introduisent une colonne d'air à travers une turbine dans le bâtiment en béton, comme le montre le graphique 10. Quand la vague se retire, l'air est aspiré et repasse par la turbine qui actionne un générateur produisant ainsi de l'électricité. On travaille sur ce type de constructions en Ecosse et un générateur de 500 kW a déjà été installé sur l'île écossaise d'Islay.

L'énergie solaire

Lorsque le soleil brille, chaque mètre carré situé à angle droit avec les rayons reçoit environ 1000 W d'énergie solaire. Selon les endroits, chaque mètre carré de notre globe reçoit en moyenne 100-200 W par an. Quiconque ayant joué avec une loupe au soleil connaît la chaleur contenue dans la lumière solaire : à l'aide d'une simple petite loupe, vous pouvez facilement alsolaires. Ces panneaux sont constitués de cellules en matériau semi-conducteur, de ce même matériau dont on fabrique les micros puce. La lumière solaire est composée de photons qui sont des petits paquets d'énergie. Lorsque les photons frappent une cellule photovoltaïque (cellule PV), l'énergie de ces photons est transférée aux électrons dans le matériau semi-conducteur. Munis de cette nouvelle énergie, les électrons peuvent se libérer des atomes et

couler comme un courant dans un circuit lumer un feu. La quantité d'énergie produite par le soleil dépend de l'endroit où l'on se trouve, selon la latitude de l'équateur aux pôles. Près des pôles, le soleil éclaire la terre à un angle couché, de telle manière qu'un mètre carré aux pôles ne reçoit pas autant d'énergie solaire qu'un mètre carré de terre situé à l'équateur où les rayons du soleil arrivent presque verticalement sur la surface de la terre. La lumière solaire peut être transformée en électricité grâce à des panneaux photovoltaïques, appelés également panneaux solaires. Ces panneaux sont constitués de cellules en matériau semi-conducteur, de ce même matériau dont on fabrique les micros puce. La lumière solaire est composée de photons qui sont des petits paquets d'énergie. Lorsque les photons frappent une cellule photovoltaïque (cellule PV), l'énergie de ces photons est transférée aux électrons dans le matériau semi-conducteur. Munis de cette nouvelle énergie, les électrons peuvent se libérer des atomes et couler comme un courant dans un circuit électrique. Les cellules solaires utilisées couramment sont en silicone et transforment environ 15 % de la lumière solaire en électricité. Cela signifie que si vous habitez par exemple en Europe centrale et que vous installez un panneau solaire d'un mètre carré sur le toit de votre maison, vous pouvez vous attendre à produire 120 kWh par an. De nos jours, l'énergie solaire compte pour moins d'0,01% dans la consommation mondiale en électricité. Dans la plupart des systèmes photovoltaïques, les panneaux solaires ne possèdent normalement pas de parties mobiles et le seul soin qu'il faille leur apporter est de les nettoyer de temps en temps afin d'éviter qu'ils ne se salissent. Les panneaux solaires ont une longévité d'environ 25 ans. Le problème majeur est qu'ils sont toujours très chers. Un panneau solaire qui produit environ 100 W quand le soleil brille verticalement coûte environ 500 euros. Afin de couvrir la demande moyenne d'un foyer en électricité, c'est-à-dire environ 4100 kWh par an, on aurait besoin de quelques 35 panneaux solaires (en Europe) ce qui reviendrait à près de 17.500 euros. La même électricité produite par une centrale électrique coûte aujourd'hui à peu près 500 euros par an. C'est la raison pour laquelle on travaille très dur afin d'augmenter l'efficacité des cellules solaires et de les proposer à des prix plus accessibles. Les cellules solaires sont particulièrement utiles à des endroits où il est très difficile de produire de l'électricité par d'autres moyens: par exemple dans les zones rurales des pays en voie de développement, ou en mer. Au lieu d'utiliser des cellules photovoltaïques, la puissance du soleil peut également produire de l'énergie grâce à un système thermique. À cet effet, les rayons solaires sont focalisés sur des miroirs qui suivent la course du soleil. Un capteur, souvent une grande tour ou un tube absorbant, selon les systèmes, reçoit les rayons solaires et en transmet la chaleur à un fluide.

Le fluide chaud sert à produire de la vapeur qui, à son tour actionne une turbine ; celle-ci actionnera alors le générateur électrique. Une autre manière d'utiliser l'énergie solaire est de la transformer en chaleur qui réchauffe de l'eau. On peut se servir de cette eau chaude pour prendre une douche, ou un bain ou pour assurer le chauffage d'un bâtiment. Ce procédé est très peu coûteux et l'on voit de plus en plus de capteurs solaires, de collecteurs solaires sur les toits des maisons. On en utilise parfois dans les piscines où l'on doit chauffer de grandes quantités d'eau.

L'énergie éolienne

Depuis des siècles, les hommes ont construit des moulins à vent afin de transformer la puissance du vent en énergie mécanique. Cette énergie était utilisée pour pomper de l'eau, moulin du grain ou actionner des appareils mécaniques simples. Les fermiers de plusieurs pays utilisent encore des moulins à vent pour pomper de l'eau. C'est également l'énergie éolienne qui a toujours fait avancer les bateaux à voile, une utilisation qui devient de plus en plus populaire. De nos jours, les éoliennes produisent de l'électricité. Une éolienne est composée d'un grand rotor qui a généralement trois pales actionnées par le vent. Le rotor est rattaché à un générateur électrique. L'énergie éolienne ne produit actuellement que 0,3 % de l'électricité mondiale, mais ce chiffre augmente progressivement. Au Danemark, les éoliennes fournissent 20% des besoins en électricité, 6 % en Allemagne et 5 % en Espagne. L'utilisation des éoliennes a également des limites. Des rangées d'éoliennes disposées dans la nature ne sont pas du goût de tous. On craint que les grandes pales qui tournent rapidement puissent être dangereuses pour les oiseaux. Si vous habitez près d'une éolienne, vous les trouverez peut-être bruyantes et des accidents peuvent arriver si une pale se détache. De ce fait, on pense de plus en plus à installer des éoliennes en mer où le vent souffle de manière régulière et atteint des vitesses supérieures. D'autre part, les coûts de construction, d'entretien et de fonctionnement seraient plus élevés en mer. Un autre problème est parfois l'absence de vent. Cette situation peut durer plusieurs jours et se produire simultanément sur une grande partie de l'Europe. Autrement dit, la source même de l'énergie éolienne (et de l'énergie solaire) est intermittente, ce qui signifie que la production d'électricité est très irrégulière. Si la

production d'énergie éolienne et solaire devait s'accroître, on devrait prendre soin de garantir la stabilité de l'approvisionnement électrique. Il sera nécessaire, dans la plupart des cas, de faire intervenir des systèmes d'appoint alimentés par des combustibles fossiles. Les travaux de recherche se concentrent actuellement sur l'amélioration de techniques visant à stocker les énergies éolienne et solaire intermittentes.

