



Contribution à la définition d'objectifs régionaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne

RAPPORT TECHNIQUE

Mars 2007



SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	2
METHODOLOGIE.....	3
INTRODUCTION.....	4
La Bourgogne face aux engagements dans la lutte contre le changement climatique	4
Comment définir des objectifs de réduction de gaz à effet de serre au niveau régional ?	7
LA QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE EN BOURGOGNE	11
Quantification de potentiels de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans l'habitat	12
<i>Eléments de cadrage.....</i>	<i>12</i>
<i>Synthèse des potentiels d'économies d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre identifiés dans l'habitat</i>	<i>13</i>
<i>Réhabilitation des logements construits avant 1975.....</i>	<i>16</i>
<i>Logement social.....</i>	<i>18</i>
<i>Application et renforcement de la réglementation thermique</i>	<i>19</i>
<i>Amélioration de l'efficacité énergétique des équipements de chauffage et de production d'eau chaude.....</i>	<i>20</i>
<i>Maîtrise de la demande d'électricité pour l'éclairage dans l'habitat.....</i>	<i>22</i>
<i>Maîtrise de la demande d'électricité pour les appareils électroménagers</i>	<i>23</i>
Quantification de potentiels de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans le secteur tertiaire	25
<i>Eléments de cadrage.....</i>	<i>25</i>
<i>Synthèse des potentiels d'économie d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur tertiaire.....</i>	<i>27</i>
<i>Réhabilitation thermique des locaux tertiaires.....</i>	<i>28</i>
<i>Maîtrise de la demande d'électricité sur les usages spécifiques de l'électricité dans le tertiaire (hors éclairage public).....</i>	<i>29</i>
<i>Maîtrise de la demande d'électricité pour l'éclairage public.....</i>	<i>31</i>
Quantification de potentiels de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie	32
<i>Eléments de cadrage.....</i>	<i>32</i>
<i>Potentils d'économie d'énergie et de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie</i>	<i>35</i>
Quantification de potentiels de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture	39
<i>Eléments de cadrage.....</i>	<i>39</i>
<i>Synthèse des gisements potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole.....</i>	<i>40</i>
<i>La gestion des effluents d'élevage.....</i>	<i>41</i>
<i>L'épandage d'engrais minéraux.....</i>	<i>43</i>
<i>La digestion animale</i>	<i>44</i>
Quantification de potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre liés au développement des énergies renouvelables	45
<i>Eléments de cadrage.....</i>	<i>45</i>
<i>Méthodologie</i>	<i>45</i>

<i>Synthèse des potentiels de réduction des gaz à effet de serre liés au développement des énergies renouvelables</i>	48
<i>Potentiel régional de production de chaleur renouvelable</i>	50
Le bois-énergie.....	50
Les résidus de récolte	53
Le biogaz.....	54
L'énergie solaire thermique.....	55
<i>Potentiel régional de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables</i>	57
L'énergie éolienne.....	57
L'énergie hydraulique.....	58
L'énergie solaire photovoltaïque.....	59
Electricité secondaire produite à partir de la biomasse.....	60
SYNTHESE	61

REMERCIEMENTS

Ce dossier a été réalisé avec les concours financiers de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie et du Conseil régional de Bourgogne.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué à son élaboration, et tout particulièrement Messieurs Azière, Dumaître, Geney et Portier et Madame Colson (ADEME Bourgogne), Madame Sirugue et Monsieur Comperat (Conseil régional de Bourgogne), Monsieur Couturier (Solagro), Monsieur Lalanne (Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire).

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le prolongement de ses travaux déjà menés sur l'énergie et le climat, Alterre Bourgogne a été sollicitée par le Conseil régional de Bourgogne et la délégation Bourgogne de l'ADEME pour apporter son expertise technique à la définition d'objectifs de réduction des émissions régionales de gaz à effet de serre dans le cadre du contrat de projets Etat – Région 2007-2013.

L'objectif de ce dossier est ainsi d'identifier où se situent les principaux potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne. Ce document propose des « grilles de décision » qui présentent les choix possibles dans différents secteurs, en quantifiant les impacts en termes d'économies d'énergies et d'émissions de gaz à effet de serre évitées. Ce document apporte également, lorsque c'est possible, des éléments techniques pour aider à la définition d'objectifs régionaux sur la période du prochain contrat de projets Etat – Région, la définition de tels objectifs relevant in fine de choix politiques.

Bien que les transports soient responsables à eux seuls d'un tiers des émissions régionales de gaz à effet de serre, ils n'ont pas été traités dans ce document. Les moyens d'action pour limiter les émissions de ce secteur ne relèvent en effet que partiellement des acteurs régionaux et une quantification des potentiels de réduction des émissions liées à ces actions n'est pas directement réalisable. Ne sont ainsi détaillés dans ce document que les potentiels qui peuvent faire l'objet d'une quantification dans les secteurs de l'habitat, du tertiaire, de l'industrie et de l'agriculture.

METHODOLOGIE

Les potentiels de réduction identifiés dans ce dossier ne portent que sur les deux tiers des émissions régionales de gaz à effet de serre. En effet, ce dossier présente une estimation des potentiels de réduction des émissions régionales de gaz à effet de serre (GES) dans les secteurs :

- de l'habitat,
- du tertiaire,
- de l'industrie,
- de l'agriculture.

Ces quatre secteurs sont à l'origine des deux tiers des émissions régionales de gaz à effet de serre. Les transports sont à l'origine du dernier tiers.

Les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre qui ont pu être identifiés sont des potentiels théoriques, c'est-à-dire qu'ils correspondent au gain maximal possible en utilisant les gisements d'économies d'énergie ou de réduction de gaz à effet de serre dans leur intégralité (par exemple, en réhabilitant l'ensemble des logements anciens de mauvaise qualité thermique, ou encore en exploitant l'ensemble de la ressource forestière techniquement disponible).

La liste des potentiels étudiés n'est pas exhaustive. L'identification des potentiels les plus importants en valeur absolue a été privilégiée, c'est-à-dire les potentiels les plus élevés en tonnes-équivalent-CO2 évitables (et non pas par exemple en nombre de « cibles » concernées).

Ce document ne détaille que les potentiels qui peuvent faire l'objet d'une quantification. Ainsi, les politiques d'aménagement (notamment les PLH, les PLU et SCOT) sont des outils puissants pour prendre en compte la maîtrise de l'énergie ; il n'est en revanche pas possible de quantifier le potentiel d'économie d'énergie et de réduction de gaz à effet de serre que peuvent générer globalement de tels outils.

Ce document propose une déclinaison au niveau régional des objectifs nationaux en terme de maîtrise de l'énergie et de réduction des gaz à effet de serre. Il s'agit d'une régionalisation « grossière » réalisée le plus souvent à partir d'un critère simple : le poids énergétique de la région (part de la consommation ou de la production régionale d'énergie dans la France entière). Une régionalisation fine des objectifs définis au niveau national ne pourrait se faire qu'en prenant en compte de façon suffisamment approfondie le contexte environnemental et socio-économique de la Bourgogne.

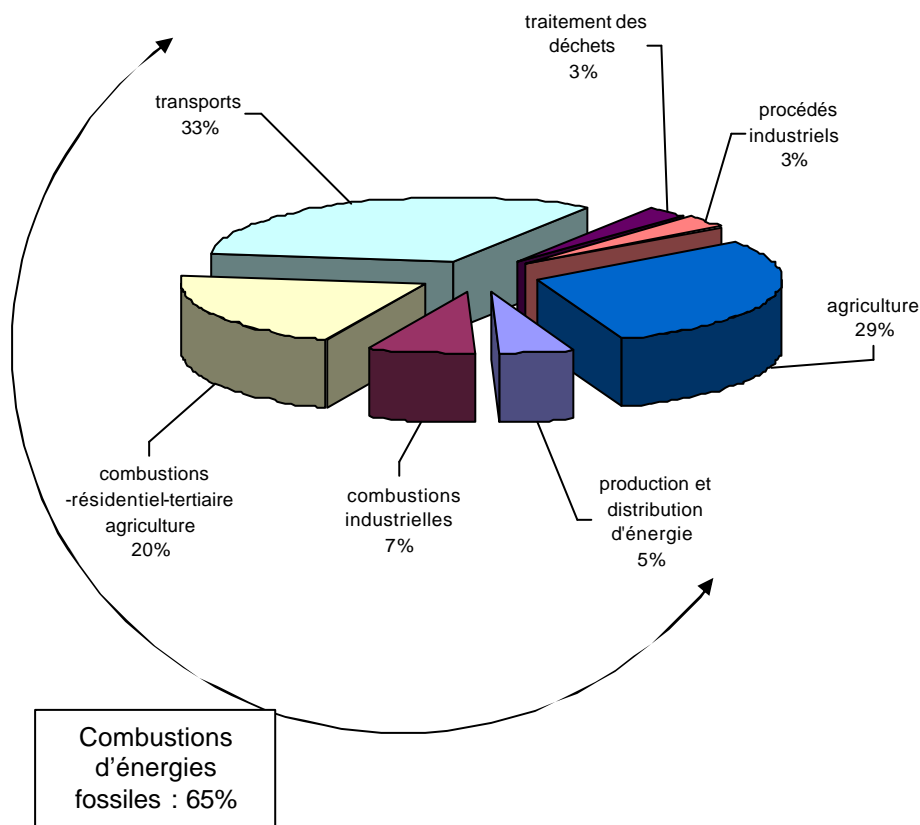
INTRODUCTION

LA BOURGOGNE FACE AUX ENGAGEMENTS DANS LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans le cadre du Protocole de Kyoto, la France doit, à l'horizon 2008-2012, stabiliser ses émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990. A plus long terme, il est reconnu comme nécessaire de diviser par 4 ou 5 les émissions de gaz à effet de serre des pays industrialisés d'ici 2050. Cet objectif a été inscrit dans le Plan climat national 2004 et la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique. Cela suppose de réduire les émissions de gaz à effet de serre de la France d'environ 3% par an sur les 50 prochaines années.

Les émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne représentent **près de 10 tonnes-équivalent-CO₂ par Bourguignon** – dont plus de 60% sous forme de CO₂.

Les principales origines des émissions régionales de gaz à effet de serre
(données 2002)



La combustion des énergies fossiles est à l'origine de près des deux tiers des émissions régionales de gaz à effet de serre, sous forme principalement de dioxyde de carbone :

- Le secteur de la production et de la distribution d'énergie est essentiellement représenté par la centrale thermique de Blanzay, qui brûle du charbon ;
- Les combustions d'énergies dans le secteur résidentiel et tertiaire sont avant tout dues au chauffage des bâtiments (71 %), et secondairement à la production d'eau chaude et à la cuisson des aliments ;
- Les transports constituent le premier secteur d'émission de gaz à effet de serre ; ils sont à eux seuls à l'origine de la moitié des émissions dues à la combustion des énergies fossiles.

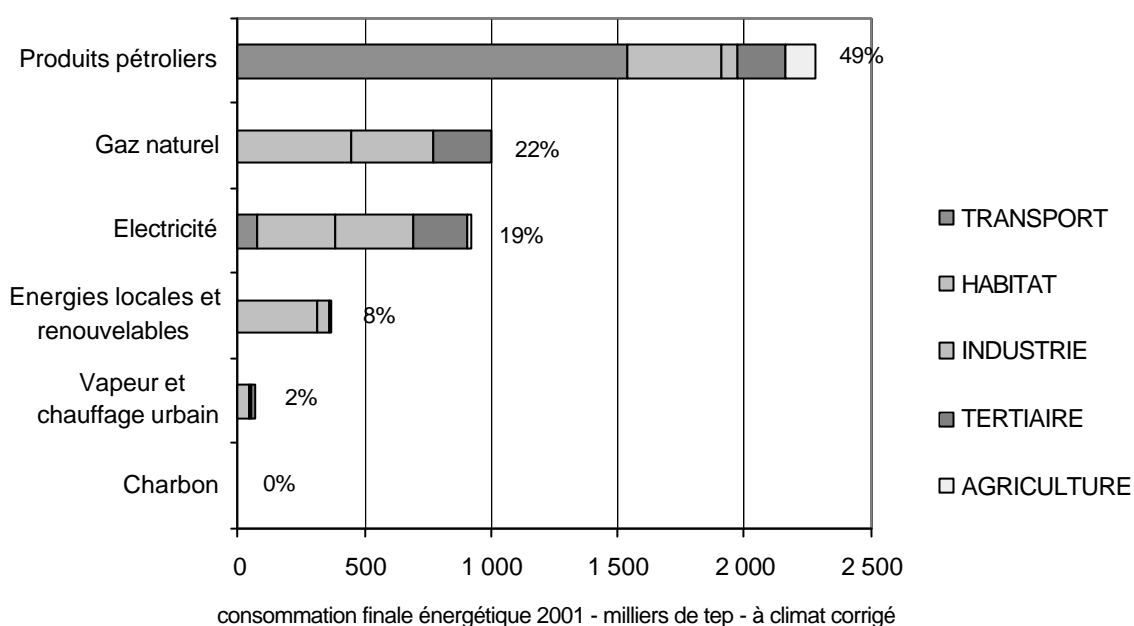
En définitive, le secteur des transports et celui de l'habitat et du tertiaire représentent plus de la moitié du total des émissions régionales de gaz à effet de serre ; ce sont également eux qui connaissent les augmentations les plus importantes : + 23 % entre 1990 et 2002 pour les secteurs résidentiel et tertiaire, + 20 % entre ces deux mêmes dates pour les transports (dont les émissions sont par conséquent celles qui ont le plus augmenté en volume).

Les émissions agricoles de gaz à effet de serre représentent 29 % du total des émissions. Elles se partagent à parts presque égales entre méthane et protoxyde d'azote :

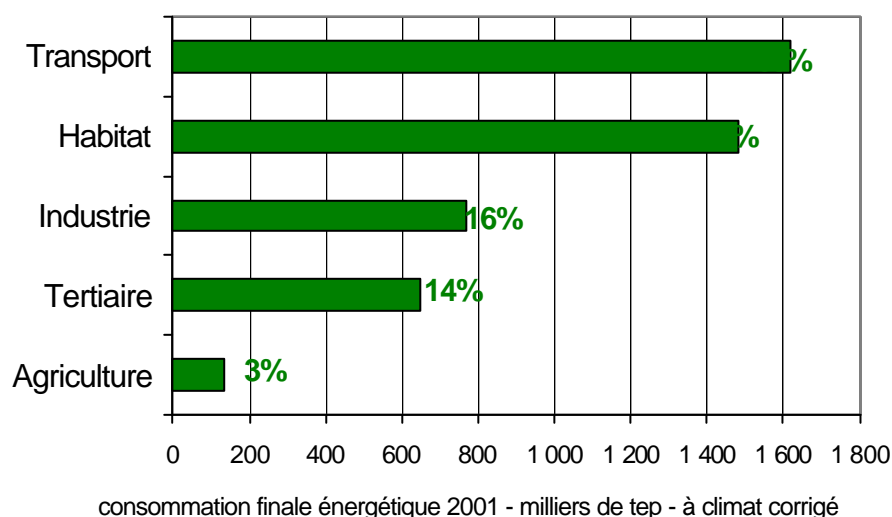
- La dégradation des composés des cultures libère du protoxyde d'azote ;
- La digestion des ruminants dégage du méthane et la dégradation des effluents d'élevage libère à la fois du méthane et du protoxyde d'azote.

Quelques grands chiffres de la consommation énergétique régionale

La Bourgogne consomme plus de 4,6 millions de tonnes-équivalent-pétrole¹, dont près de la moitié en produits pétroliers, un cinquième en gaz naturel et un cinquième en électricité. Les énergies locales et renouvelables en représentent de l'ordre de 8% et sont constituées à 95% de bois. Les produits pétroliers sont absorbés pour les deux tiers par les transports. Le gaz naturel est consommé à plus de 40% par l'habitat. L'électricité est consommée à part équivalente par l'industrie et l'habitat.



L'habitat et les transports absorbent les deux tiers de l'énergie consommée en Bourgogne.



¹ Consommation finale énergétique à climat corrigé - 2001

COMMENT DEFINIR DES OBJECTIFS DE REDUCTION DE GAZ A EFFET DE SERRE AU NIVEAU REGIONAL ?

1/ Il est possible de s'inscrire dans l'objectif du protocole de Kyoto visant à stabiliser les émissions régionales de gaz à effet de serre d'ici 2008 - 2012. Cela signifie que les émissions supplémentaires de gaz à effet de serre liées au développement économique régional doivent au minimum être compensées par des mesures qui permettent par ailleurs une réduction du même niveau des émissions de gaz à effet de serre. C'est **le principe de la « neutralité carbone »** qui s'applique au contrat de projets Etat-Région 2007-2013. Les mesures prévues dans le CPER en terme de réduction de gaz à effet de serre doivent permettre au minimum de compenser les émissions liées aux autres mesures inscrites dans le CPER.

2/ Cependant, pour s'inscrire dans une vision à plus long terme et dans les objectifs du Plan Climat national, il est nécessaire de viser **la division par 4 ou 5 des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050**. Cet objectif représente une diminution de l'ordre de 3% par an en moyenne sur la période 2005 – 2050. Appliqué aux 16 millions de tonnes-équivalent-CO2 émises chaque année sur le territoire bourguignon, cet objectif équivaut à **une réduction de 2.7 millions de tonnes-équivalent-CO2 sur la période du CPER (2007 – 2013)**, pour passer de 16 millions à 13,3 millions de teqCO2.

3/ Pour ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre liées aux consommations d'énergies, la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique (dite loi POPE) fixe des objectifs au niveau national. Pour décliner ces objectifs au niveau régional, plusieurs critères peuvent être utilisés, et notamment :

- le poids énergétique de la région,
- le poids démographique,
- le poids économique.

Une régionalisation « grossière » à partir d'un de ces critères donne un ordre de grandeur de l'effort à réaliser mais ne permet pas de fixer un objectif régional de la façon la plus adaptée à son contexte environnemental et socio-économique. On peut considérer que le poids énergétique de la région constitue le facteur le plus « neutre » de régionalisation dans la mesure où il est en lien avec le poids démographique et l'activité économique de la région. Ainsi, si l'on applique les objectifs nationaux à la Bourgogne selon le poids énergétique de la région, on obtient les résultats suivants :

1er objectif de la loi POPE : réduire l'intensité énergétique finale en moyenne de 2% par an d'ici 2015

Selon les hypothèses d'évolution du PIB régional retenues², cet objectif peut s'exprimer par une fourchette allant d'une stabilisation des consommations d'énergies régionales à leur niveau actuel, à une diminution de l'ordre de 18% de ces consommations à l'horizon 2015.

Hypothèse basse :

Si l'on fait l'hypothèse d'un taux de croissance du PIB de 2% par an en moyenne sur la période³, la baisse de 2% par an en moyenne de l'intensité énergétique régionale équivaut à stabiliser la consommation finale d'énergie à son niveau actuel. Le scénario tendanciel pour les consommations énergétiques régionales établi en 2002 par Alterre Bourgogne à partir des travaux d'ENERDATA montre une augmentation de 1,2% par an en moyenne de 2005 à 2020. Cet objectif signifie ainsi qu'il faut éviter la poursuite de la hausse des consommations qui est de l'ordre d'un peu plus de 1% par an, c'est-à-dire qu'il faut éviter une augmentation de 600 ktep du niveau actuel des consommations d'ici 2015⁴.

Hypothèse haute :

Si l'on fait l'hypothèse d'un PIB constant en valeur sur toute la période, la baisse de 2% par an en moyenne de l'intensité énergétique régionale équivaut à diminuer la consommation finale d'énergie de la Bourgogne de 2% par an sur la période et à atteindre une consommation de l'ordre de 3900 ktep en 2015. Cet objectif représente une économie de 850 ktep par rapport à notre consommation actuelle de 2005⁵, soit une réduction de 18% du niveau actuel des consommations d'énergie d'ici 2015.

2ème objectif : la production de 10% de nos besoins énergétiques à partir de sources d'énergies renouvelables en 2010

L'objectif suppose une augmentation de 20% à 30% des consommations d'énergies renouvelables en Bourgogne.

Les besoins énergétiques bourguignons sont de plus de 4800 ktep (consommation d'énergie primaire à climat réel). En 2003, 398 ktep sont couverts par les énergies locales et renouvelables, soit 8% des besoins.

Hypothèse basse :

A niveau de consommation d'énergie constant, l'objectif équivaut à augmenter les quantités d'énergies renouvelables consommées chaque année de l'ordre de 90 ktep⁶.

.....
² Méthodologie : on rapporte la consommation finale d'énergie en Bourgogne (à climat corrigé) au PIB Bourgogne (en valeur – prix chaînés 2000). Résultats Bourgogne en 2003 : Intensité énergétique Bourgogne = 4650 ktep / 34037 millions d'euros = 0.137

³ Les scénarios élaborés par la DGEMP au niveau national à l'horizon 2030 prennent comme hypothèse une croissance moyenne annuelle du PIB de 2.3%. En Bourgogne, entre 1990 et 2003, l'augmentation moyenne annuelle du PIB a été de 1.5%.

