

02
06

> Puits et sources de CO₂ dans l'exploitation forestière

Prise en compte dans le cadre du Protocole de Kyoto



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

02
—
06

> Puits et sources de CO₂ dans l'exploitation forestière

Prise en compte dans le cadre du Protocole de Kyoto

Impressum

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEP est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Andreas Fischlin, Bernhard Buchter, Luzi Matile

Groupe spécialisé en écologie des systèmes, Département de sciences de l'environnement, École polytechnique fédérale de Zurich (EPF de Zurich);

Chapitre 7 : Peter Hofer, Ruedi Taverna (GEO Partner AG);
Klaus Richter (EMPA); Frank Werner (Umwelt & Entwicklung)

Suivi du projet à l'OFEV

Richard Volz, Andrea Burkhardt

Lectorat

Martin Läubli (WISSDOC)

Citation

Fischlin A., Buchter B., Matile L., Hofer P., Taverna R. 2006 : Puits et sources de CO₂ dans l'exploitation forestière – Prise en compte dans le cadre du Protocole de Kyoto. *Connaissance de l'environnement* n° 0602. Office fédéral de l'environnement, Berne. 47 p.

Conception

Ursula Nöthiger-Koch

Photo en couverture

© OFEV

Commande

OFEV

Documentation

CH-3003 Berne

Fax + 41 (0) 31 324 02 16

docu@bafu.admin.ch

<http://www.environnement-suisse.ch/publications>

N° de commande / prix :

UW-0602-F / CHF 10.– (TVA comprise)

La présente publication est également disponible en allemand, italien et anglais (UW-0602-D, UW-0602-I, UW-0602-E).

© OFEV 2006

> Table des matières

Abstracts	5	Annexes	37
Avant-propos	7	A1 Émissions de gaz à effet de serre selon le Protocole de Kyoto en 1990 et en 2000, et estimation de l'évolution jusqu'en 2010, en équivalents de CO ₂	37
Résumé	9	A2 Influences directes de l'homme, surfaces laissées à l'abandon et progression de la forêt	38
Introduction	11	A3 Définitions de la forêt selon le Protocole de Kyoto et le droit suisse	38
1 Qu'est-ce qu'un puits de carbone ?	13	A4 Contexte historique de la protection du climat	40
2 Principes s'appliquant à la prise en compte des puits de carbone	16	A5 Glossaire	42
3 Prise en compte obligatoire: reboisements et déboisements (art. 3.3)	19	A6 Informations complémentaires	46
4 Prise en compte facultative de la gestion forestière (art. 3.4)	21	Index	47
5 Potentiel de puits et politique des puits de carbone en Suisse	23	Figures	47
6 Prise en compte des puits de carbone et conséquences pour les fonctions de la forêt	29	Tableaux	47
7 Contribution de l'exploitation du bois à la protection du climat	31		
8 Conclusion	35		

> Abstracts

Under the Kyoto Protocol, most industrialized countries are obliged to reduce their greenhouse gas emissions: like the EU, Switzerland must achieve a reduction of eight percent as compared with 1990 levels. Biological sinks and carbon sources arising from changes in land use – i.e. afforestation and deforestation – must be taken into account in the calculation of the authorized national emissions of greenhouse gases. As opposed to this, the inclusion of sinks and sources in areas in which there has been no change in land use is voluntary. The net absorption of carbon dioxide by ecosystems is defined as a sink and its net release into the atmosphere constitutes a source. Human activities such as afforestation, deforestation, forest management and agriculture influence the carbon stocks stored in ecosystems. In Switzerland, the carbon source arising from deforestation probably exceeds the size of the sink created through afforestation. Forest management offers the greatest sink potential. However, its incorporation into the emissions accounting is subject to certain conditions and the quantity of the removal that can be taken into account in this way is restricted.

Das Kyoto-Protokoll verpflichtet die meisten Industriestaaten zur Begrenzung ihrer Treibhausgasemissionen: die Schweiz wie die EU zu einer Reduktion von acht Prozent gegenüber dem Stand von 1990. Bei der Abrechnung der erlaubten landesweiten Emissionen von Treibhausgasen in der nationalen Bilanz müssen auch biologische Senken und Quellen aus Landnutzungsänderungen – Aufforstungen und Rodungen – einbezogen werden. Die Anrechnung von Senken und Quellen bei gleich bleibenden Landnutzungen – Wald- und Landwirtschaft – ist hingegen freiwillig. Als Senke wird die Nettoaufnahme von Kohlendioxid durch Ökosysteme bezeichnet, als Quelle die Nettoabgabe an die Atmosphäre. Menschliche Tätigkeiten wie Aufforstungen, Rodungen, Wald- und Landwirtschaft beeinflussen den Kohlenstoffvorrat in Ökosystemen. In der Schweiz dürfte die Quelle aus Rodungen grösser sein als die Senke aus Aufforstungen. Das grösste Senkenpotenzial stellt die Waldbewirtschaftung dar. Ihre Anrechenbarkeit ist aber an Bedingungen geknüpft, und die Menge ist begrenzt.

Le Protocole de Kyoto oblige la plupart des Etats industrialisés à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre: la Suisse comme l'UE doivent réduire leurs émissions de 8% par rapport au niveau de 1990. Le bilan des émissions de gaz à effet de serre autorisées sur l'ensemble du territoire doit aussi prendre en considération les puits et les sources de carbone découlant des changements d'utilisation des sols – reboisements et déboisements. Lorsque l'utilisation du territoire n'est pas modifiée, la prise en compte des puits et des sources – exploitation forestière et agriculture – est en revanche facultative. On désigne par puits de carbone l'absorption nette de dioxyde de carbone par des écosystèmes et par source de carbone sa libération nette dans l'atmosphère. Les activités humaines, telles que les reboisements, les déboisements, l'exploitation forestière et l'agriculture, ont une influence sur les stocks de carbone des écosystèmes. En

Keywords:

climate protection,
Kyoto Protocol,
sinks,
afforestation,
deforestation,
forest management,
reduction in emissions,
land use,
changes in land use

Stichwörter:

Klimaschutz,
Kyoto-Protokoll,
Senken,
Aufforstungen,
Rodungen,
Waldbewirtschaftung,
Reduktion der Emissionen,
Landnutzung,
Landnutzungsänderungen

Mots-clés :

protection du climat,
Protocole de Kyoto,
puits de carbone,
reboisements,
déboisements,
gestion de la forêt,
réduction des émissions,
utilisation du territoire,
changement d'utilisation des sols

Suisse, les sources de carbone provenant des déboisements pourraient être plus importantes que les puits de carbone résultant des reboisements. La gestion des forêts représente le potentiel de puits de carbone le plus important. La prise en compte de ces puits est toutefois liée à des conditions, et les quantités sont limitées.

Il Protocollo di Kyoto impegna la maggior parte dei Paesi industrializzati a limitare le emissioni di gas serra: per la Svizzera e l'Unione Europea la riduzione è pari all'8 per cento rispetto al 1990. Ai fini del computo delle quote d'emissione consentite, i bilanci nazionali devono considerare anche i serbatoi di carbonio agro-forestali e le fonti di emissione connesse ai cambiamenti di uso del suolo (afforestazione e deforestazione). Il computo di serbatoi e fonti con uso del suolo invariato (agricolo o forestale) è invece facoltativo. Si parla di serbatoio o pozzo di carbonio quando si ha un bilancio di assorbimento netto di CO₂ da parte degli ecosistemi, mentre si ha una fonte d'emissione quando risulta un'emissione netta nell'atmosfera. Le attività umane di afforestazione e deforestazione, unitamente alla gestione forestale o agricola, influenzano i livelli degli stock di carbonio. In Svizzera, le emissioni prodotte dalla deforestazione dovrebbero essere superiori all'assorbimento risultante dall'afforestazione. Il più alto potenziale di stoccaggio è offerto dalla gestione forestale, anche se è quantitativamente limitato e il suo conteggio è vincolato al rispetto di precise condizioni.

Parole chiave:
protezione del clima,
Protocollo di Kyoto,
serbatoi di carbonio,
afforestazione,
deforestazione,
gestione forestale,
riduzione delle emissioni,
uso del suolo,
cambiamenti di uso del suolo

> Avant-propos

La forêt est essentielle pour la vie sur terre. Elle offre des biotopes, une protection et des ressources. Elle ne fournit pas seulement le bois que nous pouvons utiliser en tant que matière première; elle assure aussi un régime équilibré des eaux grâce à sa capacité d'absorption, protège le sol de l'érosion et régule le climat.

De par sa capacité d'absorber du carbone et de le stocker, elle aide à abaisser le taux de CO₂ dans l'air. En d'autres termes, elle constitue un puits de CO₂ et contribue ainsi à atténuer l'effet de serre et la menace du réchauffement climatique. Cette fonction est reconnue dans le cadre de la Convention-cadre sur les changements climatiques, et le Protocole de Kyoto règle la manière dont cet effet important peut être pris en compte.

La forêt ne peut toutefois pas faire indéfiniment office de puits de CO₂: cet effet s'atténue avec le vieillissement. La mort des arbres, les tempêtes, les incendies de forêt et le bostryche libèrent à nouveau le CO₂. Si la libération prédomine, la forêt devient même une source de carbone. Cet aspect est à considérer lorsque la forêt est prise en compte en tant que puits de CO₂.

La réglementation au sens du Protocole de Kyoto est le résultat de négociations internationales difficiles; elle est de ce fait complexe et stricte, et exige un calcul détaillé et vérifiable des prestations concernant le CO₂. La présente brochure explique de manière didactique comment s'effectue la prise en compte des puits de carbone de la forêt.

Les règles actuelles s'appliquent à la première période d'engagement du Protocole de Kyoto qui va de 2008 à 2012. Il faut partir du principe qu'elles seront largement reprises pour la seconde période d'engagement, mais néanmoins partiellement remaniées. En particulier, le bois qui se prête parfaitement à la fabrication de produits à grande longévité ne sera compté en tant que source que lorsque sa durée de vie est écoulee et qu'il est brûlé.

Ce n'est qu'en tenant compte de tout le potentiel d'utilisation du bois que la forêt développera pleinement ses effets sur la politique climatique. Car la forêt ne contribue pas uniquement à la protection du climat par le biais des puits de CO₂: une exploitation durable du bois et son utilisation pour la construction de bâtiments, la fabrication de meubles et autres objets d'usage courant permet d'éviter des émissions de CO₂ tout en liant le CO₂ pendant de nombreuses décennies.

L'effet le plus important d'une utilisation du bois est toutefois que, ce faisant, la quantité de CO₂ libéré est beaucoup plus faible que lors de l'emploi de béton, de métal ou de verre, par exemple. En brûlant du bois en lieu et place de combustibles fossiles, tels que le pétrole, on réduit les émissions de CO₂ (effet de substitution). Le CO₂ dégagé lors de la combustion du bois étant à nouveau absorbé par le bois qui pousse, il ne doit pas être comptabilisé dans le bilan national des gaz à effet de serre. À long terme, la

forêt contribue le mieux à la protection du climat si son bois est utilisé et transformé en objets à longue durée de vie, permettant ainsi de réduire les émissions. Même si l'on peut désormais prendre en compte les puits de carbone, seule une conservation et une gestion durable des forêts permettront de contribuer de manière sensible à long terme – c'est-à-dire dans une cinquantaine d'années – à la protection du climat.

Bruno Oberle

Directeur de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

> Résumé

Le Protocole de Kyoto est en vigueur depuis le 16 février 2005. Les États industrialisés s'y engagent en premier lieu à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre au cours de la période de 2008 à 2012. Il donne aux États ayant pris un engagement la possibilité de remplir une partie de leurs obligations en matière de réduction à l'aide des puits de carbone.

La forêt, par exemple, constitue un puits lorsqu'elle absorbe plus de CO₂ (dioxyde de carbone) qu'elle n'en libère. Plus la quantité de CO₂ stocké de manière durable sous forme de carbone dans la biomasse est grande, plus la charge atmosphérique est faible. En revanche, si la forêt perd plus de CO₂ qu'elle n'en absorbe, elle devient une source, ce qui a des répercussions néfastes sur l'atmosphère. Actuellement, la forêt suisse est un puits de carbone. Elle lie 4 millions de tonnes de CO₂ par an; les trois quarts sont cependant immédiatement supprimés de par l'utilisation du bois et le dépérissement des arbres.

Le Protocole de Kyoto prescrit de prendre en compte les reboisements (puits) et les déboisements (sources, cf. art. 3.3), et exige un bilan annuel dans l'inventaire national des gaz à effet de serre. En Suisse, les puits de carbone dus aux reboisements sont faibles; une gestion durable de la forêt présente un potentiel beaucoup plus grand. Le Protocole de Kyoto permet de prendre en compte ce type de puits de carbone (art. 3.4), dans la mesure où l'on peut démontrer qu'ils sont imputables à l'intervention humaine après 1990.

Au vu de la difficulté de distinguer entre les efforts de l'homme et les effets naturels, l'effet de puits maximal découlant de la gestion forestière imputable par chaque pays a été limité. La Suisse peut comptabiliser au maximum 1,83 million de tonnes de CO₂ par an, ce qui correspond à peu près à 45% des engagements de Kyoto en matière de réduction des émissions. Toutefois, selon une étude de l'EPFZ (Fischlin et al. 2003¹), il n'est même pas certain que la Suisse puisse atteindre cette limite supérieure. Une estimation du potentiel de puits pour la période d'engagement de 2008 à 2012 ne peut être effectuée que sur la base des données du troisième inventaire forestier national, mais les résultats de ce recensement ne seront pas disponibles avant 2008. La prestation effective ne pourra finalement être déterminée que lorsque les données concernant les années 2008 à 2012 auront été évaluées.

