



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'énergie OFEN
Division Efficacité énergétique et énergies renouvelables

Version 2.0, du 28.09.2010

Stratégie énergétique suisse en matière de biomasse

Stratégie pour l'utilisation énergétique de la biomasse en Suisse



Table des matières

1	Résumé.....	5
2	Vision.....	7
3	Introduction.....	7
3.1	Motivation	7
3.2	Situation.....	8
3.2.1	Objectifs énergétiques	8
3.2.1.1	Suisse	8
3.2.2	Les matières biogènes en Suisse.....	9
3.2.3	Potentiels	10
3.2.4	Technologies	11
4	Objectifs stratégiques 2035.....	13
5	Analyse SWOT de l'utilisation énergétique de la biomasse en Suisse (SWOT: strengths, weaknesses, opportunities, threats).....	17
5.1	Forces.....	17
5.2	Faiblesses	17
5.3	Chances	18
5.4	Risques / entraves.....	18
6	Champs d'action, instruments, mesures à prendre	19
6.1	Champ d'action: Bases de travail.....	19
6.2	Champ d'action: mise en oeuvre.....	20
6.2.1	Incitations (financières).....	20
6.2.2	Réglementation.....	20
6.2.3	Facteurs mous (information, conseil, formation et perfectionnement)	20
7	Glossaire	21



Avant-propos

La Suisse s'est engagée, constitutionnellement, à soutenir le développement durable. Cela implique en particulier de viser l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie et la substitution d'agents renouvelables aux énergies qui ne le sont pas. La Suisse s'appuie sur la notion de développement durable adoptée par la commission Brundtland et reprise dans le concept tridimensionnel de la «Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement» des Nations Unies de 1992. Dans la plus récente version de sa Stratégie pour le développement durable¹, le Conseil fédéral a fixé les grandes lignes de son action en la matière.

Cela dit, il importe de faire en sorte que les gains d'efficacité ne soient pas compensés², voire sur-compensés³ du fait de la croissance quantitative, d'où la nécessité de privilégier aussi la frugalité⁴.

Aujourd'hui, 82% de la consommation finale d'énergie en Suisse repose sur des sources non renouvelables. Il ressort d'une étude des potentiels de la biomasse que celle-ci pourrait couvrir, par des techniques acceptables dans l'optique écologique, largement 10% de la consommation primaire d'énergie. Ce serait une contribution importante aux objectifs énergétiques et climatiques du pays, réduisant sa dépendance aux agents non renouvelables tout en améliorant la sécurité d'approvisionnement.

Cependant, l'utilisation énergétique de la biomasse peut en contrecarrer d'autres. Ainsi la culture de plantes énergétiques risque de concurrencer la production alimentaire; et l'exploitation du bois à des fins énergétiques d'en freiner l'emploi dans la construction ou dans l'industrie. A l'opposé, il existe des possibilités de synergie entre différentes utilisations de la biomasse: tant sa production que son utilisation engendrent parfois des sous-produits pouvant servir à l'alimentation des animaux, ou des déchets qui deviendront sources d'énergie. Le fait même que la biomasse se prête à des transformations sans nombre, réalisables au moyen de multiples techniques de production et d'utilisation, représente un grand défi: il s'agit de diriger les flux de matières de manière qu'ils contribuent à une production d'énergie efficace et durable sans nuire à des affectations plus rentables.

Comme ressource renouvelable, la biomasse a une importance vitale. Elle nous fournit notre énergie, tout d'abord sous forme de nourriture. Voilà pourquoi sa production durable et une utilisation systématiquement économe et rationnelle tout au long de la chaîne de création de valeur figurent au centre de la stratégie de la Suisse en matière de biomasse⁵.

¹ Stratégie pour le développement durable: Lignes directrices et plan d'action 2008–2011; <http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/00262/00528/index.html?lang=fr>

² ou «effets rebound» – la croissance de la consommation absorbe en partie ou totalement les économies obtenues.

³ ou «effets backfire» – la consommation absolue est plus élevée après la mise en oeuvre d'une mesure.

⁴ «Suffisance vaut abondance»

⁵ Stratégie de la Suisse en matière de biomasse – OFEN, OFAG, ARE et OFEV; état le 23.03.2009: http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00496/index.html?dossier_id=00726&lang=fr



Dans le cadre du plan d'action pour les énergies renouvelables du Conseil fédéral, nous avons été chargés d'élaborer la présente Stratégie pour l'utilisation **énergétique** de la biomasse en Suisse en nous appuyant sur la stratégie de la Suisse en matière de biomasse. Il s'agit de montrer comment le potentiel énergétique de la biomasse peut être réalisé de la façon la plus exhaustive, efficace et écologique possible.

Office fédéral de l'énergie
Le directeur

Walter Steinmann



1 Résumé

La Suisse s'est engagée, constitutionnellement, à soutenir le développement durable. Dans le domaine de l'énergie, le projet d'une société à 2000 watts s'inscrit dans cette optique. Pour y parvenir, l'utilisation économe et rationnelle des ressources est absolument prioritaire.

Après la force hydraulique, la biomasse est la deuxième source d'énergie renouvelable indigène. Elle couvre aujourd'hui plus de 4% de la consommation finale d'énergie dans le pays. Son exploitation à des fins énergétiques peut aider de manière importante à l'économie des ressources non renouvelables, à la réduction des rejets de CO₂ et à la sécurité d'approvisionnement du pays. S'appuyant sur la stratégie de la Suisse en matière de biomasse, la présente stratégie formule les principes et objectifs devant régir l'utilisation énergétique de la biomasse en Suisse, elle en cerne les principaux champs d'action et en indique de possibles instruments d'application. S'agissant de la biomasse promise à une affectation énergétique, les dix objectifs ci-après visent à optimiser les modes de production, de traitement et d'utilisation pour l'environnement, pour l'économie et pour la société.

Objectifs stratégiques

- | | |
|--|---|
| I. Réalisation intégrale et durable du potentiel énergétique de la biomasse indigène | V. Production d'énergie de haute valeur |
| II. Bilan environnemental positif, sans risques additionnels en termes de sécurité | VI. Exploitation des synergies |
| III. Réduction des rejets polluants à effet de serre | VII. Responsabilité sociale assumée |
| IV. Substitution maximale des agents énergétiques non renouvelables | VIII. Pas d'effets d'éviction |
| | IX. Adaptation des bases légales |
| | X. Poursuite du développement technique |

Comme ressource indigène et agent énergétique produisant peu de CO₂, la biomasse est un atout pour la sécurité d'approvisionnement, pour les efforts en faveur des objectifs énergétiques et climatiques de la Suisse ainsi que pour la création de valeur au niveau régional. Elle se distingue également par la variété des formes d'énergie qui en découlent (électricité, chaleur, carburant) et par les synergies possibles (avec l'agriculture ou avec l'élimination des déchets, p.ex.). Cependant, les potentiels indigènes d'utilisation énergétique de la biomasse sont limités et sa densité énergétique relativement basse. Les équipements nécessaires requièrent d'importants capitaux et leur exploitation est fortement tributaire des coûts de la matière première et du combustible. A ces faiblesses s'ajoutent des effets parfois négatifs pour l'environnement (p. ex. rejets).