⁴ Consommation finale d'énergie en 2003 = 4 650 ktep (à climat corrigé). En supposant une augmentation annuelle de l'ordre de 1% par an, la consommation estimée pour 2005 est de 4 740 ktep à climat corrigé. On applique une augmentation de 1,2%/an soit $4\,740 * 1.012^{10} = 5\,340$ ktep

⁵ Consommation finale d'énergie en 2003 = 4 650 ktep (à climat corrigé). En supposant une augmentation annuelle de l'ordre de 1% par an, la consommation estimée pour 2005 est de 4 740 ktep à climat corrigé. On applique une diminution de 2% par an de 2005 à 2015 soit $4\,740 * 0.98^{10} = 3\,873$ ktep en 2015

⁶ Méthodologie (identique à celle de l'Observatoire de l'Energie pour la France) : on ramène la production d'énergies renouvelables à la consommation totale d'énergie primaire. L'OE a défini ce que l'on devait comptabiliser dans les ENR, à savoir notamment l'ensemble de la

Hypothèse haute :

Si l'on considère la poursuite de la tendance actuelle d'augmentation des consommations d'énergie qui est de 1% par an, l'objectif équivaut à augmenter les quantités d'énergies renouvelables consommées de 90ktep augmentés de 5 ktep par an pour suivre l'augmentation des consommations totales d'énergie. En 2010, il faudrait ainsi avoir augmenté les consommations régionales d'énergies renouvelables de 125 ktep.

3ème objectif : une production intérieure d'électricité d'origine renouvelable à hauteur de 21% de la consommation en 2010

A niveau de consommation électrique constant, l'objectif suppose de produire en Bourgogne près de 2 400 GWh d'électricité chaque année à partir d'énergies renouvelables.

La production bourguignonne d'électricité d'origine renouvelable a été de l'ordre de 111 GWh en 2004, ce qui représente 1% de la consommation bourguignonne d'électricité⁷. Elle a été produite presque exclusivement par l'énergie hydraulique.

4ème objectif : une hausse de 50% de la production thermique d'origine renouvelable d'ici 2010

Cet objectif représente pour la Bourgogne une hausse de la production d'énergie thermique d'origine renouvelable de 132 ktep, soit l'équivalent de 40 chaufferies-bois comme celle d'Autun (8 MW et 15 000 t/an de bois).⁸

La production d'énergie thermique d'origine renouvelable en Bourgogne est presque exclusivement constituée de bois : 420 ktep de bois (dont environ 34 ktep vendus hors Bourgogne). Si l'on régionalise l'objectif national en utilisant une clé de répartition en fonction de la population régionale (c'est-à-dire des consommateurs potentiels), il s'agirait d'augmenter la production régionale d'énergie thermique d'origine renouvelable de 132 ktep⁹ d'ici 2010.

Remarque méthodologique :

Plusieurs clés de ventilation régionale des objectifs nationaux peuvent être utilisées :

- au prorata du poids énergétique de chaque région, exprimé par la part de la consommation ou de la production énergétique de la région (ex : si une région pèse 3% des consommations d'énergie du pays, elle se voit attribuer 3% de l'objectif en terme de réduction des consommations d'énergie).

production d'hydroélectricité, la production de biogaz capté valorisé, 50% de la valorisation des déchets urbains (50% des déchets sont comptabilisés comme renouvelable par convention) ; on ne prend pas en compte les DIS valorisés.

Consommation d'énergie primaire en Bourgogne en 2003 à climat réel : 4877 ktep

Production d'énergies renouvelables électrique et thermique en 2003 selon la définition OE : 398 ktep (386 ktep de bois consommé en Bourgogne, 6.9 ktep d'hydroélectricité, 50% de 4.4 ktep valorisés à partir UIOM, 0.64 ktep de biogaz valorisé 0.2 ktep de solaire, 0.000063 ktep de géothermie, 2.06 ktep de déchets IAA.)

⁷ Méthodologie (identique à celle de l'OE pour la France) : on ramène la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables à la consommation totale d'électricité.

Données 2004 (source RTE) Production d'électricité d'origine hydraulique : 111 GWh / Consommation d'électricité : 11 267 GWh

⁸ $132 \text{ ktep} / 0.086 = 1\,534\,884 \text{ MWh}$ que l'on divise par 38 400 MWh (production annuelle chaufferie bois d'Autun) = 40

⁹ En France, l'objectif est de passer de 11 à 16 Mtep (+5Mtep) → $5\text{Mtep}/61 \text{ Mhab} = +0.082 \text{ tep/hab}$ soit pour la Bourgogne : $0.082 * 1\,610\,000 \text{ Bourguignons} = 132\,000 \text{ tep}$

- au prorata du poids démographique de la région, exprimé par la part de la population régionale dans la population française
- au prorata de la richesse régionale produite, exprimé par la part du PIB régional dans le PIB national.

Pour les trois premiers objectifs de la loi POPE, le critère de régionalisation retenu est celui du poids énergétique. Pour le 4^{ème} objectif, l'objectif régional est lié non seulement à la ressource disponible mais aussi aux consommateurs locaux potentiels, et donc principalement à la population. C'est pourquoi, nous retiendrons le poids démographique comme critère de régionalisation pour ce 4^{ème} objectif.

Régionalisation du quatrième objectif suivant les différents critères possibles :

- au prorata du poids énergétique : +210 ktep /an¹⁰
- au prorata du poids démographique : +132 ktep /an¹¹
- au prorata de la richesse régionale produite : +113 ktep /an.¹²

.....
¹⁰ Production régionale ENR en 2003 = 420 ktep ; +50% équivaut à +210 ktep

¹¹ En France, l'objectif est de passer de 11 à 16 Mtep (+5Mtep) → 5Mtep/61 Mhab France*1 610 000 Bourguignons = 132 ktep

¹² En France, l'objectif est de passer de 11 à 16 Mtep (+5Mtep) → 5Mtep/1 500 842 M euros de PIB France * 34 037 M euros PIB Bourgogne (données 2003) = 113 ktep

LA QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE EN BOURGOGNE

*Bien que les transports soient responsables à eux seuls d'un tiers des émissions régionales, ils n'ont pas été traités dans ce document. Les moyens d'action pour limiter les émissions de ce secteur ne relèvent en effet que partiellement des acteurs régionaux et une quantification des potentiels de réduction des émissions liées à ces actions n'est pas directement réalisable. Les transports constituent cependant le secteur qui continuera vraisemblablement de connaître les augmentations de consommations d'énergies les plus importantes dans les prochaines décennies. **Les transports ont été à l'origine en Bourgogne de plus des deux tiers de l'augmentation des émissions de CO2 imputables à l'utilisation des énergies fossiles depuis 1990.***

*Ne sont détaillés également dans ce document que les potentiels qui peuvent faire l'objet d'une quantification. Ainsi, **les politiques d'aménagement (notamment les PLH, les PLU et SCOT) sont des outils puissants pour prendre en compte la maîtrise de l'énergie** ; il n'est en revanche pas possible de quantifier le potentiel d'économie d'énergie et de réduction de gaz à effet de serre que peuvent générer globalement de tels outils.*

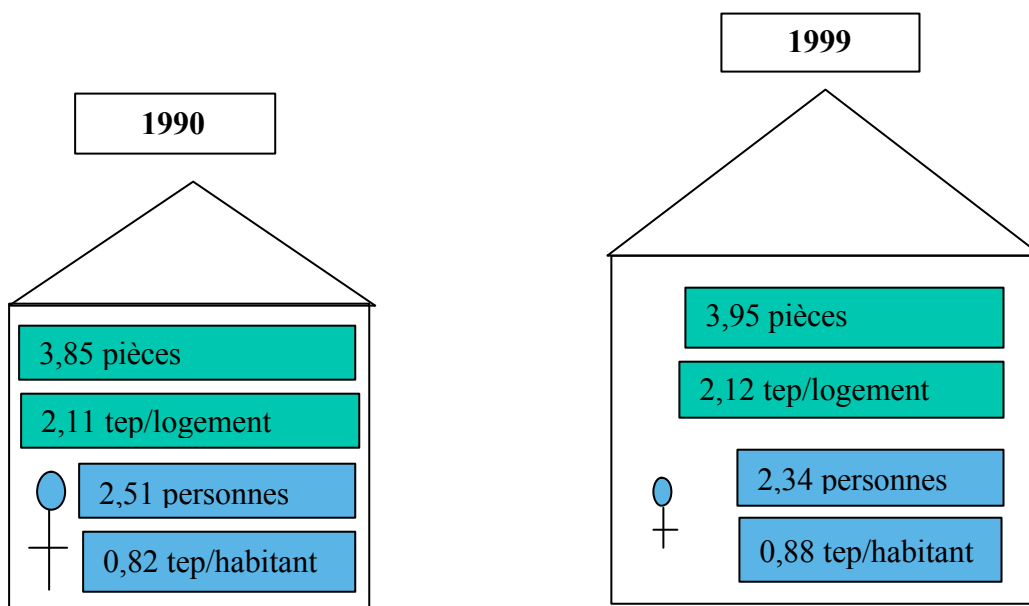
La liste des potentiels étudiés ci-après n'est pas exhaustive. L'identification des potentiels les plus importants en valeur absolue (en teqCO2 évitées) a été privilégiée.

QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS L'HABITAT

ELEMENTS DE CADRAGE

L'habitat représente près du tiers des consommations d'énergies régionales. Il est à l'origine de 14% des émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne.¹³

Les consommations d'énergies de l'habitat ont augmenté à un rythme similaire à celui du parc de logements (+8% entre 1990 et 1999). La consommation moyenne par logement est donc restée stable. Cela se traduit même par une légère baisse si l'on rapporte ce résultat à la surface des logements, qui se sont dans le même temps agrandis (3,95 pièces par logement en 1999 contre 3,85 en 1990). La consommation par habitant a en revanche augmenté car, sur la même période, le nombre moyen de personnes par logement a diminué (2,34 personnes en 1999 contre 2,51 en 1990).



Toutes énergies confondues, un Bourguignon consomme chaque année 0,9 tonne-équivalent-pétrole dans le cadre de son logement. Il en consacre plus de 70% au chauffage, 13% aux consommations spécifiquement électriques (éclairage, électro-ménager...)¹⁴, 10% à la production d'eau chaude et 5% à la cuisson. La part du chauffage tend à diminuer au profit des usages spécifiques de l'électricité. La consommation moyenne de chauffage par m² a diminué de plus de 40% entre 1973 et 2000. Cette évolution n'est pas forcément due à un comportement plus économe des usagers qui au contraire ont tendance à rechercher un plus grand confort : la température moyenne des logements est ainsi passée de 19° à 21° entre 1986 et 1996. Elle s'explique plutôt par une amélioration des performances techniques des bâtiments, notamment dans les logements neufs, en application des réglementations thermiques. Les consommations d'électricité pour des usages spécifiques (éclairage, électroménager...) ont augmenté de 85% par m² entre 1973 et 2000, en raison de la croissance depuis 20 ans de l'équipement des ménages en appareils électroménagers, hi-fi, vidéo, bureautique.

¹³ Bilan réalisé en comptabilisant les émissions indirectes liées aux consommations d'électricité des utilisateurs finals.

¹⁴ Source : Bilan énergétique régional à partir du RGP 99.

¹⁵ Source : « Les chiffres clés du bâtiment – édition 2002 » édition Données et références ADEME, p43, données CEREN

¹⁶ Source : « Les chiffres clés du bâtiment – édition 2002 » édition Données et références ADEME, p43, données CEREN

Le gaz naturel est la première énergie utilisée dans l'habitat. Les consommations de gaz naturel dans l'habitat ont augmenté de 72% entre 1989 et 2001. La part des logements¹⁷ en Bourgogne chauffés au gaz naturel est passée de 31% en 1990 à 38% en 1999.

Les consommations d'électricité dans l'habitat ont augmenté de 10% entre 1989 et 2001 : les consommations d'électricité dans l'habitat sont équivalentes à celles de l'industrie. Ainsi, une multitude de petits appareils de faible puissance consomme une même quantité d'électricité que des équipements industriels beaucoup plus puissants, mais moins nombreux.

La consommation d'énergie dans l'habitat est très liée à celle des résidences principales, celle des résidences secondaires en représentant moins de 5%.

Le parc des résidences principales construit avant 1975, année de mise en œuvre de la première réglementation thermique, représente près des ¾ de la consommation d'énergie de l'habitat. Les maisons individuelles antérieures à 1975 consomment à elles seules plus de la moitié des consommations d'énergie.

	date d'achèvement de la construction						TOTAL		
	< 1975			> 1975			parc (nb RP)	part dans le parc total	part dans la consommation totale
	Parc (nb RP)	part dans le parc total	part dans la consommation totale	parc (nb RP)	part dans le parc total	part dans la consommation totale			
Maisons individuelles	308 914	47%	56%	135 807	21%	20%	444 721	68%	77%
Logement dans un immeuble collectif	145 441	22%	18%	60 561	9%	5%	206 002	32%	23%
TOTAL	454 355	70%	74%	196 368	30%	26%	650 723	100%	100%

Données 1999 – d'après données INSEE et CEREN

Il s'agit uniquement des maisons individuelles et logements collectifs.

Ne sont pas pris en compte les logements-foyers, chambre d'hôtels, construction provisoires...

SYNTHESE DES POTENTIELS D'ECONOMIES D'ENERGIE ET DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE IDENTIFIES DANS L'HABITAT

Ne sont détaillées ci-après que les potentiels qui peuvent faire l'objet d'une quantification. Les politiques d'aménagement (notamment les PLH, les PLU et SCOT) sont des outils puissants pour prendre en compte la maîtrise de l'énergie ; il n'est en revanche pas possible de quantifier le potentiel d'économie d'énergie que peuvent générer globalement de tels outils. (voir introduction)

¹⁷ résidences principales équipées d'un chauffage central

Potentiels d'économie d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre évitées dans l'habitat en Bourgogne

Action envisagée	gisement théorique d'économie d'énergie		émissions de GES potentiellement évitables		points de vigilance
	en ktep	en % consommation habitat	en ktéqCO2	en % émissions GES habitat	
Réhabilitation des logements antérieurs à 1975	250	18%	499	22%	si l'on conserve le rythme actuel de réhabilitation associé au faible taux de renouvellement du parc, la remise à niveau du parc construit avant 1975 n'aura été effectuée que dans plus d'un siècle.
<i>Isolation de la toiture seulement*</i>	123	9%	245	11%	
<i>Isolation des murs seulement*</i>	123	9%	245	11%	
<i>Isolation du plancher bas seulement*</i>	33	2%	66	3%	
<i>Double-vitrage seulement*</i>	49	3%	98	4%	
<i>Dont réhabilitation des logements sociaux d'avant 1975</i>	49	3%	98	4%	70% du parc de logements sociaux se situent hors zones urbaines sensibles et ne peut donc pas faire l'objet d'une procédure "projet de rénovation urbaine". Ces logements "hors ZUS" sont réhabilités à un rythme insuffisant pour compenser la vétusté du parc.
Application et renforcement de la réglementation thermique	5	0%	9	0%	
Accroissement de l'efficacité énergétique des équipements de chauffage et ECS	65	5%	129	6%	39 à 90 ktep selon la performance des équipements choisis
Maîtrise de la demande en électricité pour l'éclairage	10	1%	12	1%	
Maîtrise de la demande en électricité pour les appareils électroménagers	43	3%	25	1%	
<i>poste froid</i>	21	1%	10	0%	
<i>poste lavage</i>	17	1%	12	1%	
<i>produits bruns</i>	5	0%	3	0%	
Total	372	26%	673	29%	

* ces gains ne s'additionnent pas mais peuvent se combiner, ce qui explique que le potentiel lié à l'action de réhabilitation globale des logements antérieurs à 1975 soit inférieur à la somme des potentiels des différentes actions d'isolation de ces logements

Eléments méthodologiques:**contenu en CO2 de l'électricité en France**

source : ADEME (note du 29 mars 2005)

en CO2 g/kWh

chauffage résidentiel et tertiaire	180
éclairage résidentiel, tertiaire, public ou industriel	100
cuisson, lavage et produits bruns	60
usages tertiaires et industriels autres que l'éclairage	60
froid, eau chaude sanitaire, autres usages résidentiels	40
agriculture, transports,BTP et armées	40

bois-énergie

"L'utilisation de 4 m3 de bois-énergie permet d'économiser 1 tonne de pétrole (1 tep) et d'éviter en moyenne l'émission de 2.5 tonnes de CO2." (source : ADEME)

REHABILITATION DES LOGEMENTS CONSTRUITS AVANT 1975

En jeu

Près de 7 résidences principales sur 10 en Bourgogne datent d'avant 1975, année de mise en oeuvre de la première réglementation thermique. Une part importante de ces logements n'a encore été que peu ou pas du tout réhabilitée thermiquement. Avec en moyenne 7000 logements construits par an en Bourgogne, le taux de renouvellement du parc ancien par le neuf est inférieur à 1% par an. D'après l'ADEME¹⁸, **si l'on conserve au niveau national le rythme actuel de réhabilitation associé au faible taux de renouvellement du parc, la remise à niveau du parc construit avant 1975 n'aura été effectuée que dans plus d'un siècle.**

En Bourgogne, les résidences principales antérieures à 1975 absorbent à elles seules plus des 3/4 des consommations de chauffage de l'ensemble des résidences principales. Leur consommation de chauffage représente 18% de l'ensemble des consommations finales d'énergies en Bourgogne. Ces résidences principales antérieures à 1975 sont pour les 2/3 des maisons individuelles et pour 1/3 des logements collectifs. 13% de ces résidences sont des logements sociaux.¹⁹

Potentiel théorique d'économie d'énergie

~~Estimation des gains en énergie en réalisant une isolation thermique d'un bâtiment non isolé~~

Isolation de la toiture : 15% en moyenne (5 à 15% si l'isolation initiale de la toiture est jointive, 15 à 30% si elle était non jointive)

Isolation des murs : 15% en moyenne (4 à 6% si l'isolation initiale des murs était bonne, 10 à 22% si elle était moyenne, 17 à 32% si elle était mauvaise)

Isolation du plancher bas : 4% en moyenne

Double-vitrage : 6% en moyenne

Source : Le mémento des décideurs édition 2003 et Ademe- dépliant « comment dépenser moins ? »

Attention, les gains ne sont pas cumulables

Attention, les gains varient beaucoup suivant la situation de départ : il s'agit ici de moyennes. Par exemple, une isolation des murs peut apporter des gains qui varient de 4 à 32% selon la qualité d'isolation initiale.

Potentiel maximal d'économie d'énergie en Bourgogne

Isolation de la toiture : 123 ktep soit 6% de la consommation totale annuelle de l'habitat

Isolation des murs : 123 ktep soit 6% de la consommation totale de l'habitat

Isolation du plancher bas : 33 ktep soit 1.6% de la consommation totale de l'habitat

Double-vitrage : 49 ktep soit 2.4% de la consommation totale de l'habitat

Ces gains ne s'additionnent pas mais peuvent se combiner. **Globalement, on peut estimer à 30% le gain potentiel d'économie de chauffage sur les logements anciens (d'avant 1975).**

Ce pourcentage intègre les niveaux d'isolation différents selon les logements. Il prend notamment en compte les logements anciens déjà réhabilités thermiquement (voir référence ci-dessous).

Un logement collectif ancien (d'avant 1975) consomme en moyenne 16762 kWh dont 12 200 kWh de chauffage ; un logement collectif récent consomme en moyenne 13 094 kWh dont 8300 kWh de chauffage. Ceci représente un écart de 32% sur la consommation de chauffage par logement. Une maison individuelle ancienne (d'avant 1975) consomme en moyenne 22517 kWh dont 16700 kWh de chauffage ; un logement collectif récent consomme en moyenne 17185 kWh dont 10900 kWh de chauffage. Ceci représente un écart de 35% sur la consommation de chauffage par maison.

Source : « les chiffres clés du bâtiment », édition 2003, Ademe (d'après données CEREN 2002)

Si l'on applique ce gain aux logements anciens, on obtient un potentiel d'économie de l'ordre de **250 ktep** soit 18% de la consommation d'énergie du résidentiel et 6% de la consommation finale d'énergie en Bourgogne. Cette économie éviterait l'émission de **499 milliers de tonnes équivalent-CO2** soit une réduction de 22% des émissions de gaz à effet de serre de l'habitat (3% des émissions totales de GES en Bourgogne)

¹⁸ D'après « Stratégie d'utilisation rationnelle de l'énergie – juin 2005 », ADEME

¹⁹ Il s'agit de données 1999 – RP<1975 : 145 441 logements collectifs et 308 914 maisons individuelles – plus de 60 000 logements sociaux.

Approche pour définir un objectif

➤ Les gains que l'on peut attendre du renforcement des réglementations thermiques s'expriment sur du long terme. D'après l'étude prospective présentée dans « les cahiers du CLIP » d'avril 2001, le gain dû à l'application de la réglementation thermique RT2000 puis à la mise en place d'un renforcement de 10% des exigences tous les 5 ans ne serait que de 1% de la consommation totale du parc résidentiel en 2010. C'est seulement vers 2050 que deviendraient sensibles les effets du renforcement de la réglementation.