Le bilan annuel des puits et des sources de carbone requiert des moyens administratifs et techniques importants. La mise en place d'un système de monitoring est nécessaire pour surveiller les modifications des puits de carbone. Lorsque des puits ont pu être démontrés, le pays industrialisé concerné a le droit d'émettre la quantité correspon-

¹ Fischlin et al. 2003 : Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz. – www.sysecol.ethz.ch/Reports.html – voir aussi annexe A6.

dante de CO₂ en plus. Il a parallèlement l'obligation de rendre des comptes sur les prestations comptabilisées, et ce même après l'expiration de la période d'engagement.

À long terme, les puits de carbone n'assurent pas une protection durable du climat :

- > l'effet de puits diminue dans les forêts âgées et s'atténue en quelques décennies ;
- > les tempêtes, les incendies de forêts et les épidémies de bostryche peuvent libérer le carbone stocké; la forêt devient alors une source de carbone;
- > l'option des puits de carbone nous donne uniquement la marge temporelle nécessaire jusqu'à ce que les émissions de CO₂ puissent être réduites de manière substantielle par des mesures d'économie d'énergie et des alternatives énergétiques n'ayant aucune incidence sur le climat.

Le Conseil fédéral veut utiliser les puits de carbone en tant que réserve en cas d'évolution défavorable des émissions. La politique forestière suisse n'est pas axée de manière ciblée sur la promotion des forêts en tant que puits de carbone. Elle cherche plutôt à promouvoir le bois en tant qu'agent énergétique respectueux du climat et matériau de construction. Les forêts-puits de carbone doivent donc être uniquement considérées comme un complément surtout en cas d'exploitation non rentable. Le bois remplace les combustibles fossiles en tant qu'agent énergétique; en tant que matériau de construction alternatif, le bois diminue les émissions de CO₂ qui seraient autrement générées lors de la fabrication de produits métalliques ou en béton. Un mètre cube de bois utilisé à des fins énergétiques libère 0,6 tonne de CO₂ de moins que des agents énergétiques fossiles. Utilisée en tant que matériau de construction, la même quantité de bois a un potentiel de réduction de 1 tonne de CO₂.

> Introduction

Le Protocole de Kyoto est entré en vigueur début 2005, ceci grâce notamment à une option particulière figurant dans le texte: la prise en compte des puits de carbone, des forêts par exemple, qui extraient plus de CO₂ de l'atmosphère qu'elles n'en rejettent. Elle permet aux États parties de remplir plus facilement leurs obligations en matière de réduction des émissions de CO₂. La présente brochure commente la manière dont les puits de carbone sont pris en compte ainsi que leur importance politique et écologique dans le contexte international et pour la Suisse.

Au bout d'après négociations dans la ville japonaise de Kyoto, les États parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC²) adoptent, le 11 décembre 1997, le Protocole de Kyoto. 84 États signent l'accord, dont la totalité des États industrialisés, y compris les pays d'Europe centrale et de l'Est. Ils s'engagent de manière légalement contraignante à réduire leurs rejets de gaz à effet de serre. Dans les chapitres qui suivent, ils seront désignés, pour simplifier, par États ou pays industrialisés. N'en font toutefois pas partie les États-Unis et l'Australie, qui ont déclaré ne pas vouloir ratifier le protocole.

Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005. La condition requise à cet effet est remplie depuis que la Russie a ratifié la Convention sur le climat en novembre 2004: le protocole devait être ratifié par au moins 55 États parties responsables d'au moins 55% des émissions de CO₂ (niveau de 1990) des pays industrialisés. À fin 2005, la convention s'appliquait dans 157 États.

Les pays signataires de Kyoto s'engagent selon le protocole à réduire globalement de 5,2% leurs émissions de gaz à effet de serre annuelles par rapport à leur niveau de 1990. Les engagements pris en matière de réduction diffèrent néanmoins selon les pays; ils sont notamment de 8% pour l'UE et la Suisse. Toutefois, l'objectif de 5,2% ne pourra pas être atteint sans les États-Unis.

Engagement

Les États parties doivent remplir leurs obligations au cours de la période de 2008 à 2012. Ils doivent atteindre les objectifs fixés en réduisant principalement les émissions dans leur propre pays. Les options supplémentaires dont ils disposent sont l'achat de droits d'émissions commercialisables, les investissements dans des projets respectueux du climat réalisés dans d'autres pays et la prise en compte des puits biologiques de carbone sur leur territoire.

Les obligations de réduction concernent les émissions des principaux gaz à effet de serre: le dioxyde de carbone (CO₂) issu de la combustion des carburants et des combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) provenant du trafic, des ménages et de l'industrie; le méthane (CH₄) dû en Suisse avant tout à l'élevage de bétail et aux

Gaz à effet de serre

² La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a été élaborée au « Sommet Planète Terre » de Rio de Janeiro en 1992 – <http://unfccc.int>.

décharges; le protoxyde d'azote (N₂O) provenant principalement des épandages d'engrais azotés dans l'agriculture. À cela s'ajoutent les gaz synthétiques: les hydrocarbures perfluorés (PFC) issus de la production d'aluminium et de semi-conducteurs; les hydrofluorocarbures halogénés (HFC) provenant d'agents réfrigérants, moussants et propulseurs; l'hexafluorure de soufre (SF₆) issu des installations d'alimentation électrique et d'isolation acoustique ainsi que de la production d'aluminium et de magnésium. En Suisse, le CO₂ est le gaz à effet de serre prépondérant, soit 82% de l'ensemble des émissions, suivi du méthane (9%) et du protoxyde d'azote (7%). La part des gaz synthétiques est faible³.

La loi sur le CO₂ constitue la base légale la plus importante en Suisse pour la réalisation des obligations de Kyoto. Elle prescrit une réduction des émissions de CO₂ de 10% d'ici à 2010 par rapport à leur niveau de 1990. Concrètement, cela signifie une baisse de 15% des émissions issues des combustibles et de 8% des émissions issues des carburants (sans les carburants d'avion pour les vols internationaux). Les modélisations mathématiques montrent que les efforts librement consentis ont uniquement un effet sur les combustibles: selon les estimations, les émissions de CO₂ diminueront d'environ 11% d'ici à 2010. En revanche, s'agissant des carburants, il faut s'attendre à une augmentation de plus de 8%. En clair: sans mesures supplémentaires, le trafic, l'industrie et les ménages libéreront 2,9 millions de tonnes de CO₂ de plus que ce que prescrit la loi.

Loi sur le CO₂

Le Protocole de Kyoto permet aux États industrialisés une certaine flexibilité dans la réalisation de leurs objectifs: les puits de carbone qui découlent de la gestion des forêts, de la culture de la terre et de l'exploitation des prairies peuvent être pris en compte. Les forêts sont considérées comme des puits lorsqu'elles stockent plus de dioxyde de carbone de l'air sous forme de carbone dans le bois des troncs, les branches et les racines qu'elles n'en libèrent par la respiration (chapitre 1). Lorsque des puits ont pu être démontrés, le pays industrialisé concerné peut émettre la quantité correspondante de gaz à effet de serre en plus. Le Protocole de Kyoto définit toutefois une valeur maximale et certaines conditions (chapitre 2). Le Conseil national et le Conseil des États ont décidé d'utiliser l'option des puits de carbone. Leur ampleur, en ce qui concerne la forêt suisse (chapitres 3 et 4), ne pourra selon toute vraisemblance être estimée de manière fiable qu'à fin 2008, après l'évaluation du 3^e inventaire forestier national. Une chose est néanmoins certaine: les prestations de la forêt ne sont garanties à long terme que par une gestion durable de celle-ci (chapitre 6 et 7). Comme il l'a dit dans son message⁴, le Conseil fédéral considère les puits de carbone comme une réserve à laquelle on pourrait recourir en cas d'évolution défavorable des émissions de CO₂ (chapitre 5).

Puits de carbone

³ Indicateurs de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse – http://www.environnement-suisse.ch/buwal/fr/fachgebiete/fg_klima/daten/monit/index.html.

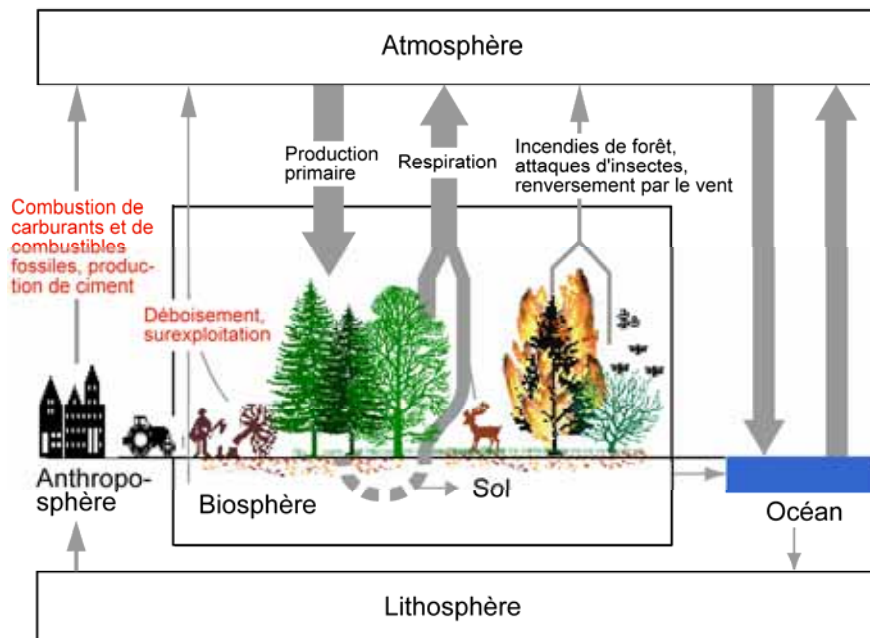
⁴ RS 05.057: Message concernant l'approbation du montant de la taxe sur le CO₂ appliquée aux combustibles.

1 > Qu'est-ce qu'un puits de carbone ?

L'homme détruit l'équilibre du cycle de carbone de la terre. Il émet plus de CO_2 (dioxyde de carbone) dans l'air que ce que les plantes et les océans sont capables d'absorber. L'atmosphère s'enrichit ainsi en gaz à effet de serre, d'où un réchauffement de la terre. Les écosystèmes qui absorbent plus de CO_2 qu'ils n'en rejettent sont susceptibles de freiner ce processus. Si, par exemple, une forêt absorbe du CO_2 et stocke le carbone de manière durable dans la biomasse, la teneur en CO_2 de l'atmosphère diminue; la forêt fait alors office de puits de carbone. De tous les écosystèmes, les forêts ont le plus grand potentiel de puits, mais elles peuvent aussi devenir des sources de CO_2 .

Fig. 1 > Cycle global du carbone.

Il existe un échange intense de CO_2 entre la biosphère et les océans d'une part, et l'atmosphère d'autre part. À l'état naturel, cet échange s'équilibre. L'homme modifie toutefois cet équilibre en libérant du CO_2 supplémentaire (combustion d'énergies fossiles et déboisements). (Voir le glossaire pour plus de détails.)



Le dioxyde de carbone (CO₂) est un gaz qui joue un rôle clé dans l'écosystème Terre. Les plantes sur les continents ainsi que les océans échangent des quantités colossales de CO₂ avec l'atmosphère. Grâce au processus biochimique de la photosynthèse, les plantes stockent le CO₂ sous forme de composés carbonés riches en énergie dans leur biomasse. L'homme, les animaux et les microorganismes expirent du CO₂. Il en résulte un cycle fermé à l'échelle planétaire (fig. 1). Mais les plantes respirent aussi, et cet élément est particulièrement important dans le contexte des puits de carbone. Elles respirent même une grande partie du carbone qu'elles ont fixé et le rejettent à nouveau dans l'atmosphère. De plus, la destruction de la biomasse par des insectes, le feu ou des déboisements, par exemple, entraîne également une libération de CO₂. Avec la combustion de carburants et de combustibles fossiles, l'homme rompt l'équilibre de ce cycle du carbone (fig. 1). Bien que l'apport anthropogène paraisse faible au regard de l'ensemble des échanges, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a augmenté de 30% depuis le début de l'ère industrielle. Une bonne moitié de la charge accrue en CO₂ reste dans l'atmosphère; les plantes et les océans en absorbent chacun un quart. Du fait de l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, la terre se réchauffe.

Cycle du carbone

Les forêts absorbent le CO₂ et incorporent le carbone dans la biomasse (fig. 2):

Définition d'un puits de carbone

- > dans les feuilles: pendant quelques heures à quelques mois,
- > dans les rameaux et les branches: pendant des années,
- > dans les troncs: pendant des dizaines, voire des centaines d'années,
- > dans le sol: pendant des centaines, voire des milliers d'années.