L'énergie de la biomasse

La biomasse est une autre dénomination de la masse organique. Pour s'en servir comme carburant, on utilise des déchets de l'industrie du bois (bois et sciure), de l'agriculture, de l'alimentation, des eaux usées, déchets solides et autres matières organiques. La biomasse est l'une des premières sources d'énergie découverte par l'homme et continue d'être une source d'énergie majeure dans plusieurs pays en voie développement. Près de 80 % des besoins en énergie de ces pays sont couverts par l'énergie de la biomasse, surtout sous forme de bois ramassé sur place. Les matières organiques ont emmagasiné la lumière du soleil sous la forme d'énergie chimique. On peut utiliser cette énergie de deux manières, la plus simple étant la combustion directe : la biomasse sèche est brûlée pour chauffer de l'eau et produire de la vapeur; la seconde est appelée digestion anaérobie et produit du méthane, appelé fort justement biogaz. Il s'agit d'un procédé semblable à la fermentation durant lequel des bactéries "cassent" la biomasse en composants plus petits. La fermentation est anaérobie ce qui signifie "sans oxygène" et produit de la chaleur. Dans les décharges publiques où l'on composte les déchets municipaux, le biogaz peut être utilisé comme carburant. Si on la brûle, la biomasse dégage du gaz carbonique qui est un gaz à effet de serre. Mais grâce à la photosynthèse, les cultures de biomasse en consomment tout autant, si bien que l'émission nette de gaz carbonique restera nulle tant que les plantes continueront à être réutilisées pour l'énergie de biomasse. Ces plantes, telles que des arbres à croissance rapide, des herbes, sont appelées matières premières énergétiques, ou cultures énergétiques.

L'énergie géothermique

Le mot "géothermique" vient du Grec "geo" qui signifie "terre" et "thermo" "chaleur". Il s'agit d'utiliser la chaleur de l'intérieur de la terre pour produire de l'électricité. Le noyau de la terre a une très haute température d'environ cinq mille degrés Celsius. Lors d'éruptions

volcaniques, de la roche fondue ou du magma sont quelquefois rejetés à la surface. C'est cette énorme source d'énergie que les centrales géothermiques essaient d'exploiter dans le but de produire de la chaleur ou de l'électricité. Si vous creusez un trou dans la terre, la température monte de 17 à 30° C par km. Un puits géothermique peut atteindre jusqu'à 2500 m de profondeur. On injecte de l'eau dans le puits et on la chauffe pour obtenir de la vapeur qui servira à produire de l'électricité, comme le montre le graphique 11 ci-dessous. L'eau chaude peut également être utilisée pour le chauffage des maisons et des bâtiments en général. Vingt pays de par le monde ont construit plus de 250 centrales géothermiques. Aux Etats-Unis, c'est la géothermie qui approvisionne la ville de San Francisco en énergie et au Salvador 40 % de l'électricité provient de l'énergie géothermique. L'Islande utilise uniquement l'énergie géothermique pour sa consommation d'électricité. Environ 8000 MW d'électricité géothermique sont produits dans le monde et 10.000 MW de chaleur géothermique sont, de plus, utilisés directement à l'état brut. Il existe cependant dans le monde peu d'endroits où règnent de bonnes conditions pour exploiter l'énergie géothermique. C'est la raison pour laquelle la production d'énergie potentielle totale est très limitée. Une fois construites, les centrales électriques géothermiques fournissent de l'énergie propre et peu coûteuse. La construction initiale d'une centrale est néanmoins coûteuse. Une autre technologie liée à cette sorte d'énergie met en oeuvre de la roche chaude que l'on trouve partout à une certaine profondeur. Cette chaleur de la roche chaude sèche peut être extraite en injectant de l'eau dans un puits; celle-ci s'infiltré alors dans la roche chaude et atteint les puits de production situés dans les environs où l'eau peut remonter à la surface. À la surface, on extrait la chaleur véhiculée par l'eau et on la réintroduit dans le circuit afin d'être réutilisée. Comparer différentes sources d'énergie. Toutes les sources d'énergie abordées dans ce chapitre présentent différentes propriétés quant à leur quantité, au type de combustible, à la surface nécessaire et au coût d'exploitation. Dans le tableau 8, on a répertorié les besoins en combustible pour une centrale électrique de 1000 MW selon les différentes sources d'énergie. L'énergie de biomasse, l'énergie éolienne et l'énergie solaire ont besoin de grands espaces. Ceci est dû au fait que ces sources d'énergie ne sont pas très concentrées: les combustibles fossiles ont une énergie intrinsèque beaucoup plus élevée et il est difficile de trouver un concurrent sérieux. Les sources d'énergie ayant besoin de la plus petite quantité de combustible sont la fission nucléaire et surtout la fusion. Nos sources d'énergie se modifient constamment. Derrière les câbles du réseau électrique vibre un monde de prospection intense, de recherches et de développement. Chaque jour, des centaines de milliers de personnes

travaillent à l'exploitation de l'énergie : du charbon, du pétrole et du gaz naturel. Et des milliers de scientifiques mettent au point de nouvelles technologies visant à utiliser l'énergie éolienne, solaire ou celle de la fusion. De nouvelles sources pour garantir assez d'énergie propre pour l'avenir.

L'énergie, l'environnement et la santé

La production et l'utilisation croissantes de l'énergie peuvent représenter un danger pour l'environnement et pour la santé. Le facteur principal d'atteinte à l'environnement est la production d'énergie. Le fait de brûler du bois provoque des fumées toxiques et les particules qui s'échappent peuvent être dangereuses, si on les respire. L'anhydride sulfureux libéré lors de la combustion de charbon ou de pétrole est à l'origine des pluies acides. Le gaz carbonique dégagé lors de la combustion de combustible fossile, participe de l'effet de serre et contribue au réchauffement de la planète. Des populations entières doivent être évacuées pour céder la place à de grands barrages hydrauliques et l'on doit abattre des forêts pour débiter du bois, ce qui favorise l'érosion. Les problèmes relatifs à la santé et à l'environnement se situent à quatre niveaux différents. Si je brûle du bois chez moi, je respire de la fumée, mais mon voisin ne remarque rien. C'est le niveau foyer. Les fumées des voitures circulant dans une ville provoquent du smog que tout le monde doit respirer dans la ville. C'est le niveau de la collectivité. De fines particules, du gaz sulfureux et l'ozone peuvent avoir des effets à des centaines de km à la ronde. C'est le niveau régional. Enfin, l'effet de serre qui réchauffe la planète nous affecte tous. C'est le niveau mondial. Examinons tour à tour ces différents niveaux.