Les gains de la réhabilitation du parc ancien sont en revanche immédiats. La réhabilitation du parc antérieur à 75 (dont 50% auraient déjà été réhabilités au niveau national) entraînerait une économie d'énergie en 2010 16 fois plus importante que l'application de la RT2000 et 5 fois plus importante à l'horizon 2050. Cette projection est établie à partir d'une hypothèse de réhabilitation sur la France entière de 200 000 logements par an sur la période 2000 – 2010 et une moyenne de 150 000 logements par an sur la période 2000 -2050, ce qui correspond respectivement à un rythme annuel de 1,3% et 0,9% du parc de logements anciens²⁰. Si l'on applique ce même rythme de réhabilitation aux logements anciens en Bourgogne, cela équivaldrait à réhabiliter de l'ordre de **5700 logements par an**.²¹

➤ Quelques données utiles :

* Parmi les 454 355 résidences principales construites avant 1975, on compte plus de 60 000 logements sociaux (données 1999).

* 121 653 logements locatifs privés et 112 129 propriétaires occupants sont éligibles aux aides de l'ANAH.²²

* En moyenne, de l'ordre de 8% des ménages français effectuent chaque année des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique de leur logement.²³ Ce pourcentage est sans doute plus élevée chez les ménages habitant un logement d'avant 1975. En Bourgogne, 270 000 ménages occupent une résidence principale construite avant 1975 en étant propriétaire. Cela signifie qu'il y a au minimum chaque année en Bourgogne de l'ordre de 21 000 ménages propriétaires d'une résidence d'avant 1975 qui effectuent des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique de leur résidence.

²⁰ Les données utilisées dans « Les cahiers du Clip, avril 2001 » se basent sur le parc français 1998 : nb de RP = 23.7 millions (cf p13) dont 67% d'avant 75 (cf p14) soit environ 15 880 000 RP d'avant 75 d'où $200\,000 / 15\,880\,000 = 1.3\%$ et $150\,000 / 15\,880\,000 = 0.9\%$

²¹ Pour comparaison, la région Nord-Pas-de-Calais a lancé en 2006 le prêt ISOLTO, prêt à taux 0% pour l'isolation des logements, notamment l'isolation des toitures. L'objectif est de toucher 30 000 logements en 3 ans soit 10 000 logements par an, ce qui représente 1% du parc de résidences principales antérieures à 1975. (*1 066 060 RP <1975 en Nord-Pas-de-Calais d'après le RGP 1999*)

²² Source : « schéma régional d'amélioration de l'habitat privé en Bourgogne », ANAH, données 2003

²³ Source : « Les chiffres clés du bâtiment – édition 2003 », ADEME

LOGEMENT SOCIAL

En jeu

Au 1^{er} janvier 2004, on comptait 104 883 logements sociaux en Bourgogne. **Près des 2/3 de ces logements sont antérieurs à 1975.** 58% des ménages occupant ces logements ont des revenus inférieurs à 60% du plafond de ressources HLM. Ces ménages présentent **une forte vulnérabilité vis-à-vis de l'augmentation du prix de l'énergie.**

Potentiel théorique d'économie d'énergie

➤ Dans le cadre d'une procédure de « Projets de rénovation urbaine ».

Seuls les logements sociaux situés en zones urbaines sensibles (ZUS) peuvent faire l'objet d'une procédure de « Projet de rénovation urbaine ». En Bourgogne, c'est le cas pour 30% des logements sociaux.

13 Projets de rénovation urbaine sur la période 2004 – 2011 sont en cours de réalisation ou finalisés. Ils prévoient la démolition de 4494 logements (tous antérieurs à 1975) et la reconstruction de 4150 logements. On peut considérer que le gain est de l'ordre de 325 kWh/m² (écart entre 395 kWh/m² pour un logement ancien de qualité thermique médiocre et 70 kWh/m² pour un logement respectant la RT 2000). En considérant une surface moyenne des logements sociaux de 65 m², cela induit une réduction des consommations d'énergie de 21 125 kWh/logement, **soit 7.4 ktep pour 4100 logements reconstruits** et de l'ordre de 21 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées.

Si l'on renforce les exigences thermiques lors de la reconstruction de ces logements et/ou si on les équipe en production d'énergie renouvelable (chauffe-eau solaire, panneaux photovoltaïque pour couvrir l'éclairage et la ventilation des parties communes), le gain sera supérieur.

14 098 logements seront également réhabilités dans le cadre de Projets de rénovation urbaine. Si l'on considère un gain potentiel de 200 kWh/m² et une superficie moyenne de 65 m² par logement, le potentiel d'économie est de **15 ktep** et de l'ordre de 43 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées.

➤ Dans le cadre du plan de cohésion social.

8310 nouveaux logements seront construits en Bourgogne entre 2005 et 2010 (*1510 en 2005 ; 1670 en 2006 ; 1670 en 2007 ; 1730 en 2008 ; 1730 en 2009*).

Il est possible de renforcer les exigences thermiques au-delà de la réglementation en vigueur lors de la construction de ces logements et/ou de les équiper en production d'énergie renouvelable (chauffe-eau solaire, panneaux photovoltaïque).

➤ Hors procédure de « Projets de rénovation urbaine ».

70% du parc de logements sociaux se situent hors ZUS et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une procédure de « Projet de rénovation urbaine ». Cela représente de l'ordre de 77 000 logements. Si l'on considère une même proportion de logements antérieurs à 1975 que sur l'ensemble du parc (64%), cela représente de l'ordre de 49 000 logements antérieurs à 1975 qui ne sont pas concernés par un projet de rénovation urbaine.

On ne connaît pas la part des logements déjà réhabilités thermiquement. Sur la période 2002 – 2005, 8611 logements ont été réhabilités. Actuellement, le rythme de réhabilitation de ces logements est de l'ordre du millier par an, rythme insuffisant pour compenser la vétusté du parc.

Nombre de logements en Bourgogne financés en réhabilitation depuis 2002 PALULOS Hors ANRU/ ORU

2002	2003	2004	2005
3882	2605	1139	985

Source : Union sociale pour l'habitat de Bourgogne

Si l'on considère qu'environ la moitié de ces logements sont à réhabiliter (soit de l'ordre de 24 500 logements) et que le gain potentiel est de 200 kWh/m² avec une superficie moyenne de 65 m² par logement, le potentiel d'économie est de **27 ktep** et de l'ordre de 77 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées.

APPLICATION ET RENFORCEMENT DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE

En jeu

En moyenne, **7000 logements** sont construits chaque année en Bourgogne.

Le Plan climat a fixé les objectifs de la RT2005 : **une amélioration de la performance de la construction neuve d'au moins 15%, avec une perspective de progrès tous les cinq ans pour atteindre moins 40% en 2020.** Pour ce qui est de l'étape RT2010, elle aura pour objectif une amélioration d'au moins 15% de la performance énergétique par rapport à un bâtiment construit selon la réglementation RT2005.

« De premières études permettent de valider le principe des niveaux suivants :

** des labels « HPE » et « THPE », pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont respectivement inférieures de 10% et 20% aux consommations de référence,*

** des labels « HPE Energies renouvelables » et « THPE Energies renouvelables » pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont respectivement inférieures de 10% et 20% aux consommations de référence et dont les consommations de chauffage ou d'eau chaude sanitaire ECS sont assurées par une production par énergie renouvelable (le niveau de contribution est en cours de définition à ce jour),*

** un label « Basse consommation » pour les constructions dont la consommation conventionnelle est inférieure à un seuil entre 30 et 50 kWh/m²/an ». (Extrait du site Internet de l'ADEME)*

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Avec la réglementation thermique 2005, la consommation moyenne annuelle théorique du parc neuf est passée de 82 kWh/m²/an (RT2000) à 70 kWh/m²/an. Ce seuil de consommation devrait être abaissé tous les 5 ans pour atteindre en 2020 moins de 50 kWh/m²/an, en commençant par une nouvelle baisse de 15% applicable avec la RT 2010 (soit une consommation de 59 kWh/m²/an à partir de 2011)

Dans la mesure où les réglementations seront réellement appliquées, cela induira sur la période du contrat de projets (2007-2013) une économie de 12 kWh/m²/an pour les 4 premières années par rapport à la situation actuelle puis une économie de 23 kWh/m²/an.

Les sorties du parc par démolition représentent au niveau national environ 17% des entrées par constructions²⁴. Cela signifie qu'une construction neuve compense une démolition dans un cas sur six. On peut ainsi considérer, que pour une construction sur six, le gain est plus important, de l'ordre de 325 kWh/m² pour les 4 premières années et de 336 kWh/m² les années suivantes²⁵.

En contrôlant l'application effective de la RT2005, le gain attendu est de :

$1/6 * 7000 \text{ logements construits} * 325 \text{ kWh/m}^2 * 90 \text{ m}^2 = 2.9 \text{ ktep}$

$5/6 * 7000 \text{ logements construits} * 12 \text{ kWh/m}^2 * 90 \text{ m}^2 = 0.5 \text{ ktep}$

Soit un gain attendu de **3.5 ktep** (et de l'ordre de 7 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées)

En allant au-delà des exigences de la RT2005, par exemple en appliquant dès la première année l'objectif des labels « basse consommation » de 50 kWh/m², le gain serait de :

$1/6 * 7000 \text{ logements construits} * 345 \text{ kWh/m}^2 * 90 \text{ m}^2 = 36 \text{ GWh}$ soit 3.1 ktep

$5/6 * 7000 \text{ logements construits} * 32 \text{ kWh/m}^2 * 90 \text{ m}^2 = 17 \text{ GWh}$ soit 1.4 ktep

Soit un gain attendu de **4.6 ktep** (et de l'ordre de 9 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées)

²⁴ Source : «Habitat et développement durable – bilan rétrospectif et prospectif, Les cahiers du clip - avril 2001 » – p12 – données concernant 1990 -2000. (49000 logements démolis pour 290 000 construits)

²⁵ écart entre 395 kWh/m² pour un logement ancien de qualité thermique médiocre et 70 kWh/m² pour un logement respectant la RT 2000 puis 59 kWh à partir de 2011 - Source : « Habitat et développement durable – bilan rétrospectif et prospectif », Les cahiers du clip avril 2001 – p20, 21 et hypothèse d'une surface moyenne de 90 m² par logement construit (ce qui équivaut à la surface actuelle).

AMELIORATION DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE DES EQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE ET DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

En jeu

56% des résidences principales sont équipées d'un chauffage central collectif ou individuel (au gaz naturel, au fioul, au GPL ou au charbon). D'après l'ADEME²⁶, **près d'un tiers des chaudières de chauffage central individuel ont plus de 15 ans**, ce qui représente en Bourgogne de l'ordre de 100 000 chaudières. Les appareils vétustes font l'objet d'un renouvellement naturel de 8 à 10% par an (source ADEME). Mais ce rythme est insuffisant pour réduire la part des chaudières de plus de 15 ans²⁷.

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Nombre de résidences principales disposant d'un chauffage central (au gaz naturel, fioul, GPL ou charbon) : 95 106 logements collectifs (dont 60 244 avec un chauffage central collectif et 34 862 avec un chauffage central individuel) et 267 453 maisons individuelles.

Potentiel d'économie d'énergie par la mise en place de chaudières basse température :

Appartement avec chauffage central individuel : 24 000 kWh cumac pour le chauffage (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 16 ans), soit 1981 kWh/an

Maison individuelle : 51 000 kWh cumac pour le chauffage (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 16 ans) soit 4209 kWh/an

Appartement avec chauffage central collectif : 41 000 kWh cumac pour le chauffage (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 21 ans), soit 2810 kWh/an

Nb : les gains seront plus élevés s'il s'agit d'une installation de chauffage et d'eau chaude combinée

Potentiel d'économie d'énergie par la mise en place de chaudières à condensation :

Appartement avec chauffage central individuel : 53 000 kWh cumac pour le chauffage (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 16 ans), soit 4374 kWh/an

Maison individuelle : 120 000 kWh cumac pour le chauffage (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 16 ans) soit 9903 kWh/an

Appartement avec chauffage central collectif : 93 000 kWh cumac pour le chauffage (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 21 ans), soit 6374 kWh/an

Nb : les gains seront plus élevés s'il s'agit d'une installation de chauffage et d'eau chaude combinée

Approche pour définir un objectif

➤ Remplacement de l'ensemble des chaudières individuelles vétustes par des chaudières performantes.

Si l'on fait l'hypothèse du remplacement de toutes les chaudières individuelles de plus de 15 ans par des chaudières à basse température, le potentiel d'économie d'énergie est le suivant²⁸ :

34 862 appartements chauffage individuel * 33% * 1981 kWh = 23 GWh/an soit 2 ktep/an

267 453 maisons * 33% * 4209 kWh = 371 GWh/an soit 32 ktep/an

Le potentiel total est de 34 ktep/an (soit 2% de la consommation d'énergie de l'habitat)

Si l'on fait l'hypothèse du remplacement de toutes les chaudières individuelles de plus de 15 ans par des chaudières à condensation, le potentiel d'économie d'énergie est le suivant²⁹ :

34 862 appartements chauffage individuel * 33% * 4374 kWh = 50 GWh/an soit 4 ktep/an

267 453 maisons * 33% * 9903 kWh = 874 GWh/an soit 75 ktep/an

Le potentiel total est de 79 ktep/an (soit 5% de la consommation d'énergie de l'habitat)

.....
²⁶ données CEREN et SOFRES

²⁷ Cela signifie qu'en Bourgogne 8000 à 10000 chaudières de plus de 15 ans sont renouvelées chaque année mais dans le même temps environ 13 000 chaudières supplémentaires atteignent 16 ans et donc viennent gonfler le nombre de chaudières vétustes. (si l'on fait l'hypothèse d'une répartition linéaire des chaudières de moins de 15 ans par tranche d'âge)

²⁸ En considérant qu'un tiers (33%) des chaudières ont plus de 15 ans (données Ademe)

²⁹ En considérant qu'un tiers (33%) des chaudières ont plus de 15 ans (données Ademe)

➤ Renouvellement naturel des chaudières collectives par des chaudières performantes :

Pour les chaudières collectives, on ne dispose pas d'information concernant la part de matériel vétuste (de plus de 20 ans).

Si l'on fait l'hypothèse que la part de chaudières collectives vétustes est du même ordre de grandeur que pour les chaudières collectives, c'est-à-dire un tiers, le gain annuel serait :

Si l'on remplace l'ensemble des chaudières collectives vétustes par des chaudières à basse température, le gain sera de :

60 244 appartements chauffage collectif * 33% * 2810 kWh = 56 GWh/an soit **4.8 ktep/an**

Si l'on remplace l'ensemble des chaudières collectives vétustes par des chaudières à condensation, le gain sera de :

60 244 appartements chauffage collectif * 33% * 6374 kWh = 127 GWh/an soit **10.9 ktep/an**

Le potentiel total associé au remplacement des chaudières vétustes se situent ainsi dans une fourchette allant de 39 ktep à 90 ktep, ce qui représente de 3% à 6% de la consommation régionale d'énergie dans l'habitat et éviterait l'émission de 78 à 180 milliers de tonnes-équivalent-CO₂.

MAITRISE DE LA DEMANDE D'ELECTRICITE POUR L'ECLAIRAGE DANS L'HABITAT

En jeu

L'éclairage représente en moyenne 15% des consommations spécifiques d'électricité dans l'habitat.³⁰

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Il y a en moyenne 23 ampoules par logement en France, dont 1.5 ampoules basse consommation. Les ampoules principales (représentant 80% de la consommation) sont au nombre de 5³¹. Si l'on suppose que les ampoules basse consommation en font partie, il reste un gisement par logement de 3.5 ampoules principales qui ne sont pas encore des ampoules basse consommation. Cela représente en Bourgogne un gisement de 2.3 millions d'ampoules.³²

Le remplacement d'une ampoule classique de 80W (qui représente la puissance moyenne des ventes sur le marché) par une lampe fluocompacte de 18 W engendre une économie annuelle de : $80W \cdot 800h - 18W \cdot 800h = 49.6 \text{ kWh / an}$

Si l'on suppose que les 2.35 millions d'ampoules principales incandescentes passent en basse consommation, l'économie d'énergie correspondante peut être estimée à : $2\,350\,000 \cdot 49.6 \text{ kWh / an} = 117 \text{ GWh}$ soit **10 ktep**, ce qui représente 0.7% de la consommation annuelle de l'habitat et de l'ordre de 12 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées.

Remarque :

Ce résultat est cohérent avec l'estimation faite par le CEREN³³ :

Consommation moyenne pour l'éclairage en kWh/logement : 473 (données 2001)

Gain possible en passant les 5 ampoules principales en basse consommation : -182 kWh / logement

Sur la Bourgogne, cela correspond à une économie de :

*$182 \text{ kWh} \cdot 670\,956 \text{ résidences principales} = 122 \text{ GWh}$ soit **10.5 ktep / an***

Approche pour définir un objectif

Marché national des ampoules³⁴ :

* 152 millions de lampes incandescentes / an

* 8 millions de lampes fluocompactes / an (soit environ 5% de part de marché)

Cela représente une moyenne de 6.7 ampoules par ménage français par an³⁵. Si l'on applique cette moyenne nationale à la Bourgogne, cela représente de l'ordre de 4.5 millions d'ampoules vendues chaque année en Bourgogne³⁶. En supposant que l'on retrouve la même proportion d'ampoules principales qu'en moyenne dans un logement (c'est-à-dire 5 ampoules principales sur un total de 23 ampoules), il y aurait chaque année en Bourgogne de l'ordre de 990 000 ampoules principales vendues.

Si l'on suppose que 70% des lampes fluocompactes vendues se substituent à une lampe incandescente et 30% viennent en renouvellement d'une lampe fluocompacte, le gain pour la vente d'une ampoule fluocompacte est de 230 kWh cumac (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 7.5 ans), soit 34.72 kWh/an

Le potentiel d'économie d'énergie sur les ventes annuelles d'ampoules « principales » en Bourgogne est donc de :

$990\,000 \cdot 0.95^{37} \cdot 34.72 \text{ kWh} = 33 \text{ GWh/an}$ soit **3 ktep/an**

³⁰ Source : « Tableaux des consommations d'énergie en France » édition 2003, Observatoire de l'énergie, p82

³¹ Source : CEREN « Identification des potentiels MDE des usages spécifiques – secteur résidentiel », nov 2003 d'après l'étude réalisée par la SOFRES pour l'ADEME « L'éclairage dans votre logement » en nov 99

³² $3.5 \text{ ampoules} \cdot 670\,956 \text{ résidences principales} = 2\,348\,346 \text{ ampoules}$

³³ Source : CEREN « Identification des potentiels MDE des usages spécifiques – secteur résidentiel », nov 2003 – partie B p6

³⁴ Source : ADEME – ATEE, « le dispositif français des certificats d'économie d'énergie : les opérations standards » Exemple : éclairage résidentiel par LFC

³⁵ $160 \text{ millions d'ampoules} / 24 \text{ millions de résidences principales (RGP99)} = 6.7$

³⁶ $6.7 \cdot 670\,956 \text{ résidences principales en Bourgogne (RGP 99)} = 4\,495\,000 \text{ ampoules}$

³⁷ Part de marché des ampoules incandescentes : 95%

MAITRISE DE LA DEMANDE D'ELECTRICITE POUR LES APPAREILS ELECTROMENAGERS

En jeu

Les appareils électroménagers représentent environ 45% de la consommation spécifique d'électricité de l'habitat. Parmi eux, le froid (réfrigérateurs et congélateurs) est le poste le plus important : il représente à lui seul 25% de la consommation spécifique d'électricité de l'habitat.³⁸

POSTE FROID

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Estimation faite par le CEREN³⁹ :

Consommation moyenne pour le froid en kWh/logement : 636kWh (données 2001)

Gain possible en passant tous les appareils en classe A : - 362 kWh / logement

Sur la Bourgogne, cela correspond à une économie de :

362 kWh * 670 956 résidences principales = 243 GWh soit **20.9 ktep / an**

Approche pour définir un objectif

Marché national des réfrigérateurs : 1,87 millions d'unités vendues chaque année⁴⁰, dont 27% sont de classe énergétique A. Cela représente une moyenne de 0.078 réfrigérateur acheté par ménage français par an⁴¹. Si l'on applique cette moyenne nationale à la Bourgogne, cela représente de l'ordre de 52 700 réfrigérateurs vendus chaque année en Bourgogne⁴².

Le gain pour la vente d'un réfrigérateur de classe A+ est estimé à 560 kWh cumac (c'est-à-dire sur la durée de vie de l'équipement à savoir 10 ans), soit 66.4 kWh/an.

Le potentiel maximal d'économie d'énergie sur l'ensemble des ventes de réfrigérateurs en Bourgogne est donc de : 52 700 * 66.4 kWh = 3.5 GWh/an soit **0.3 ktep/an**,

POSTE LAVAGE

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Estimation faite par le CEREN⁴³ :

Consommation moyenne pour le lavage en kWh/logement : 535kWh (données 2001)

Gain possible en passant tous les appareils en classe A : - 292 kWh / logement

Sur la Bourgogne, cela correspond à une économie de :

292 kWh * 670 956 résidences principales = 196 GWh soit **16.8 ktep / an**

PRODUITS BRUNS

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Estimation faite par le CEREN⁴⁴ :

Seuls les appareils significativement présents chez les ménages sont pris en compte, à savoir : chaîne Hi-fi, télévision, magnétoscope, micro-ordinateur.