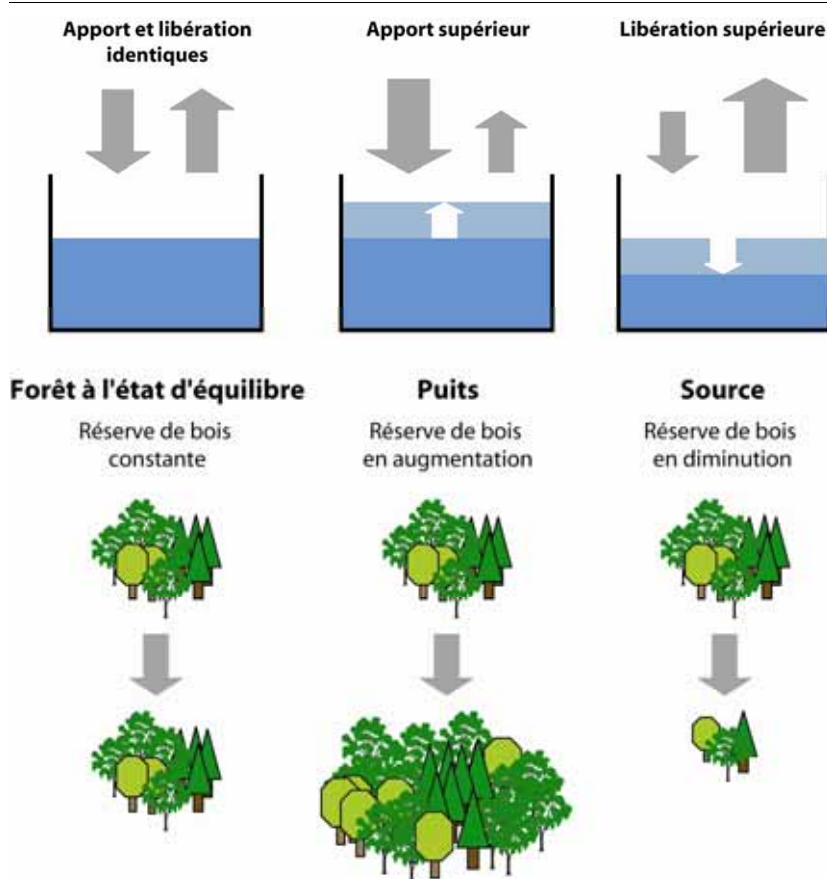
Lorsque les écosystèmes comme la forêt absorbent plus de CO₂ qu'ils n'en rejettent, la biomasse s'enrichit en carbone (fig. 2): la forêt devient un puits de carbone. La forêt suisse fixe actuellement 4 millions de tonnes de CO₂ par an, ce qui correspond à environ 8% des émissions actuelles de CO₂. Toutefois, les trois quarts sont à nouveau libérés par l'exploitation et le dépérissement des arbres.

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) exige que les stocks de carbone des continents soient conservés, que les puits de carbone soient favorisés et que leur capacité soit augmentée. Car plus d'un cinquième de la charge atmosphérique de CO₂ générée par l'homme à travers le monde est due à la déforestation (en raison des besoins croissants en surfaces agricoles) et à une sur-exploitation des forêts (fig. 1). Les puits de carbone seraient susceptibles d'équilibrer environ la moitié des émissions de CO₂ globales actuelles au cours des 50 prochaines années⁵. Le Protocole de Kyoto met en œuvre les exigences de la CCNUCC en permettant aux États industrialisés de prendre en compte les puits de carbone (chapitres 2, 3 et 4).

Conserver et favoriser les puits de carbone

⁵ Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Land use, land-use change, and forestry, 2000 – www.ipcc.ch.

Fig. 2 > La forêt à l'état d'équilibre, en tant que puits et que source de carbone.



Source : OFEV.

La protection et la promotion des puits de carbone ne suffiront toutefois pas à garantir efficacement à long terme la protection du climat qui s'avère nécessaire au cours de ce siècle. Ils ne font que retarder la réalisation de l'objectif inéluctable, qui est une réduction substantielle des émissions de CO₂ dues aux carburants et aux combustibles fossiles jusqu'à une fraction de leur niveau actuel. La prise en compte des puits de carbone peut en outre aussi devenir une charge à l'avenir. En effet, un écosystème qui constitue un puits peut se transformer en une source. De nombreux facteurs, qui peuvent se modifier d'année en année, jouent un rôle dans ce processus: les intempéries, l'âge des plantes, la composition des espèces, la structure des peuplements, les maladies, les attaques d'insectes, l'eau et les éléments nutritifs disponibles, la gestion et l'exploitation. La tempête «Lothar» a par exemple détruit plus de bois dans la forêt suisse qu'il n'en a poussé au cours de la même année. La forêt est donc devenue une source. Si l'on se base sur l'évolution du climat selon les modèles climatiques actuels, on peut notamment s'attendre à l'avenir à une augmentation des incendies de forêts et, dans certaines circonstances, à des attaques par des insectes, voire à des tempêtes. Les prévisions concernant les effets de puits sont donc entachées d'incertitudes.

Pas de protection climatique à long terme

2 > Principes s'appliquant à la prise en compte des puits de carbone

La prise en compte des puits de carbone donne aux États industrialisés le droit d'émettre plus de CO₂. Les pays ont décidé de dispositions restrictives pour la prise en compte des puits de carbone afin de ne pas contourner le véritable objectif du Protocole de Kyoto, à savoir arriver globalement à réduire les émissions de gaz à effet de serre. La politique des puits de carbone nécessite de très gros moyens techniques et administratifs. La Confédération doit présenter chaque année un bilan des effets de puits de la végétation dans lequel il faut aussi prendre en considération les sols.

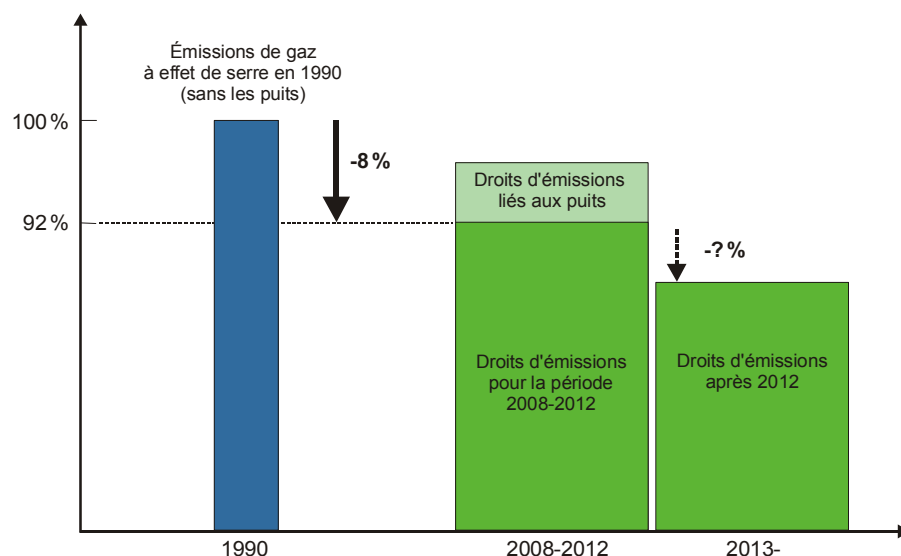
Le consentement de certaines Parties contractantes importantes au Protocole de Kyoto n'a pu être obtenu qu'à une condition : la prise en compte des puits de carbone, qui permettait de faciliter l'obligation en matière de réduction des émissions de CO₂ (fig. 3). Les associations environnementales étaient hostiles à la politique des puits de carbone, craignant qu'elle serve d'échappatoire aux États parties pour contourner le véritable objectif du Protocole de Kyoto, qui est la réduction des émissions de gaz à effet de serre, en particulier celles issues de la combustion des carburants et des combustibles fossiles. Lors des conférences sur le climat de Bonn et de Marrakech, les États parties ont donc adopté des dispositions restrictives pour la prise en compte des puits de carbone (chapitres 3 et 4).

Point de la situation politique

Dans le Protocole de Kyoto, les puits de carbone sont réglés de manière concrète dans deux articles. Selon l'art. 3.3, les États parties doivent comptabiliser les boisements, les reboisements et les déboisements dans un inventaire national des gaz à effet de serre (chapitre 3). Selon l'art. 3.4, la prise en compte des puits de carbone découlant de l'exploitation agricole et forestière est en revanche facultative pour la première période d'engagement, qui va de 2008 à 2012 (chapitre 4). En cas de comptabilisation des stocks de carbone, leur augmentation au cours de la période de 2008 à 2012 accroît le volume des droits d'émission (fig. 3). En d'autres termes, l'État peut émettre une quantité supplémentaire de CO₂ correspondant à celle qui est absorbée par les puits de carbone. À l'inverse, les sources, c'est-à-dire la diminution des stocks de carbone, doivent être déduites des droits d'émission. Le Protocole de Kyoto permet aussi la prise en compte de projets de puits à l'étranger. Dans le présent rapport, nous ne considérerons toutefois que les puits de carbone sur le territoire national.

Fig. 3 > La Suisse doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8% par rapport à leur niveau de 1990.

Pour la période de 2008 à 2012, elle obtient donc des droits d'émission de 92% en moyenne par rapport à ses émissions de 1990. La possibilité de prendre en compte les puits de carbone lui octroie des droits d'émission supplémentaires (qui l'autorisent à émettre la quantité correspondante en plus). S'ils ne sont pas utilisés, les droits d'émissions excédentaires peuvent être transférés à la période d'engagement suivante (après 2012) ou vendus. Pour déterminer les droits d'émission après 2012, on se base toutefois sur ceux pour la période de 2008 à 2012 sans prendre en compte les droits supplémentaires liés aux puits de carbone.



Source : OFEV

Pour la première période d'engagement, chaque État industrialisé est tenu de soumettre au secrétariat de la Convention climat, au plus tard jusqu'en septembre 2006, un rapport conforme à l'art. 3.4, dans lequel il doit désigner les activités forestières et agricoles qui sont prises en compte et documenter la manière dont ce recensement a été effectué. L'élément important pour que l'augmentation des stocks de carbone puisse être comptabilisée au cours de la période 2008 à 2012 est que l'exploitation doit être postérieure au 1^{er} janvier 1990.

Cadre temporel

La Confédération tient un inventaire national des gaz à effet de serre⁶ qui est exigé par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Le Protocole de Kyoto nécessite en outre des moyens techniques et administratifs supplémentaires, notamment à cause de la prise en compte des puits de carbone qui est venue s'y ajouter. L'inventaire contient également, outre le bilan annuel des gaz à effet de serre mentionnés dans le Protocole de Kyoto (voir l'introduction et le glossaire), l'absorption et les rejets annuels de CO₂ des forêts et des sols agricoles⁶. La Confédération devra donc établir à l'avenir un bilan annuel de tous les stocks de carbone: matériel végétal sur pied, racines, litière, bois mort, sols. À cet effet, il y a lieu d'assurer la gestion d'un

Moyens administratifs et techniques

⁶ www.climate-reporting.ch.

système de surveillance destiné à contrôler l'effet de puits. Le Protocole de Kyoto prévoit que l'obligation de rendre compte de la prestation reste valable pour les périodes d'engagement futures, au-delà de 2012.

Le GIEC (voir le glossaire) a élaboré ces dernières années, sur mandat de l'ONU, un manuel de méthodologie pour la prise en compte des puits de carbone au sens du Protocole de Kyoto. Il vise à garantir une présentation uniforme, transparente et vérifiable des données figurant dans les rapports.

Uniformisation des rapports

3 > Prise en compte obligatoire: reboisements et déboisements (art. 3.3)

Chaque État industrialisé ayant pris des engagements en matière de réduction des émissions doit effectuer chaque année un bilan des boisements, des reboisements et des déboisements résultant des activités de l'homme depuis 1990.

Les États industrialisés doivent effectuer chaque année un bilan des boisements, des reboisements et des déboisements dans l'inventaire national des gaz à effet de serre. En d'autres termes, ils doivent indiquer les modifications des stocks de carbone dans les arbres vivants et morts (troncs, branches et racines) ainsi que dans la litière et le sol.

Engagement

Ne peuvent être prises en compte que les surfaces dont la modification résulte de l'activité de l'homme depuis 1990. Ne sont pas considérées comme des reboisements, par exemple, les surfaces agricoles abandonnées qui se sont transformées naturellement en forêts sans l'intervention de l'homme. Si un phénomène naturel, par exemple un glissement de terrain, entraîne le déboisement d'une surface importante, cet événement n'est pas considéré comme un déboisement. Les reboisements et les déboisements doivent pouvoir être localisés géographiquement: ils devront être mentionnés dans le bilan des périodes d'engagement suivantes afin de garantir que leurs répercussions sur le bilan de CO₂ puissent également être chiffrées à l'avenir. Cette démarche est décisive pour une protection fiable du climat. Sont considérés comme boisements, reboisements et déboisements selon le Protocole de Kyoto :

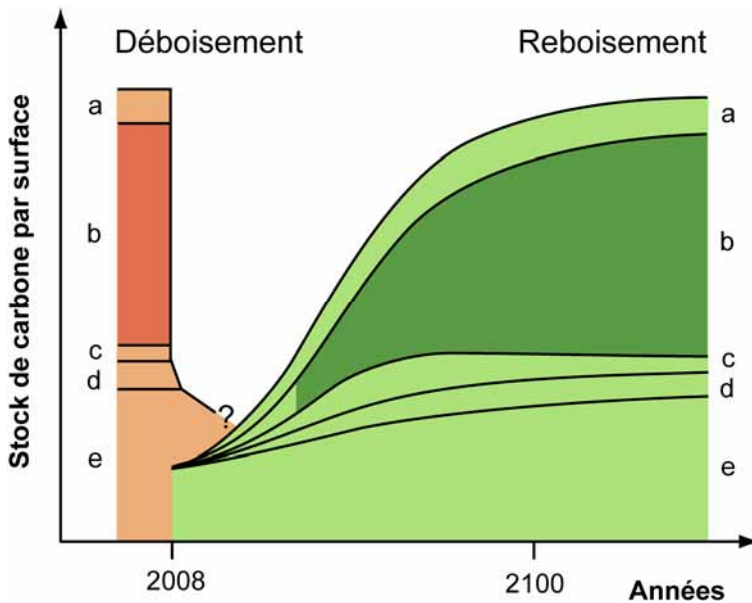
Restrictions

- > **boisement/reboisement:** implantation d'une forêt par l'homme (plantation, semis ou favorisation de la croissance naturelle), postérieure au 1^{er} janvier 1990, sur une surface qui n'était pas encore une forêt au 31 décembre 1989⁷;
- > **déboisement:** défrichement postérieur au 1^{er} janvier 1990, par l'homme, d'une surface qui était auparavant une forêt.