Au titre des éléments favorables à l'utilisation énergétique de la biomasse, on peut mentionner le renchérissement sur les marchés des matières premières et de l'énergie, les instruments d'encouragement tels que la rétribution à prix coûtant du courant injecté, ainsi que l'existence de techniques reconnues. De plus, les équipements nécessaires sont réalisables assez rapidement, ils sont généralement bien acceptés et ils recèlent un potentiel d'innovation intéressant, ne serait-ce que dans l'optique de l'exportation. Il reste que pour faire avancer les choses, des risques devront encore être pris et des obstacles surmontés. On mentionnera par exemple les déficiences qui apparaissent



quelquefois dans la conception et dans l'exploitation des équipements, les conflits possibles entre l'utilisation énergétique de la biomasse et d'autres types d'affectation, les exigences croissantes concernant l'hygiène, l'environnement et la sécurité, ainsi que les risques économiques de la récupération de chaleur.

La réalisation de tous les potentiels existants implique une action déterminée. Tant à l'échelon des «fondements» qu'à celui de la «mise en oeuvre», divers instruments et mesures seront nécessaires pour exploiter les avantages de la biomasse en surmontant les obstacles précités, afin de profiter des chances qu'elle offre.

A l'échelon des «fondements», on cherchera à mettre au point les bases scientifiques permettant de justifier par la suite les évaluations requises et les décisions à prendre. Les instruments à cet effet seront les deux programmes de recherche Biomasse & énergie du bois et Fondements de l'économie énergétique.

La «mise en oeuvre» se déroulera sur trois champs d'action: les mesures à prendre au titre de l'«incitation (financière)» (1) sont très diverses et elles touchent la chaîne entière, de la production de matière première à celle des différentes formes d'énergie et à leur distribution. Il s'agit ici de diriger les multiples flux de biens et de substances en fonction des objectifs stratégiques. Pour ce faire, on dispose d'instruments tels que la rétribution à prix coûtant (RPC), les aides à l'investissement, différents programmes d'encouragement (récupération de chaleur, stabilisation conjoncturelle), etc. Au chapitre de la «régulation» (2), il s'agit d'introduire ou de développer des instruments. Ce sera par exemple la standardisation d'installations (ou de composants d'installations) et des substrats/combustibles, ou le développement et l'harmonisation des prescriptions légales. Les instruments utilisés seront des normes et directives ainsi que des lois et ordonnances. Le dernier champ d'action, celui des «facteurs mous» (3) comprend des mesures indirectes comme l'information et les conseils, l'assurance de la qualité ainsi que la formation et le perfectionnement professionnels. Il faut concevoir et réaliser des équipements de haut niveau, et veiller à ce qu'ils soient exploités efficacement par des personnes qualifiées. Tant le programme SuisseEnergie que les programmes de formation et de perfectionnement auront à jouer un rôle décisif.

Les mesures concrètes font l'objet d'un catalogue séparé.



2 Vision

La Suisse s'est engagée, constitutionnellement, à favoriser le **développement durable**. La Confédération entend mener à long terme une politique à cet effet dans tous les domaines. La notion de **société à 2000 watts** désigne une étape de cette évolution sur le plan énergétique. Pour y parvenir, la priorité absolue doit être donnée à l'utilisation économe et rationnelle des ressources. La stratégie de la Suisse en matière de biomasse répond à cette volonté.

La biomasse destinée à l'exploitation énergétique sera produite, transformée et utilisée de manière optimale par rapport aux trois dimensions de la durabilité – l'environnement, l'économie et la société. Les potentiels seront réalisés le plus exhaustivement possible.

3 Introduction

3.1 Motivation

La communauté mondiale est confrontée à de graves défis: une population sans cesse croissante a besoin de nourriture et d'eau potable. Dans le même temps, les réserves non renouvelables de matières premières et d'énergie diminuent. Les mécanismes naturels sont menacés, de même que la diversité biologique, du fait des surfaces toujours plus importantes nécessaires pour les infrastructures, des rejets polluants et de l'évolution du climat. Pour assurer à long terme le terreau même de la vie et du bien-être, la Suisse a hautement intérêt à relever ces défis. Elle a donc inscrit dans la Constitution fédérale sa volonté d'agir dans le sens du développement durable.

Dans un premier temps, la «Stratégie de la Suisse en matière de biomasse», émanant des offices fédéraux de l'énergie, de l'agriculture, du développement territorial et de l'environnement, principalement impliqués dans la production, la transformation et l'utilisation de la biomasse, a défini huit objectifs stratégiques qui fonderont l'aménagement futur des différentes actions politiques de la Confédération et, au besoin, des cantons.

La biomasse sert à produire des aliments pour l'homme et pour les animaux, des matériaux de construction ainsi que nombre d'objets d'usage quotidien tels que des vêtements, des articles pour les soins corporels, du papier et des meubles. Ces productions engendrent des quantités importantes de sous-produits et de déchets biogènes pouvant resservir matériellement et/ou comme sources d'énergie.

L'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie peut contribuer de façon non négligeable à préserver les ressources non renouvelables, tout en participant à la sécurité d'approvisionnement et en diminuant l'ampleur des rejets de CO₂.

La présente stratégie définit, conformément aux prémisses déjà formulées, les principes et les objectifs directeurs de l'utilisation énergétique de la biomasse en Suisse, en cerne les champs d'action et nomme les instruments possibles de sa mise en oeuvre.



3.2 Situation

La biomasse est – après la force hydraulique – la deuxième plus importante source d'énergie renouvelable indigène. Aujourd'hui, la biomasse représente environ 25% de la consommation finale d'énergie renouvelable et son apport total à la couverture de la consommation finale d'énergie dépasse les 4%.

3.2.1 Objectifs énergétiques

3.2.1.1 Suisse

Les objectifs politiques de la Suisse quant à l'exploitation des énergies renouvelables s'inscrivent principalement dans les textes/programmes suivants:

- la loi sur l'énergie,
- le programme SuisseEnergie,
- le plan d'action pour les énergies renouvelables.

Lors de la révision de la **loi sur l'énergie**, on a pour la première fois fixé un objectif chiffré pour la croissance de la production d'électricité à partir d'agents renouvelables: en 2030, la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables doit avoir progressé de 5'400 GWh par rapport au niveau de l'an 2000. Au moins 2'000 GWh devront être imputables à l'énergie hydraulique.

SuisseEnergie, le programme d'action pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, vise pour 2010 un apport (par rapport à l'an 2000) des nouvelles énergies renouvelables (c.-à-d. autres que l'hydraulique) de 1% à la production de courant (+0,5 TWh) et de 3% à celle de chaleur (+3 TWh), et parallèlement, un recul de la consommation d'énergies fossiles (et donc une diminution des rejets de CO₂) de 10% par rapport à 1990.

Adopté en 2010 par le Conseil fédéral, le programme subséquent de SuisseEnergie pour 2011-2020 s'appuie sur la stratégie des quatre piliers fixée en 2007 (1° Efficacité énergétique, 2° Energies renouvelables, 3° Grandes centrales, 4° Politique étrangère dans le domaine de l'énergie). Concrètement, il s'agit de fournir un apport substantiel à la réalisation des potentiels de croissance de l'efficacité énergétique et du recours aux agents renouvelables. L'accent sera mis en particulier sur une mobilité peu gourmande et peu polluante, des appareils et des moteurs électriques économes, ainsi que sur la formation et le perfectionnement des professionnels.

