



**Ambassade de France en Australie
Section Science & Technologie**



**Maité Le Gleuher &
Robert Farhi**
bestoz@ambafrance-au.org

Juin 2005

LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'ENERGIE EN AUSTRALIE

1. INTRODUCTION

2. LA REPONSE DE L'AUSTRALIE AU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

3. APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE EN AUSTRALIE

4. LES MESURES DESTINEES AU DEVELOPPEMENT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'ENERGIE

4.1. ACTIONS NATIONALES

4.2. ETATS, TERRITOIRES ET GOUVERNEMENTS LOCAUX

4.3. INITIATIVES INDIVIDUELLES

5. ETAT ACTUEL DU DEVELOPPEMENT DES ENERGIES NOUVELLES EN AUSTRALIE

5.1. L'ENERGIE HYDROELECTRIQUE

5.2. L'ENERGIE EOLIENNE

5.3. LES CENTRALES HOULOMOTRICES

5.4. LA BIOMASSE

5.5. L'ENERGIE SOLAIRE

5.5.1. L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

5.5.2. L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

5.6. LE CHARBON PROPRE

5.8. L'HYDROGENE

5.9. L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

6. CONCLUSION

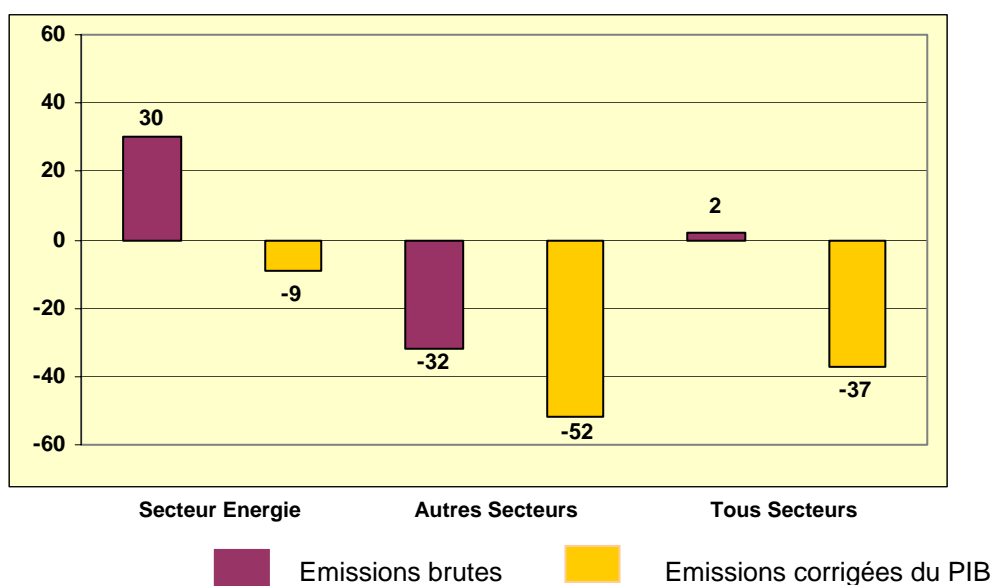
1. INTRODUCTION

Le développement des nouvelles technologies de l'énergie dans le monde résulte principalement de l'appauvrissement des réserves en combustibles fossiles et non renouvelables, et des conséquences potentielles de l'effet de serre. La forte dépendance de l'Australie à l'égard des combustibles fossiles se traduit par une émission importante de dioxyde de carbone. L'Australie est le premier émetteur de gaz à effets de serre par habitant dans le monde bien que sa contribution aux émissions globales n'excède pas 2%. Bien que les réserves australiennes en combustibles fossiles soient amplement suffisantes, on assiste à une croissance de la production d'énergie propre et de la recherche dans le domaine des technologies des nouvelles énergies.

2. LA REPONSE DE L'AUSTRALIE AU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

L'Australie a participé activement au sommet "Planète Terre" de Rio de Janeiro (1992) et au sommet mondial du développement durable de Johannesburg en 2002, et a été signataire du protocole de Kyoto. Bien que le gouvernement fédéral ait ensuite décidé de ne pas ratifier le protocole, il s'est engagé à limiter ses émissions de dioxyde de carbone à 108% par rapport au niveau de 1990 d'ici 2008/2012. Contrairement à beaucoup de pays qui ont ratifié le protocole, l'Australie est en bonne voie d'atteindre son objectif. En 2002, les émissions de gaz à effet de serre excédaient de peu les niveaux de 1990 malgré une augmentation de 47% du PIB pendant cette période. Les émissions par unité de PIB ont diminué de 37% de 1990 à 2002. Cependant les émissions brutes liées à la production d'énergie ont augmenté de 30% pendant cette même période (Figure 1).

Figure 1. Emissions brutes et rapportées au PIB pendant la période 1990-2002



Source : Australian Greenhouse Office, National Greenhouse Gas Inventory 2002

Source des émissions

L'Australie contribue à 1,6% des émissions du secteur énergétique. La production et la consommation d'énergie (domestique, industriel et transport) sont responsables d'environ 70% du total net des gaz à effet de serre en 2002 (Figure 2).

