

# DÉFORESTATION

Dominique BLANC

Rodolphe GOURSEAU

Lionel ROSELLINI

Vincent BRION

Estelle PIOT

Jean-Baptiste VERGNIAUD

*8 mars 2005*

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>iv</b>
<b>1 La déforestation dans le monde</b>	<b>1</b>
1.1 État des lieux . . . . .	1
1.1.1 Contexte . . . . .	1
1.1.2 Les causes de la déforestation . . . . .	2
1.1.3 Le taux de déforestation . . . . .	4
1.2 L'équilibre planétaire . . . . .	4
1.2.1 La déforestation et le cycle global du carbone . . . . .	4
1.2.2 La déforestation et l'équilibre radiatif terrestre . . . . .	5
1.2.3 La déforestation et le cycle de l'eau . . . . .	7
1.3 Les enjeux . . . . .	9
1.3.1 La déforestation et la biodiversité . . . . .	9
1.3.2 Qu'arrive-t-il après la déforestation ? . . . . .	9
<b>2 Gestion des ressources forestières</b>	<b>11</b>
2.1 Choix intertemporel et actualisation . . . . .	11
2.2 Gestion optimale d'une forêt . . . . .	15
2.3 Influence du monopole . . . . .	22
<b>3 Solutions contre la déforestation</b>	<b>25</b>
3.1 Agir sur les lieux de coupe . . . . .	25
3.1.1 Éduquer les populations locales . . . . .	25
3.1.2 Reboiser plus efficacement et rationnellement . . . . .	27
3.1.3 L'agrosylviculture . . . . .	27
3.2 Changer les comportements . . . . .	28
3.2.1 Sensibiliser les acteurs . . . . .	28
3.2.2 Développer l'écocertification . . . . .	30
3.2.3 Recycler le papier . . . . .	31
<b>Conclusion</b>	<b>33</b>

**TABLE DES MATIÈRES** **iii**

---

**Bibliographie** **35**

# Introduction

Les arbres sont des éléments familiers de notre environnement, que ce soit sous leur forme de bois, présent dans de multiples objets de notre quotidien, ou bien lorsqu'ils sont vivants, dans un jardin ou une forêt. Dans notre pays, la baisse du nombre d'agriculteurs, et donc la disparition de champs, permet aux arbres de regagner dans de nombreuses régions les terrains qui n'intéressent plus les hommes. Ainsi, même dans ce processus de "reforestation", leur destinée est intimement liée aux choix humains. Il n'existe en effet sur Terre presque plus de forêts vierges, c'est-à-dire de forêts qui n'ont été modelées que par les événements naturels, sans interventions humaines. Malheureusement, ces interventions sont souvent très destructrices. Contrairement à ce qui se passe en France, de nombreux pays, et notamment des pays tropicaux, sont dans un processus de déforestation, le plus souvent incontrôlé et très dommageable, d'autant plus que ceux sont les derniers pays où se trouvent des forêts originelles.

Nous allons donc dresser un état des lieux de la déforestation dans le monde et exposer les problèmes qu'elle soulève tenant compte de la difficulté de trouver des informations objectives à mi-chemin entre l'écologisme extrême et le libéralisme aveugle. Le propos expose ensuite des bases théoriques économiques qui montrent qu'il est possible de trouver un équilibre viable entre la protection de ces zones fragiles et précieuses et les intérêts propres des sociétés exploitantes forestières, principaux acteurs de la déforestation. Enfin, nous présenterons diverses solutions concrètes pouvant s'appliquer aussi bien aux populations des pays touchés par la déforestation qu'aux sociétés occidentales, principales consommatrices de ce bois.

# Chapitre 1

## La déforestation dans le monde

### 1.1 État des lieux

#### 1.1.1 Contexte

La "déforestation" se définit comme le processus qui implique le fait de couper, de brûler et d'endommager la forêt. Ce processus est en oeuvre depuis de nombreuses années. Le planisphère de la Fig. 1.1 représente la distribution des forêts dans le monde aujourd'hui et il y a 8000 ans. On observe que la moitié des forêts qui existaient à cette époque a aujourd'hui disparu. A cette période, qui correspond au post-Pléistocène, le climat était le même qu'actuellement, la phase de grandes glaciations était terminée. L'expansion de l'homme a alors commencé sur la surface du globe, induisant, par le développement d'activités comme l'agriculture, l'élevage, l'exploitation du bois pour de multiples utilisations, ainsi que la recherche de territoires pour le nombre toujours croissants d'êtres humains, la majeure partie de la destruction des forêts originelles.