Les **plans d'action pour l'efficacité énergétique et pour les énergies renouvelables**⁶ renferment des propositions concrètes pour atteindre les objectifs auxquels ils se rapportent. Ils couvrent la période de 2007 à 2020 et s'harmonisent avec les nouveaux objectifs et mesures touchant la politique climatique. Lesdites mesures englobent un ensemble d'interventions fixées dans la loi: standards minimaux et prescriptions de consommation, systèmes d'incitation et d'encouragement, ainsi qu'une stratégie cohérente des meilleures pratiques en matière d'efficacité énergétique. Les objectifs en rapport avec la biomasse sont les suivants: d'ici à 2020, porter de 16% à 24% l'apport des énergies renouvelables à la couverture de la consommation totale d'énergie, soit une progression relative de 50%, tout en réduisant de 20% la consommation d'agents fossiles entre 2010 et 2020 (Base: apport relatif des énergies renouvelables en 2008).

⁶ <http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/02577/index.html?lang=fr>



3.2.1.2 Union Européenne

Les négociations qui se poursuivent au sujet du paquet Energie/climat ont vu l'adoption, le 6 avril 2009, de la directive du Parlement européen et du Conseil pour l'encouragement de l'utilisation d'énergie de sources renouvelables. Cet acte dispose que tout Etat membre doit accroître l'apport d'énergie renouvelable, afin de contribuer à faire passer cet apport, au sein de l'UE, de 8,5% (aujourd'hui) à 20% d'ici à 2020. L'objectif global de l'Union est également de porter la part des biocarburants à 10% de la consommation totale de carburants dans les transports.

Les Etats membres de l'UE décident eux-mêmes de la structure de leur «mix» énergétique et de la place que doit y occuper chaque agent renouvelable, afin de tirer parti de leurs potentiels spécifiques. Cependant, ils ont dû communiquer à la Commission pour le 30 juin 2010 leurs plans d'action nationaux (NAPs) en s'appuyant sur certaines lignes directrices et ils seront tenus de présenter tous les deux ans des rapports sur les résultats atteints. Les plans d'action couvrent trois secteurs: électricité, chauffage et refroidissement, transports. Les biocarburants devraient couvrir au moins 10% des besoins de carburants de chaque Etat membre. Cet objectif est toutefois plus ou moins contraignant selon la durabilité de la production et selon que des biocarburants de deuxième génération pourront être commercialisés en quantités suffisantes. L'UE a fixé aussi des critères de durabilité pour ces carburants, la mise en oeuvre relevant de chaque Etat. L'Allemagne a été l'un des premiers d'entre eux à se doter d'un fil conducteur pour l'utilisation durable de la biomasse⁷. Par ailleurs, le rail et les véhicules électriques peuvent contribuer à remplir les quotas de biocarburants.

Au sein de l'UE-27, la production d'électricité tirée de sources renouvelables a augmenté d'environ 30% au cours des dix dernières années, passant de 371 TWh en 1997 à 477 TWh en 2006. La force hydraulique a représenté jusqu'à présent la plus grande partie de la production. On estime toutefois qu'en 2020, la grande hydraulique contribuera par 319 TWh par an à la production durable de courant, contre 423 TWh pour l'éolien, 195 TWh pour le bois et 80 TWh pour le biogaz⁸.

La même source attribue à la biomasse l'apport d'énergie primaire le plus important (environ $\frac{3}{4}$) à la production de chaleur renouvelable. En outre, selon le scénario principal, cet apport sera dû à hauteur de 88% au potentiel de l'UE en bois indigène (env. 8000 PJ, soit 193 Mtep⁹). Les 12% restants seront importés sous forme de bois (400 PJ) et de biocarburants (près de 800 PJ).

3.2.2 Les matières biogènes en Suisse

Une étude¹⁰ s'est attachée à déterminer les flux quantitatifs et énergétiques de biens biogènes en Suisse à partir des statistiques de l'année civile 2006. On a relevé ces flux à l'intérieur des frontières nationales, en enregistrant en outre en tant que telles les importations et les exportations. Les données ont été exprimées en matière sèche et contenu énergétique brut (pouvoir calorifique), pour faciliter les comparaisons. La représentation graphique est proportionnelle aux quantités (cf. app. 1).

Les flux principaux en termes de poids et de contenu énergétique sont engendrés dans la production, c'est-à-dire dans l'agriculture, l'élevage et l'exploitation forestière. A l'échelon de la transformation, les flux les plus importants sont ceux des industries du bois et du papier, et ils ont lieu avant tout dans

⁷ Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE, 2010

⁸ <http://www.res-progress.eu/>

⁹ Mégatonnes équivalents pétrole

¹⁰ Biogene Güterflüsse in der Schweiz 2006; OFEV, OFEN 2008 (partiellement en français)



l'importation et l'exportation. Quant aux phases de l'utilisation et de l'élimination, l'ampleur des flux y est minime par rapport à la production, sauf au stade de la consommation.

3.2.3 Potentiels

En Suisse, la quantité de biomasse disponible et donc son potentiel théorique sont limités par la densité des constructions, l'étendue restreinte des surfaces productives, la topographie difficile et les conditions climatiques. Compte tenu des impératifs écologiques, le potentiel énergétique à long terme (soit la production écologique potentielle nette en 2040) est évalué à quelque 126 PJ sur la base d'estimations datant de 2004¹¹ (cf. fig. 1). Ce potentiel non négligeable n'est que partiellement réalisé aujourd'hui (cf. fig. 1). Il ne touche que peu la production de nourriture et d'aliments pour le bétail ainsi que l'utilisation matérielle de la biomasse (p. ex. sous forme de bois de construction et dans l'industrie).