⁷ Cette surface est considérée comme un boisement si elle n'a pas été utilisée en tant que forêt pendant au moins 50 ans ; elle est considérée comme un reboisement si elle n'a pas été utilisée en tant que forêt pendant moins de 50 ans.

Fig. 4 > Représentation schématique de la modification des stocks de carbone lors du déboisement et du reboisement simultané d'une surface de remplacement de même grandeur.

Lors d'un déboisement, toute la réserve de carbone formée dans la forêt au cours de décennies est supprimée d'un seul coup (surfaces en brun) ; à l'inverse, lors d'un reboisement, le stock de carbone ne se reconstitue que très lentement dans une nouvelle forêt (surfaces en vert).



Stocks de carbone : a) dans les branches ; b) dans le bois fort d'un diamètre supérieur à 7 cm ; c) dans les arbustes ; d) dans les racines ; e) dans le sol

Dans le cas de déboisements, tout le volume de bois qui s'est formé au cours des dernières décennies dans une forêt est soustrait d'un seul coup et doit être comptabilisé en tant que source. Les premières années après un boisement ou un reboisement, l'augmentation des stocks de carbone est faible ; dans notre pays, il faut des décennies pour que leur prestation atteigne celle d'une forêt mature (fig. 4). Si l'on défriche et l'on reboise aujourd'hui en Suisse des surfaces identiques, le bilan net sera négatif au début, notamment au cours de la période d'engagement de 2008 à 2012. Il existe des pays qui, en défrichant de grandes surfaces, arrivent néanmoins à obtenir rapidement un effet de puits à partir de déboisements et de reboisements.

Puits ou source de carbone

4 > Prise en compte facultative de la gestion forestière (art. 3.4)

Les États industrialisés ont l'option de prendre en compte en tant que puits de carbone les surfaces forestières qu'ils ont exploitées et entretenues à partir de 1990. L'importance de cette prestation est considérable, la contribution de ces surfaces étant dans la plupart des États industrialisés quantitativement beaucoup plus importante que celles des surfaces reboisées ou défrichées. Il est toutefois difficile de distinguer l'intervention de l'homme des effets naturels sur les puits de carbone, raison pour laquelle le Protocole de Kyoto prescrit une valeur maximale pour la prise en compte des puits de carbone. En décidant de comptabiliser les puits de carbone liés à la gestion des forêts, on prend aussi un risque: une tempête, les ravages faits par des insectes ou d'autres dommages sont susceptibles de transformer une forêt en une source de carbone.

Les États industrialisés ont l'option de prendre en compte les puits de carbone issus de la gestion forestière. Le Protocole de Kyoto exige que l'on présente chaque année un bilan exact de l'effet des puits et des sources de carbone découlant de la gestion des surfaces forestières ainsi des preuves de cette gestion. Le terme de gestion est employé ici au sens large; il comprend aussi entre autres la délimitation d'une réserve.

Option

Les États industrialisés ont également l'option de comptabiliser en tant que puits de carbone les surfaces cultivées et herbagères exploitées et entretenues à partir de 1990. Toutefois, cet aspect ne sera pas considéré plus en détail, le potentiel de ce type de puits étant relativement faible en Suisse.

Les puits de carbone des forêts ne peuvent être pris en compte que si celles-ci ont été exploitées après le 1^{er} janvier 1990. Pour la première période d'engagement, chaque État industrialisé doit indiquer d'ici à septembre 2006 les surfaces exploitées qu'il souhaite prendre en compte ainsi que les méthodes de mesure et de recensement utilisées. Au vu des difficultés pour distinguer la part des puits de carbone due à l'intervention humaine de celle des effets naturels, une limite supérieure a été fixée pour chaque pays. Pour la Suisse, cette valeur limite est de 1,83 million de tonnes d'équivalents de CO₂ par an (voir le chapitre 5 et le glossaire). Les prestations qui dépassent cette limite sont caduques et ne peuvent pas être comptabilisées.

Obligations

La décision de prendre en compte l'exploitation forestière comporte un risque. L'effet de puits n'est pas garanti : un puits peut se transformer en source, la perte de bois peut être supérieure à l'accroissement, notamment :

Risque

- > après des tempêtes comme Vivian et Lothar,
- > à cause d'avalanches, de chutes de pierre, de coulées de boue, de glissements de terrain ou d'incendies,
- > à cause de ravages faits par des insectes, par exemple par le bostryche.

Lorsque les forêts qui constituent des puits de carbone vieillissent, le risque d'attaques par des insectes et la susceptibilité aux dommages causés par les tempêtes peuvent augmenter. Si de tels événements se produisent, il faut souvent des années, voire des décennies en montagne, jusqu'à ce que la forêt endommagée ou qui repousse retrouve sa prestation antérieure.

5 > Potentiel de puits et politique des puits de carbone en Suisse

La gestion des forêts présente le potentiel de puits le plus important. La Suisse peut prendre en compte au maximum 1,83 million de tonnes de CO₂ par an, ce qui correspond à environ 45% des engagements de réduction de Kyoto. Cependant, même en encourageant à l'extrême les puits de carbone, les potentiels de notre pays seront totalement épuisés vers la fin de ce siècle. Les puits de carbone ne peuvent donc servir qu'à atténuer, à court ou moyen terme, une évolution défavorable des émissions.

L'État partie doit présenter un bilan annuel des boisements, des reboisements et des déboisements réalisés par l'homme après 1990.

Article 3.3

Pour déterminer l'effet de puits lié aux boisements et aux reboisements ainsi que l'effet de source lié aux déboisements, des recensements très précis doivent être effectués. L'inventaire forestier national mis en œuvre jusqu'ici ne satisfait pas aux exigences du Protocole de Kyoto (étude de l'EPFZ⁸). En premier lieu, les mailles du réseau se sont avérées trop grandes pour obtenir un relevé fiable des petites surfaces forestières. Ensuite, les forêts dans lesquelles des contrôles avaient été effectués au hasard lors d'inventaires antérieurs ne sont plus recensées si la forêt a disparu entre-temps. Cette lacune est en partie comblée à l'aide de la statistique d'utilisation du sol⁸. Enfin, il est difficile de déterminer si les reboisements et les déboisements recensés sont dus à une intervention directe de l'homme ou à d'autres raisons (voir annexe A2). Si le déboisement est provoqué par des processus naturels, tels que le dépérissement ou le déracinement par le vent, il ne tombe pas sous le coup de l'art. 3.3. Il faut donc évaluer de manière particulière les informations concernant les déboisements et les reboisements. Toutefois, la statistique suisse des défrichements ne comporte pas d'indications sur le volume de bois. La Suisse ne peut de toute façon pratiquement pas profiter de l'art. 3.3: le bilan net devrait en effet être négatif même si les déboisements étaient compensés par des reboisements de même surface (voir figure 4).

Importance pour la Suisse

Les États industrialisés ont l'option de prendre en compte les surfaces forestières en tant que puits de carbone si la forêt a été exploitée après le 1er janvier 1990.

Article 3.4

Au XVIII^e et au XIX^e siècle, la forêt était une source de carbone parce que son exploitation n'était pas durable; l'utilisation du bois était alors supérieure à l'accroissement ligneux. Dans un passé plus récent, les stocks de carbone sont restés constants dans les

Importance pour la Suisse

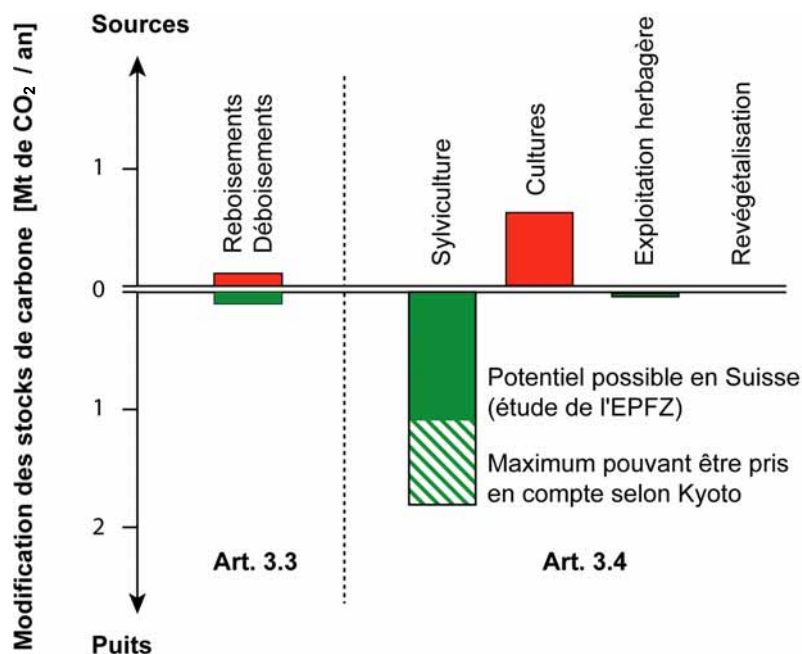
⁸ Fischlin et al. 2003: Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz.– www.sysecol.ethz.ch/Reports.html.

forêts du Plateau dont l'exploitation était moins intensive: l'utilisation et l'accroissement étaient à peu près équilibrés. Aujourd'hui, l'exploitation est inférieure à l'accroissement dans la majeure partie de la forêt suisse, c'est pourquoi la gestion forestière constitue en Suisse, comme dans la plupart des autres pays industrialisés, le potentiel de puits le plus important. Selon l'inventaire forestier national (IFN), entre 1985 et 1995, la forêt suisse a fixé en moyenne 3,6 millions de tonnes de CO₂ par an, ce qui représente environ un douzième de ce que le trafic, l'industrie et les ménages rejettent chaque année dans l'air. Il faut toutefois relever que seule une partie de cet effet de puits peut être pris en compte au sens du Protocole de Kyoto. Actuellement, les relevés pour le 3^e IFN sont en cours. Une première évaluation portant sur un tiers de la surface forestière indique que l'effet de puits serait plus faible qu'au cours de la période de 1985 à 1995. Les résultats mettent ainsi en évidence les incertitudes sur les pronostics concernant les puits de carbone pour les années à venir. Au sens du Protocole de Kyoto, sont prises en compte uniquement les prestations dans la période d'engagement de 2008 à 2012. La limite supérieure fixée pour la Suisse est de 1,83 million de tonnes de CO₂ par an (voir le glossaire), ce qui correspond à environ 45% des engagements de Kyoto. Une étude réalisée par l'EPFZ⁹ indique qu'il n'est pas certain que la Suisse puisse atteindre cette limite supérieure (fig. 5) compte tenu des exigences du Protocole de Kyoto (gestion des forêts après 1990).

⁹ Fischlin et al. 2003: Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz.– www.sysecol.ethz.ch/Reports.html.

Fig. 5 > Puits et sources de carbone en Suisse.

Puits et sources de carbone en Suisse liés aux reboisements et aux déboisements¹⁰ (art. 3.3) et avec une utilisation des sols inchangée (art. 3.4).



Puits = vert, sources = rouge.

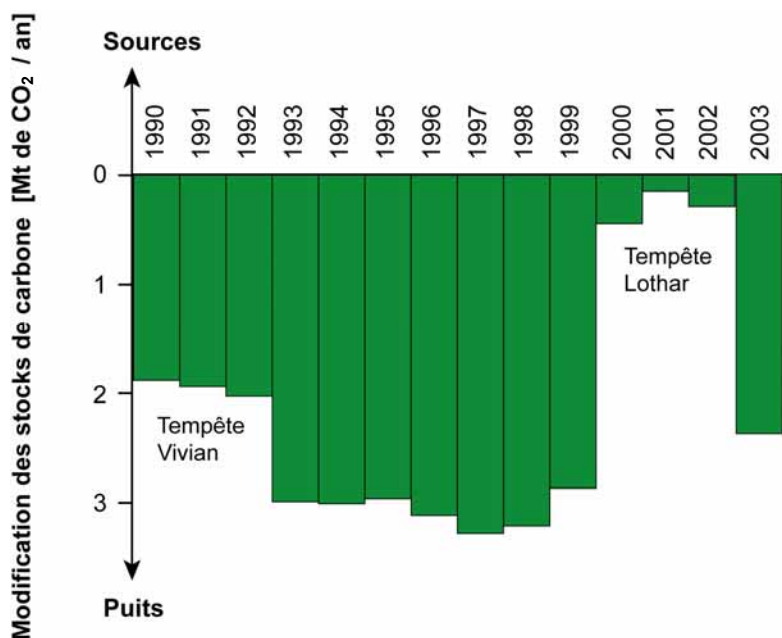
Une incertitude supplémentaire est liée à des événements imprévus, tels que les tempêtes, les attaques par le bostryche ou les feux de forêt. La tempête Lothar, par exemple, a entraîné une perte nette de 4 millions¹¹ de mètres cubes de bois, ce qui correspond à environ 4 millions de tonnes de CO₂. Si la Suisse subissait une tempête telle que Lothar au cours de la période d'engagement, elle pourrait perdre d'un seul coup l'équivalent du double des droits d'émission qu'elle espère obtenir en prenant en compte les puits de carbone (fig. 6). Une forêt jeune ne compense pas immédiatement la perte de l'effet de puits après une tempête ou une récolte. En effet, les premières années, l'absorption de CO₂ découlant de la croissance est plus faible que la perte de CO₂ due à la dégradation de la biomasse souterraine.