Le niveau foyer

Dans les pays occidentaux, on n'assiste pas à une grande pollution produite par les foyers. La plupart d'entre nous cuisine à l'électricité, au gaz ou à quelque autre carburant fluide qui sont tous propres. Néanmoins, près de la moitié des foyers dans le monde dépend du bois et du charbon pour cuisiner ou chauffer leur maison. Il est extrêmement difficile de brûler des combustibles solides d'une manière propre car ils ne se mélangent pas complètement à l'air dans des cuisinières simples. Il s'avère alors que 5 à 20 % de l'énergie fournie par le combustible en brûlant, est utilisée dans la marmite, le reste est perdu. De plus, des

combustibles solides qui n'ont pu brûler totalement produisent une quantité de polluants nocifs, comme le montre le tableau 9. Ce n'est pas une bagatelle. On estime, en effet, qu'environ 2.000.000 de femmes et d'enfants succombent chaque année sous l'effet de ces combustibles solides et qu'ils causent 5 à 6 % des maladies dans nos pays développés. Brûler des combustibles pour faire la cuisine et chauffer la maison est dangereux pour la santé, car on les brûle à proximité des consommateurs : tous les jours dans la cuisine, ou dans les chauffages qui se trouvent dans les pièces de la maison. On peut s'imaginer l'énergie des foyers comme une échelle d'énergie dont le premier barreau serait la biomasse (fumier, déchets des récoltes, bois), les barreaux suivants seraient alors le charbon, les combustibles fossiles liquides tels que le pétrole, puis le gaz naturel et, en haut de l'échelle, on trouverait la forme la plus moderne, l'électricité. Plus on grimpe sur cette échelle, plus les cuisinières que nous utilisons sont propres et efficaces. Comme le montre le graphique 13, lorsque les sources d'énergie situées en haut de l'échelle sont disponibles et à la portée de tous, les gens ont généralement, tendance à se déplacer vers le haut. L'humanité tout entière était autrefois dépendante du bois. De nos jours, près de la moitié de la population mondiale a grimpé un ou plusieurs échelons de l'échelle énergétique. L'autre moitié est toujours dépendante du bois, ou là où le bois se fait rare, elle s'est vue dans l'obligation de descendre vers le bas de l'échelle et d'utiliser le fumier et les résidus de culture. Dans certaines situations précaires, on utilise la plus mauvaise qualité de combustibles tels que les broussailles et l'herbe. Au plus bas de l'échelle, les hommes utilisent de plus grandes quantités de leur propre énergie, par exemple pour ramasser du bois. Ramasser du combustible au bas de l'échelle est la tâche principale des femmes et des enfants. C'est un lourd fardeau à porter, non seulement à cause du poids, mais également du temps que cela prend. Dans les pays en voie de développement, il n'est pas rare que les femmes et les enfants passent jusqu'à 12 heures par semaine à ramasser du bois. Au Népal, les femmes peuvent y passer 2 h 1/2 par jour. Les populations pauvres passent une grande partie de leur temps à récolter l'énergie dont ils ont besoin. Ils n'ont donc pas le temps de produire quelque chose qu'ils pourraient vendre, de travailler la terre, ou de s'instruire. C'est ce qu'on appelle le piège de la pauvreté: une fois qu'on est pauvre, il est difficile de sortir de cet état de pauvreté puisque vous avez besoin de tout votre temps pour essayer de survivre.

Le niveau de la collectivité

Nous sommes presque tous familiarisés avec les problèmes de la pollution urbaine. Nous avons tous déjà observé cette brume jaune qui enveloppe une ville par une journée chaude et sans vent. C'est le smog, un mélange de fines particules et de gaz d'échappement provenant des voitures et des machines à moteur. Dans certaines villes dont le parc automobile est très important, comme Athènes (Grèce) ou Los Angeles (Californie), la population a des ennuis de santé au niveau des poumons et les concentrations d'oxyde d'azote et d'ozone excèdent souvent les niveaux de sécurité autorisés. Alors que dans les couches supérieures de l'atmosphère, l'ozone crée une couche protectrice autour de la terre, il devient nocif quand il est présent au sol. L'ozone est produit par une réaction chimique de l'oxyde d'azote avec les combustibles des moteurs de voiture et de camions qui ne sont consommés qu'en partie. L'ozone peut provoquer des problèmes respiratoires, des crises d'asthme et causer des inflammations pulmonaires. Il peut également affaiblir le système immunitaire, augmentant ainsi la fréquence des cas de bronchite et de pneumonie. Les enfants et les personnes âgées y sont particulièrement sensibles. Dans les grandes villes, on vérifie constamment la qualité de l'air quant à l'ozone, l'oxyde de carbone, les oxydes nitreux et les particules fines. Les autorités locales prennent quelquefois des mesures sévères dans le but d'éviter la pollution atmosphérique. Lorsqu'à Téhéran, capitale de l'Iran, la pollution atmosphérique atteint un niveau critique, les voitures ne sont autorisées à circuler qu'un jour sur deux selon que leur numéro minéralogique commence par un chiffre pair ou un chiffre impair. On prend des mesures semblables dans les pays occidentaux, à Milan (Italie) ou Athènes (Grèce) et il arrive quelquefois que la circulation soit interdite pendant toute une journée.

Le bétail et le méthane

Près de 20 % des émissions de méthane dans l'atmosphère proviennent d'animaux comme les bœufs, les vaches et les moutons. Les vaches ne peuvent digérer certaines nourritures qu'après un processus de fermentation qu'on appelle la rumination, au cours duquel des bactéries produisent du méthane dans l'estomac de la vache. De 2 à 12 % de l'énergie des aliments d'une vache sont transformés en méthane. La présence sur terre de 1,3 milliards de têtes de bétail produisant 100 millions de tonnes de méthane par an, a un effet certain quant à la quantité totale des gaz à effet de serre. Le fruit du travail humain, depuis la production d'énergie jusqu'à l'agriculture, est à l'origine d'environ 60 % du méthane dans le monde. Les ruminants produisent un tiers de cette quantité, soit 20 % des émissions totales de méthane. Il

existe, au niveau de la collectivité, d'autres problèmes liés à l'exploitation de l'énergie. Dans chaque communauté urbaine, certains groupes de personnes sont chargés d'exploiter l'énergie nécessaire. Elles extraient le charbon des mines, font des forages de pétrole en mer, coupent du bois ou exploitent la biomasse et construisent des barrages hydroélectriques. Le fait d'exploiter de l'énergie est un travail dangereux, difficile et se trouve être la source de blessures graves ou de maladies. Selon l'Organisation Internationale du Travail, environ 10 millions de personnes travaillent dans des mines de charbon (à peu près 0,3 % de la main d'œuvre mondiale). On estime que la production et la distribution de l'énergie causent dans le monde entier environ 70.000 à 300.000 accidents mortels par an et beaucoup plus d'accidents corporels. L'énergie nous revient cher.

Le niveau régional

Un des autres problèmes majeurs de l'environnement sont les pluies acides, causées par l'anhydride sulfureux et l'oxyde d'azote, tous deux dégagés lors de la combustion du charbon et des dérivés du pétrole. L'acide déposé par l'eau de pluie endommage les structures de pierre des bâtiments et des statues. Si le sol ne peut pas neutraliser l'acide, les dégâts se répercutent sur les plantes, et les arbres. Les lacs peuvent également être contaminés, ce qui conduit à la mort des poissons. Au bout d'un certain temps, des écosystèmes entiers peuvent être touchés. Mais les combustibles fossiles ne sont pas les seuls à avoir une influence. Comme nous l'avons déjà mentionné, près de deux millions de personnes vont être évacuées à cause du barrage hydraulique de Three Gorges en Chine, car leur terre va devoir être inondée. Des projets récents liés à des transferts de population de 40 à 80 millions de personnes, ont provoqué de graves problèmes sociaux.