Biomassepotenzial 2040

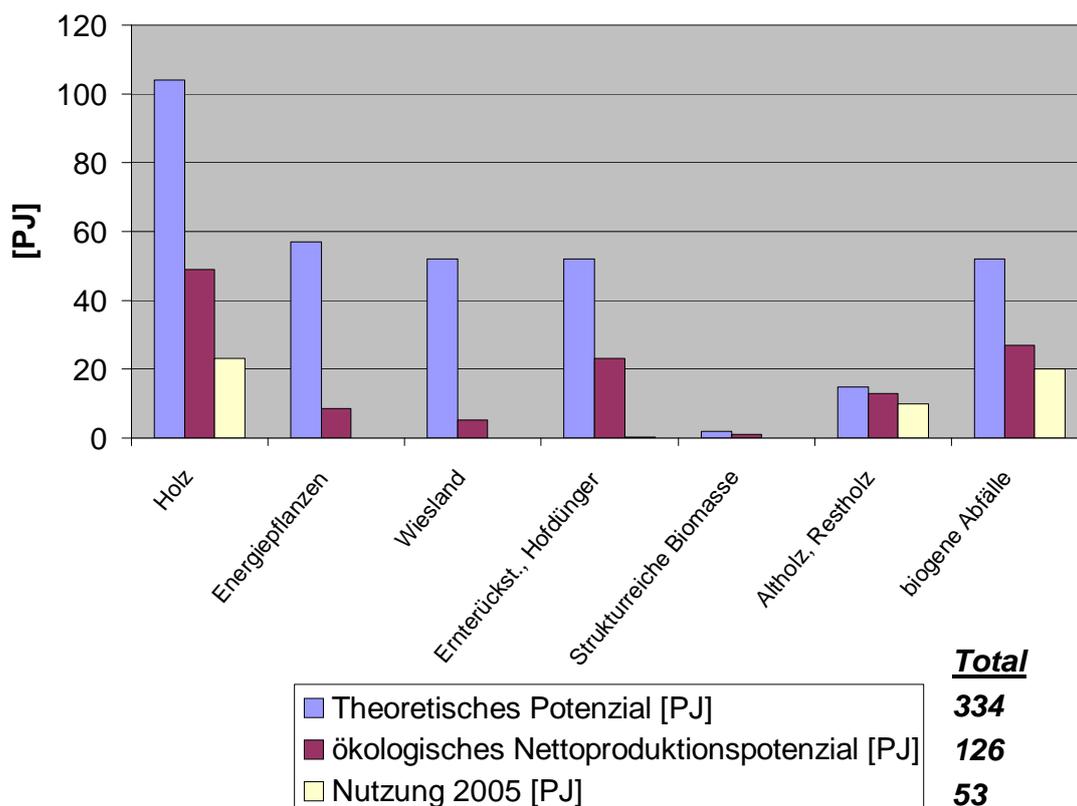


Figure 1 : Potentiel de la biomasse (en 2040)

¹¹ Potentiels d'utilisation énergétique de la biomasse en Suisse; OFEN, Décembre 2004; dans cette étude, l'évaluation du potentiel économique repose sur des définitions autres que celles des perspectives énergétiques (OFEN 2007)



Des potentiels inutilisés dorment en particulier dans le bois-énergie (bois de forêt) et dans l'agriculture (résidus des récoltes, engrais de ferme). L'exploitation des engrais de ferme est difficile du fait de leur faible densité énergétique. Des possibilités d'optimisation subsistent aussi dans l'utilisation des déchets biogènes (p. ex. déchets végétaux humides en UIOM, boues d'épuration).

3.2.4 Technologies

Il existe de multiples procédés et techniques permettant l'exploitation énergétique de l'éventail des types de biomasses. La figure 2 présente quelques-uns de ces modes de transformation.

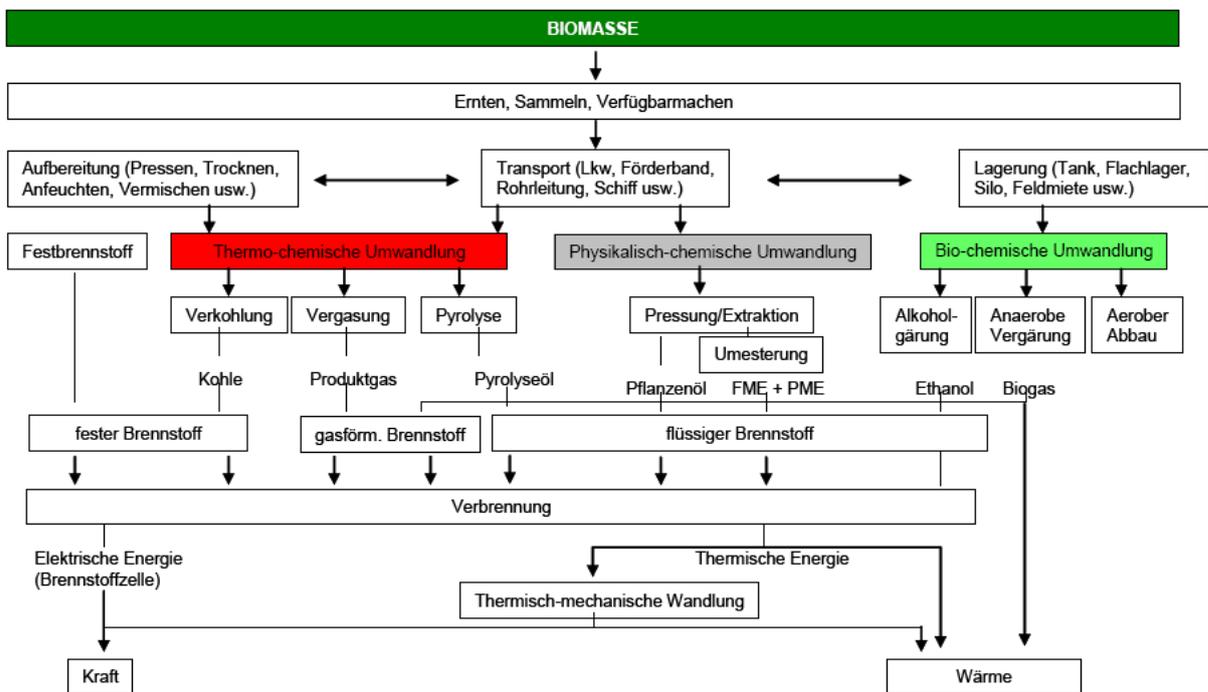
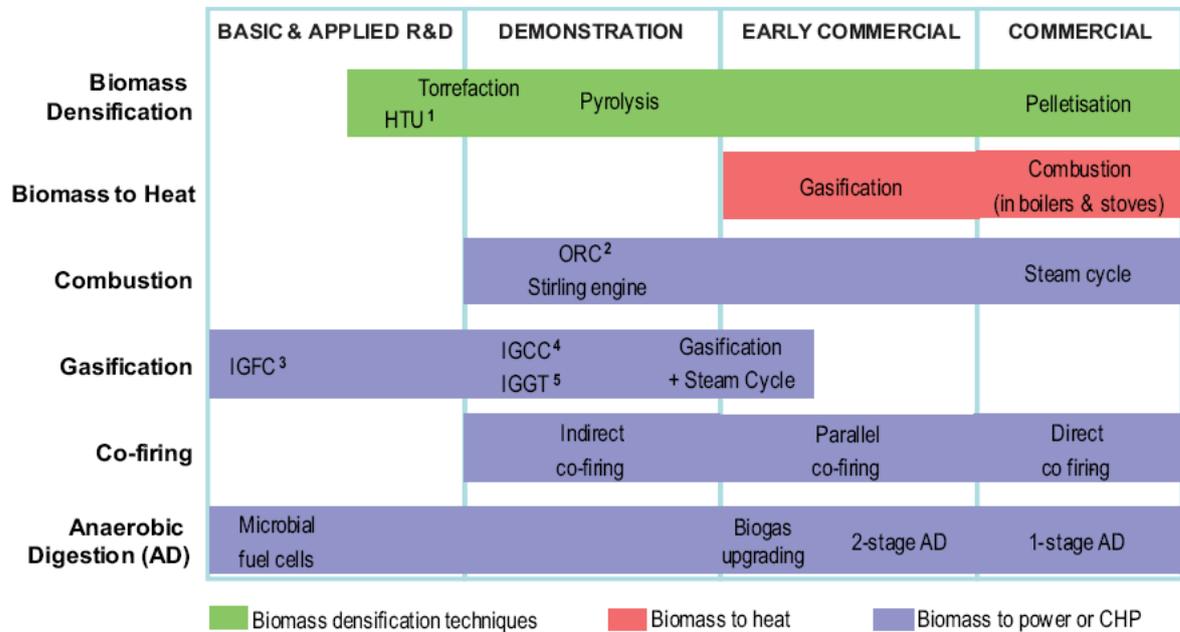


Figure 2: Techniques et modes de transformation applicables à la production d'énergie à partir de biomasse (source: Programme de recherche Biomasse de l'OFEN pour la période 2008-2011)

Il existe généralement plusieurs possibilités de transformer un type de biomasse donné. Selon le type et la composition du matériau et selon la production énergétique voulue, une technique conviendra mieux qu'une autre. Ainsi des matériaux ligneux secs subiront un traitement thermique ou thermo-chimique (combustion, gazéification), alors qu'une biomasse humide peu ligneuse sera plutôt soumise à un procédé bio-chimique (méthanisation).