Consommation moyenne de ces produits bruns par logement : 365 kWh (données 2001)

Gain possible en équipant tous les appareils de système de veille performant : -85 kWh

Sur la Bourgogne, cela correspond à une économie de :

85 kWh * 670 956 résidences principales = 57 GWh soit **4.9 ktep / an**

³⁸ Source : « Tableaux des consommations d'énergie en France » édition 2003, Observatoire de l'énergie, p82

³⁹ Source : CEREN « Identification des potentiels MDE des usages spécifiques – secteur résidentiel », nov 2003 – partie B p6

⁴⁰ Source : étude commandée par la région PACA – donnée 2001 issue du document « Observatoire régional de l'énergie – Provence-Alpes-Côte d'Azur – bilan 2001 »

⁴¹ 1.87 millions d'ampoules / 24 millions de résidences principales (RGP99) = 0.078

⁴² 0.078 * 670 956 résidences principales en Bourgogne (RGP 99) = 52695 réfrigérateurs

⁴³ Source : CEREN « Identification des potentiels MDE des usages spécifiques – secteur résidentiel », nov 2003 – partie B p6

⁴⁴ Source : CEREN « Identification des potentiels MDE des usages spécifiques – secteur résidentiel », nov 2003 – partie B p6

➔ AU TOTAL, les gains possibles sur les appareils ménagers s'élèvent à :

Froid 20.9 ktep

Lavage 16.8 ktep

Produits bruns 4.9 ktep

TOTAL 42.6 ktep soit de l'ordre de 3% de la consommation annuelle de l'habitat et 25 milliers de tonnes-équivalent-CO2 évitées

QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE

ELEMENTS DE CADRAGE

➤ La consommation totale d'énergie du secteur tertiaire représente de l'ordre de 13% de l'ensemble des consommations d'énergie en Bourgogne et est à l'origine de 7% des émissions de gaz à effet de serre.⁴⁵

➤ La consommation d'énergie du secteur tertiaire a augmenté de 30% en Bourgogne entre 1989 et 2001. Cette évolution s'explique en partie par le développement de ce secteur. Les effectifs du secteur ont augmenté de 18% sur la même période. Les surfaces chauffées de locaux tertiaires ont augmenté de près de 13% entre 1992 et 1999⁴⁶. Les surfaces de locaux ont le plus augmenté dans l'enseignement (+16%), les bureaux (+22%) et les loisirs (+30%).

➤ L'augmentation des consommations d'énergies est cependant beaucoup plus rapide que celle des effectifs : la consommation d'énergie par actif a ainsi augmenté de 20% entre 1989 et 2001. Ceci peut s'expliquer par le développement des équipements bureautiques, télématiques et informatiques, ainsi que de la climatisation.

➤ Les bâtiments tertiaires représentent 94% de l'ensemble des consommations d'énergie du secteur tertiaire bourguignon. Les commerces et les bureaux – administrations représentent à eux seuls plus des 4/10èmes des consommations d'énergies des bâtiments tertiaires.

➤ L'usage chauffage représente le premier poste de consommation d'énergie dans le secteur tertiaire (54% des consommations : ce chiffre est identique en France et en Bourgogne). Le second poste concerne les usages spécifiques de l'électricité qui se développent (26% des consommations au niveau national en 2001). La climatisation représente de l'ordre de 5% de la consommation totale du secteur tertiaire en France.⁴⁷

➤ Outre les consommations des bâtiments, les consommations du secteur tertiaire regroupent :

- l'éclairage public : environ 150 GWh / an⁴⁸
- la distribution d'eau : environ 140 GWh par an⁴⁹
- les services d'immeubles : environ 160 GWh/an.⁵⁰

➤ On estime que 10% des émissions de gaz à effet de serre en France dépendent directement de la gestion des collectivités locales. Les ¾ des consommations d'énergie des communes se situent dans le patrimoine bâti, 18% dans l'éclairage public et 8% dans les véhicules municipaux.⁵¹ Une gestion rigoureuse et des choix avisés peuvent réduire de 20% à 30% les consommations des équipements publics.

⁴⁵ bilan réalisé en prenant en compte les émissions indirectes liées aux consommations d'électricité des utilisateurs finals.

⁴⁶ Source : « régionalisation des consommations d'énergie et des surfaces chauffées du secteur tertiaire en 1999 en Bourgogne », CEREN, nov 2001

⁴⁷ Source : « Energie et secteur des bâtiments », Parcs et consommations, note de synthèse ADEME

⁴⁸ Source : CEREN – étude REGADEME données 1999

⁴⁹ Source : CEREN – étude REGADEME données 1999

⁵⁰ Source : CEREN – étude REGADEME données 2002

⁵¹ Source : Memento des décideurs édition 2003 - p 12 et 14

Répartition par branches des consommations d'énergies dans les bâtiments tertiaires en Bourgogne
données 2002 - climat réel - surfaces en milliers de m² et consommations en GWh

	Ensemble	part
cafés - hôtels - restaurants		
parc chauffé	1329	5%
consommation totale	530	8%
dont consommation de chauffage	220	6%
habitat communautaire		
parc chauffé	2004	8%
consommation totale	424	7%
dont consommation de chauffage	227	7%
Santé - Action sociale		
parc chauffé	2758	11%
consommation totale	727	12%
dont consommation de chauffage	403	12%
Enseignement - Recherche		
parc chauffé	5021	21%
consommation totale	789	13%
dont consommation de chauffage	596	18%
Sport - Loisirs - Culture - Equipements collectifs		
parc chauffé	1034	4%
consommation totale	292	5%
dont consommation de chauffage	144	4%
Bureaux - Administration		
parc chauffé	4100	17%
consommation totale	1175	19%
dont consommation de chauffage	680	20%
Commerce		
parc chauffé	5731	24%
consommation totale	1504	24%
dont consommation de chauffage	686	20%
Transport		
parc chauffé	2258	9%
consommation totale	868	14%
dont consommation de chauffage	430	13%
Ensemble		
parc chauffé	24235	100%
consommation totale	6309	100%
dont consommation de chauffage	3386	100%

Source CEREN Etude REGADEMOE « régionalisation des consommations d'énergie et des surfaces chauffées du secteur tertiaire en 2002 »

SYNTHESE DES POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE ET DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE

	gisement total théorique d'économie d'énergie		émissions totales de GES potentiellement évitables	
	en ktep	en % consommation tertiaire	en ktéqCo2	en % émissions GES du tertiaire
Réhabilitation thermique des bâtiments tertiaires	87	15%	217	19%
Maîtrise de la demande d'électricité sur les usages spécifiques (hors éclairage public)	26	4%	18	2%
Maîtrise de la demande en électricité pour l'éclairage public	5	1%	6	1%
total	118	20%	241	21%

REHABILITATION THERMIQUE DES LOCAUX TERTIAIRES

En jeu

La surface chauffée des locaux tertiaires en Bourgogne a été estimée à 24 235 000 m² en 2002⁵². Les bâtiments tertiaires ont fait l'objet de peu de réglementations thermiques. En Bourgogne, les bâtiments tertiaires consomment en moyenne 260 kWh/m²/an, dont 140 kWh de chauffage. La réhabilitation des bâtiments tertiaires est notamment importante pour les locaux qui ont des besoins de chauffage et de production d'eau chaude importants. La part du chauffage dans l'ensemble de la consommation d'énergie est plus élevée dans les bâtiments sociaux-sanitaires (55%), dans les bureaux (58%) et surtout dans les bâtiments d'enseignement (76%).

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Plusieurs études estiment de l'ordre de 30% l'économie de chauffage réalisable sur l'ensemble du parc des bâtiments tertiaires⁵³. D'où un potentiel d'économie en Bourgogne de l'ordre de **87 ktep**⁵⁴, soit 217 milliers de tonnes-équivalent CO₂.

Approche pour définir un objectif

Le patrimoine des collectivités locales mérite une attention particulière dans la mesure où il est ancien et donc construit en dehors de toute réglementation thermique. Les bâtiments publics se caractérisent par leur intermittence d'utilisation. La programmation du chauffage peut réduire de 30 à 50% les dépenses de chauffage, notamment dans les bâtiments d'enseignement. La programmation des éclairages, des ventilations, des climatisations peut permettre des économies du même ordre de grandeur sur les postes concernés⁵⁵. Ces systèmes de régulation représentent des investissements peu élevés rapidement amortis.

Le changement de comportement des usagers de ces bâtiments (éteindre l'éclairage en quittant une pièce, éteindre le chauffage, limiter la veille des appareils...) peut générer une économie de l'ordre de 20% toutes énergies confondues⁵⁶.

L'amélioration thermique de l'enveloppe des bâtiments permet également de réaliser des économies importantes mais requiert des investissements plus lourds, pouvant être inclus dans des opérations de ravalement par exemple.

.....
⁵² Source CEREN Etude REGADEMOE « régionalisation des consommations d'énergie et des surfaces chauffées du secteur tertiaire en 2002 »

⁵³ Sources utilisées :

- « Plan énergie pour la Bretagne », ADEME Bretagne (tertiaire public : gisement de 30% sur l'ensemble des consommations d'énergie / Tertiaire privé : gisement de 20% sur l'ensemble des consommations d'énergie)

- « Mémento des décideurs », MIES, 2^{ème} édition 2003 – voir p 75 (« De nombreuses collectivités ont pu réduire le montant du poste chauffage de 20 à 40% »)

- « Etude pour une prospective énergétique concernant la France », Enerdata, fév 2005 – l'hypothèse retenue dans le cadre du scénario facteur 4 est un « ravalement thermique des bâtiments tertiaires avec un gain de 30% sur le chauffage »

⁵⁴ 3386 GWh * 30% * 0.086

⁵⁵ Source : - « Mémento des décideurs », MIES, 2^{ème} édition 2003 – voir p 64

⁵⁶ Source : SYDEL - diagnostics sur les bâtiments communaux dans une centaine de communes de Saône-et-Loire (2005-2006)

MAITRISE DE LA DEMANDE D'ELECTRICITE SUR LES USAGES SPECIFIQUES DE L'ELECTRICITE DANS LE TERTIAIRE (HORS ECLAIRAGE PUBLIC)

En jeu

La consommation d'électricité spécifique (c'est-à-dire hors chauffage électrique) représente près des 3/10èmes de la consommation d'énergie des bâtiments tertiaires⁵⁷.

Potentiel théorique d'économie d'énergie

➤ **Les branches bureaux et commerces** sont à la fois celles qui présentent les consommations moyennes d'électricité spécifique par m² les plus élevées, mais aussi celles qui présentent les gisements d'économies les plus importants.

Estimation du potentiel MDE des usages spécifiques du secteur tertiaire en Bourgogne

	surfaces chauffées du parc (en milliers de m ²)	consommation moyenne d'électricité spécifique (en kWh/m ² /an)	consommation totale d'électricité spécifique (en GWh / an)	taux d'économie envisageable	gisement d'économie (en GWh/an)
commerces	5731	77	441	32%	141
bureaux - administration	4100	94	385	29%	112
enseignement - recherche	5021	14	70	16%	11
santé - action sociale	2758	36	99	19%	19
cafés - hôtels - restaurants	1329	53	70	23%	16
total	18939	274	1067	1	299

D'après données CEREN - "Identification des potentiels MDE des usages spécifiques, secteur tertiaire", nov 2003

➤ **L'éclairage** représente de 20% à 50% de la facture d'électricité des branches tertiaires.

Branche	Poids sur la facture globale d'électricité
Santé	50%
Enseignement, sport, culture, loisirs	39%
Bureaux	30%
Commerce	23%
Cafés, hôtels, restaurants	20%

Sources : Mieux s'éclairer à coûts maîtrisés, Syndicat de l'éclairage et ADEME, décembre 2000 et Hôtels restaurants : programmer, concevoir, gérer, ADEME, AICVF, 1993.⁵⁸

Approche pour définir un objectif

➤ Des diagnostics portant sur l'éclairage ont été menés dans 12 magasins de l'agglomération dijonnaise. Ceux-ci ont fait apparaître un gisement d'économies possibles de 326 000 kWh/an soit 41% d'économie en moyenne sur la consommation d'éclairage de ces magasins.

⁵⁷ Source : CEREN étude REGADEME données 1999 Calcul fait sur les GWh et non pas sur les tep qui utilisaient l'ancien coeff de conversion de l'électricité soit le calcul suivant : 472 ktep d'élec – 78 ktep d'élec pour le chauffage/0.222 = 1775 GWh que l'on rapporte aux 6374 GWh de consommation d'énergie des bâtiments tertiaires

⁵⁸ Extrait du document « Bilan énergétique et des gaz à effet de serre de la région Rhône-Alpes, rapport final », fév 2005 - p231

➤ L'étude sur l'éclairage dans les commerces réalisée par OPUS LIGHT en mai 2005 à la demande de l'ADEME a montré les gisements d'économie possibles :
Grands magasins : de -27% à -34% d'économies possibles
Boutiques : de l'ordre de -36%
Supermarchés : de -24% à -45%

Pour mémoire, on compte en Bourgogne plus de 19 000 établissements commerciaux, dont 289 supermarchés et 40 hypermarchés (données INSEE 2001)

MAITRISE DE LA DEMANDE D'ELECTRICITE POUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

En jeu

L'éclairage public représente le premier poste de consommation d'électricité des communes et pèse pour 1/5^{ème} dans leur budget énergie. La consommation d'électricité pour l'éclairage public est de l'ordre de 150 GWh/an en Bourgogne.

Potentiel théorique d'économie d'énergie

➤ Les lampes au sodium haute pression consomment de l'ordre de 40% de moins que les ballons fluorescents.⁵⁹ En appliquant ce taux aux consommations bourguignonnes d'éclairage public, le potentiel théorique d'économie est de l'ordre de 60 GWh/an, soit **5 ktep**⁶⁰.

➤ Les ballasts électroniques réduisent les consommations de 5 à 20% et augmentent la durée de vie des lampes en stabilisant la tension du réseau⁶¹.

➤ Les systèmes de gestion (régulateurs, variateurs de puissance, calculateurs astronomiques), en agissant sur la durée d'allumage et la quantité de lumière nécessaire, permettent de 5 à 30% d'économie d'énergie⁶².

.....
⁵⁹ Source : Memento des décideurs, édition 2003 – p92

D'autres solutions techniques existent : variateurs, cellules astronomiques...

⁶⁰ Ce potentiel d'économie de 40% est cohérent avec ce qu'annonce l'ADEME « on estime qu'une commune peut diminuer ses dépenses d'éclairage public de 20 à 40% avec des investissements rentables » extrait de « Eclairer juste » Ademe, Syndicat de l'éclairage

⁶¹ Source : « Eclairer juste » Ademe, Syndicat de l'éclairage

⁶² Source : « Eclairer juste » Ademe, Syndicat de l'éclairage

QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS L'INDUSTRIE

ELEMENTS DE CADRAGE

L'industrie absorbe de l'ordre de 17% de l'énergie finale⁶³ consommée en Bourgogne. La branche sidérurgie – métallurgie en représente 1/5ème, les industries agro-alimentaires 1/8^{ème}.

Les consommations industrielles d'énergies ont fortement augmenté en Bourgogne mais leur poids dans l'ensemble des consommations, tous secteurs confondus, reste plus faible qu'au niveau national. D'importants gains d'énergie ont été réalisés dans l'industrie au cours des deux dernières décennies grâce à des investissements dans des équipements économes, à l'amélioration des rendements et à la diminution du poids des industries lourdes. Les gains énergétiques passés ont surtout concerné les usages thermiques de l'énergie. Aujourd'hui, les utilisations purement électriques (force motrice, éclairage, production de froid, air comprimé...) se développent ; il existe dans ce domaine d'importantes possibilités d'économies.

L'électricité et le gaz naturel représentent à eux seuls 84% des consommations d'énergies de l'industrie. Ces deux énergies se sont substituées aux produits pétroliers et houillers. Les normes imposées à l'industrie concernant les rejets atmosphériques et la flambée du prix du pétrole lors des chocs pétroliers sont en partie responsables de ce phénomène. D'autre part, les usages captifs de l'électricité se sont développés dans l'industrie, en raison notamment de la transformation du tissu industriel régional. Les industries lourdes, qui utilisent principalement l'énergie pour produire la chaleur, ont fortement régressé au profit de nouvelles activités produisant des produits plus sophistiqués. Les activités en développement en Bourgogne : plasturgie, construction électrique et électronique, chimie-pharmacie, consomment principalement de l'électricité.

L'industrie (hors branche de production d'énergie) est à l'origine de 10% des émissions régionales de gaz à effet de serre : 7% sont liés aux combustions d'énergies, 3% aux procédés industriels (cimenterie, aérosols principalement)

⁶³ On ne comptabilise ici que les consommations des utilisateurs finals, les consommations de la branche de production d'énergie (comme la centrale thermique de Blanzay) ne sont donc pas comprises ici.

SECTEUR D'ACTIVITE (code NCE)	Consommation d'énergie en 1999 (en ktep)	Part dans la consommation d'énergie de l'industrie
E15. E16. E17. E18 Sidérurgie - Indus. Métallurgique	158	21%
E12.E13.E14 Indus. Agro. Alimentaire	98	13%
E38 Industries Diverses	69	9%
E19. E20. E21. Mat de construction	64	9%
E22 Industrie du Verre	60	8%
E31 Construction Elect et Electronique	51	7%
E29 Fonderie Travaux Métaux	43	6%
E36 Industrie Caoutchouc	43	6%
E28 Para Chimie Pharmacie	40	5%
E30 Construction Mécanique	27	4%
E37 Transformation Matière Plastique	22	3%
E32 Auto Mat .Transp .Terrestres	18	2%
E35 Industrie Papier Carton	13	2%
E26 Autres Chimie Organ Base	12	2%
E25 Plastique Elastomère	9	1%
E34 Industrie textile/Cuir /Habillement	9	1%
E24 Autres Chimie minérale de Base	8	1%
E33 Const Navale/Aéro (nc armement)	1	0%
E22 Fabrication engrais	0	0%
E26 Indus fibres synthétiques	0	0%
TOTAL	746	100%

Source : bilan énergétique régional 1999, d'après données de l'enquête EACEI du Ministère de l'Industrie (SESSI)

Avertissement méthodologique

Les potentiels d'économies d'énergie et de réduction de gaz à effet de serre dans l'industrie estimés dans ce dossier le sont à partir de données de consommations d'énergies portant sur l'année 1999 et d'études nationales sur les process et les usages transversaux réalisées entre 2000 et 2003. Les résultats présentés ci-après permettent d'identifier les potentiels les plus importants mais mériteraient d'être affinés et actualisés pour être utilisés de façon plus opérationnelle. Il faudrait notamment tenir compte de l'évolution de la structure industrielle depuis 1999 et étudier de façon plus approfondie les process des industries bourguignonnes.

Situation 2005 des entreprises industrielles en Bourgogne

Code NAF 60	Activités	Nombre établissements	Effectifs
15	Industries alimentaires	1500	14598
28	Travail des métaux	670	15151
29	Fabrication de machines et d'équipements	406	10582
22	Edition, imprimerie, reproduction	303	4084
36	Fabrication de meubles, industries diverses	274	5439
26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	242	4810
20	Travail du bois et fabrication d'articles en bois	206	3238
33	Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horlogerie	153	2289
25	Industrie du caoutchouc et des plastiques	148	9990
24	Industrie chimique	92	7259
31	Fabrication de machines et appareils électriques	82	6970
34	Industrie automobile	75	6156
32	Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	60	3166
17	Industrie textile	53	2323
18	Industrie de l'habillement et des fourrures	46	1090
27	Métallurgie	45	6377
21	Industrie du papier et du carton	38	2119
35	Fabrication d'autres matériels de transport	35	1439
19	Industrie du cuir et de la chaussure	9	752
30	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	5	19
23	Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	4	94
	TOTAL	4446	107945

POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE ET DE REDUCTION D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS L'INDUSTRIE

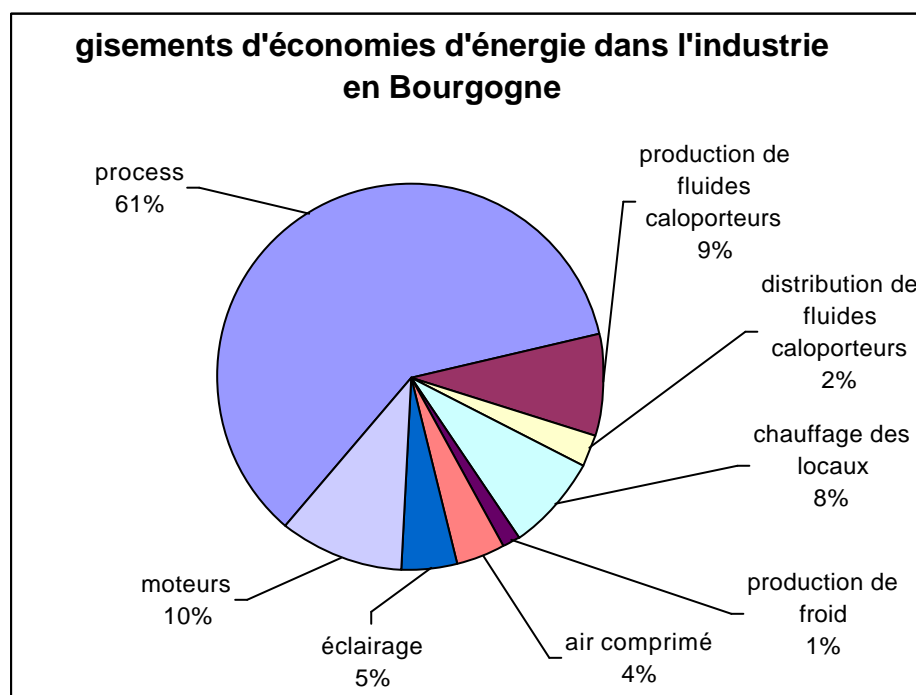
Ne sont examinés ci-après que les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet dans l'industrie liées à des économies d'énergie. Ne sont pas présentées les actions envisageables pour réduire les émissions industrielles de gaz à effet de serre liées à certains procédés industriels (fabrication de ciment...).