¹⁰ Ces estimations sont entachées d'une très grande incertitude en raison de l'insuffisance de données.

¹¹ Ce chiffre correspond à la différence entre les quelque 14 millions de mètres cubes de bois saccagé par la tempête et l'accroissement annuel, d'environ 10 millions de mètres cubes, du stock de carbone.

Fig. 6 > Bilan de CO₂ de la forêt pour les années 1990 à 2003 selon l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse.

La forêt constitue toujours un puits de carbone, même au cours des années où il y a eu des dommages importants dus aux tempêtes Vivian et Lothar. Cet effet est toutefois simplement imputable au fait que les valeurs sont des moyennes sur trois ans. En réalité, la forêt suisse a été une source de carbone en 2000. N'est recensée ici que la biomasse vivante des arbres, sans le bois mort et le sol. Selon le Protocole de Kyoto, les contributions déterminantes sont celles de la période d'engagement de 2008 à 2012. On ne peut en outre prendre en compte qu'au maximum 1,83 million de tonnes de CO₂; ceci, couplé aux dispositions supplémentaires qui s'appliquent, fait que les valeurs de l'inventaire des gaz à effet de serre ne peuvent pas être transposées directement aux engagements de Kyoto.



Source : OFEV

Le Protocole de Kyoto exige que les stocks de carbone des arbres vivants et morts, des racines, de la litière ainsi que du sol soient recensés. En Suisse, on a uniquement recueilli jusqu'ici des données fiables concernant les arbres vivants et le bois mort. La biomasse souterraine, telle que les racines, est calculée selon la pratique usuelle, à partir de la biomasse sur pied, en utilisant ce que l'on appelle des facteurs d'expansion. La biomasse du bois mort ayant seulement été déterminée lors du deuxième inventaire forestier national (IFN2), on ne disposera de données concernant les modifications qu'après l'évaluation de l'IFN3 en cours, soit à partir de 2008. Ce n'est que sur la base de ces données qu'il sera possible d'avoir une estimation quelque peu réaliste des puits de carbone liés à la gestion des forêts pour la période de 2008 à 2012. Le sol constitue un facteur d'incertitude important: les connaissances actuelles ne permettent pas de déterminer de manière fiable le bilan de CO₂; il faudrait effectuer à cet effet un inventaire du sol.

Données de l'inventaire forestier national

Tous les effets de puits, qu'ils soient globaux ou locaux, sont limités. Même avec une politique encourageant à l'extrême les puits de carbone, par exemple en reboisant massivement ou en augmentant les cycles (en abattant les arbres plus tard), les potentiels seront épuisés en Suisse à la fin de ce siècle (fig. 7). La prestation de la forêt suisse se réduira alors à des valeurs insignifiantes. Le carbone qui se fixe continuellement par photosynthèse sera à nouveau entièrement libéré dans l'atmosphère sous forme de CO₂, notamment par la respiration du sol et les processus de dégradation de la litière et du bois mort. En quelques décennies déjà, l'effet de puits diminuera fortement parce que la forêt aura atteint un âge auquel la croissance et, partant, la fixation de carbone, est nettement réduite. À cela s'ajoute le fait qu'en cas de réchauffement climatique selon les modèles prévisionnels actuels, les périodes de sécheresse (entraînant un risque accru d'incendie et un affaiblissement des arbres), voire les tempêtes, pourraient se multiplier globalement et localement, d'où, entre autres, une possible augmentation des attaques par des insectes. Il n'est pas certain que l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère à laquelle on s'attend fertilise la forêt de manière à favoriser la croissance des arbres. Des essais réalisés dans une forêt typique du Plateau suisse tendent à démontrer que la fertilisation par le CO₂ n'augmente pas l'accroissement ligneux¹².

Pour toutes les raisons évoquées ci-dessus, les puits de carbone ne peuvent que contribuer temporairement et de manière complémentaire à la protection du climat (fig. 7). Ils permettent de gagner du temps jusqu'à ce que l'on dispose de technologies à faible taux d'émission.

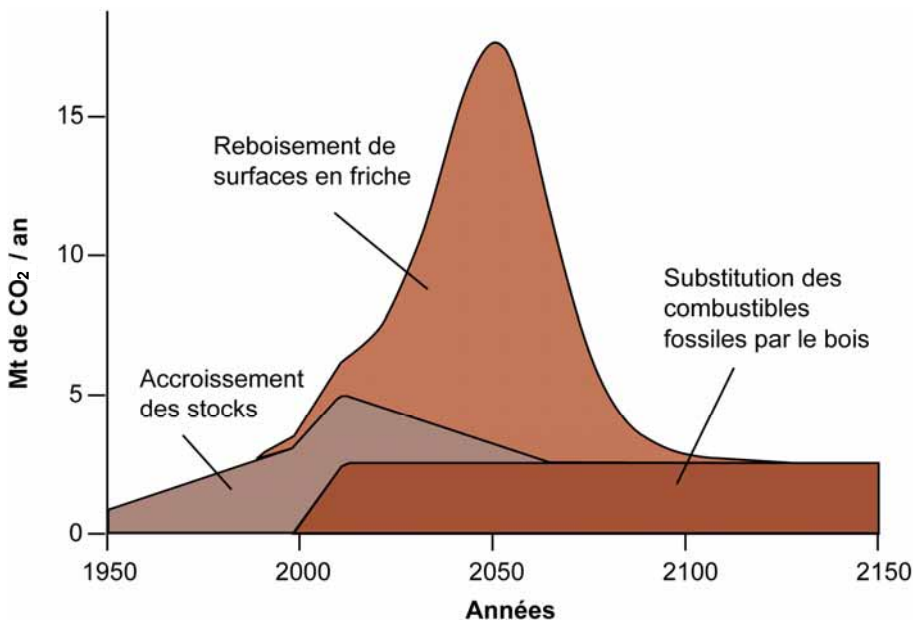
Une utilisation accrue du bois, dont l'effet est tout aussi efficace sur le climat, offre une alternative aux puits de carbone des forêts. D'une part, l'énergie du bois remplace les combustibles fossiles. D'autre part, l'utilisation du bois en tant que matériau de construction permet d'économiser l'énergie fossile qui serait autrement nécessaire à la fabrication du plastique, de l'acier, de l'aluminium ou du béton (chapitre 7). Alors que les puits de carbone s'appauvrissent au cours du temps, l'exploitation du bois peut être poursuivie durablement aussi longtemps qu'on le souhaite (fig. 7). Une utilisation du bois axée sur une gestion durable de la forêt peut donc vraiment être considérée comme une contribution forestière durable à la protection du climat, efficace sur le long terme parce qu'inépuisable.

Limitation naturelle de l'effet de puits

¹² Körner C. et al. 2005: « Science » vol. 309, p.1360-1362.

Fig. 7 > Effet de puits de la forêt théoriquement atteignable en Suisse grâce au reboisement (art. 3.3) et à la gestion des forêts (art. 3.4).

Cette modélisation (étude de l'EPFZ¹³) ne prend en compte que la biomasse vivante des arbres, sans le bois mort et le sol. La contribution au cours de la période d'engagement de 2008 à 2012 est déterminante pour la réalisation des objectifs du Protocole de Kyoto).



Le Conseil fédéral est favorable à la prise en compte des puits de carbone dès lors qu'ils ne vont pas à l'encontre de l'intérêt général et des objectifs à long terme de la politique climatique, de l'exploitation des forêts et de l'agriculture.¹⁴ Étant donné les incertitudes sur les calculs ainsi que les limites temporelles, les éventuels puits de carbone constituent une réserve au cas où les émissions augmenteraient en raison d'hivers froids, d'une croissance économique plus forte ou de la production de courant avec des combustibles fossiles. La prise en compte des puits de carbone n'est pas admise pour atteindre les objectifs de réduction fixés dans la loi sur le CO₂. En revanche, une utilisation accrue du bois en tant qu'agent énergétique neutre du point de vue du CO₂ et en tant que substitut de matériaux produits avec de l'énergie fossile peut être comptabilisée. Le bois utilisé dans la construction, dans lequel le carbone reste fixé après la récolte, ne peut cependant pas être pris en compte en tant que puits de carbone pour la période de 2008 à 2012 (chapitre 7) au sens du Protocole de Kyoto.

Les puits de carbone comme réserve en cas d'évolution défavorable des émissions

¹³ Fischlin et al. 2003 : Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz.– www.sysecol.ethz.ch/Reports.html.

¹⁴ RS 05.057 : Message concernant l'approbation du montant de la taxe sur le CO₂ appliquée aux combustibles.

6 > Prise en compte des puits de carbone et conséquences pour les fonctions de la forêt

Dans les forêts qui font office de puits de carbone, l'âge moyen des arbres augmente généralement. Toutefois, après des années, voire des décennies, leur vitalité diminue. L'effet de puits ne dure donc pas indéfiniment ; il s'épuise au fil du temps. Une politique unilatérale et forcée, axée sur les puits de carbone, est également en contradiction avec l'exigence d'une utilisation accrue du bois.

Actuellement, les stocks de carbone de la forêt suisse augmentent, avec pour conséquence que l'âge moyen des arbres s'accroît et que, de ce fait, la proportion d'arbres malades ou affaiblis tend aussi à augmenter. Si ces arbres meurent ou tombent et qu'ils arrachent en même temps d'autres arbres d'une forêt dense ayant des réserves importantes, le puits de CO₂ de la forêt diminue de manière naturelle, et ceci jusqu'à ce que l'absorption et la libération de CO₂ soient à peu près équilibrées. «Les arbres ne poussent pas jusqu'au ciel!» L'effet de puits ne durera donc pas indéfiniment. La réserve de bois de la forêt suisse est importante en comparaison européenne, exception faite du versant sud des Alpes (tab. 1) et l'effet de puits de la forêt suisse est, de ce fait, un peu plus limité.

Cycle de vie d'une forêt

Tab. 1 > Réserves de bois des arbres sur pied, vivants, en Suisse et en Europe, en m³/ha.

Suisse				Allemagne	Autriche	Italie	Finlande
Plateau	Alpes	Sud des Alpes	Total				
435	298	207	354	271	286	169	86

Source : LFN2.

Actuellement, on ignore l'effet qu'une utilisation des forêts en tant que puits de carbone pourrait avoir sur les autres fonctions de la forêt, notamment sur la diversité biologique. Elle favorise d'une part une évolution dans le sens d'une forêt compacte mais, d'un autre côté, la diversité des sous-bois diminue dans les forêts denses et sombres. Se pose en outre la question de savoir si les forêts-puits de carbone vieillissantes peuvent continuer à remplir certaines fonctions, telles que la protection contre les chutes de pierre ou les avalanches.

Influence sur les fonctions de la forêt

L'option des puits de carbone du Protocole de Kyoto et l'exigence d'une utilisation accrue du bois (en tant qu'agent énergétique et matériau de construction) élargissent l'éventail des fonctions de la forêt: les fonctions de puits de carbone et de bioénergie

Nouvelles fonctions de la forêt

viennent s'ajouter aux fonctions de forêt économique pour la production de produits traditionnels en bois, de forêt protectrice, de forêt de loisirs dans les agglomérations et les régions touristiques et de forêt naturelle au service de la protection de l'environnement. Les fonctions de la forêt doivent être désenchevêtrées là où elles se font concurrence. Ainsi, la fonction de forêt protectrice ne doit pas être compromise par l'augmentation des puits de carbone. D'autres entraves possibles, telles que l'utilisation du bois, doivent aussi être examinées. En revanche, une forêt non rentable, mal développée, pourrait bien convenir en tant que puits de carbone. La délimitation des puits de carbone représente donc également une chance pour l'économie forestière. L'effet de puits n'est pas nécessairement en conflit avec l'utilisation du bois; il constitue au contraire un complément utile, en particulier là où une exploitation s'avère peu appropriée ou qu'elle n'est pas rentable pour des raisons purement économiques.

Le programme forestier suisse n'implique pas un désenchevêtrement complet des fonctions de la forêt¹⁵. Il fixe les fonctions prioritaires visant à garantir la protection contre les dangers naturels et la biodiversité. La forêt économique restante doit être gérée selon des principes d'économie de marché, sans toutefois mettre en péril la gestion durable de l'exploitation du bois. L'utilisation du bois, matière première respectueuse du climat, doit être encouragée en tant qu'agent énergétique et matériau de construction, et l'effet de puits de la forêt reconnu du point de vue de l'économie de marché.

**Le programme forestier mise sur
l'utilisation du bois**

¹⁵ Programme forestier suisse (PFS), programme d'action, 2004–2005, Cahier de l'environnement n° 363, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne 117 p. www.environnement-suisse.ch/pfs.

7 > Contribution de l'exploitation du bois à la protection du climat

La forêt ne contribue pas seulement à la protection du climat par le biais des puits de carbone. L'utilisation de la matière première qu'est le bois en tant que matériau de construction, pour la fabrication des produits ainsi qu'en tant qu'agent énergétique a pour effet de réduire les émissions de CO₂. Certaines expériences montrent que les puits de carbone des forêts ne peuvent pas être augmentés à volonté alors que la réduction des émissions par le biais de l'exploitation du bois est inépuisable. Elle contribue donc de manière importante à la protection du climat à long terme.