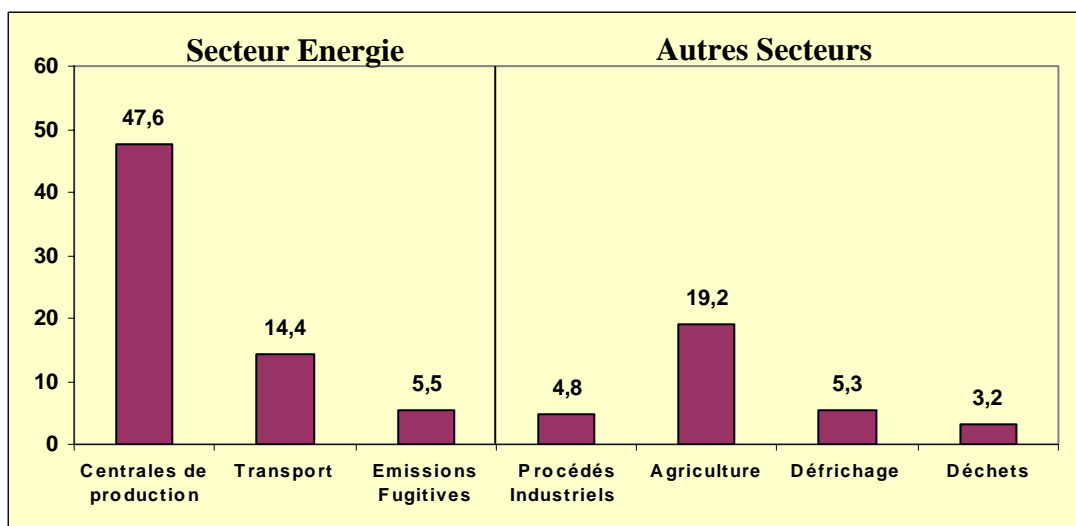


Figure 2. Source des émissions en 2002

Source : Australian Greenhouse Office, National Greenhouse Gas Inventory 2002

3. APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE EN AUSTRALIE

L'énergie produite en Australie est l'une des moins chère du monde industrialisé en raison de l'ampleur de ses réserves en charbon. Environ 90% de l'électricité est produite à partir de matières premières non renouvelables. (ABARE, 2001*). Le coût relativement faible des combustibles fossiles a freiné les investissements dans le secteur des énergies renouvelables. En outre, l'exportation de combustibles fossiles représente une part importante du PIB. En raison d'un accroissement rapide de l'approvisionnement en combustibles fossiles, la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables pourrait même diminuer jusqu'à 8,5% d'ici 2020 (Rae, 2004**).

Les énergies renouvelables fournissent actuellement 10% du total de l'approvisionnement en électricité. Outre la génération d'électricité, les énergies renouvelables peuvent produire chaleur et vapeur pour l'industrie et le chauffage résidentiel. L'énergie renouvelable est principalement produite par les centrales hydroélectriques (36%), la biomasse et les gaz de décharge (Figure 3). Les chauffe-eau solaires résultent en une économie non négligeable d'électricité. Le nombre de dispositifs solaires photovoltaïques installés en novembre 2004 est reporté dans le tableau ci-dessous (Tableau 1). La contribution de l'énergie éolienne reste encore très accessoire.

*ABARE, the Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, <http://www.abareconomics.com/>

**Rae P, 2004 - Developing the Australian renewable energy industry, 19th World Energy Congress, Sydney, Australia, Abstract, 9p.

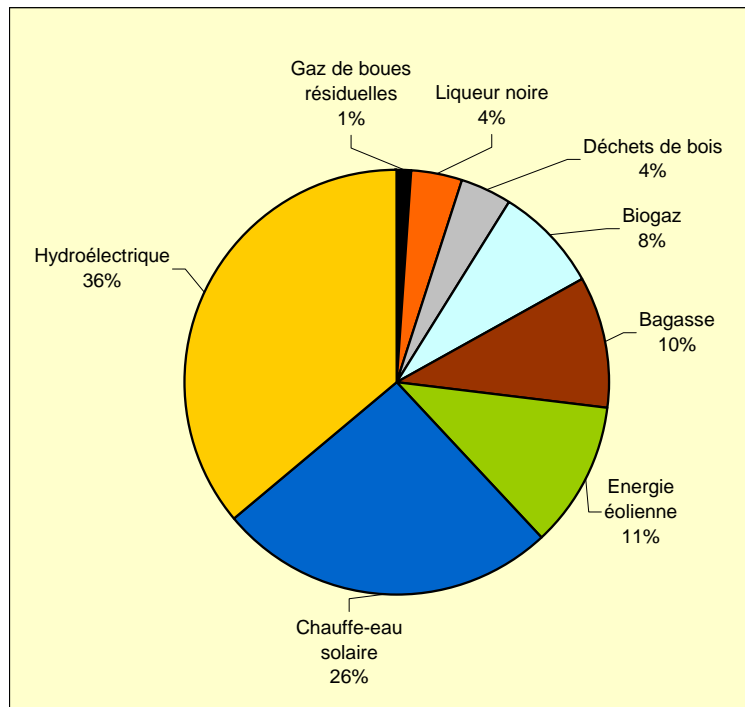


Figure 3: Le mix énergétique en 2003
Source : Office of the Renewable Energy Regulator

Tableau 1. Nombre de dispositifs solaires photovoltaïques installés (novembre 2004)

Nombre de dispositifs installés			
	Couplés au réseau	Non-couplés au réseau	TOTAL
NSW	388	1461	1849
VIC	536	852	1388
QLD	170	861	1031
SA	844	123	967
WA	74	62	136
TAS	24	197	221
ACT	21	2	23
NT	3	8	11
Total	2060	3566	5626

Source : Department of the Environment and Heritage, Australian Greenhouse Office

4. LES MESURES DESTINEES AU DEVELOPPEMENT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'ENERGIE

4.1. Actions nationales

L'objectif national obligatoire en matières d'énergies renouvelables : le « Mandatory Renewable Energy Target (MRET) »

Le gouvernement fédéral a introduit un acte relatif aux énergies renouvelables - *Renewable Energy (Electricity)* - en 2000. Cette législation est connue sous le nom de *Mandatory Renewable Energy Target* (MRET). Le MRET impose l'achat d'une quantité d'électricité produite à partir de ressources renouvelables aux fournisseurs d'électricité et aux consommateurs de plus de 100 MW reliés au réseau dans tous les états et territoires. L'objectif est fixé à 9500 GWh supplémentaires avant la fin de l'année 2010. La mesure est étalée sur la période 2001-2010 et les 9500 GWh doivent être reconduits pendant la période 2011-20.