Une étude réalisée au niveau national par le CEREN à la demande de l'ADEME entre 2000 et 2003 a permis d'évaluer les gisements d'économies d'énergie dans l'industrie. En appliquant ses résultats aux consommations industrielles bourguignonnes par branche, il apparaît **un potentiel d'économie de 20% des consommations d'énergie industrielles. Les gisements d'économie liés aux process en représentent 61%, ceux liés à des opérations transversales 39%.** Parmi les opérations transversales, c'est-à-dire pouvant concernées toutes les branches industrielles, trois concernent principalement les combustibles :

- production de fluides caloporteurs
- transport et distribution de fluides caloporteurs
- chauffage des locaux (1)

Quatre autres concernent l'électricité :

- production de froid
- production d'air comprimé
- éclairage
- moteurs (2).



Chauffage des locaux (non compris récupération de chaleur)

(1) Le chauffage des locaux

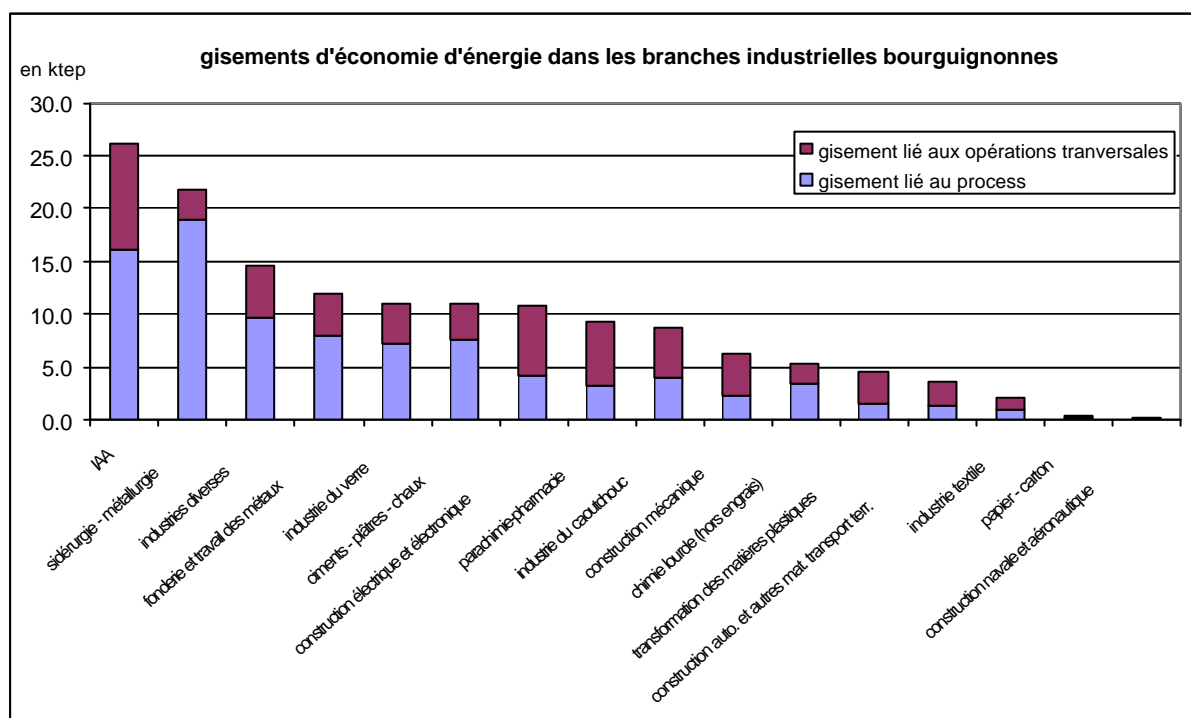
Le gisement d'économies d'énergie identifié porte sur le chauffage des ateliers, entrepôts, bureaux et locaux collectifs. Il prend uniquement en compte le potentiel lié au renouvellement des systèmes de chauffage par des systèmes plus performants et le potentiel lié à la régulation des systèmes pour ajuster les consommations aux besoins en chauffage et en climatisation. **N'est pas pris en compte ici le gisement lié à l'amélioration de la qualité thermique des bâtiments industriels, notamment lors de leur réhabilitation.**

La récupération de chaleur sur des opérations telles que la production de froid ou la production d'air comprimé et son utilisation pour le chauffage de locaux proches n'est pas comptabilisée ici mais dans les potentiels « Air comprimé » et « Production de froid ».

(2) Les moteurs

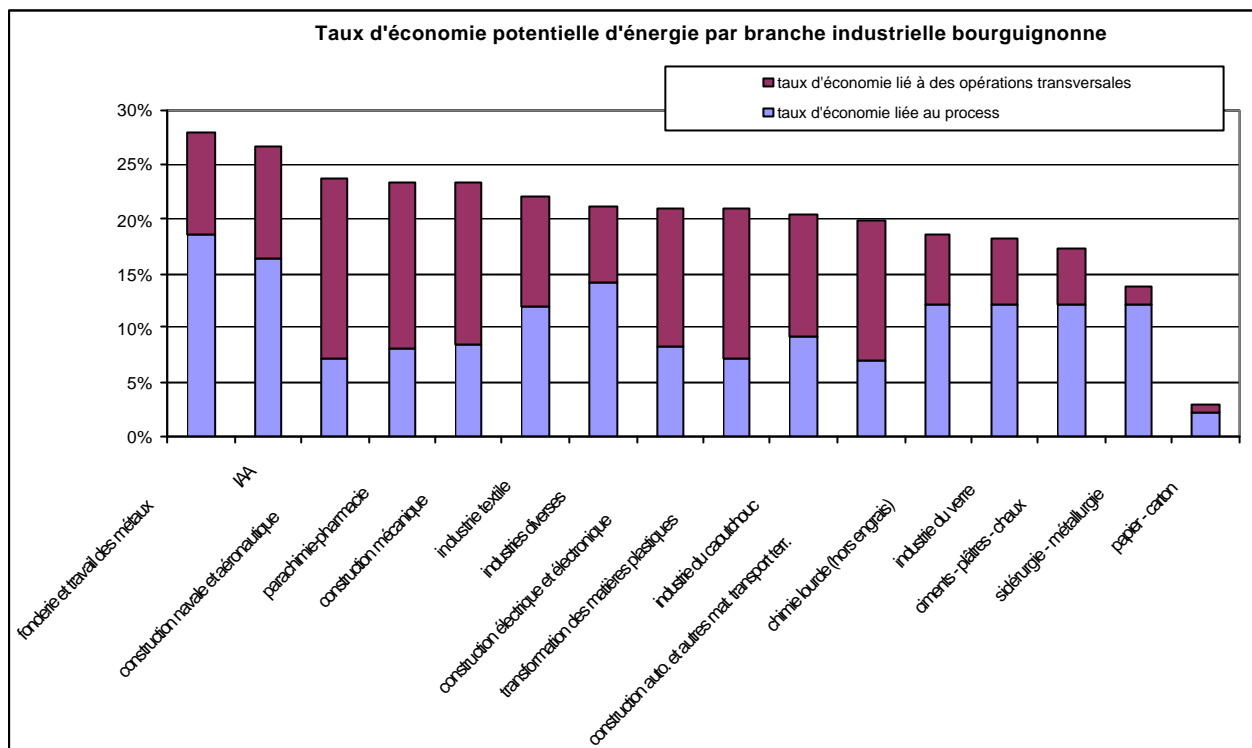
Le gisement d'économie d'énergie identifié sur les moteurs se limite aux gains liés à la variation de vitesse et à la gestion du parc des moteurs. **Ce n'est donc qu'un gisement partiel.** D'autres gisements spécifiques s'ajoutent comme ceux concernant la production de froid et d'air comprimé qui sont identifiés séparément. Une partie du gisement d'économie sur les moteurs est également comprise dans les potentiels liés au process des branches industrielles. Ces derniers concernent cependant plus largement des équipements thermiques, le process correspondant aux strictes activités de transformation du produit.

Les branches présentant les gisements d'économie les plus importants en valeur absolue (en milliers de tep économisés) sont **les industries agro-alimentaires, la sidérurgie – métallurgie, les industries diverses**⁶⁴. Ces trois branches regroupent presque la moitié du gisement total d'économies sur l'ensemble de l'industrie.



⁶⁴ La branche « Industries diverses » regroupe le travail mécanique du bois, l'industrie de l'ameublement, l'imprimerie – presse - édition, d'autres industries diverses.

Les branches présentant les plus forts potentiels d'économie d'énergie en valeur absolue ne sont cependant pas forcément celles qui présentent le plus fort taux d'économie à l'intérieur de la branche. En effet, elles se distinguent par un poids important dans la consommation d'énergie de l'industrie bourguignonne. Les branches qui présentent les plus forts taux d'économie sont la fonderie et le travail des métaux, ainsi que les industries agro-alimentaires.



Il est à noter que les industries agro-alimentaires présentent à la fois un taux d'économie élevé et un gisement d'économie important en valeur absolue.

On peut également observer que dans les industries légères le gisement récupérable par des opérations transversales est au moins équivalent voire même supérieur à celui récupérable sur le process.

Synthèse des potentiels d'économie d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre évitées dans l'industrie en Bourgogne

	gisement total théorique d'économie d'énergie		émissions totales de GES potentiellement évitables	
	en ktep	en % consommation de l'industrie	en ktéqCO2	en % émissions GES des combustions industrielles
process	89	11%	170	13%
IAA	16	2%	32	2%
sidérurgie - métallurgie	19	2%	36	3%
ciments - plâtres - chaux	8	1%	19	1%
industrie du verre	7	1%	18	1%
chimie lourde (hors engrais)	3	0%	9	1%
parachimie-pharmacie	3	0%	6	0%
fonderie et travail des métaux	8	1%	15	1%
construction mécanique	2	0%	4	0%
construction électrique et électronique	4	1%	7	1%
construction auto. et autres mat. transport terr.	1	0%	2	0%
construction navale et aéronautique	0	0%	0	0%
industrie textile	1	0%	2	0%
papier - carton	0	0%	0	0%
industrie du caoutchouc	4	1%	8	1%
transformation des matières plastiques	2	0%	2	0%
industries diverses	10	1%	11	1%
opérations transversales	59	8%	99	8%
production de fluides caloporteurs	13	2%	34	3%
distribution de fluides caloporteurs	3	0%	9	1%
chauffage des locaux	12	2%	32	2%
production de froid	2	0%	1	0%
air comprimé	6	1%	4	0%
éclairage	7	1%	8	1%
moteurs	15	2%	10	1%
total	148	19%	269	21%

Eléments méthodologiques

contenu en CO2 de l'électricité en France

source : ADEME (note du 29 mars 2005)

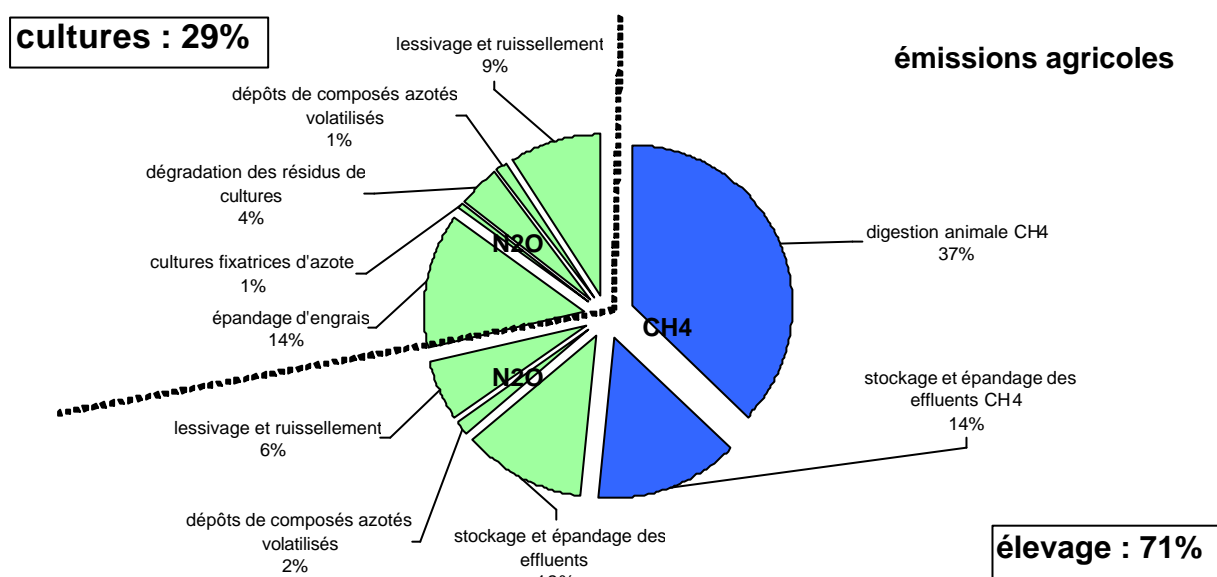
	CO2 g/kWh
chauffage résidentiel et tertiaire	180
éclairage résidentiel, tertiaire, public ou industriel	100
cuisson, lavage et produits bruns	60
usages tertiaires et industriels autres que l'éclairage	60
froid, eau chaude sanitaire, autres usages résidentiels	40
agriculture, transports, BTP et armées	40

QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS L'AGRICULTURE

ELEMENTS DE CADRAGE

L'agriculture, dans ses usages non énergétiques⁶⁵, est responsable de 29% des émissions régionales de gaz à effet de serre en Bourgogne. Elle est notamment à l'origine de plus de trois quarts des émissions régionales de méthane (CH₄) et de 85% des émissions régionales de protoxyde d'azote (N₂O).

71% des émissions agricoles proviennent de l'élevage, 29% des cultures.



La première source agricole d'émission est la digestion animale (37%). Les quantités produites varient en fonction des animaux, et de la nature et de la quantité des aliments qu'ils consomment. Chez les bovins, qui sont des ruminants, l'abondance de la population microbienne de l'appareil digestif et l'activité qui lui est nécessaire pour digérer les végétaux consommés produisent des quantités importantes de CH₄ : jusqu'à 107 kg par animal et par an. L'élevage bovin en Bourgogne produit 95% des émissions régionales de CH₄ d'origine digestive.

La seconde source agricole d'émission est la gestion des effluents d'élevage (26%). Les effluents d'élevage se composent principalement de matière organique. Lorsque cette matière se décompose en absence d'oxygène, certaines bactéries produisent du CH₄. Ce phénomène intervient notamment pour les effluents des animaux élevés en milieu clos qui sont stockés en tas ou dans des bassins. C'est le cas pour les troupeaux laitiers, les porcins, les volailles. La décomposition des matières organiques contenues dans les déjections animales en absence d'oxygène produit également de l'azote sous forme de N₂O.

Les épandages d'engrais minéraux sont la troisième source agricole d'émission de gaz à effet de serre (14%). Au niveau national, si l'on prend en compte également les émissions liées à la fabrication des engrais, ceux-ci sont responsables de plus de 20% des émissions agricoles.

⁶⁵ Ce pourcentage ne prend pas en compte les émissions agricoles liées aux combustions d'énergie (tracteurs...). En comptabilisant ces émissions, l'agriculture est à l'origine de 32% des émissions régionales de GES.

SYNTHESE DES GISEMENTS POTENTIELS DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS LE SECTEUR AGRICOLE

	Energie substituée		Emissions de GES potentiellement évitables		Points de vigilance
	En ktep	En % des consommations régionales d'énergie	En ktéqCO2	En % des émissions agricoles de GES ⁶⁶	
gestion des effluents d'élevage	148	3%	997	20%	La méthanisation des effluents permet de réduire les émissions de CH ₄ et de N ₂ O liées au stockage des effluents, mais également d'éviter les émissions de GES liées à l'utilisation d'une énergie fossile en lui substituant le biogaz.
épandage d'engrais minéraux	Non quantifié faute d'informations.				Diminuer l'usage des fertilisants minéraux réduit les émissions de gaz à effet de serre associées à leur fabrication ou à leur épandage. Cela permet également de limiter la pollution diffuse des sols et des eaux par les nitrates. La présence de nitrates dans les eaux souterraines pose problème notamment pour la production d'eau potable.
digestion animale			-		Pour réduire les émissions liées à la digestion animale, hormis la réduction de l'élevage de ruminants, il serait possible de modifier leur alimentation. Cela s'avérerait cependant peu efficace et coûteux et correspondrait à des systèmes agricoles plus intensifs.

⁶⁶ Emissions agricoles de GES = 4628 (hors combustion) + 499 (liées aux combustions) = 5 127 ktéqCO2

LA GESTION DES EFFLUENTS D'ELEVAGE

En jeu

La gestion des effluents d'élevage produit à la fois du méthane et du protoxyde d'azote ; elle représente la seconde source agricole d'émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne (26% des émissions agricoles). Le stockage et l'épandage des effluents d'élevage sont à l'origine de plus d'un quart des émissions régionales de CH₄. **Méthaniser ces effluents permettrait de produire du biogaz utilisable comme carburant, ou valorisable sous forme de chaleur ou d'électricité.** Cette filière est peu développée en France : moins d'une dizaine d'installations ; elle l'est davantage en Allemagne, où l'on en compte plusieurs centaines⁶⁷.

Gisement de réduction des émissions de gaz à effet de serre

La méthanisation des effluents permet de réduire de 80% les émissions de CH₄⁶⁸ liées au stockage des effluents.⁶⁹ En Bourgogne, les émissions de gaz à effet de serre liées au stockage des effluents d'élevage ont été estimées à 665 000 téqCO₂ sous forme de CH₄ (ces émissions ne comprennent pas celles consécutives à l'épandage des effluents). D'où un potentiel d'émissions évitables de 532 000 téqCO₂.

La méthanisation, en substituant le biogaz à une énergie fossile, permet également d'éviter les émissions de gaz à effet de serre liées à l'utilisation de cette énergie fossile. En faisant l'hypothèse que 70% du méthane produit par la gestion des effluents d'élevage peut se substituer à une énergie fossile⁷⁰, il est possible d'économiser : $665\,000 \times 70\% = 465\,000 \text{ téqCO}_2$. Sur la base d'une hypothèse de substitution du biogaz au fioul, cela permet de substituer 148 ktep⁷¹.

➤ **Au total, la méthanisation des effluents d'élevage présente un potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 997 000 téqCO₂, soit 6% des émissions régionales de gaz à effet de serre**⁷².

Approche pour définir un objectif

Pour des raisons économiques, la mise en place d'un méthaniseur ne peut s'envisager que pour des élevages de taille suffisante ou des regroupements de petits élevages. L'étude réalisée par l'association SAF-Agriculteurs de France en partenariat avec l'ADEME et la Caisse des Dépôts « Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française ? » (février 2006), considère comme élevages de taille suffisante, les élevages porcins de plus de 200 truies mères ou 600 porcs présents et les élevages bovins de plus de 150 têtes. En Bourgogne, cela concerne plus de 3300 élevages de bovins⁷³ (soit 30% des élevages de bovins), moins d'une vingtaine d'élevages porcins de plus de 200 truies mères et moins d'une cinquantaine d'élevages porcins de plus de 600 porcs à l'engraissement.⁷⁴ La méthanisation des effluents de ces élevages permettrait d'économiser de l'ordre de 181 000 téqCO₂. La substitution du biogaz récupéré à une énergie fossile permettrait l'économie de 159 000 téqCO₂. Sur la base d'une hypothèse de substitution du biogaz au fioul, cela permet de substituer 50 ktep⁷⁵.

⁶⁷ Source : « Biogaz agricole : des références pour concevoir nos modèles », SOLAGRO, 2000.

⁶⁸ D'après SOLAGRO, il est préférable d'appliquer le potentiel de réduction de 80% uniquement au CH₄ ; pour le N₂O le potentiel est très variable selon les conditions de méthanisation.