Le bois est utilisé de différentes manières : pour des éléments de construction, des meubles, des emballages, la fabrication de papier ou le chauffage. Les aspects suivants sont déterminants en matière de réduction des émissions de CO₂ :

Réduction des émissions de CO₂

- > remplacement (substitution) de matériaux conventionnels utilisés pour la construction ou la fabrication de produits par des produits en bois ;
- > remplacement des agents énergétiques fossiles par la combustion de bois de forêt, de résidus de bois provenant de la production et de bois usagé ;
- > augmentation du stock de carbone grâce à l'utilisation de produits en bois à longue durée de vie dans le cycle de la civilisation.

En éliminant le bois de la forêt, on diminue le stock de carbone. La récolte de bois est donc inscrite au bilan des puits de carbone en tant qu'émission de CO₂ au sens du Protocole de Kyoto. Cette façon de considérer les choses ne tient pas compte d'un élément : la manière dont le bois est utilisé. Si le bois est utilisé pour fabriquer des produits en bois à longue durée de vie, le carbone qu'il a fixé y reste lié. De plus, l'énergie nécessaire à la fabrication de ces produits – une charpente de toit ou des meubles en bois, par exemple – est plus faible que si l'on utilise des matériaux conventionnels, tels que le béton et l'aluminium. En d'autres termes : les quantités de CO₂ émises sont moins importantes. Une utilisation accrue de produits en bois entraîne donc une réduction des émissions globales des gaz à effet de serre (tab. 2).

Tab. 2 > Effets de substitution liés à l'utilisation du bois, par mètre cube de bois.

Utilisation du bois	Émissions de CO ₂ évitées en tonnes de CO ₂ par m ³ de bois
Substitution de matériaux conventionnels de construction ou autres, y compris l'utilisation énergétique de résidus de bois et de bois usagé	1,0
Substitution d'agents énergétiques fossiles	0,6
Bois abandonné dans la forêt	0,0

Source: OFEFP 2005.

Les limites nationales sont déterminantes pour les bilans de CO₂ au sens du Protocole de Kyoto (tab. 3). Lorsque des produits en bois sont exportés, les quantités d'énergie nécessaires à leur fabrication sont prises en compte dans le bilan de CO₂ de la Suisse et soustraites du bilan de CO₂ du pays importateur. Les «économies» de CO₂ obtenues par un effet de substitution donnent également lieu à un bilan de CO₂ plus favorable à l'étranger. En revanche, si des produits en bois sont importés, la charge en CO₂ liée à leur fabrication est imputée au pays étranger et le bilan de CO₂ de la Suisse est allégé grâce à la délocalisation de la production.

Effets du commerce extérieur du bois

Tab. 3 > Interaction entre les activités et les effets sur le CO₂ en Suisse et à l'étranger.

La Suisse exporte du bois	Effets sur le CO ₂
Modification des réserves dans la forêt	Si du bois exploité en Suisse ou des produits en bois sont exportés, l'exploitation de la forêt peut être réduite dans le pays étranger concerné. Le puits de carbone augmente dans ce pays et diminue en Suisse.
Effet de substitution de matériau (y compris l'utilisation en tant qu'énergie)	Si, dans un pays étranger, des matériaux conventionnels (béton, aluminium, etc.) sont remplacés par du bois suisse, cela équivaut à une réduction de la charge de CO ₂ dans le pays concerné.
Modification des réserves dans le cycle de la civilisation	Si, dans un pays étranger, des matériaux conventionnels sont remplacés par du bois suisse, le stock de carbone du pays concerné augmente.
La Suisse importe du bois	Effets sur le CO ₂
Modification des réserves dans la forêt	Si du bois exploité dans un pays étranger est importé en Suisse, l'exploitation de la forêt suisse peut être réduite. Le puits de carbone de la forêt suisse augmente et diminue dans le pays concerné.
Effet de substitution de matériau (y compris l'utilisation en tant qu'énergie)	Si, en Suisse, des matériaux conventionnels sont remplacés par des produits en bois importés, le bilan national du CO ₂ s'améliore. Les émissions liées à la production sont imputées au pays étranger concerné.
Modification des réserves dans la forêt	Si, en Suisse, des matériaux conventionnels sont remplacés par des produits en bois importés, le stock de carbone de notre pays augmente.

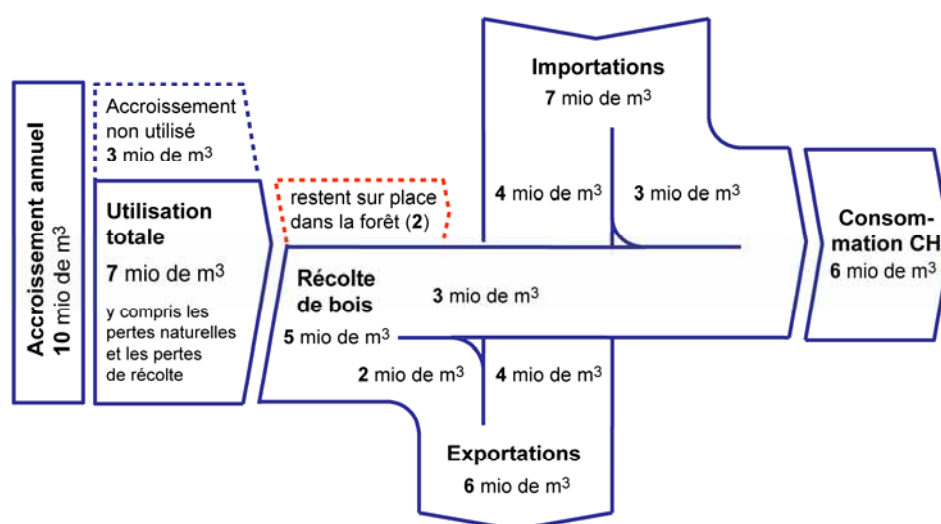
Le bois de chauffage provenant de la forêt et les déchets de bois issus de l'usinage du bois n'étant pratiquement pas exportés, leur combustion profite à la Suisse: la combustion du bois remplace directement des agents énergétiques fossiles, tels que l'huile de chauffage ou le gaz naturel. Globalement, c'est-à-dire sans tenir compte des frontières, les effets d'une substitution sont ceux représentés dans le tableau 2.

Une augmentation de la récolte annuelle de bois dans la forêt suisse de 5 millions de m³, comme c'est le cas actuellement, à 9 millions de m³ s'avère réalisable (fig. 8), comme le montrent les résultats intermédiaires d'une nouvelle étude¹⁶ menée sur mandat de l'OFEV. Cette étude se fonde sur l'accroissement ligneux (potentiel d'exploitation) de la forêt suisse et sur des estimations des potentiels de commercialisation. Pour mettre en œuvre une telle augmentation de l'exploitation, il faut cependant une volonté politique de manière à créer des conditions-cadres plus favorables.

Bénéfice lié à une augmentation de la récolte de bois

Fig. 8 > Potentiel d'exploitation et flux du bois.

Potential d'exploitation et flux du bois en Suisse (2003) en millions de m³ de masse de bois dur, valeurs arrondies.



Source : OFEFP 2005.

Une augmentation de la récolte annuelle de bois dans la forêt suisse à 9 millions de m³ entraînerait, dans l'ensemble, une réduction d'environ 8 millions de tonnes de CO₂. Ce chiffre englobe les effets de puits des produits obtenus à partir du bois ainsi que tous les effets liés aux substitutions. Cette politique d'exploitation est durable, car les générations à venir pourront aussi profiter de l'effet optimisé de la forêt sur le CO₂ et de l'utilisation du bois (tab. 4). Une exploitation accrue du bois entraîne une diminution de l'effet de puits de la forêt dans les mêmes proportions.

¹⁶ GEO Partner AG, EMPA, Dr. Werner Umwelt & Entwicklung.

Tab. 4 > Réduction globale de CO₂ liée à une récolte de bois suisse de 9 millions de m³ en 2030.

Type de bois / forêt	Récolte de bois en Suisse ²	Substitution bois d'énergie ³	Substitution produits en bois ⁴	Modification des réserves liées aux produits en bois ⁵	Total
	mio de m ³	mio de tonnes d'équivalents de CO ₂			
Bois d'œuvre ¹	6,4	2,2	3,0	1,3	6,5
Bois de chauffage	2,6	1,6			1,6
Effets globaux sur le CO ₂		3,8	3,0	1,3	8,1

¹ Tient compte du commerce extérieur du bois.

² L'augmentation de la récolte de bois suisse est progressive et atteint 9 millions de m³ au bout de 30 ans (d'où le choix de l'année 2030).

³ Le bois d'énergie comprend le bois de chauffage provenant de la forêt, les déchets de bois issus de l'usinage du bois et le bois usagé des démolitions.

⁴ Cette modification des réserves liées aux produits en bois ne peut actuellement pas être prise en compte selon le Protocole de Kyoto.

⁵ On part de l'hypothèse que les produits en bois suisse exportés à l'étranger y remplacent pour moitié des produits en bois et pour moitié des produits conventionnels.

Source : GEO Partner AG, EMPA, Dr. Werner Umwelt & Entwicklung, WSL 2005.

L'étude met en évidence un autre aspect important: dans le cas d'une diminution de l'exploitation du bois de 5 millions de m³ (situation actuelle) à 3 millions de m³, l'effet de puits de la forêt augmenterait fortement dans un premier temps, pour s'abaisser après quelques décennies. Le système deviendrait alors un facteur de risque, la forêt ayant dans l'intervalle constitué un stock très important, ce qui pourrait la rendre plus sensible à des tempêtes ou à d'autres dommages.

L'étude relève, outre l'effet sur le climat, une composante sociale: une diminution de l'exploitation du bois de 5 à 3 millions de m³ entraînerait la perte de quelque 10'000 postes de travail; une augmentation à 9 millions de m³ permettrait en revanche de créer environ 30'000 nouveaux postes.

En cas d'utilisation du bois, l'accent est clairement mis sur les effets de la substitution des produits et des agents énergétiques sur le long terme. Les prestations de la forêt et du cycle de la civilisation ne peuvent pas être augmentées indéfiniment et peuvent aussi se transformer en sources (lors de tempêtes). En revanche, les prestations liées à des substitutions sont immédiates et irréversibles. Aussi, du point de vue de la politique climatique, seules les prestations liées à des substitutions contribuent, à long terme, à réduire durablement les émissions de CO₂.

8 > Conclusion

1. L'objectif du Protocole de Kyoto est en premier lieu de réduire les émissions de CO₂ issues de la combustion des carburants et des combustibles fossiles dans les pays industrialisés. La prise en compte des puits de carbone est quantitativement limitée et ne constitue qu'un complément aux mesures de réduction. En d'autres termes : l'option des puits de carbone permet éventuellement de disposer d'une marge temporelle jusqu'à ce que l'on puisse réduire efficacement les émissions de CO₂ par des mesures d'économie d'énergie et des énergies alternatives respectueuses du climat.

La prise en compte des puits de carbone peut constituer un complément aux mesures de réduction.
2. Les puits de carbone ne sont pas inépuisables ; ils n'assurent donc pas une protection durable du climat à long terme. La surface des reboisements est limitée et les stocks de carbone des forêts existantes s'appauvriront au cours de la deuxième moitié de ce siècle. Du point de vue de la politique climatique, les forêts, qui stockent de grandes quantités de carbone, présentent un risque qui tend à augmenter avec l'encouragement des puits de carbone. Les tempêtes, la sécheresse, les incendies de forêt ou les épidémies de bostryche peuvent réduire l'effet de puits, voire même transformer la forêt en source de carbone : le carbone fixé est alors à nouveau rejeté dans l'atmosphère sous forme de CO₂. Une atténuation de l'effet de puits et, le cas échéant, une libération supplémentaire de CO₂ par les forêts doivent être compensées par d'autres mesures de réduction. La prise en compte, aujourd'hui, de l'effet de puits contraint donc les générations futures à des efforts supplémentaires en ce qui concerne la consommation de carburants et de combustibles fossiles en vue de réduire les émissions de CO₂.

Les puits de carbone ne contribuent pas à une protection du climat à long terme
3. La fonction de la forêt devrait également jouer un rôle important dans les négociations climatiques concernant la période postérieure à 2012. Certains États comme la Russie ou le Canada, qui ont d'importantes surfaces de forêts, sont intéressés à utiliser l'option des puits de carbone. L'importance accordée à l'exploitation du bois (énergie du bois et produits en bois) va par ailleurs également s'accroître afin de garantir la protection du climat à l'avenir.

Les puits de carbone joueront un rôle important dans les négociations climatiques futures
4. En comptabilisant les puits de carbone, on s'engage à rendre des comptes sur la prestation des forêts jusque dans un avenir très lointain. Le système de monitoring et de reporting doit donc être poursuivi, car les puits et les sources de carbone qui se formeront plus tard devront aussi être recensés.

Une surveillance sur des décennies
5. En effectuant périodiquement un bilan du carbone de grandes surfaces du territoire, on dispose, sur le long terme, d'un instrument qui permet de mieux mettre en évidence l'influence de l'homme sur les écosystèmes et en fin de compte sur le système climatique. Il faut saluer cette démarche, car les déboisements de grandes surfaces et la surexploitation des forêts, en particulier dans les pays en développement, sont responsables d'un cinquième des émissions de CO₂ et ont un impact décisif sur le

Le bilan de carbone permet de mieux gérer les écosystèmes

climat. Il faut donc éviter à l'avenir toute surexploitation et promouvoir partout dans le monde une exploitation durable des forêts.