Cette mesure augmentera la contribution en électricité renouvelable au réseau de près de 60%, ce qui représente approximativement 4% des besoins prévus pour l'année 2010. Cet objectif, bien que n'engendrant qu'une croissance modeste de l'industrie, a cependant été le moteur capital de plusieurs nouveaux projets.

Les programmes d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables

Il existe un certain nombre de programmes nationaux visant à stimuler la demande du marché pour des systèmes d'énergies renouvelables tels que:

- *Consolider le futur de l'énergie en Australie : The Energy White Paper « Securing Australia's Energy future »*

Ces mesures annoncées en juin 2004 incluent l'établissement d'un fond de A\$500 millions destiné aux investissements privés dans les technologies à émissions réduites de gaz à effet de serre.

- *Programme de développement d'énergies renouvelables dans les régions isolées*

Le développement de l'utilisation d'énergies renouvelables est encouragé dans les régions isolées où l'alimentation en énergie est assurée par des générateurs diesel. Le programme *Renewable Remote Power Generation* (RRPGP) permet l'obtention d'aides fédérales allant jusqu'à 50% du coût d'équipement de production d'énergie renouvelable.

- *Aide à l'installation de systèmes photovoltaïques*

Le gouvernement fournit une aide financière aux particuliers et aux collectivités pour l'installation de systèmes photovoltaïques.

- *Fonds d'actions pour la commercialisation des technologies*

Le gouvernement australien soutient financièrement des projets en phase de développement ou au stade de commercialisation des technologies des énergies renouvelables.

D'autres actions en faveur du développement des technologies dites du « charbon propre » sont abordées dans la section 5.6.

4.2. Etats, territoires et gouvernements locaux

La plupart des états ont mis en place des programmes visant à aider les producteurs de nouvelles énergies. Ainsi l'état du Victoria fournit-il des aides financières pour la recherche, le développement et la commercialisation des énergies propres.

4.3. Initiatives Individuelles

Les particuliers peuvent décider d'acheter de l'électricité générée à partir de ressources renouvelables à un tarif plus élevé chez des fournisseurs d'énergie agréés pour encourager le développement des nouvelles énergies.

5. ETAT ACTUEL DU DEVELOPPEMENT ENERGIES NOUVELLES EN AUSTRALIE

5.1. L'énergie hydroélectrique

La majorité de l'électricité produite à partir de ressources renouvelables (plus de 16500 GWh en 2002) est d'origine hydroélectrique (8% du total de la production). Néanmoins, en raison des inconvénients environnementaux associés à ce type de production d'énergie, il n'est pas envisagé d'accroître cette production. (ABARE 2001). L'Hydro-Electrique des Monts Snowy en Nouvelle-Galles du Sud et l'Hydro Tasmania en Tasmanie ont produit respectivement environ 5000 GWh et 10000 GWh en 2002. La Figure 4 montre la part des divers états dans ce domaine d'énergie (puissance installée).

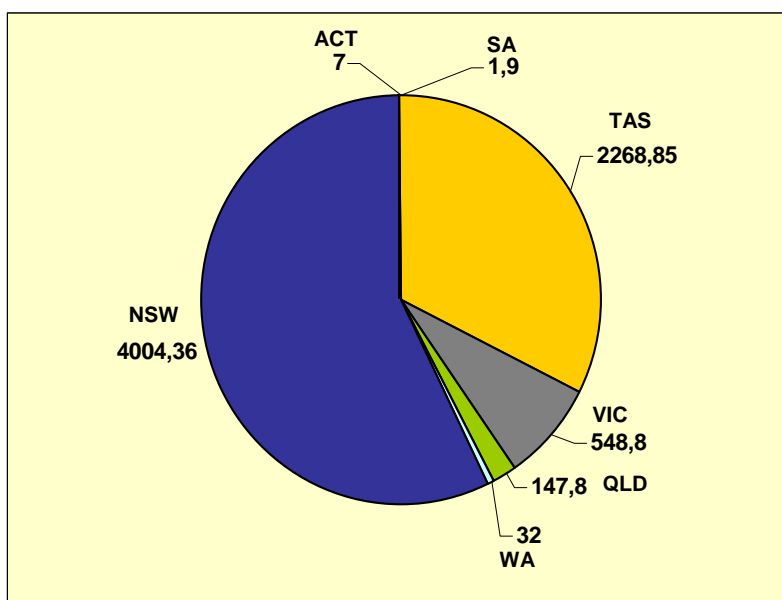


Figure 4. L'énergie hydroélectrique : puissance installée (MW)
Source : The Australian Business Council for Sustainable Energy (BCSE)

Les mini et micro stations hydroélectriques

Les mini et micro stations hydroélectriques (moins de 100 kW en basse tension) représentent une alternative ou complètent les groupes électrogènes en milieu rural et isolé. Elles n'entravent généralement pas l'écoulement des cours d'eau. Les barrages sont avant tout des barrages d'irrigations dont les générateurs fonctionnent seulement lorsque les eaux sont relâchées ou lorsque les réservoirs sont trop pleins. La perte en ligne de l'énergie est minimisée par la proximité des utilisateurs.