Remarque : le potentiel de réduction de 80% des émissions de CH₄ liées au stockage des effluents est variable suivant la situation de départ (effluents jamais couverts par exemple) et suivant les conditions de méthanisation (fosses de stockage du digestat couverte ou non par exemple)

⁶⁹ Source : « Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française ? » fév 2006, association SAF-Agriculteurs de France en partenariat avec ADEME et Caisse des Dépôts – voir p 94 et autre source : « 12 propositions pour lutter contre le changement climatique dans le secteur de l'agriculture », juillet 2003, SOLAGRO – voir p 31

⁷⁰ Source : « 12 propositions pour lutter contre le changement climatique dans le secteur de l'agriculture », juillet 2003, SOLAGRO – voir p 31 (70% de substitution effective)

⁷¹ Sur la base de 3150 kg CO₂ émis / tep de fioul consommée.

Si l'on prend l'hypothèse d'une substitution au gaz naturel (2394 kg CO₂/tep), on substitue 194 ktep de gaz naturel par du biogaz.

⁷² Validation faite par SOLAGRO (M Coudurier)

⁷³ Données 2005 – source Agreste – enquête structure 2005

⁷⁴ Données 2000 – source Agreste – recensement agricole 2000

⁷⁵ Sur la base de 3150 kg CO₂ émis / tep de fioul consommée.

Si l'on prend l'hypothèse d'une substitution au gaz naturel (2394 kg CO₂/tep), on substitue 66 ktep de gaz naturel par du biogaz.

➤ Au total, la méthanisation des effluents des élevages bovins de plus de 150 têtes et des élevages porcins de plus de 200 truies mères ou de plus de 600 porcs permettrait en Bourgogne d'économiser de l'ordre de 340 000 téqCO₂, ce qui représente plus du tiers du potentiel total estimé et 7% des émissions agricoles de gaz à effet de serre.

Il est à noter que cette valorisation par méthanisation peut s'envisager pour des effluents d'élevage mais aussi pour d'autres sous-produits agricoles et agroalimentaires.

L'EPANDAGE D'ENGRAIS MINERAUX

En jeu

Les épandages d'engrais minéraux sont la troisième source agricole d'émission de gaz à effet de serre (14% des émissions agricoles). Diminuer l'usage des fertilisants minéraux réduit les émissions de gaz à effet de serre associées à leur fabrication ou à leur épandage. Cela permet également de limiter la pollution diffuse des sols et des eaux par les nitrates. La présence de nitrates dans les eaux souterraines pose problème notamment pour la production d'eau potable.

Gisement de réduction des émissions de gaz à effet de serre

L'excédent d'azote utilisé en agriculture a été estimé à 1 million de tonnes en France. **Réduire cet excédent permettrait de diminuer les émissions annuelles de plus de 7 millions de tonnes équivalent-CO2.**

Approche pour définir un objectif

La maîtrise de la fertilisation azotée passe par la réalisation de bilans de fertilisation à l'échelle des exploitations et des parcelles, le fractionnement des apports d'azote, l'introduction de cultures intermédiaires pour piéger les nitrates.

LA DIGESTION ANIMALE

En jeu

La première source agricole d'émission est la digestion animale (37%).

Gisement de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de méthane liées à la fermentation entérique des animaux dépendent du nombre d'animaux mais également de l'alimentation du bétail et de l'évolution génétique du cheptel. Les émissions varient en fonction de la teneur en cellulose des aliments ; les micro-organismes présents dans l'appareil digestif des ruminants dégradent la cellulose et produisent du méthane. L'herbe contient plus de cellulose que les céréales comme le maïs : une vache élevée à l'herbe émet par conséquent plus de méthane que la même vache qui serait nourrie avec des produits à base de maïs. Pour ce qui concerne l'amélioration du cheptel, le travail des éleveurs a conduit à l'augmentation de la taille moyenne des animaux au cours des dernières décennies. Les besoins en nourriture augmentant avec la taille de l'animal, cette évolution se traduit par une augmentation dans les mêmes proportions des émissions de méthane.

Pour réduire les émissions liées à la digestion animale, hormis la réduction de l'élevage de ruminants, il serait ainsi possible de modifier leur alimentation. Cela s'avèrerait cependant peu efficace et coûteux et correspondrait à des systèmes agricoles plus intensifs.

QUANTIFICATION DE POTENTIELS DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE LIES AU DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

ELEMENTS DE CADRAGE

Les énergies renouvelables représentent en Bourgogne de l'ordre de 8% des besoins énergétiques régionaux⁷⁶. Elles sont constituées à plus de 95% par le bois, à 2% par l'électricité d'origine hydraulique, les autres énergies (solaire, valorisation énergétique des déchets, géothermie) contribuant de façon marginale.

METHODOLOGIE

Les énergies renouvelables présentées dans ce document sont définies suivant les recommandations de l'Observatoire de l'énergie, à savoir :

« Les sources d'énergies renouvelables retenues pour calculer la production électrique et thermique de la France (Métropole et DOM) couvrent :

- pour la production électrique : l'hydraulique (hors pompage), l'éolien, le solaire photovoltaïque, la géothermie à haute température (DOM uniquement), les déchets urbains, le bois-énergie, les résidus de récolte (DOM uniquement), le biogaz.

- pour la production thermique: le solaire thermique, la géothermie à moyenne et basse température, les pompes à chaleur, les déchets urbains, le bois-énergie, les résidus de récolte, le biogaz et les biocarburants. » Extrait du document « Les énergies renouvelables en France 1970 – 2005 » Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières, Observatoire de l'Économie de l'Énergie et des Matières Premières, Observatoire de l'Énergie – Juin 2006

Définitions (selon l'Observatoire de l'énergie)

Les énergies renouvelables définies ici sont présentées en deux grandes catégories selon que leur production d'énergie primaire est d'origine électrique ou d'origine thermique.

Les énergies renouvelables électriques

Hydroélectricité

Les centrales du type usine barrage, usine au fil de l'eau ou à dérivation, utilisent des techniques éprouvées consistant à convertir l'énergie potentielle et cinétique de l'eau en électricité. Les centrales de pompage sont désormais exclues de la production d'énergie renouvelable.

Éolien

L'énergie éolienne exploite l'énergie cinétique du vent, convertie au moyen d'aérogénérateurs en électricité.

Solaire photovoltaïque

La conversion directe du rayonnement solaire en production électrique est réalisée grâce à des capteurs photovoltaïques, qui transforment l'énergie des photons de la lumière en un courant électrique continu recueilli dans le matériau semi-conducteur exposé au rayonnement solaire. Ces installations solaires réservées principalement durant la décennie 1990 à l'alimentation électrique de

.....
⁷⁶ Méthodologie (identique à celle de l'OE pour la France pour la définition des objectifs loi POPE) : on ramène la production d'énergies renouvelables à la consommation totale d'énergie primaire. L'OE a défini ce que l'on devait comptabiliser dans les ENR, à savoir notamment l'ensemble de la production d'hydroélectricité, la production de biogaz capté valorisé, 50% de la valorisation des déchets urbains (50% des déchets sont comptabilisés comme renouvelable par convention) ; on ne prend pas en compte les DIS valorisés.

Consommation d'énergie primaire en Bourgogne en 2003 à climat réel : 4877 ktep

Production d'énergies renouvelables électrique et thermique en 2003 selon la définition OE : 398 ktep (386 ktep de bois consommé en Bourgogne, 6.9 ktep d'hydroélectricité, 50% de 4.4 ktep valorisés à partir UIOM, 0.64 ktep de biogaz valorisé 0.2 ktep de solaire, 0.000063 ktep de géothermie, 2.06 ktep de déchets IAA.)

sites isolés (relais téléphoniques, balises, refuges etc...) sont depuis les années 2000 fréquemment raccordées au réseau et bénéficient de l'obligation d'achat et des tarifs de rachat de l'électricité.

Les énergies renouvelables thermiques

Bois-énergie

Le bois et les sous-produits du bois utilisés en tant qu'énergie, regroupés sous l'appellation bois énergie, englobent une multitude de matières ligneuses issues de la sylviculture et de procédés industriels de transformation : copeaux, sciures générés par les industries du bois, liqueurs noires générées par les industries papetières. Le charbon de bois et la tourbe ne sont pas répertoriés.

Déchets urbains

Ils comprennent les déchets ménagers et assimilés (déchets du secteur tertiaire) qui sont incinérés dans des installations spécifiques dénommées "unités d'incinération des ordures ménagères" (UIOM). Seuls 50 % de ces déchets sont à ce jour considérés comme renouvelables. Ne sont pas pris en compte les déchets industriels tels que pneus, solvants, farines animales, le plus souvent utilisés comme combustible par les cimentiers.

Biocarburants

Il existe en France deux filières de production de biocarburants :

- la filière ester : les huiles végétales issues du colza ou du tournesol permettent d'obtenir par transformation chimique l'ester méthylique d'huile végétale (EMHV). Ce dernier, produit dans des raffineries est utilisé en mélange avec du gazole ou du fioul domestique conformément à la réglementation en vigueur.

- la filière éthanol : l'éthanol produit à partir de la betterave ou du blé dans des unités spécialisées de sucreries et de distilleries était jusqu'en 2004 entièrement transformé par adjonction d'isobutène (d'origine fossile non renouvelable) en ETBE (ethyl-tertio-butyl-ether), pour être incorporé comme additif à l'essence. Depuis 2005 l'éthanol pur peut aussi être directement incorporé aux essences. Seule la part « éthanol » renouvelable est comptabilisée.

Pompes à chaleur (PAC)

Les pompes à chaleur sont des appareils capables de capter l'énergie thermique disponible dans un environnement extérieur (chaleur du sol ou nappes d'eaux souterraines, air extérieur) pour la restituer sous forme de chaleur à l'intérieur d'un bâtiment. Elles permettent d'élever la température d'un fluide caloporteur par l'intermédiaire d'un compresseur. Les pompes à chaleur dites réversibles, apparues sur le marché depuis quelques années, permettent une double restitution, de chaleur en hiver et de froid en été.

Les chiffres pris en compte concernent les pompes à chaleur ayant une vocation principale de chauffage : PAC géothermiques (sol/sol, sol/eau, eau/eau) ou PAC air/eau ; ils correspondent à la chaleur restituée par les PAC, sans en soustraire la consommation électrique intermédiaire.

Biogaz

Il s'agit d'un gaz composé essentiellement de méthane et de gaz carbonique, produit par digestion anaérobie de la biomasse. Il regroupe les gaz de décharge, résultant de la digestion des déchets stockés dans les décharges (centres de stockage de déchets) et les gaz issus d'unités de méthanisation des boues des eaux usées (stations d'épuration urbaines), des boues et déchets des industries agroalimentaires (brasserie, amidonnerie, caves et coopératives vinicoles) ou de l'agriculture (déjections d'élevage) ou encore de déchets municipaux (deux unités en activité en 2005).

Brûlé en chaudière, le biogaz fournit de l'eau chaude ou de la vapeur qui sont auto-consommées ou vendues à des réseaux de proximité ; il peut être également converti en électricité ou utilisé en tant que carburant (autobus de la communauté urbaine de Lille par exemple).

Géothermie

La géothermie à basse et moyenne température (30°C à 100 °C) utilise les eaux chaudes contenues dans le sous-sol des grands bassins sédimentaires, que la France possède principalement en Aquitaine et dans la région parisienne. L'énergie thermique obtenue sous forme d'eau chaude, alimente des réseaux de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

La géothermie à haute température (> à 180°C), que l'on trouve dans les zones volcaniques des DOM (centrale géothermique de Bouillante en Guadeloupe) permet de produire de la vapeur, puis de l'électricité au moyen d'une turbine. L'électricité ainsi produite est considérée comme « primaire » selon les conventions AIE/Eurostat.

Résidus de récolte

Les résidus de récolte regroupent des déchets agricoles tels que la paille et autres résidus agricoles brûlés dans des chaudières et les résidus agro-alimentaires déclarés par les industriels, dont les

principaux sont les marcs de pommes ou de raisins, les pulpes et pépins de raisins, les noyaux de pruneaux et les marcs de café.

Solaire thermique

La conversion thermique de l'énergie du rayonnement solaire se fait par l'intermédiaire de capteurs solaires. Les capteurs plans vitrés constituent aujourd'hui la technologie la plus utilisée pour la fourniture d'eau chaude sanitaire et pour le chauffage des locaux dans les secteurs résidentiel et tertiaire. Les capteurs non vitrés sont principalement réservés au chauffage saisonnier des piscines.

SYNTHESE DES POTENTIELS DE REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE LIES AU DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

Sont présentés ci-dessous les potentiels de développement des énergies renouvelables qui viennent s'ajouter à l'utilisation actuelle de ces énergies. Les potentiels n'ont pas été étudiés de façon détaillée pour l'ensemble des énergies. Ont été privilégiées celles dont le potentiel était le plus important en valeur absolue.

Production de chaleur à partir d'énergies renouvelables

	Energie substituable		Emissions GES évitables		Points de vigilance
	En Ktep	En % des consommations régionales d'énergies	En kteqCO2	En % des émissions régionales de GES	
Bois	194	4%	485	3%	Sur la base d'une hypothèse de 45% d'utilisation de la ressource bois disponible (coût entrée chaufferie de 17 euros / MWh)
Biogaz * méthanisation des effluents d'élevage	148	3%	465	3%	
* valorisation biogaz des stations d'épuration	Le nombre de stations d'épuration fonctionnant par méthanisation diminue. Actuellement, 2 step - Dijon et Auxerre - valorisent le biogaz				
* valorisation du biogaz lié au stockage de déchets	Potentiel non étudié. Actuellement, valorisation du biogaz du CET de Chagny.				
Résidus de récolte (paille, pulpe et pépins de raisins...)	Paille : 86 Sous-produits de la viticulture : potentiel non étudié (actuellement 1 installation valorise la pulpe et les pépins de raisin)	2%	215	1%	La production de paille potentiellement disponible à des fins énergétiques n'est cependant pas homogène sur le territoire : elle est principalement présente dans les zones de grandes cultures. Il est à noter également que le bilan environnemental de l'utilisation de la paille à des fins énergétiques est encore mal connu.
Energie solaire	14	0.3%	34	0.2%	Ce gisement est défini en équipant seulement 10% du parc de résidences principales par des chauffe-eau solaires.
Pompes à chaleur	Potentiel non étudié. Pas de recensement du parc existant.				
Géothermie	Potentiel non étudié. 1 site actuellement (hôpital de Bourbon-Lancy).				
Biocarburants	Potentiel non étudié. Pas d'usine de production en Bourgogne actuellement.				
Déchets urbains renouvelables (valorisation énergétique de l'incinération)	Valorisation énergétique de l'incinération des déchets ménagers dans les trois unités se situant en Bourgogne (Dijon, Sens et Fourchambault) sous forme de chaleur et d'électricité.				
TOTAL CHALEUR RENOUVELABLE	442	9.5%	1198.5	7.5%	

Production d'électricité à partir d'énergies renouvelables

	Energie substituable		Emissions GES évitables		Points de vigilance
	En Ktep	En % des consommations régionales d'énergies	En kteqCO2	En % des émissions régionales de GES	
Eolien	172	4%	154	1%	Ce potentiel est basé sur l'ensemble des intentions de projets éoliens actuellement en cours sur le territoire bourguignon et correspondrait à l'implantation de 400 éoliennes. Ce potentiel mériterait d'être étudié plus finement, notamment au regard de la répartition territoriale des projets.
Biomasse * Bois Attention, ce potentiel n'est pas sommable avec celui concernant l'utilisation thermique de la biomasse car il correspond à l'utilisation de la même ressource.	36	1%	32	0.2%	La définition de ce potentiel théorique ne tient pas compte du fait que l'implantation de telles installations présente le risque de déstabiliser les autres filières existantes d'utilisation de la ressource forestière (notamment la filière de trituration).
Solaire (photovoltaïque)	8.5	0.2%	7	0.0%	Ce potentiel est défini en équipant seulement 10% du parc de résidences principales par des installations photovoltaïques.
Hydraulique	0.5	0.0%	0.4	0.0%	Ce potentiel est défini sur la base de la réhabilitation de 85 sites.
Biogaz * méthanisation des effluents d'élevage	Potentiel non étudié pour la valorisation sous forme d'électricité				
* valorisation du biogaz lié au stockage de déchets	Potentiel non étudié				
Déchets urbains renouvelables (valorisation énergétique de l'incinération)	Valorisation énergétique de l'incinération des déchets ménagers dans les trois unités se situant en Bourgogne (Dijon, Sens et Fourchambault) sous forme de chaleur et d'électricité.				
TOTAL ELECTRICITE RENOUVELABLE	217	5%	193	1%	
TOTAL ENR	623	14.2%	1359	8.7%	

POTENTIEL REGIONAL DE PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE

LE BOIS-ENERGIE

En jeu

La loi POPE du 13 juillet 2005 fixe comme objectif une hausse de 50% de la production thermique d'origine renouvelable d'ici 2010. Si l'on traduit cet objectif au niveau régional en utilisant une clé de répartition en fonction de la population régionale (c'est-à-dire des consommateurs potentiels), il s'agirait **d'augmenter la production régionale d'énergie thermique d'origine renouvelable de 132 ktep⁷⁷ d'ici 2010.**

En Bourgogne, la production d'énergie thermique d'origine renouvelable est presque exclusivement constituée de bois. La consommation de bois-énergie en Bourgogne a diminué de l'ordre de 30% en 10 ans (entre 1992 et 2001). La consommation « perdue » entre 1992 et 2001 s'élève à plus d'1 million de stères de bois. Sans même prendre en compte l'accroissement du volume de bois sur pied de la forêt bourguignonne, le potentiel est donc important puisqu'il équivaut à 50 chaufferies comme celle installée à Autun⁷⁸.

Potentiel théorique d'économie d'énergie

La récolte de bois en Bourgogne se chiffre à environ 3.2 millions de m3 par an, dont 45% de bois de chauffage et de carbonisation. Le taux de prélèvement par rapport à l'accroissement courant donné par l'inventaire forestier national s'élève à 59%⁷⁹. **Ce résultat montre clairement la possibilité d'utiliser davantage la ressource en bois-énergie sans outrepasser les capacités de production de la forêt**, même si cette utilisation maximale de la ressource suppose néanmoins de se faire dans des conditions compatibles avec les autres fonctions écologiques de la forêt.

Le principal gisement de bois énergie est celui correspondant aux rémanents de l'exploitation forestière. Dans certaines situations toutefois, la totalité de l'arbre sera utilisée à des fins énergétiques, notamment dans le cas de taillis ou de première éclaircie résineuse. L'exploitation et l'entretien actuels des forêts génèrent des rémanents (partie non commercialisée de la tige, branches et, dans certaines situations, totalité de l'arbre) qui, après broyage, constituent un combustible utilisable en chaudière : la plaquette forestière. Une étude réalisée en 2004 à la demande de l'ADEME a évalué en Bourgogne à **429 ktep le gisement brut issu des rémanents de l'exploitation forestière actuelle, ce qui équivaut à 130 chaufferies comme celle installée à Autun⁸⁰**. Pour mémoire, la consommation de bois énergie en Bourgogne est actuellement de l'ordre de 390 ktep par an. L'exploitation du gisement des rémanents permettrait de doubler la consommation actuelle de bois énergie.

Ce gisement se décompose en fonction de son coût de mobilisation et de préparation de la ressource en plaquettes forestières, de la façon suivante :

	Gisement brut (en ktep)	Gisement en ktep mobilisable à :				
		14€/MWh entrée chaufferies (soit 38€/t)	17€/MWh entrée chaufferies (soit 47€/t)	20€/MWh entrée chaufferies (soit 55€/t)	23€/MWh entrée chaufferies (soit 64€/t)	26€/MWh entrée chaufferies
Côte-d'Or	130.6	38.6	59.5	72.6	87.4	104.5
Nièvre	104	31.8	46.8	60.0	70.6	83.2
Saône-et-Loire	107.3	35.3	48.5	61.4	71.4	85.8
Yonne	87.0	28.8	39.2	47.6	56.1	69.6
BOURGOGNE	428.9	134.5	194	241.6	285.5	343.1

⁷⁷ En France, l'objectif est de passer de 11 à 16 Mtep (+5Mtep) → 5Mtep/61 Mhab = +0.082 tep/hab
0.082*1 610 000 Bourguignons = 132 000 tep

⁷⁸ Consommation annuelle de bois chaufferie Autun : 38 400 MWh / consommation « perdue » entre 1992 et 2001 : 1 100 000 stères (selon OE 1 tonne = 1.7 stères = 2990 kWh = 0.257 tep) soit 1 934 700 MWh

⁷⁹ Source : « Orientations régionales forestières Bourgogne » 1999

⁸⁰ Gisement rémanent = 429 000 tep soit 4 991 000 MWh / consommation annuelle de bois chaufferie Autun = 38 400 MWh

Actuellement, le prix du bois sous forme de plaquettes forestières est en moyenne de l'ordre de 15€ HT / MWh en 2005⁸¹. On peut cependant estimer que l'augmentation du prix des énergies fossiles va rendre rentable la récolte de bois nécessitant des interventions plus complexes et donc avec un coût de mobilisation plus élevé. Par ailleurs, le prix du bois sur pied a tendance à augmenter. A dire d'expert, il semble raisonnable de considérer comme mobilisables les rémanents à partir de 17 euros / MWh (entrée chaufferie). **Le gisement techniquement et économiquement mobilisable à court terme s'élève ainsi à 194 ktep (soit 45% de la ressource disponible).**

Approche pour définir un objectif

Pour utiliser le gisement en bois-énergie défini ci-dessus, plusieurs axes de développement sont possibles :

➤ Redévelopper la consommation du bois de chauffage dans l'habitat individuel :

On constate une augmentation des ventes d'appareils de chauffage au bois dans l'habitat individuel (+10% au niveau national entre 2001 et 2003). On ne connaît toutefois pas, à l'intérieur de ces ventes, la part de renouvellement d'appareils et celle de nouvelles installations. De plus, les appareils de chauffage au bois étant de plus en plus performants et les logements de mieux en mieux isolés, il est probable que ce regain d'intérêt pour des appareils de chauffage au bois n'ait que peu d'impact sur la consommation totale de bois par les ménages. Une étude prospective réalisée par l'ADEME⁸² au niveau national ne montre en effet pas d'augmentation de cette consommation à l'horizon 2010. En revanche, les ventes d'appareils de chauffage au bois qui concernent de nouvelles installations induisent une réduction des émissions de gaz à effet de serre (par substitution du bois à l'utilisation d'une énergie fossile ou de l'électricité), dont on ne sait pas à ce jour estimer l'ampleur.