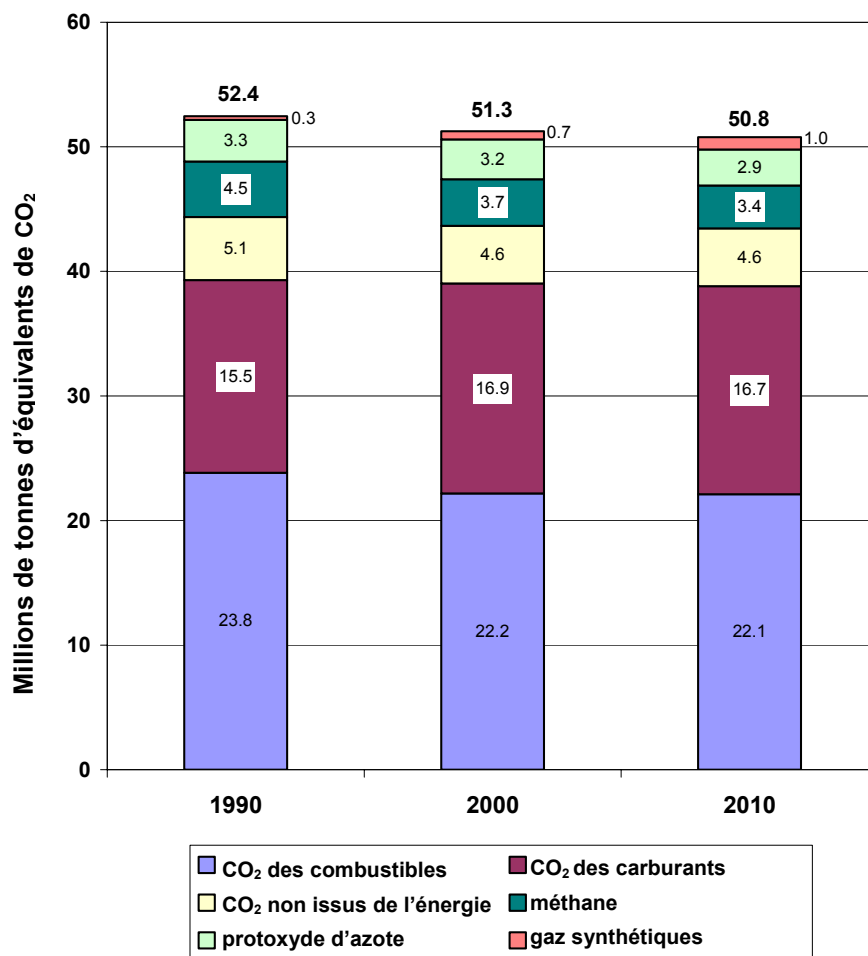
6. L'effet de puits de la forêt suisse est limité dans le temps; il ne peut être déterminé qu'au prix d'efforts importants et est entaché de grandes incertitudes. C'est pourquoi la politique forestière suisse ne doit pas être orientée de manière ciblée et unilatérale sur une promotion des forêts-puits de carbone. Ces dernières sont toutefois prévues dans le programme forestier, tout comme l'effet de l'exploitation du bois sur le CO₂, et elles ajoutent une composante de politique climatique importante aux fonctions traditionnelles de la forêt. La priorité doit cependant être axée à long terme sur une exploitation durable de la forêt, en d'autres termes sur la promotion du bois en tant qu'agent énergétique et matériau de construction respectueux du climat.

La priorité du programme forestier suisse est axée sur une gestion durable de la forêt

> Annexes

> A1 Émissions de gaz à effet de serre selon le Protocole de Kyoto en 1990 et en 2000, et estimation de l'évolution jusqu'en 2010, en équivalents de CO₂

Fig. 9 > Émissions de gaz à effet de serre et estimation de l'évolution.



> **A2 Influences directes de l'homme, surfaces laissées à l'abandon et progression de la forêt**

Les augmentations des stocks de carbone qui ne sont pas dues à une influence directe (art. 3.3) ou indirecte (art. 3.4) de l'homme ne peuvent pas être prises en compte en tant que puits de carbone. Cependant, si le stock de carbone diminue sans l'intervention de l'homme, cette diminution ne doit pas non plus être imputée en tant que source. N'entre donc pas dans le calcul, par exemple, le reboisement naturel – sans la moindre intervention humaine – d'une surface agricole abandonnée. Si l'envahissement des terres par la forêt est amorcé ou favorisé par des mesures telles que la pose de clôtures, cette intervention est considérée au sens du Protocole de Kyoto comme un boisement ou un reboisement susceptible d'être comptabilisé. N'est pas prise en compte la destruction de forêts non exploitées par des phénomènes naturels, tels que les tempêtes, les incendies et les avalanches, sauf si ces surfaces qui étaient autrefois des forêts sont ensuite utilisées à des fins agricoles ou en tant que zones de construction. Les forêts non exploitées ne sont pas prises en considération parce que le Protocole de Kyoto vise uniquement à créer des incitations afin que l'homme agisse de manière à assurer la protection du climat.

Dans l'agriculture, les emplacements à faible rendement, difficilement accessibles et exigeant une exploitation extensive sont de moins en moins exploités. En altitude, l'exploitation est souvent abandonnée. Les surfaces laissées en friche situées en dessous de la limite des forêts se reboisent peu à peu, raison pour laquelle la surface forestière de la Suisse continue d'augmenter. Toutefois, comme ces forêts se forment souvent sans aucune intervention humaine, elles ne peuvent en principe pas être prises en compte (art. 3.3). De plus, il n'est généralement pas facile de déterminer de manière claire si l'homme est intervenu ou non.

La question de la progression des forêts ne concerne pas seulement la Suisse mais aussi les pays voisins. Il serait donc judicieux de trouver une solution commune au problème posé par la prise en compte de ce type de surfaces en Europe centrale. Selon les directives pour la mise en œuvre du Protocole de Kyoto, il existe par exemple la possibilité de classer tout d'abord ces surfaces en tant que pâturages non exploités dans la mesure où elles ne comportaient pas de forêt avant 1990; elles deviendraient ensuite des forêts non exploitées. En revanche, si la forêt existait déjà avant 1990, il s'agirait d'une forêt non exploitée, qui ne peut pas être comptabilisée. Dans les deux cas, l'exploitation peut commencer ultérieurement, le terme d'exploitation pouvant être compris à la fois au sens conventionnel et comme une délimitation en tant que réserve forestière. On peut ainsi prendre en compte ce type de surface. Le même raisonnement s'applique aux forêts buissonnantes.

> **A3 Définitions de la forêt selon le Protocole de Kyoto et le droit suisse**

Pour que les terres boisées puissent être considérées comme des forêts au sens du Protocole de Kyoto, elles doivent satisfaire à trois exigences: une surface minimale, un degré de couverture minimum par les couronnes des arbres et une hauteur minimale que les arbres atteindront. La surface minimale (0,05 à 1 ha), le degré de couverture

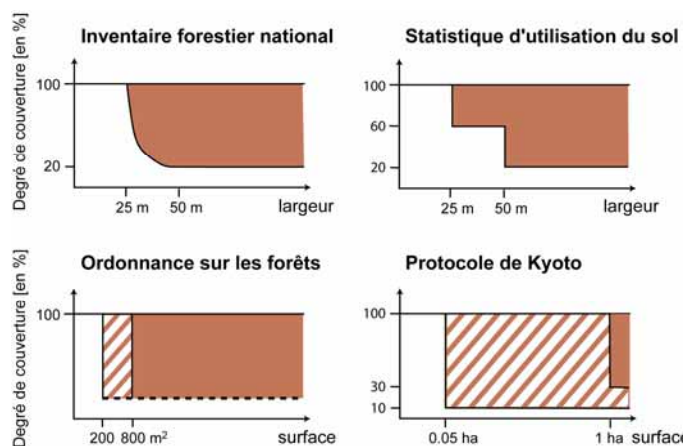
minimal (10 à 30%) et la hauteur minimale qu'atteindront les arbres (2 à 5 m) doivent être déterminés par chaque pays au plus tard en automne 2006 et se situer dans les limites indiquées entre parenthèses. Une fois que ces valeurs auront été définies elles ne pourront plus être modifiées *a posteriori*. Elles sont déterminantes pour le recensement des reboisements et des déboisements devant être pris en compte dans le bilan (art. 3.3). Les régénérations naturelles, les plantations et les surfaces qui ne sont plus boisées pendant un certain temps après la récolte de bois ou après avoir subi des phénomènes naturels comme une tempête ou un incendie, restent des forêts au sens du Protocole de Kyoto à condition que ces surfaces continuent à être utilisées en tant que forêts.

En Suisse on utilise différentes définitions pour la forêt (fig. 10). Les définitions de la forêt selon l'inventaire forestier national (IFN) et la statistique d'utilisation du sol peuvent s'intégrer dans le schéma de la définition au sens du Protocole de Kyoto. En revanche, la surface minimale selon l'ordonnance sur les forêts est plus faible que la limite inférieure de la surface définie dans le Protocole de Kyoto. En outre, les cantons ont fixé leurs propres définitions pour la forêt, qui se situent toutes à l'intérieur de la marge fixée dans la disposition nationale.

Les définitions légalement contraignantes pour la Suisse sont celles du Protocole de Kyoto et de la loi sur les forêts. Pour la prise en compte des puits de carbone, celle du Protocole de Kyoto est déterminante, alors que celle de la loi sur les forêts a une incidence sur le fait qu'une surface est ou non soumise à la législation sur les forêts. Les définitions de la forêt utilisées pour la statistique d'utilisation du sol et l'inventaire forestier national servent uniquement à des fins statistiques. Pour la prise en compte selon le Protocole de Kyoto, il faut examiner quelle est la définition susceptible de s'appliquer et dans quelle mesure les différentes définitions devraient éventuellement être harmonisées.

Fig. 10 > Définitions de la forêt.

Définitions de la forêt selon l'inventaire forestier national, la statistique d'utilisation du sol, l'ordonnance sur les forêts et le Protocole de Kyoto.



Surfaces hachurées: marge pour le choix d'une définition.

> **A4 Contexte historique de la protection du climat**

1979

Le Programme de recherche climatologique mondial (PCM) est lancé lors de la première conférence mondiale sur le climat. Les gouvernements sont encouragés à s'engager en faveur de la protection du climat.

1988

Création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC; en anglais, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

1990

Le premier rapport d'évaluation du GIEC dresse le bilan des connaissances sur la protection du climat et les changements climatiques ainsi que des répercussions sur l'environnement, l'économie et la société.

1990

Lors de la deuxième Conférence mondiale sur le climat, une convention sur la protection du climat est exigée et différents principes importants de cette future convention sont adoptés.

1992

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est adoptée au «Sommet Planète Terre» à Rio. Son but déclaré est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau inoffensif.

1994

La CCNUCC entre en vigueur après avoir été ratifiée par 50 États (y compris les États-Unis en quatrième position).

1995

Le deuxième rapport du GIEC conclut à l'existence d'une influence perceptible de l'homme sur le climat mondial.

Dès 1995

Réunions annuelles des États parties à la Convention sur le climat (COP). Le Mandat de Berlin mentionne qu'une protection climatique efficace nécessite des efforts particuliers visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

1996

Les directives révisées pour le calcul des inventaires des gaz à effet de serre sont élaborées (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories).

1997

La troisième conférence (COP3) adopte à Kyoto un protocole qui constitue la base contraignante pour la mise en œuvre de la réduction des émissions. L'objectif principal, qui se fonde sur des principes d'économie de marché, est que les émissions de gaz à effet de serre doivent être globalement réduites de 5,2% entre 2008 et 2012 par

rapport à leur niveau de 1990, avec toutefois des taux de réduction propres à chaque pays. Pour entrer en vigueur, le protocole doit être ratifié par 55 pays au moins. Les pays ayant ratifié le protocole doivent en outre être responsables d'au moins 55 % des émissions de CO₂ des pays industrialisés en 1990.

2000

Publication du rapport spécial du GIEC sur les modifications de l'utilisation du territoire et l'exploitation forestière (Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry – IPCC SR LULUCF). Ce rapport joue un rôle important lors des négociations concernant les puits de carbone.

2000/01

Les Conférences des Parties (COP6/6 bis et COP7) s'accordent sur une mise en œuvre et une application concrètes du Protocole de Kyoto (Accords de Bonn et de Marrakech).

2001

Publication du troisième rapport d'évaluation du GIEC: il confirme l'influence de l'homme sur les changements climatiques. Le réchauffement planétaire observé ces 50 dernières années est probable (probabilité de 66 à 90%) et principalement imputable aux concentrations de gaz à effet de serre dues à l'activité de l'homme.

2001

Les États-Unis déclarent qu'ils ne ratifieront pas le Protocole de Kyoto. Malgré les compromis de dernière minute qui diminuent encore la portée du protocole, le signal politique est clair: même sans les États-Unis, la communauté des États veut s'engager en faveur d'une politique internationale coordonnée pour la protection du climat.

2001

La Conférence des Parties à Marrakech (COP7) demande au GIEC d'élaborer un guide de bonnes pratiques concernant l'utilisation du territoire et l'exploitation forestière (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, GPG-LULUCF).

2003

La Suisse ratifie le Protocole de Kyoto. Elle s'engage (tout comme l'UE) à réduire, entre 2008 et 2012, ses émissions de gaz à effet de serre de 8% en moyenne par rapport à leur niveau de 1990.

2003

La Conférence des Parties (COP9) à Milan recommande aux pays d'utiliser le guide de bonnes pratiques GPG-LULUCF élaboré dans l'intervalle.

2005

Le Protocole de Kyoto entre en vigueur le 16 février 2005, 90 jours après avoir été ratifié par la Russie. Il devient ainsi légalement contraignant pour la Suisse.