Exemple de micro station hydroélectrique

La microstation de Pindari est construite sur le barrage d'irrigation de Pindari au nord de la Nouvelle-Galles du Sud. L'énergie fournie par le lâcher des eaux dans les canaux d'irrigation est estimée à environ 16000MWH, ce qui est suffisant pour approvisionner approximativement 4 000 foyers en électricité pendant un an.

5.2. L'énergie éolienne

L'énergie éolienne, qui génère moins de 1% de l'électricité du pays, est cependant la forme d'énergie qui se développe le plus rapidement depuis l'établissement du MRET en 2001. En juin 2004, des fermes éoliennes avec une capacité totale de 1555 MW étaient en voie de construction ou approuvées (Tableau 2). Les tours et générateurs ainsi que la technologie de base sont généralement de production australienne. Une usine de fabrication de pales a été implantée par la compagnie danoise Vesta dans l'état du Victoria en 2004.

Tableau 2. Les fermes éoliennes australiennes
Source : Australian Wind Energy Association, 2004

Etat	Installées MW	Approuvées ou en construction MW	Proposées MW	Total MW
NSW	17	0	550	567
VIC	92	192	639	923
QLD	12	0	52	64
WA	28	242	164	434
SA	35	1037	1135	2207
TAS	65	84	490	639
TOTAL	249	1555	3030	4834

Recherche et développement

Les fabricants australiens se sont spécialisés dans la conception et la fabrication de deux types d'éoliennes : 1. des petites éoliennes qui fonctionnent avec des vents faibles (16 km/h) et 2. des systèmes hybrides éolien-diesel. Ces derniers constituent une alternative très intéressante pour les nombreuses communautés pastorales et aborigènes et les sites miniers éloignés du pays (Figure 5). Le jumelage éolien-diesel réduit les dépenses de carburant, ainsi que la pollution et le bruit associés.

Université de Newcastle (Wind Energy Group)

La recherche universitaire dans le domaine de la conception des éoliennes adaptées aux vents faibles est menée essentiellement par un groupe de l'université de Newcastle (Wind Energy Group). Leur recherche, qui porte sur la performance des pales, a conduit à la création de trois turbines conçues

pour des sites isolés. L'une de ces éoliennes de 600 W de capacité est commercialisée par la compagnie Australian Wind Power.

Contact: David Wood David.Wood@newcastle.edu.au

CSIRO

L'unité de recherche sur l'énergie éolienne du CSIRO s'intéresse particulièrement à la modélisation et à l'évaluation de la performance d'une éolienne dans un contexte géographique précis en intégrant les données climatiques.

Contact: Dr Peter Coppin email: Peter.Coppin@csiro.au



Figure 5. Eolienne, Station Mawson, Antarctique

5.3. Les centrales houlomotrices

Une centrale prototype (Figure 6) installée à port Kembla, en Nouvelle-Galles du Sud, est basée sur le concept de colonnes d'eau oscillante (OWC). Le système terrestre, conçu par la compagnie australienne Energetech, utilise un mur parabolique pour concentrer l'énergie des vagues à l'intérieur d'un collecteur. La montée et retombée des vagues crée un mouvement oscillatoire dans le collecteur qui force un courant d'air à grande vitesse à travers une turbine de conception australienne, la turbine Dennis-Auld.

Le générateur aura la capacité de produire 500 kW d'électricité et sera couplé au réseau électrique local via un fournisseur (Integral Energy).

La construction d'une station sur les côtes de l'état du Victoria qui sera capable de produire 4 fois plus d'énergie que le prototype est en projet.

Un autre générateur, actuellement testé en Australie Occidentale, pourra à la fois produire de l'électricité et désaliniser l'eau de mer.



Figure 6: Image créée sur ordinateur de la centrale de Port Kembla
Source : <http://www.energetech.com.au/>

5.4. La biomasse

La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale. La biomasse considérée à des fins énergétiques comprend des végétaux provenant des cultures et des déchets.

En Australie, les ressources en biomasse sont de quatre types:

1. Les ressources agricoles : résidus de récoltes de plantes diverses, résidu de broyage de la canne à sucre ou bagasse, résidus de transformation du coton et du riz;
2. Les ressources forestières : plantations commerciales d'eucalyptus et pins *radiata* et déchets d'exploitation forestière (sciure, copeaux) et de l'industrie du papier;
3. Autres plantes: les plantes exotiques présentant un danger pour la flore et la faune natives telles que le mimosa;
4. Les déchets: déchets ménagers et industriels, les boues d'épuration et gaz de décharge.

Aujourd'hui, la combustion de la biomasse satisfait 2% de la demande australienne en électricité et plus de 50% de la production de bio-énergie. Les déchets de l'industrie de la canne à sucre représentent la source primaire de la capacité installée (Figure 7).