Pour réaliser des économies d'échelle, on concevra en règle générale un équipement aussi grand que possible compte tenu des possibilités de transport de la biomasse et de placement de la chaleur au niveau local, lesquelles ont souvent un effet limitatif sur la taille de l'installation.

Le développement actuel de quelques techniques de transformation peut être esquissé comme suit (cf. fig. 3):



¹Hydrothermal upgrading; ²Organic Rankine Cycle; ³Integrated gasification fuel cell; ^{4,5}Integrated gasification combined cycle (CC)/ gas turbine (GT)

Figure 3: Développement actuel des principales techniques de traitement et de transformation de la biomasse (source: AIE Bioenergy¹²)

Aujourd'hui en Suisse, l'utilisation énergétique de la biomasse fait surtout appel à la combustion et à la digestion anaérobie (méthanisation). Quant à la gazéification en vue d'une production énergétique de haute valeur, elle a été démontrée dans le pays dans un petit nombre de projets, mais non encore amenée au stade industriel. Contrairement à ce qu'indique le graphique ci-dessus, l'OFEN situe le cycle organique de Rankine (ORC) au stade «early commercial». Exemples:

Combustion	<ul style="list-style-type: none"> • Chauffage de locaux isolés • Chauffage au bois d'appartements et de villas • Centrales de chauffe (ch. à distance) alimentées au bois • Centrales à énergie totale avec production de vapeur • UIOM (déchets biogènes combinés avec d'autres déchets urbains – production de vapeur)
Digestion anaérobie (méthanisation)	<ul style="list-style-type: none"> • Install. à gaz d'épuration pour la stabilisation des boues • Install. agricoles à biogaz (engrais de ferme, cosubstrats) • Install. à biogaz (semi)-industrielles (déchets biogènes) • Install. de méthanisation des eaux usées industrielles

Ainsi les travaux de recherche en Suisse portent avant tout sur les techniques de combustion, de gazéification et de méthanisation anaérobie.

¹² Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source, IEA Bioenergy ExCo 2009:05



4 Objectifs stratégiques 2035

Les objectifs stratégiques ci-après guident la Confédération dans l'aménagement de sa politique pour l'utilisation énergétique de la biomasse en conformité avec l'option climatique:

Objectif stratégique	Description succincte
I. Réalisation intégrale et durable du potentiel énergétique de la biomasse indigène	Indépendamment de l'apport des autres énergies renouvelables et des mesures prises pour accroître l'efficacité énergétique ou réduire la consommation, il faut exploiter le potentiel énergétique de la biomasse de la manière la plus <i>complète, efficace et écologique</i> possible. Ainsi la biomasse fournira une contribution importante à la sécurité d'approvisionnement.
II. Bilan environnemental positif, sans risques additionnels en termes de sécurité	L'utilisation énergétique de la biomasse doit aboutir à une amélioration globale du bilan environnemental par rapport aux technologies conventionnelles. Les critères de sécurité doivent correspondre à ceux qui régissent les techniques conventionnelles.
III. Réduction des rejets polluants à effet de serre	L'utilisation énergétique de la biomasse doit fournir une contribution importante à la réduction des polluants à effet de serre.
IV. Substitution maximale des agents énergétiques non renouvelables	La préférence sera donnée à des techniques assurant un effet de remplacement maximal par rapport aux énergies non renouvelables
V. Production d'énergie de haute valeur	On choisira des technologies pouvant fournir de l'énergie de haute valeur (haute teneur exergetique).
VI. Exploitation des synergies	On recherchera toujours l'utilisation intégrée (matérielle et énergétique) de la biomasse, de manière à obtenir la plus grande économie de ressources non renouvelables avec la plus faible pollution de l'environnement possible.
VII. Responsabilité sociale assumée	On veillera à l'existence de conditions de travail socialement acceptables dans la production de biomasse (important surtout en cas d'importation de biomasse brute ou de produits énergétiques tirés de la biomasse)
VIII. Pas d'effets d'éviction	On évitera d'agir au détriment de la production alimentaire ou de la diversité biologique.
IX. Adaptation des bases légales	Il conviendra d'adapter les bases légales selon les exigences techniques, écologiques, économiques et sociales.
X. Poursuite du développement technologique	On renforcera la R+D en vue d'optimiser les systèmes et les techniques et de développer de nouveaux procédés.



Explications et exemples

Objectif I. - Réalisation intégrale et durable du potentiel énergétique de la biomasse indigène

Il s'agit tout d'abord de réduire massivement la consommation d'énergie par d'autres mesures (efficacité technique accrue, changement de comportement¹³). La consommation résiduelle inévitable sera si possible couverte par des énergies renouvelables. La réalisation intégrale du potentiel énergétique de la biomasse indigène constituera un apport important à la sécurité d'approvisionnement.

On utilisera surtout les déchets biogènes, les engrais de ferme et les déchets engendrés par les productions agricole et forestière. Faut-il préférer une utilisation centralisée ou décentralisée de la biomasse? Cela dépend du type et plus encore de la densité énergétique de la biomasse. Il faut avoir une vision d'ensemble pour pouvoir se prononcer.

Sachant que le volume de biomasse énergétique est relativement faible, on choisira toujours (pour la production, la transformation et l'utilisation de biomasse) d'encourager et de mettre en œuvre les techniques les plus efficaces et les moins polluantes, comme le veut l'objectif n° IV.

On évaluera le rapport coût/utilité des techniques et procédures appliquées selon des critères économiques reconnus.

Objectif II. - Bilan environnemental positif, sans risques additionnels en termes de sécurité

La pollution de l'environnement liée à l'utilisation énergétique de biomasse ne doit pas être supérieure, au total, à celle des techniques conventionnelles comparables. On optimisera encore les techniques appliquées dans l'optique de la sécurité et de leur compatibilité avec l'environnement.

A tous les échelons, il importe d'éviter ou de réduire dans la mesure du possible l'adjonction de substances polluantes aux flux de biomasse, afin que les résidus matériels du processus puissent réintégrer le cycle naturel des matériaux.

On évaluera les produits et systèmes dans une optique globale (cycle de vie complet d'un produit, éventuellement au-delà des frontières nationales, analyse des risques, etc.). Leurs retombées sur d'autres domaines (cf. Consequential LCA) seront prises en compte si cela est possible et indiqué. Mais le souci de proportionnalité doit guider l'analyse en tout temps.

De même, il conviendra d'évaluer le bien-fondé de l'importation de biomasse à des fins énergétiques sur la base d'une analyse de durabilité.

En règle générale, la production de biomasse se limitera à des espèces et organismes indigènes et adaptés au site, dont le matériel génétique n'aura été modifié (le cas échéant, même par des méthodes génétiques) qu'à la façon dont il peut l'être dans des conditions naturelles par croisement ou recombinaison.