➤ Développer l'utilisation du bois-énergie dans des chaufferies automatisées industrielles, urbaines ou collectives

Cette forme d'utilisation du bois – énergie a tendance à se développer. En 2003, on a recensé en Bourgogne 165 chaufferies automatisées alimentées par des déchets de l'industrie du bois ou par des sous-produits de l'activité forestière. Les plus nombreuses se trouvent dans l'industrie du bois (101 installations). Les autres se répartissent entre des établissements scolaires ou des équipements communaux, différents établissements industriels et l'habitat collectif. Depuis 1995, près de cinquante chaufferies bois ont été installées.

- **Développer l'utilisation du bois-énergie dans l'industrie (hors industrie du bois) et l'agriculture**

Les chaufferies au bois sont déjà bien développées dans l'industrie du bois. Le potentiel se situe dans ce secteur principalement dans l'augmentation de la puissance des installations lors de leur renouvellement.

Peu de chaufferies au bois ont été mises en place jusqu'à présent dans des sites industriels hors industrie du bois et dans l'agriculture. Il est possible d'envisager un développement dans ces secteurs, notamment dans certaines branches industrielles, proches de l'agriculture ou des métiers de la forêt. Les industries agro-alimentaires représentent une part importante - de l'ordre de 13% - des consommations d'énergies de l'industrie bourguignonne et constituent des cibles privilégiées. Il en est de même pour certaines activités agricoles très énergivores, comme les cultures sous serres. En Bourgogne⁸³, on recense 37 ha de serres horticoles chauffées et 27,7 ha de serres maraîchères chauffées⁸⁴, ce qui représente un potentiel de l'ordre de 9 ktep/an de bois⁸⁴.

- **Développer l'utilisation du bois-énergie dans les réseaux de chauffage urbain.**

.....
⁸¹ Source : ADEME Bourgogne (M Azière) – remarque : sur de petites installations qui utilisent des plaquettes très calibrées, le prix peut atteindre 20 euros ; sur de grosses installations, il est moindre. – par comparaison, l'observatoire de l'énergie indique un prix de l'ordre de 13€ HT / MWh (données 2003).

⁸² Source : ADEME Bourgogne (M Azière)

⁸³ Source : DRAF Bourgogne – Recensement de l'horticulture 2001 et enquête légumes 2005

⁸⁴ Source : ADEME Bourgogne : de l'ordre de 300 tep de biomasse par ha pour une serre maraîchère, de l'ordre de 10 à 20 tep de biomasse par ha pour une serre horticole ➔ 8.3 ktep pour les serres maraîchères et 0.6 ktep pour les serres horticoles ➔ potentiel total de l'ordre de 9 ktep.

Certains réseaux de chaleur présentent des caractéristiques favorables au passage à l'utilisation du bois. La consommation potentielle de ces réseaux peut être estimée à 7 ktep/an.

- Développer l'utilisation du bois-énergie dans les chaufferies collectives

Le potentiel le plus important de développement du bois-énergie semble se situer dans des chaufferies collectives qui alimentent de l'habitat collectif ou des bâtiments tertiaires (notamment des bâtiments publics). A dire d'expert, presque tout le territoire de la Bourgogne présente une situation favorable (notamment en terme de proximité de la ressource) à l'utilisation du bois-énergie dans des chaufferies collectives ; seul le nord de l'Yonne présente un contexte moins favorable.

En synthèse.

Pour atteindre l'objectif de la loi POPE comme décliné regionalement ci-dessus au prorata de la population et si l'on considère que l'objectif ne serait atteint en Bourgogne qu'uniquement avec le bois-énergie*, il serait nécessaire d'utiliser 132 ktep de bois-énergie de plus par an. Compte tenu du potentiel estimé d'utilisation de bois dans les réseaux de chauffage urbain (7 ktep/an), il faudrait consommer de l'ordre de 125 ktep supplémentaires par an dans des chaufferies collectives ou industrielles. En prenant pour hypothèse qu'une chaufferie nouvelle sur 6 pourrait être mise en place dans l'industrie (hors industrie du bois) ou l'agriculture⁸⁵, cela équivaut à l'installation de :

- **65 chaufferies dans l'industrie ou l'agriculture**⁸⁶, pour une consommation annuelle de l'ordre de 65 ktep.
- **355 chaufferies collectives pour de l'habitat collectif ou des bâtiments tertiaires** (notamment publics), pour une consommation annuelle de l'ordre de 60 ktep.

Certaines de ces installations pourraient utiliser d'autres combustibles issus de la biomasse cellulosique, comme la paille (voir paragraphe ci-dessous). A dire d'expert, une hypothèse de 5 projets de chaufferie-paille d'une puissance moyenne de 3 MW semble probable, ce qui représenterait une consommation de 5 ktep/an.

** Il est à noter que d'autres énergies renouvelables thermiques peuvent contribuer à l'atteinte de cet objectif (voir le tableau récapitulatif des potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre liés au développement des énergies renouvelables)*

Si l'on considère l'objectif de division par 4 des émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation de bois de chauffage dans l'habitat apportera également une contribution qui s'ajoute à celle autres secteurs consommateurs.

.....
⁸⁵ Actuellement, parmi les chaufferies mises en place dans le cadre du plan bois-énergie, 1 sur 3 est dans le secteur industriel (principalement l'industrie du bois). Le rythme d'installation dans l'industrie du bois diminue cependant, étant donné le développement déjà important des chaufferies bois dans ce secteur.

⁸⁶ Sur la base d'une consommation annuelle moyenne observée sur les installations existantes de :
990 tep/an pour les installations industrielles (hors industrie du bois et avec le seul combustible bois),
170 tep/an pour les installations collectives.

→ 5 chaufferies paille (5ktep) + 60 chaufferies bois (60*1000tep/an) = 65 ktep

→ 355 chaufferies collectives * 170 = 60 ktep

Total : 65+60 = 125 ktep

LES RESIDUS DE RECOLTE

En jeu

Le bois constitue l'énergie qui présente le plus grand gisement et potentiel d'utilisation pour atteindre l'objectif fixé par la loi POPE en terme de chaleur renouvelable. Toutefois, cela n'exclut pas l'utilisation d'autres combustibles issus de la biomasse cellulosique, notamment la paille.

Potentiel théorique

Une étude du potentiel d'utilisation à des fins énergétiques de la paille produite en Bourgogne a été réalisée par la Chambre d'agriculture de Côte-d'Or. Les résultats montrent que de l'ordre de 250 000 tonnes de paille pourraient être utilisées en Bourgogne à des fins énergétiques sans perturber les utilisations existantes, notamment les besoins agronomiques. Cette production potentiellement disponible représenterait de l'ordre de 86 ktep/an⁸⁷. A titre de comparaison, la première chaufferie paille de la région, installée à Echalot (21), consomme de l'ordre de 5000 tonnes de paille par an soit 1.7 ktep/an. Le potentiel équivaldrait ainsi à 50 chaufferies comme celle-ci.

Cette production de paille potentiellement disponible à des fins énergétiques n'est cependant pas homogène sur le territoire : elle est principalement présente dans les zones de grandes cultures. Il est à noter également que le bilan environnemental de l'utilisation de la paille à des fins énergétiques est encore mal connu.

Approche pour définir un objectif

D'après l'ADEME, quelques projets de chaufferies paille pourraient voir le jour. A dire d'expert, une hypothèse de 5 projets d'une puissance moyenne de 3 MW semble probable, ce qui représenterait une consommation de 5 ktep/an.

Il est à noter que d'autres résidus de récolte, notamment les sous-produits de la viticulture peuvent également faire l'objet d'une valorisation énergétique.

.....
⁸⁷ Source : ADEME Bourgogne (M Azière) : 4 MWh / tonne en moyenne

LE BIOGAZ

N'ont pas été étudiés les potentiels de valorisation du biogaz issu du stockage de déchets ou des stations d'épuration.

En jeu

Méthaniser les effluents d'élevage permet de produire du biogaz utilisable comme carburant, ou valorisable sous forme de chaleur ou d'électricité.

Potentiel théorique

En Bourgogne, les émissions de gaz à effet de serre liées au stockage des effluents d'élevage ont été estimées à 665 000 t_{éq}CO₂ sous forme de CH₄ (ces émissions ne comprennent pas celles consécutives à l'épandage des effluents). La méthanisation, en substituant le biogaz à une énergie fossile, permet d'éviter les émissions de gaz à effet de serre liées à l'utilisation de cette énergie fossile. En faisant l'hypothèse que 70% du méthane produit par la gestion des effluents d'élevage peut se substituer à une énergie fossile⁸⁸, il est possible d'économiser : $665\,000 \times 70\% = 465\,000$ t_{éq}CO₂/an. Sur la base d'une hypothèse de substitution du biogaz au fioul, cela permet de substituer 148 ktep/an⁸⁹.

→ Pour une approche complète de la gestion des effluents d'élevage, voir la partie concernant l'agriculture.

Approche pour définir un objectif

Pour des raisons économiques, la mise en place d'un méthaniseur ne peut s'envisager que pour des élevages de taille suffisante ou des regroupements de petits élevages. L'étude réalisée par l'association SAF-Agriculteurs de France en partenariat avec l'ADEME et la Caisse des Dépôts « Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française ? » (février 2006), considère comme élevages de taille suffisante, les élevages porcins de plus de 200 truies mères ou 600 porcs présents et les élevages bovins de plus de 150 têtes. En Bourgogne, cela concerne plus de 3300 élevages de bovins⁹⁰ (soit 30% des élevages de bovins), moins d'une vingtaine d'élevages porcins de plus de 200 truies mères et moins d'une cinquantaine d'élevages porcins de plus de 600 porcs à l'engraissement.⁹¹ La substitution du biogaz récupéré à une énergie fossile permettrait l'économie de 159 000 t_{éq}CO₂ par an. Sur la base d'une hypothèse de substitution du biogaz au fioul, cela permet de substituer 50 ktep/an⁹².

Il est à noter que cette valorisation par méthanisation peut s'envisager pour des effluents d'élevage mais aussi pour d'autres sous-produits agricoles et agroalimentaires.

.....
⁸⁸ source : « 12 propositions pour lutter contre le changement climatique dans le secteur de l'agriculture », juillet 2003, SOLAGRO – voir p 31 (70% de substitution effective)

⁸⁹ Sur la base de 3150 kg CO₂ émis / tep de fioul consommée.

Si l'on prend l'hypothèse d'une substitution au gaz naturel (2394 kg CO₂/tep), on substitue 194 ktep de gaz naturel par du biogaz.

⁹⁰ Données 2005 – source Agreste – enquête structure 2005

⁹¹ Données 2000 – source Agreste – recensement agricole 2000

⁹² Sur la base de 3150 kg CO₂ émis / tep de fioul consommée.

Si l'on prend l'hypothèse d'une substitution au gaz naturel (2394 kg CO₂/tep), on substitue 66 ktep de gaz naturel par du biogaz.

L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

En jeu

Dans l'habitat, la consommation d'énergie pour le chauffage représente plus de 70% des consommations d'énergies, celle de production d'eau chaude sanitaire plus de 10%. L'énergie solaire peut couvrir de 25 à 60% des besoins annuels de chauffage selon la région et la taille de l'installation et de l'ordre de 50% des besoins de production d'eau chaude.

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Pour ce qui concerne la production solaire d'eau chaude seule

Si l'on fait l'hypothèse d'équiper 10% des logements bourguignons en chauffe-eau solaires thermiques (4m² pour une maison et 2m² par appartement), avec une production moyenne de 400 kWh / an / m² (pour une surface installée de 1m² orientée au sud et inclinée à 35°), le potentiel de production par énergie solaire serait de :

- pour les maisons individuelles : $444\,721 * 10\% * 400 \text{ kWh/m}^2/\text{an} * 4\text{m}^2 = 71 \text{ GWh / an}$

- pour les appartements : $206\,002 * 10\% * 400 \text{ kWh/m}^2/\text{an} * 2\text{m}^2 = 16 \text{ GWh / an}$

D'où un total de 87 GWh / an, soit 7.5 ktep (l'équivalent de la consommation électrique de la ville d'Autun de 17 000 habitants).⁹³

Pour ce qui concerne la production solaire combinée de chauffage et d'eau chaude

Les systèmes solaires combinés peuvent être installés sans contrainte particulière dans le cas de la construction d'un bâtiment. Les systèmes de type plancher solaire direct – les plus courants en France à ce jour – sont réalisables dans le cas de bâtiments existants déjà équipés d'un plancher chauffant. Dans le cas de bâtiments existants sans dalle chauffante, d'autres systèmes sont envisageables tels que les systèmes à hydro-accumulation.

Si l'on fait l'hypothèse d'équiper 3% des maisons individuelles bourguignonnes en systèmes solaires combinés⁹⁴, avec une surface moyenne⁹⁵ de capteurs de 15 m² et une production moyenne de 400 kWh / an / m² (pour une surface installée de 1m² orientée au sud et inclinée à 35°), le potentiel de production par énergie solaire serait de :

$444\,721 * 3\% * 400 \text{ kWh/m}^2/\text{an} * 15\text{m}^2 = 80 \text{ GWh / an}$ soit environ 7 ktep/an

D'où un potentiel total d'utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat de 167 GWh/an soit **14 ktep/an**

Approche pour définir un objectif

Le plan FACE SUD vise l'installation de 200 000 chauffe-eau solaire / an en 2010. Si l'on répartit cet objectif au prorata du nombre de résidences principales dans les régions, cela représente pour la Bourgogne de l'ordre de **6 000 chauffe-eau à installer par an**. A titre de comparaison, 456 chauffe-eau ont été aidés en Bourgogne en 2005.

Si l'on observe l'ensemble des installations solaires thermiques aidées depuis 2000, 97% d'entre elles portent sur de l'habitat individuel⁹⁶. Les 3% restants concernent de l'habitat collectif, des bâtiments tertiaires, des piscines et des bâtiments agricoles. On peut faire l'hypothèse que le développement du solaire thermique en Bourgogne va dans les années à venir continuer à se faire principalement dans l'habitat individuel. Ainsi, en appliquant l'objectif régional à la répartition actuelle des logements entre appartements et maisons individuelles⁹⁷, cela représente l'équipement en chauffe-eau solaires de 4100 maisons individuelles et 1900 appartements, soit un gisement potentiel de :

$4100 * 400 \text{ kWh/m}^2/\text{an} * 4\text{m}^2 = 6.6 \text{ GWh/an}$

$1900 * 400 \text{ kWh/m}^2/\text{an} * 2\text{m}^2 = 1.5 \text{ GWh/an}$

D'où une économie total de 8.1 GWh/an soit **0.7 ktep/an**

⁹³ Source : « Etude des potentiels de MDE et PDE sur les territoires des autorités concédantes de la distribution publique d'électricité de Bourgogne », Explicit et Sert, déc 2003

⁹⁴ Cela correspond à l'hypothèse qu'un tiers des maisons individuelles construites depuis 10 ans seraient équipées d'une dalle chauffante (de l'ordre de 1500 maisons / an * 10 ans = 15000 maisons soit 3% du parc)

⁹⁵ Source : CIELE La surface moyenne est de 15 m² pour une maison disposant d'un plancher chauffant basse température de 100 m²

⁹⁶ Source : Base de données Ademe Bourgogne (mise à jour au 15/06/06) : 1306 installations solaires thermiques aidées depuis 2000 dont 226 COMBI et 1039 CESI

⁹⁷ Source RGP99 – INSEE – répartition des résidences principales en Bourgogne : 68% de maisons individuelles et 32% de logements collectifs

Il est à noter que certaines activités tertiaires et industrielles présentent également un potentiel d'équipement en installations solaires. On peut citer bien entendu les piscines mais aussi les industries agro-alimentaires, dont la consommation d'eau chaude est importante, ou encore les grandes surfaces de ventes notamment alimentaires qui présentent à la fois une consommation d'eau chaude et une superficie de toiture importantes. Pour donner un ordre de grandeur, les surfaces de vente de plus de 300 m² représentent en Bourgogne une surface totale accessible au public⁹⁸ de l'ordre de 2,2 millions de m².

.....
⁹⁸ Source : inventaires commerciaux départementaux (préfectures), il s'agit de la surface accessible au public et non pas de la superficie des bâtiments.

POTENTIEL REGIONAL DE PRODUCTION D'ELECTRICITE A PARTIR D'ENERGIES RENOUVELABLES

L'ENERGIE EOLIENNE

En jeu

La loi POPE fixe à 21% la part de l'électricité d'origine renouvelable. L'hydroélectricité représente aujourd'hui 1% de la production d'électricité régionale. Le développement de la petite hydraulique (par réhabilitation de sites) et celui de l'énergie solaire photovoltaïque (en atteignant l'objectif du plan Face Sud soit 1500 toits en Bourgogne) amènera une contribution supplémentaire négligeable par rapport à l'objectif (moins de 1% supplémentaire). L'éolien présente pour sa part des puissances installées potentielles importantes.

Potentiel théorique

On compte de l'ordre 1000 MW d'intention de projets en Bourgogne⁹⁹, ce qui équivaut à 400 éoliennes de 2.5 MW, pour une production annuelle de 2 000 GWh soit 172 ktep.

Approche pour définir un objectif

En 2004, la Bourgogne a consommé 11 267 GWh d'électricité¹⁰⁰. Si l'on vise l'objectif de la loi POPE, il serait nécessaire de produire de l'ordre de 2 370 GWh d'électricité d'origine renouvelable. Actuellement, on en produit de l'ordre de 111 GWh à partir de l'énergie hydraulique. Sur la base d'une éolienne de 2.5 MW fonctionnant 2000h/an, l'implantation de 450 éoliennes permettraient d'atteindre l'objectif de 21%.

$450 \times 2.5 \times 2000 = 2\,250 \text{ GWh}$ par an, soit 20% de la consommation régionale d'électricité.

⁹⁹ Source : service environnement, Conseil régional de Bourgogne (Commission 8 du Conseil régional du 25/09/06)

¹⁰⁰ Source : RTE

L'ENERGIE HYDRAULIQUE

En jeu

En 2003, 37 centrales hydrauliques¹⁰¹ ont alimenté le réseau électrique bourguignon. Les 6 plus grosses centrales sont celles d'EDF ; les autres centrales reliées au réseau EDF, de plus faible puissance, appartiennent à des producteurs autonomes. La production se répartit à peu près à parts égales entre les centrales EDF et celles des producteurs autonomes.

Plusieurs dizaines d'autres installations, de très faibles puissances, ne sont pas reliées au réseau : l'électricité produite est autoconsommée par le producteur (moulins, scieries...) ; leur nombre est difficile à évaluer.

En Bourgogne, les sites les plus intéressants pour la production hydraulique d'électricité sont déjà équipés. La majorité des cours d'eau encore équipables sont classés en « rivières réservées » : toute nouvelle installation de centrale hydroélectrique y est impossible et l'augmentation de la puissance des installations existantes réglementée. Il existe en revanche des sites dont l'exploitation a été abandonnée. Leur nombre exact n'est pas connu. La rentabilité de leur réhabilitation dépend notamment de la détention ou non d'un droit d'eau et de l'importance des travaux de réhabilitation et de mise aux normes.

Potentiel théorique

L'étude réalisée par EXPLICIT et SERT en 2002 a recensé 375 sites dont 217 moulins. L'état de fonctionnement de ces sites est méconnu dans la plupart des cas mais on peut supposer que la majeure partie d'entre eux sont abandonnés. La puissance installée n'est dans la plupart des cas que de quelques dizaines de kW (entre 20 et 60 kW pour les moulins). L'étude estime que 30% des sites ne fonctionnant pas actuellement pourraient être réhabilités¹⁰², soit environ 85 sites.