Le niveau mondial

Certains gaz ont pour effet de former dans l'atmosphère une sorte de couverture chauffante autour de la terre, qu'on appelle l'effet de serre. Les gaz absorbent une partie des radiations de chaleur du sol et en renvoient une partie vers la terre. Une serre fonctionne à peu près de la même manière : les rayons du soleil passent à travers la serre, mais le verre arrête la chaleur venant du sol chaud qui est ainsi emprisonnée à l'intérieur de la serre. L'effet de serre est très puissant : il donne à la terre une température de 33°C supérieure à ce que la terre aurait sans lui. Donc sans l'effet de serre, la température moyenne (très fraîche) serait de moins 20°C ! La vie sur terre, y compris la vie humaine, les animaux, les végétaux ne seraient pas en mesure d'exister sans cet effet de serre. Tous les gaz contribuant à la formation de ce phénomène sont appelés gaz à effet de serre. Les gaz qui jouent le plus grand rôle dans l'atmosphère sont la vapeur d'eau, le gaz carbonique (CO₂) et le méthane (CH₄). Le gaz carbonique est dégagé lors de la combustion du bois, du charbon, du gaz naturel ou du pétrole. Le méthane est formé par la décomposition des plantes, l'exploitation minière et le bétail. Tous les gaz n'ont pas le même effet dans l'atmosphère. Le méthane, par exemple, retient la chaleur dans l'atmosphère 21 fois plus que ne le fait le gaz carbonique. 1 g de méthane aura donc le même effet, quant au réchauffement de la terre par effet de serre, que 21 g de gaz carbonique. Le gaz carbonique et le méthane mettent du temps à disparaître de l'atmosphère. Le CO₂ peut être absorbé par les océans et le CH₄ par des réactions chimiques ayant lieu dans l'atmosphère. Il s'agit là d'un processus très lent : environ 100 ans pour une molécule de CO₂ et environ 12 ans pour une molécule de CH₄. Ceci a pour conséquence que l'atmosphère continuera de subir dans cent ans tout ce que nous lui infligeons aujourd'hui ! Même si nous arrêtons maintenant de produire du CO₂, cela prendrait 100 ans pour que sa concentration diminue. Notre consommation actuelle de combustibles fossiles et l'émission de gaz à effet de serre qui en découle, revient à faire une sorte d'expérience à grande échelle avec notre planète et nous nous trouvons au cœur même de l'éprouvette... Le traité international sur l'atténuation des effets sur le climat mondial. Vers 1990, un groupe international de scientifiques commencèrent à mettre en garde le monde contre les effets nocifs des émissions de gaz à effet de serre. Selon diverses études menées à bien dans un certain nombre de pays, l'augmentation rapide de gaz à effet de serre causerait une augmentation minime, mais constante de la température sur terre. Des commissions d'enquête et des comités internationaux se donnèrent pour tâche de discuter ce problème et recommandèrent de prendre des mesures urgentes contre cette menace. La commission la plus importante est la Commission Intergouvernementale pour les Changements Climatiques

(Intergovernmental Panel for Climate Change) ou IPCC où travaillent plusieurs centaines de spécialistes venant de plus de cent pays. Depuis, plusieurs initiatives ont été prises pour pallier les effets catastrophiques de la montée de la température sur la terre, de celle du niveau de la mer, des changements des modèles de précipitations etc... L'initiative la plus importante fut prise par les Nations Unies, qui se trouvent être l'organisation internationale visant à maintenir la paix, la sécurité, les relations amicales entre les peuples et à régler les problèmes économiques, sociaux, humanitaires et environnementaux au niveau international. A l'occasion du Sommet de la Terre qui eut lieu à Rio de Janeiro (Brésil) en mai 1992, la plupart des gouvernements du monde ont approuvé un document portant le titre de « Framework Convention on Climate Change » (UNFCCC) ou « Projet de Convention sur le Changement Climatique ». Lors de cette convention, les gouvernements se sont mis d'accord pour rassembler et partager les informations relatives aux émissions de gaz à effet de serre et à mettre en œuvre des stratégies nationales visant à réduire ces émissions. Un document formule le but à atteindre qui est de « stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui éviterait une interférence dangereuse de l'anthropogénie avec le système climatique » (l'anthropogénie est l'étude de l'origine et du développement de l'homme et de l'espèce humaine). Ce traité international fut ensuite signé par 193 pays et entra en vigueur, ce qui veut dire que tous les pays signataires se sont engagés à le respecter. Les gouvernements étaient ce pendant bien conscients du fait que la ne suffirait pas pour surmonter sérieusement les changements climatiques. Au cours de la Conférence des Nations Unies sur les Changements Climatiques qui eut lieu à Kyoto en Décembre 1997, les grandes nations industrielles se mirent d'accord pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Après des négociations longues et difficiles visant à fixer combien, où et quand diminuer ces émissions, et qui allait financer ce projet, un pacte fut signé visant à réduire les émissions mondiales des pays développés. On se fixa de réduire d'ici 2012 les émissions des gaz à effet de serre produits par les pays signataires du traité de 5,2 % par rapport à celles de l'année 1990. Ce pacte est connu sous le nom de Protocole de Kyoto. Le Protocole de Kyoto ne sera cependant pas obligatoire tant qu'un nombre suffisant de pays ne l'aient pas signé (c'est ce qu'on appelle ratifier un protocole). Le protocole devient obligatoire s'il est signé par l'ensemble des nations ayant produit en 1990 55 % des émissions de gaz à effet de serre des pays développés. Mais tous les pays ne veulent pas le ratifier. Les USA qui comptent à eux seuls 36 % de toutes les émissions de gaz à effet de serre des nations développées, ont fait part qu'ils ne ratifieraient pas le protocole, et cela pour longtemps. La Russie tenait le même

discours. Mais en Novembre 2004, la Russie changea d'opinion et ratifia le protocole. Après sept années d'attente, le Protocole de Kyoto est enfin entré en vigueur en février 2005. Les différents pays tentent actuellement de mettre au point des moyens et des méthodes pratiques permettant de réaliser ce projet. Devrions-nous utiliser l'énergie de manière plus efficace, ou devrions-nous fournir de l'électricité libre de tout CO₂, en utilisant par exemple des collecteurs solaires ? Devons-nous continuer à construire des centrales nucléaires, juste pour le fait qu'elles n'émettent pas de gaz à effet de serre ? Devrions-nous investir dans les éoliennes ou dans la fusion, ou dans les deux ? Ou peut-être, devrions-nous faire tout ce qui est en notre pouvoir car le problème auquel nous sommes confrontés est si important ? Au cours des 150 dernières années, nous avons brûlé beaucoup de combustibles fossiles qui ont dégagé d'énormes quantités de CO₂ dans l'atmosphère. Le graphique 14 nous montre que la concentration de CO₂ dans l'air a augmenté de 35% depuis 1800. La concentration de CO₂ était fluctuante par le passé, mais n'a jamais été aussi rapide. Si des changements se produisent sur des milliers d'années, l'écosystème a une chance de s'adapter, mais il est possible que l'écosystème ne puisse pas s'adapter à un changement si rapide. Cela risquerait de mener à l'extinction de plusieurs espèces de plantes et d'animaux. Tout ce CO₂ a-t-il un effet sur le climat de la planète ? Au cours du siècle dernier, la température moyenne sur terre a augmenté de 0,6 °C et le niveau de la mer a monté de 10 à 25 cm. Les dix années les plus chaudes depuis l'époque où l'on a commencé à consigner les données météorologiques, sont toutes arrivées après 1990. Les glaciers du monde ont diminué et la nébulosité tout comme les précipitations ont augmenté dans le monde. La température moyenne de l'air devrait augmenter de 1,4 à 5,8 °C d'ici 2100. Afin de replacer ces données dans un contexte, on peut dire que la différence moyenne de température entre la dernière glaciation, il y a des milliers d'années et l'époque actuelle est d'exactement 6°. Le niveau de la mer pourrait augmenter de 9 à 88 cm. On pourrait penser qu'une augmentation de la température de quelques degrés n'est pas dramatique, mais c'est en fait un véritable problème. Tout d'abord, la montée du niveau de la mer causée par quelques degrés provoque déjà des problèmes au niveau du littoral. De plus, les températures de l'intérieur des terres changeront bien plus encore et l'on assistera plus souvent à des manifestations météorologiques extrêmes : inondations, sécheresses et ouragans. Les scientifiques s'attendent à ce que, dans le meilleur des cas, le niveau de CO₂ à la fin du siècle double par rapport à ce qu'il était avant 1800. Il pourrait au pire être multiplié par quatre. Si le niveau de CO₂ d'avant la révolution industrielle de 280 ppm est multiplié par quatre, le monde pourrait avoir un tout autre visage. Le niveau de la mer