La réduction des effets nuisibles et gênants de la production, de la transformation et de l'utilisation de la biomasse implique tout d'abord celle des rejets (polluants atmosphériques, bruits, odeurs, etc.) par des mesures prises à la source. Au nombre des effets nuisibles figurent encore toutes les émissions de nature à influencer le climat (rejets polluants à effet de serre) – cf. l'objectif n° III.

¹³ Minimum nécessaire (frugalité!)



Objectif III. - Réduction des rejets polluants à effet de serre

L'utilisation énergétique de biomasse doit contribuer à réduire substantiellement le volume des rejets polluants à effet de serre. On prendra en considération non seulement les rejets de CO₂, mais tous les rejets pouvant agir sur le climat, directement ou indirectement, pendant le cycle de vie des produits.

Objectif IV. – Substitution maximale des agents énergétiques non renouvelables

La préférence sera donnée à des techniques et systèmes offrant le facteur d'efficacité le plus élevé par rapport à la quantité de biomasse introduite, de manière à optimiser l'effet de substitution par rapport aux agents non renouvelables et la réduction des substances polluantes.

Objectif V. - Production d'énergie de haute valeur

Dans un système ou dans un flux de matière, l'exergie est la part d'énergie pouvant accomplir un travail. La biomasse doit servir à produire de l'énergie de la plus haute valeur possible. Cela signifie que la part la plus élevée possible de l'énergie disponible sera transformée en travail. Voilà pourquoi, en règle générale, la production combinée de chaleur et d'électricité est préférable à celle de chaleur uniquement. Simultanément, il faut toutefois assurer le facteur d'efficacité le plus élevé possible, conformément à l'objectif n° IV.

Objectif VI. – Exploitation des synergies

Utilisation en cascade: pour aller dans le sens de l'économie des ressources, l'utilisation de la biomasse doit viser une création de valeur optimale aboutissant en premier lieu à des produits alimentaires, à des matériaux de construction, etc. Quant aux sous-produits et déchets ainsi engendrés, il faut - s'ils ne sont pas réutilisables à un niveau plus élevé (p.ex. comme aliments pour le bétail) - en faire le meilleur usage énergétique, et le moins polluant possible.

La production et l'utilisation de biomasse doivent tirer parti systématiquement des synergies, lorsque cela est possible et indiqué. Ainsi les sous-produits et déchets de l'industrie alimentaire peuvent entrer dans la production d'aliments pour le bétail. Quant aux déjections de l'élevage, elles peuvent servir à la production d'énergie dans une installation à biogaz, et les restes solides (digestat) servir d'engrais dans l'agriculture. De son côté, la chaleur engendrée par la production d'électricité peut servir à la production de viande (p. ex. élevage de poulets), dans l'industrie (alimentaire) ou pour le chauffage de logements.

Les ressources naturelles offrent encore d'autres possibilités de synergies (voir Stratégie de la Suisse en matière de biomasse). Ainsi la forêt est à la fois un espace de détente et un fournisseur de bois de haute valeur pour le bâtiment, l'industrie et la production d'énergie. Le recours au bois dans le bâtiment remplace l'emploi de matériaux plus gourmands en énergie tels que l'acier et le béton. On économise ainsi l'énergie grise (et avec elle des rejets de CO₂), tout en pouvant finalement (au terme de la durée de vie) récupérer le bois pour produire de l'énergie.

Objectif VII. - Responsabilité sociale assumée

Les deux autres composantes de la durabilité, l'écologique et l'économique, sont suffisamment décrites dans les objectifs stratégiques restants.

Dans la production, la transformation et l'utilisation de biomasse indigène, les minima sociaux sont respectés grâce à la législation en vigueur et à son application correcte. Le respect de ces minima est néanmoins un aspect particulièrement important dans le contexte de l'importation de biomasse (brute)



ou de ses produits énergétiques. Par analogie avec les dispositions de la loi¹⁴ et de l'ordonnance sur les huiles minérales¹⁵, les exigences minimales relatives à des conditions de production socialement acceptables sont remplies si, lors de la culture des matières premières et de la production de combustibles et de carburants, la législation sociale applicable au lieu de production, ou à défaut, les conventions fondamentales de l'Organisation internationale du travail (OIT) ont été respectées.

Objectif VIII. – Pas d'effets d'éviction

L'utilisation énergétique de biomasse ne doit pas se traduire, ni en Suisse ni à l'étranger, par une pression, directe ou indirecte, à réduire la production alimentaire ou la diversité biologique. On utilisera donc avant tout les déchets biogènes, les engrais de ferme et les résidus de la production agricole et forestière.

Objectif IX. - Adaptation des bases légales

Il convient de poursuivre le développement du droit en vigueur et de le compléter en tenant compte des conditions techniques, écologiques, économiques et sociales, des politiques menées à l'étranger et des instruments du droit public, ainsi qu'en s'appuyant sur les plus récents enseignements de la science et de la technologie. Le cas échéant, on corrigera les contradictions qui apparaîtraient entre les exigences de la loi et les objectifs de la présente stratégie.

Objectif X. - Poursuite du développement technologique

Il faut encore optimiser et continuer de développer les techniques de production, de transformation et d'utilisation de l'énergie tirée de la biomasse. On développera en outre de nouvelles techniques et on encouragera et testera des idées inédites et des systèmes innovateurs tendant à améliorer globalement l'utilisation de la biomasse. Leur commercialisation rapide est souhaitable. Toutes les techniques doivent être optimisées ou développées dans le sens des objectifs stratégiques n^{os} I à VIII.

Les objectifs et les centres de gravité de la recherche énergétique sont fixés pour 4 ans dans le plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération¹⁶ ainsi que dans les programmes de recherche qui en découlent. Le plan directeur détermine les objectifs et priorités dans le domaine de la biomasse.

¹⁴ RS 641.61

¹⁵ RS 641.611

¹⁶ www.recherche-energetique.ch



5 Analyse SWOT de l'utilisation énergétique de la biomasse en Suisse (SWOT: strengths, weaknesses, opportunities, threats)

5.1 Forces

- Ressource indigène: contribue à la sécurité d'approvisionnement et à une réduction de la dépendance vis-à-vis de l'étranger, tout en renforçant la création de valeur au niveau régional;
- Source d'énergie produisant peu de CO₂, selon le type de biomasse et le mode de conversion; fournit un apport important aux objectifs énergétiques et climatiques du pays;
- Techniques de valorisation avancées à disposition;
- Disponibilité à toute heure et, grâce au stockage, à peu près en toute saison;
- Polyvalence: différentes formes d'énergie possibles: chaleur, électricité, carburant;
- Technologies adaptées avec succès au marché de l'exportation;
- Important potentiel mondial (possibilité d'exportation de technologies et, éventuellement, d'importation de biomasse brute ou de ses produits énergétiques);
- Synergies p. ex. avec l'agriculture (possibilité de revenu supplémentaire), avec l'élimination des déchets et l'épuration des eaux usées, avec une fabrication (nouveaux produits), etc.;
- Démarche généralement bien acceptée par les milieux politiques et par la population, pour autant que les principes du développement durable soient respectés;
- Important potentiel de développement technique (recherche de haut niveau et bien intégrée au plan international).