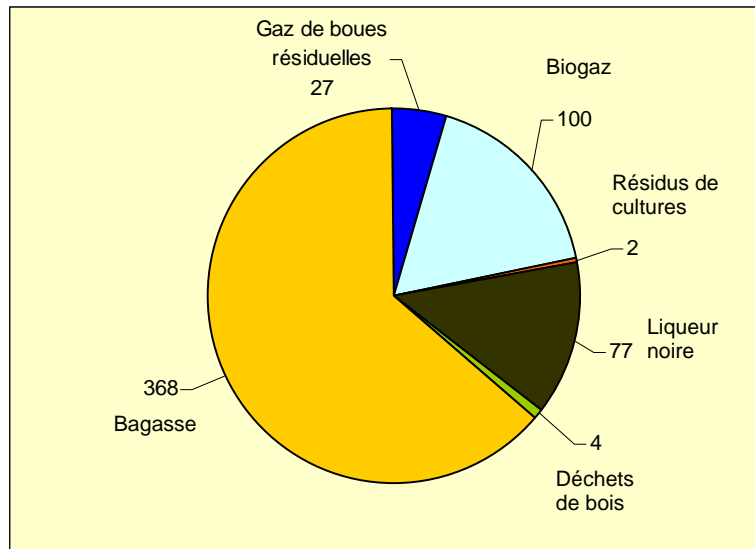


Figure 7. Biomasse : parts relatives en puissance installée (MW)
 Source : Australian Greenhouse Office-www.greenhouse.gov.au

Recherche et développement

Le gouvernement du Queensland fournit une aide financière à deux programmes importants de recherche en collaboration (CRCs) associant l'Institut de recherche sur le Sucre, l'université du Queensland et des fournisseurs d'électricité.

Exemples de projets de production bio-énergétique

Il n'existe à présent pas de projet commercialement viable de cultures énergétiques non forestières. Cependant, un projet pilote financé par le programme gouvernemental « Renewable Energy Commercialisation Program » et un distributeur d'énergie (Western Power Corporation) est en voie de réalisation dans la ville de Narrogin en Australie Occidentale. Ce projet utilise des arbustes (mallees) plantés localement pour la production d'électricité nécessaire à environ 1000 foyers, de l'huile d'eucalyptus et du charbon actif. De plus la plantation de vastes étendues de mallees contribuera à contrôler la salinisation des sols de cette région. Une technologie développée par le CSIRO sera utilisée pour la production et l'activation du charbon.

Il existe de nombreux autres projets innovants qui combinent la production d'énergie et le contrôle de plantes envahissantes telles que le mimosa ou le camphrier.

Biocarburants

Le secteur du transport est responsable de plus de 16% des émissions de gaz à effet de serre et ce taux ne cesse de s'accroître. Environ 90% de ces émissions sont causées par le transport routier. L'usage de biocarburants tels que l'éthanol et le biodiesel est envisagé pour ralentir cette croissance. L'éthanol est produit commercialement à partir de l'amidon de blé et des mélasses de canne à sucre. La production à partir de cellulose ligneuse est jusqu'à présent au stade de développement. Pendant la période 2002-2003, le carburant éthanol a représenté 0,15% du marché des carburants.

Le gouvernement encourage la production de biocarburants en versant une subvention de A\$ 0,38 par litre produit, en octroyant un nombre limité de bourses pour des projets de développement ou

d'extension d'usines de biocarburants et des exemptions de taxes jusqu'en 2011. Ces mesures devraient contribuer à accroître la production de biocarburants de 30 ML actuellement à 350 en 2010.

5.5. L'énergie solaire

L'Australie détient l'un des plus forts taux d'ensoleillement annuel au monde ainsi que de vastes espaces inoccupés pour capter le rayonnement solaire.

L'énergie photovoltaïque est en expansion avec une croissance forte des installations connectées ou non au réseau depuis 1996.

5.5.1. L'énergie solaire photovoltaïque

Le savoir-faire de haut niveau de l'Australie dans les technologies solaires est mondialement reconnu mais leur utilisation demeure faible.

Recherche, développement et commercialisation

Université de Nouvelle-Galles du Sud

Une équipe de l'université de Nouvelle-Galles du Sud, à Sydney, le *Photovoltaics Special Research Center*, avait réussi à obtenir un taux de conversion de 17% en 1983 suivi d'un nouveau record à 24,5 % établi en 1994. D'importantes avancées technologiques permettant de réduire le coût de fabrication des cellules de silicium et accroître leur efficacité ont été réalisées dans ce centre telles que l'insertion laser en profondeur des contacts métalliques dans les cellules photovoltaïques au silicium cristallin (Saturn laser-grooved buried-contact solar cell) et une méthode de dépôt de couche minces de silicium cristallin sur du verre (thin film CSG technology). Ces techniques brevetées sont commercialisées respectivement par BP Solarex et la Pacific Solar.

Contact : <http://www.pv.unsw.edu.au/>

Université Nationale Australienne

Le *Centre for Sustainable Energy Systems* a développé des cellules ultra-minces utilisant 90% moins de silicium que les cellules conventionnelles tout en maintenant un taux de conversion d'environ 20%. La compagnie Origin Energy a commencé à fabriquer cette cellule Sliver@solar en 2003 avec l'objectif de produire 5 MW de panneaux PV par an. Le centre est également à la pointe dans le domaine des capteurs à réflecteur parabolique et a mis au point un système de micro cogénération qui permet de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité (CHAPS), en voie de commercialisation par la compagnie Rheem.

Contact: <http://solar.anu.edu.au/>

Opérations commerciales innovantes

L'industrie de l'énergie solaire photovoltaïque est fortement exportatrice, avec des compagnies telles que la BP solar exportant 60% de sa production de cellules. La société *Sustainable Technologies International* a ouvert la 1ère usine au monde de cellules nanocristallines utilisant pour semi-conducteur une fine couche de nanoparticules d'oxyde de titane coloré. L'efficacité moindre de ces cellules (5-10%) est compensée par leur petit prix. Le procédé est en effet moins cher que celui au silicium et fonctionne avec moins de lumière, même à l'ombre, et convertit un spectre plus large que le silicium.