pourrait monter d'environ 1 m, les températures pourraient augmenter localement de 15 à 20° C et en moyenne d'environ 6°C. Il existe encore des quantités suffisantes de combustibles fossiles bon marché pour que ce scénario devienne réalité. Que pouvons-nous faire pour lutter contre cela ? La seule manière de mettre une fin aux effets nocifs du CO₂ est d'arrêter d'en produire, c'est-à-dire de ne plus consommer de combustibles fossiles, ou de récupérer et d'éliminer de manière sûre le CO₂ produit lors de cette combustion. Aucune de ces alternatives ne semble être possible en ce moment. Même si nous stabilisons notre niveau de CO₂ au double de celui d'avant la révolution industrielle, cela signifie cependant que nous devons en réduire la production de 2/3 dans les prochaines décennies. Cependant, au lieu de décroître, la production de CO₂ augmente chaque année.

Les options énergétiques et l'effet de serre

Toutes les sources d'énergie ne produisent pas de gaz à effet de serre. Les collecteurs solaires, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique sont tous des exemples de sources d'énergie qui produisent de l'électricité, mais pas de CO₂. Mais même cela n'est pas vraiment exact. Pour construire les éoliennes ou les collecteurs solaires, on a besoin d'énergie provenant la plupart du temps de combustibles fossiles. Quant aux barrages hydroélectriques, la décomposition des végétaux produit du méthane qui est un gaz très actif dans la formation de l'effet de serre. Pouvons-nous produire toute notre énergie sans émettre de gaz à effet de serre? Oui, mais nous allons devoir travailler dur pour y parvenir. Les énergies solaire et éolienne jouent un rôle minime de nos jours et il faudra attendre des décennies et effectuer de longs travaux de recherche avant qu'elles ne produisent des quantités substantielles d'énergie. De nouveaux types de centrales nucléaires qui ne présenteraient plus aucun danger peuvent faire partie de la

réponse. Le fossile propre, grâce à la technique permettant de réintroduire le CO₂ dans le sol, est certainement réalisable, mais en est encore au stade expérimental et nous nous devons de répondre aux questions sur les effets et les risques de cette technique à long terme. Il faudra attendre des décennies de recherche et de développement avant que la fusion ne puisse à l'avenir jouer un rôle sur le marché de l'énergie. Si nous prenons les problèmes climatiques au sérieux, il nous faudra œuvrer dans le sens d'un développement de toutes les sources d'énergie propres et le faire vite. Penser à l'avenir: l'énergie de demain. Nous vivons dans un monde qui vient de commencer à utiliser de l'énergie. L'accroissement rapide de la population mondiale – de 6 milliards aujourd'hui à 9 milliards dans 50 ans – ainsi que le développement économique en flèche de pays comme la Chine et l'Inde, ont conduit à ce que nos besoins en énergie augmentent constamment. On prévoit que dans 50 ans, la consommation mondiale d'énergie sera supérieure à ce qu'elle a été depuis le début de l'histoire de l'humanité. Le graphique 15 nous montre le développement des besoins mondiaux en énergie dans différents pays. Le fait que les émissions de gaz carbonique menacent notre environnement nous oblige à nous tourner pleinement vers des sources d'énergie plus propres. Nous avons besoin de nouvelles solutions afin de faire face à la demande croissante d'énergie et résoudre les problèmes rattachés à notre actuel système énergétique.

Problèmes actuels

La consommation mondiale d'énergie devrait doubler dans les cinquante ans à venir. Cette tendance est la source d'au moins quatre problèmes graves. Le premier est le fait que les combustibles fossiles, faciles à extraire, vont s'épuiser peu à peu. Bien qu'il y ait assez de charbon pour nous approvisionner pendant deux cent ans, la nature n'a pas été aussi généreuse en ce qui concerne le pétrole et le gaz. Des enquêtes menées par différentes institutions prévoient que la production mondiale de pétrole aura atteint sa production maximale – c'est-à-dire le moment à partir duquel cette production commencera à décliner – dans cinq ou dans vingt ans. La production maximale du gaz sera atteinte 20 ans après celle du pétrole. Le second problème est que les gisements de pétrole et gaz ne sont pas répartis de manière égale sur le globe. Près de 80 % sont situés au Moyen-Orient et en Fédération Russe. Si nous

continuons à dépendre des combustibles fossiles, nous allons donc devenir fortement dépendants de ces pays. À l'heure actuelle, l'Europe importe 50 % de son énergie, la plupart sous forme de gaz naturel, de pétrole et de charbon. Dans 20 ou 30 ans, l'Europe devra probablement importer 70 % de toute son énergie si aucune autre mesure n'est prise entre temps. C'est la raison pour laquelle plusieurs pays pensent à de nouvelles alternatives, comme l'énergie éolienne ou la fission nucléaire, afin d'être plus autonomes dans ce domaine. Le troisième point est celui de l'atteinte à l'environnement. La combustion du charbon, l'un des combustibles fossiles dont nous possédons des quantités considérables, est très polluante. Si de grands pays comme la Chine ou l'Inde continuent de dépendre du charbon, l'environnement local en pâtira énormément, comme c'est déjà le cas. En outre, le CO₂, le gaz responsable de l'effet de serre, ne reste pas dans les frontières d'un pays et représente donc un problème pour le monde entier. La quatrième question est ce que l'on désigne sous le terme de pauvreté énergétique: 2,5 milliards de personnes dépendent encore de nos jours du bois pour cuisiner et se chauffer. Le fait qu'elles ne puissent avoir accès aux formes modernes d'énergie est un obstacle majeur à leur développement économique. Le prix du pétrole dont les prix n'ont cessé d'augmenter ces dernières années représente une entrave supplémentaire. Les pays riches peuvent se permettre d'acheter le pétrole à des prix élevés, les pays pauvres ne sont pas en mesure de le faire. L'objectif de l'énergie durable Quel est l'objectif que nous devrions nous fixer quant au développement du système énergétique ? À quoi voulons-nous que le système énergétique ressemble, disons, dans cent ans? Un développement durable serait l'idéal. La première fois que ce mot fut utilisé (dans le Rapport Brundtland publié en 1987), la durabilité fut définie de la manière suivante: "Répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs." En d'autres termes, nous ne devrions pas utiliser plus que la part qui nous est due et permettre aux générations futures de répondre à leurs besoins, en leur offrant par exemple le plus grand nombre possible de technologies d'énergie durable parmi lesquelles ils pourront choisir. Quel est l'objectif du développement durable quant à la production d'énergie? Il serait souhaitable qu'à long terme, on produise et utilise de l'énergie qui accompagne le développement de l'humanité, dans toutes ses dimensions sociales, économiques, et dans le domaine de l'environnement. C'est ce qu'on appelle l'énergie durable. Elle se réfère à la production et à l'utilisation de sources d'énergie par des moyens qui respectent le bien-être de l'humanité et l'équilibre écologique. Pour atteindre ce but à long terme, il serait préférable d'utiliser des sources d'énergie renouvelables : de celles qui ne s'épuisent jamais. Parmi ces sources, on peut citer l'énergie