5.2 Faiblesses

- La Suisse offre certes de substantiels potentiels de biomasse utilisable, ils n'en restent pas moins limités du fait de la proportion restreinte de surfaces productive ainsi que des conditions climatiques et topographiques, ce qui alourdit les coûts de la matière première et du combustible;
- Par rapport aux agents fossiles, la biomasse présente une faible densité énergétique; de là découlent des problèmes logistiques et une création de valeur relativement modeste;
- Les équipements nécessaires¹⁷ sont le plus souvent onéreux et ne peuvent donc se faire sans sécurité d'investissement;
- Les coûts de production, fortement tributaires de ceux des matières premières et des combustibles, dépendent aussi des taux d'intérêt, vu le niveau relativement élevé de l'investissement à consentir;
- Des effets négatifs pour l'environnement (p. ex. des rejets) sont possibles, d'où la nécessité de faire le bilan des effets positifs et négatifs (LCA);
- Les effets (écologiques et sociaux) indirects, notamment en cas d'importation de biomasse, sont difficiles à évaluer.

¹⁷ au même titre que d'autres équipements pour l'énergie renouvelable



5.3 Chances

- L'offre de biomasse est très diverse, comme l'est la palette des techniques de conversion; il existe en effet une série de procédés reconnus d'utilisation énergétique de la biomasse;
- La biomasse peut contribuer de façon non négligeable à ménager les ressources fossiles et à rendre plus supportable le renoncement au «pétrole-roi» après le pic pétrolier et le passage à des sources renouvelables;
- L'apport actuel de la biomasse à la consommation totale d'énergie de la Suisse est relativement modeste (à peine plus de 4%); il pourrait être sensiblement développé (multiplication possible par deux);
- Quelques-unes des techniques envisageables (notamment pour la production de chaleur) sont d'ores et déjà rentables dans certaines de leurs applications; le renchérissement inéluctable, à moyen terme et au-delà, des énergies conventionnelles, s'ajoutant à l'optimisation des techniques de la biomasse, pourra en améliorer la rentabilité;
- La rétribution à prix coûtant (RPC) offre une chance en particulier pour les techniques plus coûteuses aujourd'hui, et donc moins compétitives;
- La taxe CO₂ sur les combustibles fossiles et l'exigence d'une compensation intégrale des rejets de CO₂ des centrales combinées à gaz ajoutent aux avantages de la production d'énergie à partir de biomasse;
- Les équipements correspondants sont capables de produire en suivant un programme; ils peuvent ainsi contribuer à la production d'énergie de pointe et par conséquent, au réglage du réseau; les petites installations seront autant que possible reliées entre elles, afin de «faire le poids»;
- Les équipements pour la biomasse sont réalisables assez rapidement, en comparaison avec d'autres, et on peut les éliminer sans difficultés, c'est-à-dire que leur existence ne cause généralement pas de dégâts irréversibles;
- Le potentiel d'innovation existe;
- En raison du renchérissement sur les marchés des matières premières et de l'énergie, l'utilisation énergétique de la biomasse devient plus intéressante.

5.4 Risques / entraves

- Un obstacle économique (et structurel) non négligeable à la multiplication des équipements pour la biomasse réside dans le coût élevé des réseaux de chauffage; en effet, si tout équipement de ce type produit de la chaleur, cela n'est économiquement intéressant que là où la demande est dense; le poids des investissements requis pour les réseaux et le potentiel modeste des équipements de petite et moyenne dimension s'opposent à une meilleure exploitation de la biomasse; à cela s'ajoute la concurrence toujours possible avec d'autres énergies de réseau (notamment le gaz). Enfin, l'efficacité énergétique accrue des bâtiments affaiblit encore la rentabilité des réseaux de chauffage et leur efficacité propre;
- Les erreurs de conception (en particulier dans le choix de l'implantation) et dans l'exploitation des équipements sont toujours à craindre, de même qu'une formation insuffisante;
- Des conflits peuvent surgir entre l'utilisation énergétique et d'autres types d'utilisation (production alimentaire, utilisation matérielle, fonctions telles que la compensation écologique, atteinte au paysage/aire de détente, etc.);
- Des conflits sont possibles sur 2 plans en cas d'utilisation énergétique: a) au plan stratégique de la production d'énergie (électricité, chaleur ou carburant), et b) au plan de la technologie (p. ex. combustion vs. méthanisation); le potentiel limité, face à une demande accrue, peut



- engendrer des convoitises et par conséquent des prix (trop?) élevés;
- Les exigences touchant l'hygiène, l'environnement, la sécurité, etc., vont croissant;
 - Les pratiques cantonales en matière d'autorisation (prot. de l'environnement, aménagement du territoire) diffèrent; les procédures sont parfois plus lourdes que pour le simple renouvellement d'un équipement énergétique conventionnel; il peut en résulter des coûts d'investissement accrus et une distorsion de la concurrence;
 - Des conflits d'objectifs peuvent surgir entre réduction des rejets de CO₂, sécurité d'approvisionnement et ressources renouvelables, d'une part, et d'autre part certains effets environnementaux (p. ex. rejets);
 - Le cas échéant, la culture de plantes sources d'énergie risque d'aboutir à un bilan défavorable en termes d'énergie et de CO₂;
 - A des investissements relativement élevés s'ajoute une forte dépendance par rapport aux coûts des matières premières et du combustible;
 - Le transfert de technologie est relativement lent; on manque de partenaires industriels puissants qui collaborent activement à la recherche et encouragent la commercialisation de nouvelles techniques;
 - Des conditions cadres défavorables font que les objectifs stratégiques supérieurs ne peuvent être atteints (p. ex. taxe incitative sur le CO₂ (combustibles, carburants) insuffisante ou inexistante, plafonnement de la RPC ayant un effet «stop and go», etc.);
 - La production programmée et celle destinée à répondre aux pointes de la demande exigent généralement des investissements supplémentaires vu les dimensions à donner aux équipements;
 - Les efforts déployés en vue d'utiliser systématiquement des énergies renouvelables au lieu d'agents non renouvelables suscitent de nouveaux défis dans le domaine de la biomasse;
 - Si la capacité des équipements croît (nombre croissant d'équipements et/ou agrandissement de ceux qui existent), le marché de la biomasse sera plus âprement disputé, d'où le renchérissement des matières premières (p. ex. le bois) ou l'effondrement des taxes d'élimination des déchets biogènes.

6 Champs d'action, instruments, mesures à prendre

Si l'on veut, comme on l'a dit plus haut, réaliser intégralement les potentiels, il faut agir. On verra ci-après les champs d'action et les instruments qui entrent en ligne de compte. Les mesures qui s'ensuivent, succinctement mentionnées ici, sont décrites dans un catalogue (document séparé).

6.1 Champ d'action: Bases de travail

Bien des bases de travail existent déjà. Il s'agit d'en poursuivre le développement et d'en établir de nouvelles au besoin.

Instruments: Programmes de recherche (Biomasse & énergie du bois, Fondements de l'économie énergétique)

Les mesures préconisées visent l'élaboration de fondements scientifiques. Un élément déterminant en sont des données sûres telles que statistiques, éco-inventaires, etc., qui serviront de bases d'évaluation. Il importe également de développer des procédures et techniques nouvelles et de les tester en laboratoire et en conditions réelles. Pour les nouvelles techniques, il faut en mesurer le potentiel, étudier de nouveaux concepts et plus généralement, se faire une idée de leurs effets non seulement écologiques (p. ex. hygiène de l'air, climat) et sanitaires, mais encore économiques, selon le substrat qui servira de source d'énergie. Ces bases de travail permettront alors de fixer les critères d'utilisation rationnelle de la biomasse et de gestion des flux de matières. Accessoirement, on visera



autant que possible à exploiter en Suisse la biomasse produite dans le pays.