Exemples d'installations solaires photovoltaïques

1. Le village olympique de Sydney, où résident maintenant environ 5000 habitants, reste jusqu'à ce jour le projet d'énergie solaire photovoltaïque le plus ambitieux du pays avec une capacité de production de 844 kW.

2. L'installation photovoltaïque située sur le territoire du conseil Anangu Pitjantjatjara en Australie du Sud comporte des réflecteurs paraboliques CS500 avec une capacité de production de 220 kW et alimente en électricité 2500 habitants dispersés sur un territoire de plus de 100 000 km². Chaque collecteur comprend environ 130 m² de miroirs courbes et permet de concentrer l'énergie dans un rapport d'environ 500 (Figure 8).



Figure 8. L'usine solaire du territoire du conseil Anangu Pitjantjatjara

5.5.2. L'énergie solaire thermique

Le *Solar Thermal Group* à l'université nationale australienne a une longue expérience dans le domaine de la recherche sur les systèmes de concentration de l'énergie solaire, qui remonte à 1978 avec la construction de la centrale thermique solaire de White Cliffs. Ce groupe conduit, entre autres, des recherches pour développer un système de stockage d'énergie solaire basé sur la dissociation réversible de l'ammoniac.

Source : <http://solar.anu.edu.au/>

5. 6. Le charbon propre

L'Australie est le quatrième producteur de charbon et le premier exportateur au monde. Plus de 80% de la production nationale d'électricité est issue du charbon. Les charbons australiens contiennent généralement peu de soufre et d'éléments traces, et sont hautement énergétiques. Le gouvernement encourage la recherche et le développement de technologies dites du 'charbon propre' qui diminueraient l'impact de la production d'énergie à partir du charbon sur l'environnement. Plusieurs centres de recherche coopérative (CRCs) ont été établis pour développer ces technologies telles que les *Clean Power from lignite*, *Coal in sustainable Development* and *GreenHouse Gas Technologies*. De plus un plan d'action national, le COAL21, identifiant différentes stratégies pour réduire ou éliminer les gaz à effet de serre pendant la production d'électricité, a été lancé en mars 2004. Ce plan qui est soutenu par le gouvernement fédéral, les gouvernements de quatre états, des organismes de recherche, des industries du charbon et distributeurs d'électricité, souligne les actions prioritaires qui accéléreront le développement des technologies du charbon propre. Ces techniques visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre à tous les stades de la production d'électricité, incluant l'extraction du minerai, la préparation du combustible et son utilisation ainsi que le traitement des déchets.

Cependant, du fait que 95% des émissions sont produites pendant la combustion dans les centrales thermiques, le plan met l'accent sur les technologies capables de capturer et stocker le gaz carbonique, d'accroître le rendement énergétique et de produire de l'hydrogène.

Près de la moitié des sources d'émission de dioxyde de carbone est stationnaire en Australie. Les technologies permettant la capture du dioxyde de carbone et la séquestration géologique ont été reconnues comme étant les clefs pour obtenir une réduction importante ou même atteindre un niveau d'émission nul (near-zero emission). Un centre de recherche coopératif (CRC) sur la séquestration du dioxyde de carbone (CO2CRC) a officiellement débuté en juillet 2003 pour une durée de 7 ans. Y participent, outre 5 universités, Geoscience Australia (équivalent du BRGM français) et le CSIRO. Certaines entreprises y sont associées et contribuent financièrement ou soutiennent le projet. Le budget total, sur 7 ans, est de 125 millions de dollars australiens.

Le programme de capture du dioxyde de carbone, visant à réduire le coût de cette opération pour les entreprises et implantations émettrices, poursuit des recherches sur les systèmes de récupération par solvant, de séparation membranaire, d'absorption sous pression et de complexation en hydrates et distillation.

Le gouvernement australien considère que le stockage du CO2 dans les océans soulève des questions légales et environnementales importantes, et que les puits de carbone que constituent les forêts sont insuffisants pour permettre d'atteindre des objectifs satisfaisants en terme de réduction des émissions. C'est pourquoi les recherches entreprises sur le stockage concernent principalement l'enfouissement géologique. Il est vrai que l'étendue du continent et sa stabilité géologique le permettent. Les techniques tentent en outre d'apporter des améliorations en terme de récupération assistée du pétrole ou de production de méthane à partir du charbon. Une étude prospective a évalué les capacités de stockage de l'Australie à 1600 années d'émission (au rythme actuel).

Un projet pilote d'injection en Southern Australia et Victoria est en cours de réalisation, pour un montant de AUS\$15 millions et avec la participation à parts égales d'entreprises, du gouvernement du Victoria et de l'état fédéral.

Outre la capture et la séquestration du dioxyde de carbone, d'autres recherches et technologies dites « charbon propre » sont développées en Australie. Elles reposent notamment, pour la partie recherche et développement, sur deux autres CRC : « CRC for Clean Power from lignite », et « CRC for Coal in Sustainable Development ». Un plan d'action national, intitulé « Coal21 », a été engagé en mars 2004, avec pour objectif d'accélérer la mise en place de nouvelles technologies. La première phase, consacrée à la recherche et au développement, devrait se conclure en 2015 et être suivie d'une phase de déploiement.