éolienne, hydraulique, solaire et celle de la biomasse. Les combustibles nécessaires à la fusion étant assez abondants pour produire des millions d'années d'énergie, on peut, à toutes fins utiles, considérer la fusion comme une source d'énergie renouvelable. Nous sommes, bien entendu, à l'heure actuelle très loin de cette situation idéale. Selon le bilan mondial de l'énergie, publié par l'Agence Internationale de l'Énergie en 2002 seuls 14 % de notre énergie proviennent de sources durables (y compris la biomasse non-commerciale, comme le bois) et 18 % de notre électricité. La plupart de l'énergie renouvelable provient de l'énergie hydroélectrique et de la combustion de déchets et la biomasse. De nos jours, la croissance du besoin mondial en énergie est supérieure à celle des énergies renouvelables disponibles. Les énergies renouvelables. Pourquoi n'utilisons-nous pas déjà plus 'énergie renouvelable? Les raisons sont nombreuses. La première, c'est que le monde commence tout juste à réaliser l'ampleur du problème énergétique et les dangers du changement climatique. Le sentiment d'urgence nécessaire nous a fait défaut jusqu'à présent. L'énergie solaire, éolienne et celle de la biomasse se développent rapidement, car plusieurs pays ont commencé à promouvoir de manière active l'utilisation de ces sources d'énergie. La seconde raison est que, malgré des années de recherche et de développement, les technologies d'énergie renouvelable restent plus coûteuses que celles visant à simplement brûler des combustibles fossiles. Il est, bien entendu, très difficile de faire concurrence à un combustible qu'il "suffit" d'extraire du sol. Nous allons devoir nous habituer à l'idée que l'énergie bon marché tire à sa fin et que nous allons devoir payer plus pour notre énergie. Les combustibles fossiles sont, en outre, à l'origine de beaucoup de frais "cachés", tels que ceux occasionnés par l'effet de serre et les frais médicaux relatifs aux affections liées à l'air pollué. Si l'on tient compte de ces frais supplémentaires, tout pourrait changer en faveur des sources d'énergie renouvelable. La troisième raison réside dans le fait que les énergies solaire et éolienne sont des sources d'énergie intermittentes, ce qui signifie qu'elles ne produisent pas d'énergie tout le temps. On a donc besoin d'une source d'énergie de secours ou d'un moyen pour stocker de l'électricité afin de pallier les situations où il n'y a pas de soleil ou de vent. Cela augmente le coût des sources d'énergie. De plus, le soleil, le vent et la géothermie ne sont pas répartis de manière égale sur le globe. En particulier, la géothermie et le vent dépendent de la situation géographique. D'autre part, les sources d'énergie renouvelable comme le vent, le rayonnement solaire et la biomasse ont besoin de beaucoup d'espace. Imaginons que nous recouvrons toute l'Afrique du Nord, dont la production solaire est de 250 W/m², de cellules solaires qui transformeraient la lumière solaire en électricité avec une efficacité de 14 %. Si on considère que le soleil brille sur un

certain angle, une surface de 20 à 40 km² devrait être recouverte de panneaux solaires afin de produire la même énergie qu'une centrale électrique de 1.000 MW. Bien que cela soit certainement dans le domaine du possible, il ne faut pas sous-estimer la taille d'une centrale électrique conçue sur une grande échelle. Prenons un second exemple: afin d'obtenir 1000 MW d'énergie de biomasse, il faudra planter des cultures énergétiques sur 2000 km². La production de fertilisants est à forte intensité énergétique et suppose l'utilisation de combustibles fossiles. L'importance des fertilisants utilisés pour faire pousser de la biomasse doit donc être réduite, ce qui entrave la production. Quelques sources d'énergie, comme le charbon, sont peu coûteuses. Néanmoins, si un pays ne possède pas de mines de charbon il devient dépendant d'autres nations. Les combustibles fossiles émettent des gaz à effet de serre qui sont à l'origine de changements climatiques. D'autres sources d'énergie, comme l'énergie solaire, sont disponibles dans le monde entier (à des prix différents selon le climat), mais elles sont encore très coûteuses et offrent une capacité limitée. Examinons les facteurs déterminants dans le choix d'une énergie. En premier lieu: Combien coûte l'électricité ? Ce qu'on appelle les coûts d'immobilisation du capital sont les frais nécessaires pour exploiter la source d'énergie en tant que telle : construire une centrale électrique, acheter les collecteurs solaires. Ces frais sont exprimés en euros par MW d'énergie. D'autres frais viennent s'y ajouter: une centrale a besoin de combustible, de personnel qualifié et après sa durée de vie habituelle, elle doit être démontée. Si on additionne ces données et qu'on divise le tout par le nombre total de kilowatt-heures produits par la centrale, on obtient le prix par kilowatt-heure, appelé aussi coût de production. Ils sont normalement de 0,03 euro/kWh pour une centrale alimentée au charbon. La redevance Comment choisir une source énergétique. Prendre les bonnes décisions pour l'avenir suppose que vous connaissiez vos besoins en énergie. Des besoins énergétiques différents exigent des solutions différentes. Dans ce chapitre, nous examinerons tous les aspects dont il faut tenir compte dans le choix d'une source d'énergie. On utilise les sources d'énergie pour faire fonctionner l'industrie et les transports, chauffer les maisons et produire de l'électricité. Nous n'examinerons ici que la production d'électricité. Trouver la source d'énergie adéquate pour produire de l'électricité dans une situation donnée dépend de plusieurs du consommateur est beaucoup plus élevée et atteint environ 0,12 euro/kWh, le reste couvrant le réseau de distribution, les impôts... Mis à part les coûts, d'autres facteurs entrent en jeu, par exemple la capacité requise. Si vous avez besoin d'un kilowatt pour un petit lieu de travail en Afrique, plusieurs choix sont possibles allant d'une petite éolienne à des cellules solaires ou un générateur au gasoil. Mais pour l'alimentation énergétique d'une ville où l'on a