> A5 Glossaire

Accroissement ligneux

Accroissement du volume de bois sur pied, exploitable en sylviculture, donc généralement uniquement à partir d'un diamètre minimal des troncs, sans les branches et l'écorce. Il est le plus souvent exprimé en m³/ha/an (mètres cubes par hectare et par an). Seul l'accroissement ligneux – mais pas non la réserve de bois – est associé aux puits de carbone.

Biomasse

Masse totale de «matériel» organique vivant d'un écosystème. Le Protocole de Kyoto et les dispositions ultérieures basées sur celui-ci exigent un recensement des stocks de carbone de la biomasse sur pied (troncs, branches) et de la biomasse souterraine (racines), ainsi que de la litière, du bois mort et de la substance organique du sol. La biomasse de la forêt est généralement calculée à partir du volume de bois déterminé par des méthodes usuelles, de la densité du bois et d'un facteur d'expansion pour les branches et les racines.

Boisement (art. 3.3)

Le Protocole de Kyoto distingue à l'art. 3.3 entre le boisement et le reboisement. Est considéré comme un boisement, une surface reboisée après le 1^{er} janvier 1990 et qui n'était plus une forêt depuis plus de 50 ans. Est considéré comme un reboisement, une surface reboisée après le 1^{er} janvier 1990 et qui n'était plus une forêt depuis moins de 50 ans, mais qui était toutefois encore exempte de forêt au 31 décembre 1989. Le reboisement naturel des surfaces agricoles abandonnées, qui deviennent des forêts sans intervention active de l'homme, n'est pas considéré comme un boisement. Selon le Protocole de Kyoto, l'effet de puits d'un boisement doit obligatoirement être intégré dans le bilan de l'inventaire national des gaz à effet de serre.

Changement d'utilisation des sols

Modification du mode d'utilisation d'une superficie donnée. Dans le contexte du climat, la modification présentant un intérêt est le passage d'une utilisation en tant que forêt à l'absence de forêt, en d'autres termes, un reboisement ou un déboisement. Il existe également des changements d'affectation des sols dans l'agriculture, par exemple le passage de grandes cultures à une culture herbagère ou l'édification de constructions sur des surfaces agricoles.

Combustibles fossiles

Pétrole, charbon et gaz naturel. Ces combustibles sont constitués de composés carbonés qui stockent du CO₂ lié au cours de périodes géologiques antérieures. L'énergie stockée est transformée en énergie utilisable par combustion. Ce processus entraîne entre autres la formation de dioxyde de carbone (CO₂) qui est libéré dans l'atmosphère sous forme de gaz.

Conversion du carbone (C) en CO₂

Souvent, les équivalents de CO₂ sont également exprimés en tant que carbone (C): 1 kg de carbone équivaut à 3,7 kg de CO₂ (masse moléculaire du CO₂ / masse atomique du C = 44/12 ≈ 3,7).

Déboisement / Défrichement

Selon le Protocole de Kyoto, les déboisements effectués après le 1^{er} janvier 1990 doivent être inscrits dans le bilan national des gaz à effet de serre. Un déboisement correspond toujours à une source de CO₂. Toutefois, pour la prise en compte des sources, seule la perte de CO₂ entre 2008 et 2012 est déterminante. Le Protocole de Kyoto emploie spécifiquement le terme de «déboisements» pour désigner des défrichements.

Dioxyde de carbone

Gaz qui se forme notamment lors de la combustion du bois, du charbon, du pétrole et du gaz naturel, lors de la production de ciment ou de l'incinération des déchets ainsi que lors de la respiration. Dénomination chimique: CO₂ (composé formé d'un atome de carbone et de deux atomes d'oxygène).

Émission

Le rejet de gaz à effet de serre (voir ce terme) dans l'atmosphère, dû notamment à la combustion de carburants et de combustibles fossiles, à des procédés chimiques tels que la production de ciment, aux décharges et à l'incinération des déchets, au dégagement d'agents réfrigérants, propulseurs ou isolants et de produits de nettoyage, ainsi qu'à l'élevage du bétail, à la fertilisation, au labourage et au drainage (amélioration foncière).

Équivalent de CO₂

Les émissions des différents gaz à effet de serre (voir ce terme) sont exprimées en équivalents de CO₂. On tient ainsi compte du potentiel de réchauffement différent des gaz climatiques. Ainsi, une tonne de méthane (CH₄) équivaut à 21 tonnes d'équivalents de CO₂, le potentiel de réchauffement du méthane étant 21 fois plus élevé que celui du CO₂. Une tonne de protoxyde d'azote (N₂O) équivaut à 310 tonnes d'équivalents de CO₂.

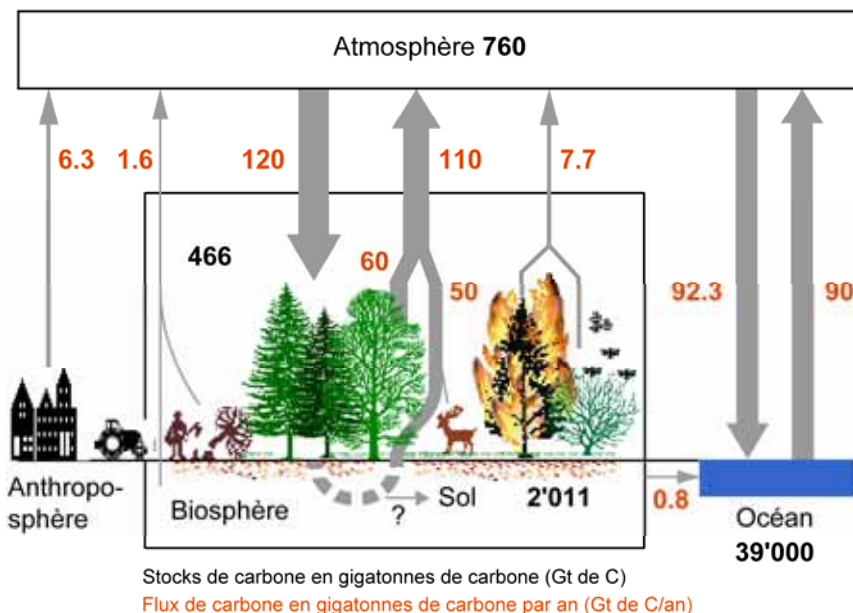
Exploitation du bois

Exploitation des forêts en vue d'obtenir du bois, généralement exprimée en m³/an (mètres cubes par an). Dans les pays industrialisés, l'exploitation est plus faible que l'accroissement alors que les pays en développement connaissent une situation inverse. L'exploitation du bois correspond à une diminution des réserves de bois et, partant, à une réduction de l'effet de puits, voire même à une source en cas de surexploitation.

Flux et stocks de CO₂

Les flux désignent les échanges de CO₂ entre les réserves (atmosphère, océans, sols, forêts), et sont généralement exprimés en tonnes de CO₂ par an. Dans l'atmosphère, le CO₂ se trouve sous forme de CO₂; dans les autres réservoirs, il est stocké sous forme de différents composés carbonés. Pour ces réservoirs, les stocks sont donc indiqués en tonnes de carbone (C). (Voir aussi sous «Unités» ainsi que sous «Conversion du carbone C en CO₂»).

Cycle global du carbone



Source : Tiré de Fischlin et al. 2003 (étude de l'EPFZ), basé sur les données de Watson et al. 2000. Land use, land-use change, and forestry – A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); voir aussi la figure 1

Gaz à effet de serre

De façon analogue au toit en verre d'une serre, les gaz à effet de serre dans l'atmosphère empêchent que la chaleur soit réfléchiée de la surface de la terre vers l'espace. Sans cet effet de serre naturel, il ferait 33 °C de moins sur la terre: la température moyenne ne serait que de -18 °C. L'industrialisation a renforcé cet effet de serre naturel. Actuellement, l'atmosphère contient plus de 31% de CO₂, qui a été libéré d'une part par les défrichements et la surexploitation des forêts, d'autre part par la combustion des carburants et des combustibles fossiles (voir la figure sous «Flux et stocks de CO₂»). Si cet accroissement se poursuit sans aucun frein, on ne peut plus exclure qu'il puisse entraîner, dans le courant de ce siècle, une perturbation dangereuse du système climatique. Le CO₂ est le gaz à effet de serre le plus important (en Suisse sa quote-part est d'environ 80%), mais pas le seul qui ait une importance pour le climat. Les gaz à effet de serre recensés par le Protocole de Kyoto comprennent, outre le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) ainsi que trois gaz ou familles de gaz synthétiques: les hydrocarbures perfluorés (PFC), les hydrofluorocarbures halogénés (HFC), et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Le bilan des émissions de gaz à effet de serre en Suisse est présenté dans l'inventaire des gaz à effet de serre (www.climatereporting.ch).

GIEC

Le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) a été mis en place par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Le GIEC examine l'état des connais-

sances scientifiques, techniques et socioéconomiques concernant les causes et les conséquences des changements climatiques et rédige un rapport sur la situation tous les cinq ans. En ce qui concerne les puits de carbone, le GIEC a rédigé un rapport spécial sur les modifications de l'utilisation du territoire et l'exploitation forestière (Land Use, Land-Use Change and Forestry) ainsi que des directives pratiques pour la prise en compte des puits de carbone (Good Practice Guidance Land Use, Land-Use Change and Forestry, voir les liens dans l'annexe A6).

Pays de l'Annexe I

L'Annexe I de la Convention sur le climat de 1992 liste tous les pays s'étant engagés, dans le cadre de la Convention, à réduire jusqu'en 2000 leurs émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990. Figurent sur cette liste tous les pays de l'OCDE (sauf la Corée et le Mexique) ainsi que tous pays d'Europe de l'Est. Le terme de «pays de l'Annexe I» est, de ce fait, souvent utilisé en tant que synonyme de «pays industrialisés».

Reboisement

Voir «Boisement»

Réserve de bois

Volume de bois des arbres. Il est généralement déterminé à partir d'un diamètre minimal du bois ou des branches, et le plus souvent indiqué en mètres cubes par hectare (m³/ha). Il comprend parfois aussi les arbres couchés et secs, mais pas les racines. 1 m³/ha de bois exploitable correspond à environ 1 tonne de CO₂ stocké. Contrairement à l'accroissement ligneux, la réserve de bois n'a aucun rapport avec les puits de carbone (voir «Accroissement ligneux»).

Unités

Unités de masse souvent utilisées :

kilotonne	=	kt	=	1'000 tonnes
mégatonne	=	Mt	=	1'000'000 tonnes (un million)
gigatonne	=	Gt	=	1'000'000'000 tonnes (un milliard)

> A6 Informations complémentaires

Étude de l'EPFZ

(Fischlin et al. 2003. Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz. System-ökologiebericht No. 29, ISBN 3-9522686-0-7, Département des sciences de l'environnement, EPF Zurich, 86 p., rapport en allemand avec résumé en français)

<http://www.sysecol.ethz.ch/Reports.html#29>

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Protocole de Kyoto

<http://www.unfccc.int/>

Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC):

Assessment Reports on Climate Change (rapports sur les changements climatique),
Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry (rapports spéciaux), Good Practice Guidance (manuels de méthodologie)

<http://www.ipcc.ch>; <http://www.ipcc.ch/languageportal/frenchportal.htm#21>

ProClim- Forum for Climate and Global Change

<http://www.proclim.ch/>

Portail climatique de ProClim (en allemand)

<http://www.climate-change.ch/>

OcCC – Organe consultatif sur les changements climatiques

<http://www.occc.ch/>

Informations générales concernant la politique climatique de la Suisse, le cadre juridique et les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre (OFEV)

http://www.environnement-suisse.ch/buwal/fr/fachgebiete/fg_klima/index.html

Congrès sur l'exploitation forestière et les puits de carbone, différents liens

(Écologie des systèmes terrestres, EPFZ; en allemand et en anglais)

<http://www.sysecol.ethz.ch/Senkentagung/index.html>

Inventaire forestier national (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL)

<http://www.lfi.ch/index-f.php>

Statistique d'utilisation du sol (Office fédéral de la statistique)

http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/raum_und_umwelt/raumnutzung_landschaft.html

Informations générales sur l'exploitation du bois

http://www.environnement-suisse.ch/buwal/fr/fachgebiete/fg_wald/index.html

> Index

Figures

Fig. 1 Cycle global du carbone.	13
Fig. 2 La forêt à l'état d'équilibre, en tant que puits et que source de carbone.	15
Fig. 3 La Suisse doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8 % par rapport à leur niveau de 1990.	17
Fig. 4 Représentation schématique de la modification des stocks de carbone lors du déboisement et du reboisement simultané d'une surface de remplacement de même grandeur.	20
Fig. 5 Puits et sources de carbone en Suisse.	25
Fig. 6 Bilan de CO ₂ de la forêt pour les années 1990 à 2003 selon l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse.	26
Fig. 7 Effet de puits de la forêt théoriquement atteignable en Suisse grâce au reboisement (art. 3.3) et à la gestion des forêts (art. 3.4).	28
Fig. 8 Potentiel d'exploitation et flux du bois.	33
Fig. 9 Émissions de gaz à effet de serre et estimation de l'évolution.	37
Fig. 10 Définitions de la forêt.	39

Tableaux

Tab. 1 Réserves de bois des arbres sur pied, vivants, en Suisse et en Europe, en m ³ /ha.	29
Tab. 2 Effets de substitution liés à l'utilisation du bois, par mètre cube de bois.	32
Tab. 3 Interaction entre les activités et les effets sur le CO ₂ en Suisse et à l'étranger.	32
Tab. 4 Réduction globale de CO ₂ liée à une récolte de bois suisse de 9 millions de m ³ en 2030.	34