En supposant que l'on réhabilite ces sites avec des turbines de 40 kW en moyenne, le potentiel de production d'électricité hydraulique est ainsi de $85 * 40 * 1700^{103} = 5.78 \text{ GWh}$ soit 0.5 ktep

Approche pour définir un objectif

Le SIEEN a réalisé une étude des sites potentiellement réhabilitables sur le parc du Morvan dans sa partie nivernaise. Ce territoire constitue une des zones de Bourgogne où le potentiel hydraulique est le plus important. Seulement une dizaine de sites ont été identifiés comme économiquement réhabilitables.

.....
¹⁰¹ 31 producteurs autonomes + 6 centrales EDF (chiffres 2003 – source EDF)

¹⁰² Cette estimation est cohérente avec celle retenue dans l'inventaire national et citée dans cette étude (p22). Au niveau national, 30 000 moulins réhabilitables sur 100 000 recensés. L'étude Explicit-Sert estime que 75% des sites recensés ne fonctionnent pas et que 30% de ces sites ne fonctionnant pas sont réhabilitables d'où $375 * 0.75 * 0.30 = 85$ sites

¹⁰³ Le gisement national mentionne pour la très petite hydraulique (de 10 à 100 kW) une production potentielle de 1 TWh pour 600 MW installés soit une charge moyenne de 1666 heures par MW/an. (cf « rapport sur les perspectives de développement de la production hydroélectrique en France – rapport présenté par le haut fonctionnaire de développement durable – mars 2006 » p23)

L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

En jeu

Les consommations d'électricité spécifique dans l'habitat bourguignon (pour l'éclairage, l'électroménager...) représente plus de 13% des consommations totales d'énergies de l'habitat. Ces consommations d'électricité pour des usages spécifiques (éclairage, électroménager...) ont augmenté au niveau national de 85% par m² entre 1973 et 2000, en raison de la croissance depuis 20 ans de l'équipement des ménages en appareils électroménagers, hi-fi, vidéo, bureautique. Une installation solaire photovoltaïque de 1,6 kWc (soit 16 m² de modules) permet d'alimenter des besoins standards : éclairage par lampes fluocompactes, petit électroménager, téléviseur, chaîne-hifi et ordinateur, lave-linge à double entrée eau chaude - eau froide, réfrigérateur économe¹⁰⁵.

Potentiel théorique d'économie d'énergie

Si l'on fait l'hypothèse d'équiper 10% des logements bourguignons de modules solaires photovoltaïques (20m² pour une maison (soit 2 kWc¹⁰⁶) et 5 m² par appartement (soit 0.5 kWc), avec une production moyenne de 1000 kWh / an / kWc¹⁰⁷ (pour une surface orientée au sud et inclinée à 35°), le potentiel de production par énergie solaire photovoltaïque en Bourgogne serait :

- pour les maisons individuelles : $444\,721 * 10\% * 1000 \text{ kWh/m}^2\text{/an} / \text{kWc} * 2 = 89 \text{ GWh / an}$

- pour les appartements : $206\,002 * 10\% * 1000 \text{ kWh / an / kWc} * 0.5 = 10 \text{ GWh / an}$

D'où un total de **99 GWh / an, soit 8.5 ktep/an**

Approche pour définir un objectif

Le plan FACE SUD vise l'installation de 50 000 toits solaires / an en 2010. Si l'on répartit cet objectif au prorata du nombre de résidences principales dans les régions, cela représente pour la Bourgogne de l'ordre de **1500 installations à réaliser par an**. A titre de comparaison, 22 installations photovoltaïques ont été aidées en Bourgogne en 2005.

En appliquant cet objectif à la répartition actuelle des logements entre appartements et maisons individuelles, cela représente 480 installations photovoltaïques concernant des appartements et 1020 installations concernant des maisons individuelles, soit un gisement potentiel de :

$480 * 1000 \text{ kWh / an / kWc} * 0.5 = 0.2 \text{ GWh}$

$1020 * 1000 \text{ kWh / an / kWc} * 2 = 2 \text{ GWh}$

D'où une économie potentielle de 2.2 GWh/an soit **0.2 ktep/an**.

Il est à noter que certaines activités tertiaires et industrielles présentent également un potentiel d'équipement en installations solaires photovoltaïques. On peut citer entre autres les grandes surfaces de ventes qui présentent à la fois une consommation électrique et une superficie de toiture importantes. Pour donner un ordre de grandeur, les surfaces de vente de plus de 300 m² représentent en Bourgogne une surface totale accessible au public¹⁰⁸ de l'ordre de 2,2 millions de m².

¹⁰⁴ Source : « Les chiffres clés du bâtiment – édition 2002 » édition Données et références ADEME, p43, données CEREN, CD au CIDE

¹⁰⁵ Source : www.ademe.fr

¹⁰⁶ Définition : Le Watt crête caractérise la puissance d'un panneau photovoltaïque. En moyenne, un Watt crête correspond à la puissance d'une cellule monocristalline d'une surface d'un décimètre carré et de dimensions 100 mm x 100 mm. La puissance crête représente la puissance délivrée par le panneau au point de puissance maximum (dans le diagramme Intensité/Tension) et pour une irradiation solaire de 1.000 W/m² (avec un spectre standard) avec une cellule à 25°C.

→ 1 m² = 100 Wc

¹⁰⁷ 1000 kWh/an/kWc d'après ADEME Bourgogne

¹⁰⁸ Source : inventaires commerciaux départementaux (Préfectures), il s'agit de la surface accessible au public et non pas de la superficie des bâtiments.

ELECTRICITE SECONDAIRE PRODUITE A PARTIR DE LA BIOMASSE

En jeu

La loi POPE fixe à 21% la part de l'électricité d'origine renouvelable. L'hydroélectricité représente aujourd'hui 1% de la production d'électricité régionale. Le développement de la petite hydraulique (par réhabilitation de sites) et celui de l'énergie solaire photovoltaïque (en atteignant l'objectif du plan Face Sud soit 1500 toits en Bourgogne) amènera une contribution supplémentaire négligeable par rapport à l'objectif (moins de 1% supplémentaire). Les installations produisant de l'électricité à partir de la biomasse présentent des capacités de production élevées.

Potentiel théorique

Une étude réalisée en 2004 à la demande de l'ADEME a évalué en Bourgogne à **429 ktep le gisement brut issu des rémanents de l'exploitation forestière actuelle**, Le gisement techniquement et économiquement mobilisable à court terme peut être estimé à **194 ktep** (soit 45% de la ressource disponible).

Une installation de 5 MWé consomme de l'ordre de 65 000 tonnes de bois par an, soit 16.7 ktep/an. Le gisement mobilisable permettrait ainsi d'alimenter 12 installations de ce type qui produiraient¹⁰⁹ : $12 \times 35 = 420$ GWh par an, soit 36 ktep/an, ce qui représente 4% de la consommation régionale d'électricité.

Ces installations présentent toutefois le risque de déstabiliser les autres filières existantes d'utilisation de la ressource forestière (notamment la filière de trituration), une installation de ce type nécessitant la mobilisation d'un tonnage élevé sur un site unique. Ce type d'installations est également susceptible de générer des transports de bois sur de longues distances, ce qui réduit d'autant sa rentabilité énergétique globale.

¹⁰⁹ Des appels à projet ont été lancés au niveau national en 2006 : les premiers ont porté sur des installations d'une puissance de 12 MWé ; le prochain portera sur des installations de 5 MWé, pour une production théorique de 35 GWh/an.

SYNTHESE

En identifiant où se situent les principaux potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne, ce dossier a pour objectif d'aider à la définition d'objectifs régionaux de réduction des émissions régionales de gaz à effet de serre sur la durée du prochain contrat de projets Etat – Région. Pour permettre une meilleure prise de décision, il serait cependant nécessaire de prolonger ce travail par une analyse de l'efficacité des actions envisagées (euro investi / t_{eq}CO₂ évitée) et par une estimation des impacts socio-économiques (emplois créés, impact en terme de développement local et d'aménagement du territoire).

Synthèse des potentiels d'économie d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre évitables en Bourgogne

Action envisagée	gisement théorique d'économie d'énergie		émissions de GES potentiellement évitables	
	en ktep	en % des consommations régionales d'énergies	en kt _{eq} CO ₂	en % des émissions régionales de GES
HABITAT	372	8%	673	4%
INDUSTRIE	148	3%	269	2%
TERTIAIRE	118	3%	241	2%
AGRICULTURE			997	6%
TRANSPORTS	non étudié			
DEVELOPPEMENT DES ENR			894	6%
Total	638	14%	3074	19%

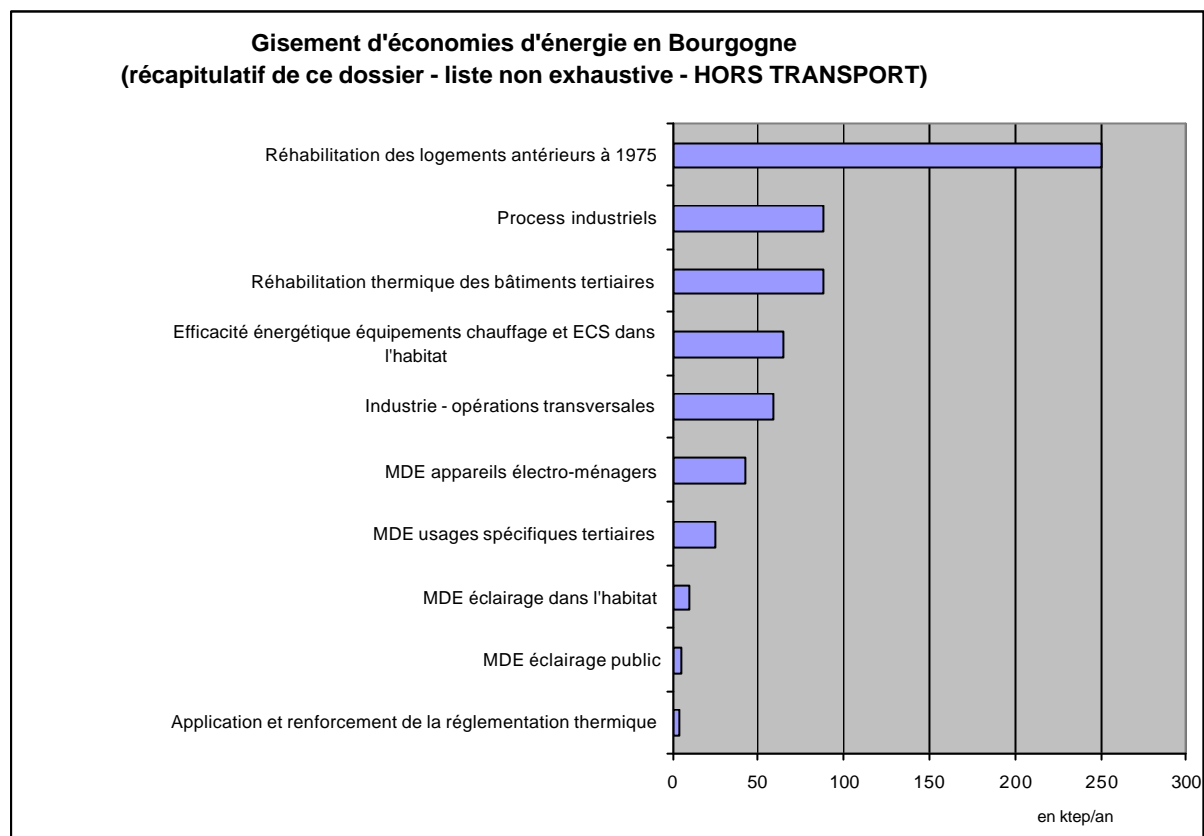
Attention, la valorisation énergétique du biogaz par méthanisation des effluents d'élevage apparaît dans la ligne AGRICULTURE et non pas dans la ligne DEVELOPPEMENT DES ENR

Avertissement

Bien que les transports soient responsables à eux seuls d'un tiers des émissions régionales de gaz à effet de serre, ils n'ont pas été traités dans ce document. Les moyens d'action pour limiter les émissions de ce secteur ne relèvent en effet que partiellement des acteurs régionaux et une quantification des potentiels de réduction des émissions liées à ces actions n'est pas directement réalisable. Ne sont ainsi détaillés dans ce document que les potentiels qui peuvent faire l'objet d'une quantification dans les secteurs de l'habitat, du tertiaire, de l'industrie et de l'agriculture. Ces quatre secteurs sont à l'origine des deux tiers des émissions régionales de gaz à effet de serre.

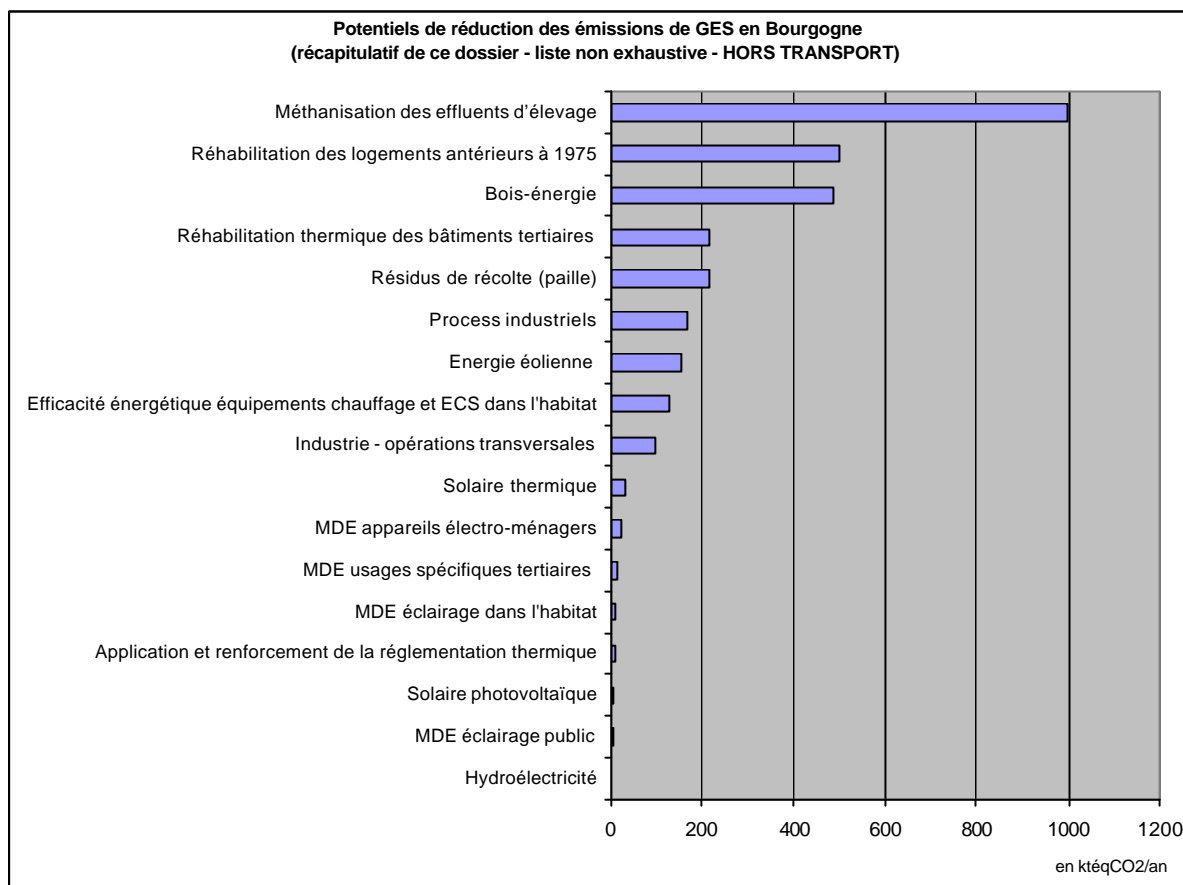
La liste des potentiels étudiés n'est pas exhaustive. L'identification des potentiels les plus importants en valeur absolue a été privilégiée. Ce document ne détaille que les potentiels qui peuvent faire l'objet d'une quantification.

Parmi les actions envisagées, celles qui s'accompagnent des gisements d'économies d'énergie les plus importants concernent les bâtiments : **la réhabilitation des logements et des bâtiments tertiaires antérieurs à 1975 représente la moitié du gisement d'économie d'énergie identifié.**



Parmi les actions envisagées, celles qui s'accompagnent des potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre les plus importants concernent :

- la méthanisation des effluents d'élevage : 6% des émissions régionales évitables
- la réhabilitation des bâtiments (résidentiels et tertiaires) : 4.5% des émissions évitables
- l'utilisation du bois énergie : 3% des émissions évitables



Certains potentiels de réduction de gaz à effet de serre n'ont pu être quantifiés par manque d'informations – c'est le cas de la réduction de l'utilisation des engrais azotés – ou n'ont pu être estimés de façon détaillée – c'est le cas de la réhabilitation des bâtiments tertiaires par exemple. De même, il serait nécessaire de compléter et d'affiner les potentiels liés au développement des énergies renouvelables.

Les objectifs nationaux « régionalisés »

➤ La déclinaison régionale de l'objectif national «facteur 4 » - c'est-à-dire **une division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050** – équivaut à une réduction des émissions régionales de 2,7 millions de tonnes-équivalent-CO₂ sur la période du CPER (2007 – 2013).

➔ Les potentiels identifiés dans ce document portent sur 4 secteurs - habitat, tertiaire, industrie, agriculture - à l'origine des deux tiers des émissions de gaz à effet de serre en Bourgogne. La somme des potentiels identifiés pour ces 4 secteurs correspond à une réduction des émissions régionales annuelles de l'ordre de 3 millions de teqCO₂. Les potentiels identifiés permettraient donc d'atteindre cet objectif d'ici 2013. Mais ce résultat dépendra de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre par le secteur des transports qui n'est pas pris en compte dans cette estimation. En effet, le scénario tendanciel établi pour les consommations énergétiques de la Bourgogne¹¹⁰ montre, qu'en l'absence de mesures spécifiques, la consommation d'énergie des transports augmenterait en moyenne de 1.6% par an jusqu'en 2020. Les transports routiers seraient responsables de 90% de cette augmentation.

➤ Pour ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre liées aux consommations d'énergies, la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique (dite loi POPE) de juillet 2005 fixe des objectifs au niveau national, qu'il est possible de décliner « grossièrement » au niveau régional :

Réduire l'intensité énergétique finale en moyenne de 2% par an d'ici 2015

Selon les hypothèses d'évolution du PIB régional retenues (entre 0 et 2% d'augmentation annuelle), cet objectif peut s'exprimer par une fourchette allant d'une stabilisation des consommations d'énergies régionales à leur niveau actuel, à une diminution de l'ordre de 18% des consommations à l'horizon 2015 (soit 850 ktep/an).

➔ Les potentiels d'économie d'énergie identifiés s'élèvent au total à près de 640 ktep/an. Ils se situent ainsi dans la fourchette définie pour l'objectif. Mais ce résultat dépend de l'évolution des consommations d'énergie dans les transports qui ne sont pas pris en compte dans cette estimation (comme mentionné plus haut).

Satisfaire 10% de nos besoins énergétiques à partir de sources d'énergies renouvelables en 2010

L'objectif suppose une augmentation de 20% à 30% des consommations d'énergies renouvelables, soit une augmentation de 90 à 125 ktep de la consommation annuelle d'énergies renouvelables pour couvrir nos besoins d'ici 2010.

➔ Les 3 plus gros potentiels identifiés liés au développement d'énergies renouvelables sont le bois-énergie (194 ktep/an), l'énergie éolienne (172 ktep/an) et la méthanisation des effluents d'élevage (148 ktep/an).

.....
¹¹⁰ Scénarios énergétiques régionaux établis en 2002 par Alterre Bourgogne à partir des travaux d'ENERDATA

Avoir une production intérieure d'électricité d'origine renouvelable à hauteur de 21% de la consommation en 2010

La production bourguignonne d'électricité d'origine renouvelable représente actuellement 1% de la consommation bourguignonne d'électricité et est assurée quasi uniquement par l'énergie hydraulique.

→ Le potentiel en micro-hydraulique et en solaire photovoltaïque représente moins de 1% des consommations régionales d'électricité. Le potentiel de production à partir de la biomasse représente 4% des consommations régionales mais son développement se ferait au détriment de l'utilisation thermique de la biomasse et aurait des conséquences sur l'équilibre des autres filières bois. L'éolien présente un potentiel de 2000 GWh qui équivaut à 18% des consommations régionales actuelles d'électricité.

Augmenter de 50% la production thermique d'origine renouvelable d'ici 2010

Cet objectif représente pour la Bourgogne une hausse de la production d'énergie thermique d'origine renouvelable de 132 ktep.

→ Deux potentiels importants ont été identifiés : l'exploitation du bois-énergie et la méthanisation des effluents d'élevage. Le développement de ces deux filières présente un potentiel théorique respectif de 194 et 148 ktep d'énergies substituées.

Alterre Bourgogne
Agence régionale pour l'environnement
et le développement soutenable en Bourgogne

9 bd Rembrandt
21000 DIJON
Tél : 03.80.68.44.30
Fax : 03.80.68.44.31
Courriel : contact@alterre-bourgogne.org
Site Internet : www.alterre-bourgogne.org

Prix : 6,48 €