besoin de 1.000.000 kW (1000 MW), on doit penser à des centrales alimentées au charbon, au gaz naturel ou peut-être à une centrale nucléaire à fission. On doit alors également tenir compte des questions relatives à l'environnement, tel que l'effet de serre: vous pouvez décider de produire votre électricité sans émission de CO₂, par exemple grâce à l'énergie nucléaire ou à des fossiles propres. L'émission de gaz à effet de serre est donc un facteur important. L'utilisation du terrain peut aussi jouer un grand rôle. La biomasse exige de grandes surfaces pour les cultures énergétiques. La population mondiale ne cessant de s'accroître, ceci peut devenir difficile à obtenir. Installer des éoliennes dans les pays à population dense pose aussi un problème d'espace. Comme dans toutes les technologies, la sécurité est un facteur très important. Lorsqu'un barrage hydraulique s'effondre, ou un accident grave se produit dans une centrale nucléaire à fission, on doit procéder à l'évacuation immédiate d'un grand nombre de personnes. On ne voudrait pas non plus se trouver à côté d'une éolienne qui perdrait ses pales. De nombreuses victimes sont dénombrées dans les mines de charbon, lors de coup de poussière dans des centrales électriques ou lors d'accidents qui surviennent dans un puits de pétrole. Bien que l'énergie "sûre" n'existe pas, certaines sources sont plus dangereuses que d'autres. Les sources d'énergie renouvelables comme le vent et le soleil ne produisent pas de l'énergie en continu. C'est l'intermittence d'une source. Pour un grand nombre de sources d'énergie intermittentes, on doit avoir recours au stockage de l'énergie ou à une source d'énergie de secours. Quelques sources, comme la fission nucléaire, sont adéquates pour l'énergie centralisée, alors que d'autres correspondent mieux aux besoins d'une énergie décentralisée, une énergie produite sur place. Il est donc important de savoir dès le début si une source est centralisée ou décentralisée. Enfin, si le combustible (comme le pétrole) doit être importé, un pays peut devenir très dépendant d'autres. Le fait de dépendre d'autres pays est donc également une question importante. Il est clair que, selon les besoins, plusieurs sources d'énergie peuvent s'avérer adéquates.

Les formes d'énergie de l'avenir

Des scénarios énergétiques sont à l'étude décrivant des situations en matière d'énergie telles qu'elles pourraient se produire à l'avenir. Chaque scénario peut être considéré comme l'instantané d'un avenir possible. Le graphique 16 nous montre un scénario mis au point par l'Institut International d'Analyses de Systèmes Appliqués (IIASA) et le Conseil Mondial de l'Énergie (WEC). Ceci ne représente évidemment qu'une des perspectives possibles à l'avenir. D'autres organisations, compagnies et instituts de recherche ont des vues tout à fait

différentes. L'étude IIASA/WEC publiée en 1998, présente six scénarios basés sur diverses hypothèses quant au développement technologique et économique et aux mesures prises pour la protection de l'environnement. Le scénario reproduit ici est le scénario «moyen» supposant des développements technologiques et une croissance économique moyens. Ce qui complique l'interprétation de leurs scénarios, c'est qu'il rassemble des sources d'énergie aussi différentes que l'énergie éolienne, géothermique et celle provenant des déchets. L'énergie nucléaire et la fusion sont également rassemblées sous le nom de «nucléaire». On en tient normalement pas compte de la fusion dans les scénarios de l'énergie jusqu'en 2050, car on ne s'attend pas à ce que la fusion soit commercialisée avant 2040 – 2050. Après cette date, l'énergie de fusion peut jouer un rôle considérable dans la production d'énergie et contribuer à réduire l'émission de gaz à effet de serre. En 2100 l'énergie solaire et les «autres» sources d'énergie renouvelables représentent 16 % de l'énergie mondiale. Dans le cas de la production d'électricité, ce scénario considère une augmentation substantielle des énergies renouvelables et de l'énergie nucléaire. Il ne s'agit là bien sûr que d'un scénario possible et les choses peuvent se développer de manière tout à fait différente. Il est difficile de prévoir ce qui se passera dans 50 ans et encore moins dans 100 ans. Une chose est certaine: modifier le système énergétique est un processus très lent. Si on découvre une nouvelle technologie pour produire de l'électricité, 50 années sont nécessaires avant que cette source puisse jouer un rôle important dans le marché de l'énergie. On doit construire des usines et des centrales électriques, effectuer des travaux de recherche et de développement et former du personnel. Afin d'illustrer la vitesse de cette croissance, le graphique 17 nous montre l'augmentation d'électricité prévue en Chine au cours des 25 prochaines années. Les spécialistes supposent que la plus grande partie de cette évolution sera effectuée par des centrales thermiques au charbon. Les recherches actuelles pour les énergies du futur. Nous aurons besoin à l'avenir de toutes les alternatives énergétiques dont nous disposons. Une grande partie des travaux de recherche dans ce domaine vise actuellement à développer de nouvelles sources d'énergie, à perfectionner celles qui existent et à améliorer l'efficacité avec laquelle nous consommons l'énergie. Les compagnies privées des pays développés dépensent beaucoup d'argent pour perfectionner les technologies liées à la distribution de l'énergie. Des institutions publiques, comme les universités et les instituts de recherche créés par le gouvernement travaillent pour mettre au point des technologies énergétiques qui n'ont pas encore atteint le stade de la commercialisation. Dans le domaine de l'approvisionnement en matières premières, les compagnies houillères et pétrolières essaient d'extraire plus d'énergie du sol grâce à des

technologies de plus en plus performantes. Des compagnies houillères s'efforcent d'extraire le méthane des gisements (le composant primaire du gaz naturel), ou même de transformer le charbon en gaz directement dans la mine. Les compagnies de pétrole et de gaz naturel développent des le CO₂ produit lors de la combustion de combustibles fossiles peut être stocké dans d'anciens gisements de gaz ou dans des nappes phréatiques. Les compagnies de raffinage, celles qui font du pétrole brut des combustibles comme l'essence et le kérosène, doivent constamment réduire le contenu en soufre, ou la quantité de substances nocives présentes dans leurs produits. Les fournisseurs des machines destinées aux centrales électriques essaient de perfectionner le matériel et de réduire la pollution. De grands travaux de recherche sont effectués, tant du côté des sociétés d'exploitation que des institutions publiques, comme les universités, afin d'améliorer la performance et la rentabilité de toutes sortes de technologies conduisant aux énergies renouvelables, comme l'énergie éolienne et l'énergie solaire. Dans les secteurs de la consommation, les travaux de recherche sont encore plus diversifiés. L'efficacité de la plupart des appareils producteurs d'énergie s'améliore, depuis le réfrigérateur, les ampoules électriques, les voitures, les moteurs jusqu'aux fours et chaudières utilisés dans l'industrie. La liste des projets de recherche, de développement et de démonstration menés à bien ces dernières années dans le domaine de l'énergie, est extrêmement longue et connaît de grands succès. Quelques-unes des sources d'énergie mentionnées au chapitre 4 font encore l'objet de travaux de recherche intenses. Il existe par exemple un programme mondial de recherche visant à développer l'énergie techniques de mesure et des logiciels afin d'améliorer les chances de succès des nouveaux forages. Elles s'efforcent également d'augmenter les quantités de pétrole et de gaz naturel extraits des puits grâce à diverses techniques, par exemple en injectant de la vapeur ou du CO₂ dans certains gisements . Un autre champ d'activités lié à la recherche est le stockage du CO₂: afin d'éviter son émission dans l'atmosphère, de fusion dans le cadre duquel de grands progrès ont déjà été accomplis. L'énergie de fusion sera probablement disponible vers 2040.