Ces nouvelles technologies concernent principalement :

- La gazéification intégrée du charbon à cycle combiné qui, par récupération de la chaleur des gaz issus de la gazéification pour produire de la vapeur d'eau injectée dans une turbine, permet d'atteindre des rendements de plus de 50%,
- Les centrales à vapeur supercritique, qui permettent déjà d'obtenir des rendements de 45%, avec un objectif à 55% dans un proche avenir, par combinaison avec les techniques de combustion de charbon pulvérulent,
- Le charbon ultra propre, qui produit moins de 1% de cendres, est obtenu par attaque acide ou basique des résidus minéraux dans des conditions de température et de pression raisonnables. Ce charbon ultra propre peut être directement injecté dans des turbines à gaz à cycle combiné, avec des rendements d'environ 53%. Ces centrales ne sont cependant pas des substituts aux centrales traditionnelles, compte tenu du coût élevé de mise en œuvre, mais sont préconisées dans des régions où le charbon conventionnel ne peut être utilisé, comme alternative au pétrole ou au gaz. Ce travail est mené en collaboration avec des entreprises et le gouvernement japonais.
- Enfin, la gazéification souterraine du charbon couplée à la possibilité de capturer et séquestrer le gaz carbonique est envisagée.

<http://www.australiancoal.com.au/cleantechAus.htm>

5.8. L'hydrogène

Production

L'Australie possède des réserves importantes d'hydrocarbures qui sont des sources potentielles d'hydrogène. L'utilisation de l'hydrogène est actuellement réduite aux applications industrielles telles que le raffinage du pétrole, l'électronique et les procédés chimiques. L'Australie produit environ 100 tonnes d'hydrogène pur par jour.

L'étude nationale sur l'hydrogène commandée par le gouvernement fédéral prédit que l'hydrogène sera utilisé pour les transports routiers, chauffage et énergie ainsi que pour l'alimentation des appareils électriques portables d'ici 2050.

L'hydrogène peut être fabriqué au moyen de plusieurs procédés en utilisant d'autres sources d'énergie et être intégré dans le réseau existant d'alimentation en énergie. Les émissions sont principalement constituées de vapeur d'eau.

Quelques équipes australiennes s'intéressent aux nouveaux procédés de production de l'hydrogène. C'est ainsi qu'un groupe de l'Université de Nouvelle-Galles du Sud (Centre for Materials and Energy Conversion) utilise des photo-électrodes en céramique-titane qui possèdent une grande résistance à la corrosion humide (par l'eau liquide) pour recueillir l'énergie solaire et dissocier de l'eau pour produire de l'hydrogène. Ce travail est financé par l'industrie minière et réfractaire (Rio Tinto, Sialon Ceramics et Austral Bricks). Le CSIRO conduit de son côté des recherches dans le domaine des technologies conventionnelles de production de l'hydrogène : électrolyse de l'eau, conversion de gaz naturel, alcool éthylique et méthanol. Il a développé un système hybride utilisant de l'énergie solaire thermique pour convertir du gaz naturel en hydrogène et CO₂. Le système comprend un capteur solaire de 108 m² avec un réformeur de méthane situé au point focal. L'hydrogène purifié est utilisé dans des piles électrolyte à membrane polymérique (PEMFC).

Stockage

Des chercheurs de l'université du Queensland (Division of Material Engineering) ont mis au point un alliage de magnésium capable d'absorber d'importantes quantités d'hydrogène, de le stocker et le libérer en modifiant la température ou pression. En laboratoire, cet alliage peut stocker assez d'hydrogène pour permettre de parcourir une distance de 500 km dans un réservoir de 100 kg. Une spin off, Hydrexia Pty Ltd, a été créée pour développer et commercialiser un prototype.

Utilisations : piles à combustible

Une compagnie née de l'expertise du CSIRO en matière de pile à oxyde solide (SOFC) a été créée en 1992, la *Ceramic Fuel Cells Ltd* (CFCL). Leur prototype de système à piles à combustible destiné à l'alimentation domestique en énergie électrique et calorifique est actuellement testé en Australie (Figure 9). La compagnie met l'accent sur la production de piles SOFC qui seront intégrées dans un produit final manufacturé par un partenaire commercial.

Dans le cadre du projet européen CUTE, des bus propres fonctionnant à l'aide de piles à combustibles ont été mis à l'essai à Perth en Australie occidentale.

Enfin, la première application commerciale des piles à combustible est en place au parc de technologie australien à Sydney. Une pile à combustible de 200 kW alimentée au gaz naturel approvisionne en électricité le parc.



Figure 9. Prototype *Ceramic Fuel Cells Ltd*
 Source: (<http://www.cfcl.com.au/>)

5.9. L'énergie géothermique

L'Australie possède de modestes ressources géothermales classiques. La seule centrale électrique actuellement en opération se situe à Birdsville au sud-est du Queensland. La centrale, qui utilise des eaux souterraines chaudes (98°C), génère une grande partie des besoins en électricité de cette petite localité isolée. L'utilisation directe d'eaux souterraines pour le chauffage d'infrastructures est marginale. Cependant quelques développements récents dans le domaine de la géothermie des « roches chaudes sèches » suscitent beaucoup d'intérêt.