6.2 Champ d'action: mise en oeuvre

6.2.1 Incitations (financières)

Instruments: on peut citer de multiples instruments d'encouragement tels que la RPC, l'exonération de la taxe sur les huiles minérales, les aides à l'investissement, divers programmes spécifiques (récupération de chaleur, stabilisation conjoncturelle, etc.), les mesures de compensation du CO₂, les taxes incitatives, certains systèmes fiscaux, le programme d'encouragement pour le transfert de technologie.

Le catalogue des mesures à prendre à titre d'incitation est riche en information et touche toute la chaîne de création de valeur qui va de la préparation de la matière première (logistique incluse) à la distribution des différents produits énergétiques, en passant par leur production. Il faut parvenir à diriger les flux de biens et de substances conformément aux objectifs stratégiques (cf. chap. 4), en adoptant des mesures telles que le labeling ou la certification de produits, le développement d'instruments d'encouragement et de taxes d'incitation, l'optimisation des systèmes fiscaux, etc. Pour faire avancer la cause des énergies renouvelables en Suisse, on veillera en outre à ce que les acteurs de ce marché communiquent mieux entre eux, afin d'assurer également le transfert de technologie.

6.2.2 Réglementation

Instruments: normes, directives, exigences légales (loi, ordonnance)

Outre les bases de travail et les incitations, des instruments de régulation seront nécessaires pour consolider les énergies renouvelables sur le marché et en développer l'utilisation. Pour cela, on poussera la standardisation des équipements et de leurs composants ainsi que celle des matières premières et des combustibles, tout en participant aux travaux entrepris à cet effet dans des instances nationales et internationales. Il importe aussi d'harmoniser les prescriptions légales et d'optimiser les bases de planification, toujours en tenant compte des plus récentes avancées scientifiques et techniques.

6.2.3 Facteurs mous (information, conseil, formation et perfectionnement)

Instruments: programmes d'actions tels que SuisseEnergie¹⁸, programmes de formation et de perfectionnement

La mise en oeuvre de la stratégie reposera également, pour une bonne part, sur des mesures indirectes telles que l'information et les conseils, l'assurance qualité, la formation et le perfectionnement des professionnels. Tout doit concourir à la conception et à la construction d'équipements de qualité élevée. Ceux-ci auront besoin de personnels compétents pour leur exploitation, capables d'en assurer la rentabilité à long terme. Quant à la promotion de l'électricité et de la chaleur (voire de certains carburants, le cas échéant) issus de biomasse ainsi qu'à la coordination des projets, elles contribuent également à favoriser l'utilisation énergétique de la biomasse.

¹⁸ ou le programme subséquent



7 Glossaire

Biomasse	Toute matière organique produite directement ou indirectement par photosynthèse et qui n'a pas subi de processus géologiques, y compris les sous-produits et dérivés, résidus et déchets dont le contenu énergétique provient de la biomasse.
Potentiel énergétique de la biomasse	Energie pouvant être tirée de la biomasse en respectant les principes du développement durable. Cela implique la conformité aux objectifs et principes stratégiques définis au chapitre 4.
Combustible - carburant ¹⁹	<p>Le combustible est une substance chimique dont le contenu énergétique peut être converti en énergie utile par oxydation sous forme de combustion. Le combustible est un agent énergétique que l'on peut brûler.</p> <p>On distingue les combustibles utilisés pour la production de chaleur de ceux utilisés dans les moteurs.</p> <p>Le carburant est un combustible dont l'énergie chimique peut être convertie en énergie mécanique par combustion dans un moteur (moteur à combustion interne, turbine à gaz, ...) ou dans un propulseur de fusée.</p>
Consequential LCA	La LCA (pour Life Cycle Assessment) est une analyse des effets (conséquences) qu'une décision (investir, fabriquer/utiliser un produit) aura sur l'environnement (global); elle montre encore si vraiment la charge environnementale diminuera en cas de recours à un produit donné.
Solution End-of-pipe	Système ou technique qui ne modifie pas le procédé de production lui-même, mais qui réduit la charge environnementale par des mesures subséquentes. Exemples: filtre à particules, installation de désulfuration.
Plante énergétique	Plante cultivée principalement à des fins de production d'énergie. Est déterminant le rendement économique de la culture principale. Si la production d'énergie représente plus de 50% de ce rendement, on a affaire à une plante énergétique. La moisson des aires de compensation écologique n'est pas considérée comme culture énergétique, parce que sa principale raison d'être est la compensation écologique. De même, la culture intercalaire et l'engrais vert ne donnent pas des plantes énergétiques, leur but premier étant autre (couverture du sol, conservation de sa structure, engrais).
Exergie	L'exergie est la part de l'énergie totale d'un système ou d'un flux de substance qui peut fournir un travail lorsque amené à l'équilibre thermodynamique (thermique, mécanique et chimique) avec son environnement. L'exergie s'appuie donc sur un potentiel entre au moins 2 états, dont l'un est généralement l'état ambiant.

¹⁹ Les termes de combustible et carburant ne sont pas définis de la même manière à la DGD et à l'OFEV/OFEN: ainsi le gaz naturel destiné à la production d'électricité et de chaleur dans des centrales à énergie totale est un combustible pour l'OFEN, mais un carburant pour la DGD.



Utilisation en cascade	On appelle utilisation en cascade l'utilisation répétée d'une matière première dans des phases successives. Il s'agit d'exploiter ainsi de façon particulièrement durable, efficace et économe les matières premières. Celles-ci – ou leurs produits dérivés – servent ainsi le plus longtemps possible.
RPC	Rétribution à prix coûtant, selon l'art. 7a de la loi sur l'énergie (LEne)
Développement durable ²⁰	«Sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.» (Original) Est durable un développement «répondant aux besoins de la génération actuelle sans compromettre les possibilités des générations futures de satisfaire leurs propres besoins et de choisir leur style de vie.»
Centrale virtuelle	Réseau d'équipements décentralisés de production de courant (p. ex. installations photovoltaïques, petits aménagements hydrauliques, installations à bio-gaz) pouvant se substituer temporairement à la production d'une grande centrale.

Auteurs:

Daniel Binggeli, Bruno Guggisberg, Lukas Gutzwiller, Sandra Hermle, Hans-Ulrich Schärer, Thomas Volken

²⁰ Selon la définition donnée par la Commission mondiale pour l'environnement et le développement (rapport Brundtland), en 1987



Annexe 1

Biens biogènes en Suisse (2006; 1000 t MS)

Abréviations

Production	VBP volume de bois sur pied, PRV Prod. végétale, PRA Prod. animale, ECF Economie forestière
Transformation	TRV Transformation de la viande, IBP Industrie bois et papier, IND Autres industries, IAL Industrie alimentaire, TRE Transformation de l'énergie,
Utilisation+élimination	EEU Epuration eaux usées, DEC Décharges, INI Incinération industrielle, CMP Compostage, UIO Incinération ordures ménagères, UTE Utilisation de l'énergie, MTN Méthanisation, COP Consommation de produits