Le porteur de l'énergie de l'avenir: l'hydrogène ?

Dans le meilleur des cas, nous pourrions utiliser de l'électricité pour tout car elle est facile à transporter et propre dans son utilisation. Nous avons cependant vu que l'électricité présente quelques inconvénients, le plus gênant étant que son stockage est difficile. C'est la raison pour laquelle nous utilisons autant de combustibles fossiles comme l'essence pour les

transports : l'essence est facile à stocker et contient beaucoup d'énergie. Nous aimerions donc avoir à l'avenir une substance facile à stocker et à transporter, qui contienne beaucoup d'énergie, ne provoque aucune pollution, ne participe pas de l'émission de gaz carbonique et puisse être facilement transformée en énergie à l'endroit où on en a besoin. Ce que nous voulons est un porteur d'énergie efficace et propre. Plusieurs combustibles nous permettraient d'atteindre ce but : le méthanol, l'alcool éthylique, des liquides synthétiques comme l'éthane obtenu à partir du gaz naturel ou de la houille, le gaz naturel comprimé et l'hydrogène. L'hydrogène est celui qui offre le plus large potentiel. L'hydrogène peut être obtenu à partir d'une grande palette de sources d'énergie primaire, comme le gaz naturel, le charbon, le pétrole, la biomasse, les déchets, le rayonnement solaire, le vent, l'énergie de la fission et de la fusion. L'hydrogène peut être brûlé ou activé chimiquement de manière très efficace, sans aucune émission (simplement de l'eau) à l'endroit où on l'utilise. Ce qu'on appelle des piles à combustible transforment l'hydrogène (et l'oxygène) en électricité et ce, à basse température et de manière très efficace. Des progrès rapides ont été accomplis récemment quant à l'utilisation des piles à combustible dans le domaine du transport et des besoins en énergie dans l'industrie. Si on produisait de l'hydrogène à partir de sources renouvelables ou nucléaires ou de combustibles fossiles dont on a déjà extrait le CO₂, il serait possible de produire et de consommer des carburants très peu polluants ou de réduire presque totalement l'émission des gaz à effet de serre. Il est important d'insister sur le fait que l'hydrogène n'est pas une nouvelle source d'énergie : ce n'est qu'une forme intermédiaire pratique d'énergie. On a d'abord besoin d'énergie pour produire de l'hydrogène à partir de l'eau par électrolyse, ou par quelque autre réaction chimique. 50 kWh d'électricité sont nécessaires pour produire 1 kg d'hydrogène. L'utilisation de l'hydrogène comme porteur d'énergie universel nous conduit à évoquer le concept d'une économie de l'hydrogène. Dans une économie de l'hydrogène, les deux porteurs principaux d'énergie sont l'hydrogène et l'électricité, tout le système énergétique étant organisé autour de ces deux porteurs. Le concept d'une économie de l'hydrogène a fait souvent l'objet de travaux de recherche, la première fois dans les années 1950 et 1960. À cette époque, on considérait l'hydrogène comme un complément dans un système énergétique orienté en grande partie vers la fission nucléaire, afin de stocker l'énergie de la fission en dehors des heures de grande demande. On étudia plus tard la possibilité de l'utiliser comme un moyen de stocker l'énergie intermittente produite à partir de sources renouvelables, ou de construire un second réseau, parallèlement à celui de l'électricité. On a eu récemment l'idée d'obtenir de l'hydrogène à partir de combustibles fossiles et de capter le

CO₂ qui s'en dégage et de le stocker dans d'anciens gisements de gaz ou de pétrole ou dans de profondes couches d'eau souterraines.

Conclusion

Les systèmes de production d'énergie à grande échelle ont tous leurs inconvénients et leurs avantages. Les combustibles fossiles émettent des gaz à effet de serre et autres polluants; la majorité de la capacité hydroélectrique a déjà été utilisée et de nouveaux barrages modifient l'environnement et génèrent des coûts sociaux. Les centrales nucléaires à fission n'émettent aucun polluant, mais produisent des déchets nucléaires. Utiliser des combustibles fossiles crée souvent de grandes dépendances des pays l'un par rapport à l'autre. Le bon est apparemment lié au mauvais. Le meilleur moyen serait d'avoir un système énergétique diversifié nous permettant d'utiliser toutes les sources d'énergie possibles afin de limiter les risques et l'impact négatif de toutes ces sources. Il existe d'autres raisons pour lesquelles il conviendrait d'opter pour une offre énergétique variée. Dans les zones urbaines, l'idéal est d'avoir une production d'énergie centralisée sous la forme de centrales électriques de 1000MW ou plus, combinée à un important réseau électrique. D'autre part, pour les populations rurales il vaut mieux disposer de petites sources d'énergie décentralisées, telles que l'énergie solaire ou éolienne. L'ampleur du système énergétique fait qu'il change lentement. Les décisions que nous prenons maintenant quant aux technologies à développer et à favoriser détermineront en grande partie la voie que prendra le système énergétique dans 50 ans ou plus. Nous devons fournir aux générations futures les techniques dont elles auront besoin pour satisfaire leurs besoins en énergie. Les facteurs incertains étant si nombreux, le mieux est de développer toutes les sources d'énergie disponibles afin que nous puissions nous en servir le moment venu. La recherche dans le domaine de l'énergie renouvelable, des moyens sûrs et propres nous permettant d'utiliser la fission ainsi que de nouvelles sources comme l'énergie de fusion, tout cela est nécessaire pour nous garantir l'énergie dont nous aurons besoin dans de nombreuses années. L'avenir de l'énergie commence aujourd'hui.

5. RÉSUMÉ

La terminologie a plusieurs sens. D'abord, elle désigne un ensemble de termes appropriés à un domaine. Ensuite, ce terme décrit une discipline qui a pour l'objet d'étudier systématiquement les concepts et les termes qui les désignent dans une spécialité. Finalement, la terminologie sous-entend un ensemble de règles qui permettent le travail terminologique. Ce travail comprend plusieurs démarches à entreprendre. D'abord il est nécessaire de définir et délimiter le domaine à traiter et de constituer le corpus textuel qui sert à repérer les termes. Le repérage des termes est lié à l'analyse conceptuelle qui a pour but de recueillir les renseignements concernant les concepts. On utilise les informations collectées lors de l'analyse afin de dresser les fiches terminologiques. Chaque fiche terminologique contient divers champs qui mettent en évidence un seul concept (par exemple : termes, marque d'usage, catégorie grammaticale, contexte, diverses remarques sur le concept, etc.). Le travail terminologique a pour résultat la création de divers produits terminologiques tels que : arborescence, vocabulaires, dictionnaires, glossaires, bases de données, etc. qui servent à transmettre les connaissances spécialisées et informer sur l'usage de la terminologie d'un domaine. Le travail terminologique peut être entrepris dans une ou plusieurs langues.

La terminologie joue un rôle significatif dans notre société. Elle assure le transfert des connaissances spécialisées ainsi qu'une communication efficace entre les spécialistes et autres intéressés quelle que soit la langue qu'ils parlent.