La géothermie des roches chaudes sèches

La décroissance radioactive des minéraux de roches telles que les granites est une source de chaleur pratiquement inépuisable. Certaines formations géologiques sont particulièrement chaudes en raison de leurs teneurs élevées en minéraux radioactifs. La chaleur est emprisonnée dans ces granites par les couches géologiques isolantes sus-jacentes dont l'épaisseur minimale requise est d'environ 3 km pour obtenir des températures supérieures à 200°C. La géothermie des "roches chaudes sèches" (Hot Dry Rock -HDR) est un concept qui exploite cette chaleur pour produire de l'électricité. Elle consiste à forer un puits qui pénètre profondément le granite et à fragmenter la roche chaude par injection d'eau sous pression créant ainsi un réservoir artificiel. De l'eau froide injectée dans ce réservoir se réchauffe au contact des roches chaudes et retourne à la surface où elle cédera son énergie par l'intermédiaire d'un échangeur thermique, fermant ainsi la boucle (Figure 10).

En 2004, le gouvernement fédéral a défini la géothermie —et en particulier la géothermie des “roches chaudes sèches”— comme étant une technologie bien placée pour bénéficier de l’aide fédérale aux investissements privés (Section 4.1). De plus une législation récente introduisant des titres de propriétés attachés à la ressource énergétique dans trois états (Nouvelle-Galles du Sud, Australie Méridionale et Queensland) a stimulé l’exploration et le développement de cette ressource. Le projet le plus avancé actuellement est celui développé par la compagnie Geodynamics Ltd dans le bassin Cooper, au nord-est de l’Australie Méridionale (Figure 10). Les températures au fond des deux forages réalisés en 2003 et 2004 sont élevées (250-280°C). Des tests de débit et de circulation de la vapeur sont en cours pour démontrer le potentiel économique de ce système géothermique. En 2004 il existait une vingtaine d’autres programmes d’exploitation, tous à un stade précoce précédant le forage.

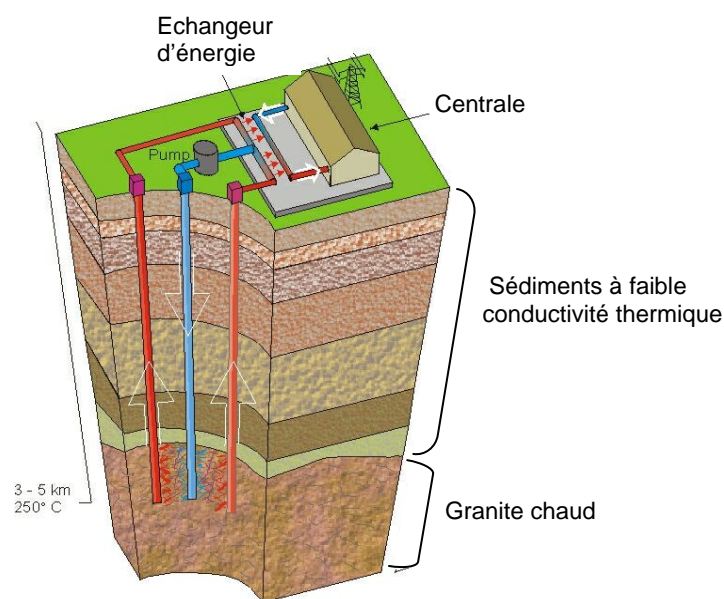


Figure 10. Schéma simplifié du projet « roches chaudes sèches » dans le bassin Cooper
Source : <http://hotrock.anu.edu.au/>

6. CONCLUSIONS

Bien que le gouvernement australien n’ait pas ratifié le protocole de Kyoto il s’est néanmoins engagé à limiter ses émissions de dioxyde de carbone à 108% par rapport au niveau de 1990 d’ici 2008-2012. En 2002, la production et l’utilisation de l’énergie étaient responsables de 68% des émissions. Le développement de nouvelles technologies de l’énergie a été stimulé par des mesures gouvernementales telles que le *Mandatory Renewable Energy Target* (MRET) introduit en 2000, des programmes d’encouragement et des aides financières variés.

Les ressources importantes du pays en combustibles fossiles tels que le charbon a incité le gouvernement à favoriser le développement de techniques dites de « charbon propre » et à soutenir la recherche dans le domaine de la séquestration du dioxyde de carbone.

L’énergie hydraulique est la forme d’énergie renouvelable la plus développée. L’Australie est en tête de la recherche mondiale dans le domaine des cellules photovoltaïques mais leur usage reste

cependant très faible. Parmi les nouvelles technologies, la géothermie « des roches chaudes » semble une option prometteuse et est au stade de développement expérimental.

Compte tenu de ses spécificités géographiques, l'Australie s'est spécialisée dans le développement et l'implantation de micro-centrales hybrides de type solaire/diesel, éolienne/diesel qui permettent d'alimenter les communautés isolées en électricité.

L'énergie nucléaire n'est pas une nouvelle technologie et ne devrait donc pas donner lieu à une mention spécifique au sein de ce rapport. Elle a de plus fait l'objet, pendant de nombreuses années, d'un « tabou », voire d'un rejet pur et simple, de la part des autorités et de la population australiennes. Certaines déclarations récentes des autorités fédérales australiennes laissent penser néanmoins qu'un changement d'attitude se fasse jour, essentiellement lié au fait que plus du tiers des réserves mondiales d'uranium sont sur le territoire australien. Cette source d'énergie n'est pas susceptible d'être mise en œuvre à court ou moyen terme dans le pays. Mais au moins son utilisation à long terme commence-t-elle à susciter un débat inimaginable voilà seulement quelques mois.

Malgré ces récentes déclarations et malgré les efforts entrepris en direction des nouvelles technologies de l'énergie, le charbon devrait rester encore pour longtemps la principale source d'énergie primaire de l'Australie.