De nos jours, les forêts les plus en danger sont les forêts situées dans la ceinture tropicale (Amazonie, Afrique centrale, continent Indien, Indonésie..). Il convient néanmoins de rappeler que les pays développés, notamment ceux de civilisations anciennes comme l'Europe, ont vécu des périodes de très forte déforestation. Jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les forêts d'Europe, qui devaient couvrir la majorité des terres émergées de cette région, ont fait l'objet de destructions massives. Ce n'est que récemment, à l'échelle de l'histoire de l'humanité, que les forêts européennes ont retrouvé une phase de croissance et d'amélioration. La quasi-totalité des surfaces cultivées de ces pays provient du défrichement plus ou moins ancien de surfaces boisées.

La disparition des forêts tropicales primaires ne signifie pas seulement celle de régions parmi les plus magnifiques de la planète. Si la déforestation

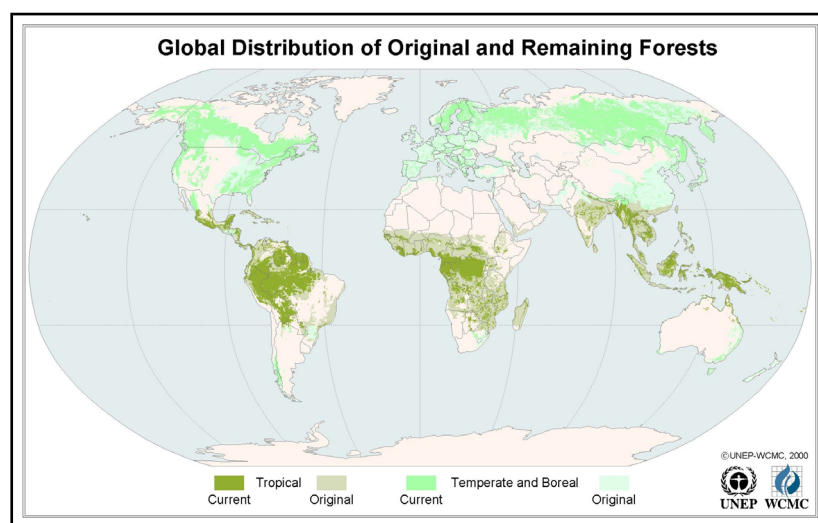


FIG. 1.1 – Evolution de la surface de forêt entre il y a 8000 ans et aujourd’hui

continue au rythme actuel, ces forêts auront disparu d’ici 100 ans, entraînant des effets encore inconnus sur le climat de la planète ainsi que l’extinction de la majorité des espèces animales et végétales vivant actuellement sur terre. Nous allons donc dans l’étude qui suit nous focaliser sur ce type de forêt.

### 1.1.2 Les causes de la déforestation

La déforestation revêt de nombreuses formes. Leurs importances relatives sont résumées dans le tableau 1.1.

La forme principale de déforestation consiste en l’abattage des arbres dans le but de vendre leur tronc ou leur pulpe. Cet abattage peut être sélectif (seules les espèces ayant une valeur économique sont coupées), ou bien peut-être fait sous forme de coupes blanches, toutes les espèces d’arbres étant alors abattues. Cette exploitation commerciale nécessite l’utilisation de machines très sophistiquées et encombrantes, que ce soit pour enlever les troncs coupés ou bien pour construire les routes nécessaires à leur transport. Ces machines sont autant dommageables pour l’intégrité de la forêt en elle-même que le simple fait d’en couper les arbres.

Une autre forme importante de déforestation est due à des besoins agricoles : élevage de bétail ou plantations de cultures. Les paysans pauvres défrichent une petite surface de forêt (en général de quelques ares), et brûlent les souches restantes. L’agriculture intensive, dite moderne, a lieu à une échelle bien plus importante, entraînant parfois la déforestation de plusieurs kilomètres carrés à la fois. La forêt tropicale est alors remplacée par de grands

Proportion du risque des menaces (%) <sup>a</sup>						
Région	Forêts frontières menacées (%)	Exploitation forestière	Exploitation minière, routes et autres infrastructures	Exploitation agricole	Enlèvement excessif de la végétation	Autres
Afrique	77	79	12	17	8	41
Asie	60	50	10	20	29	24
Amérique du Nord et Amérique Centrale	29	83	27	3	1	14
Amérique du Sud	54	69	53	32	14	5
Russie et Europe	19	86	51	4	29	18
Océanie	76	42	25	15	38	27
Monde	39	72	38	20	14	13

<sup>a</sup>Source : WRI (1997). Note : La menace totale peut être supérieure à 100 pour cent car une région forestière peut être menacée par plus d'une menace en même temps.

TAB. 1.1 – Proportion de forêts frontières menacées par l'exploitation forestière et par d'autres activités

pâturages pour le bétail destiné aux différents marchés mondiaux.

Les causes de la déforestation sont très complexes. L'économie compétitive mondialisée induit une quête d'argent pour les pays tropicaux en voie de développement. Au niveau national, les gouvernements vendent des concessions d'exploitation forestière pour obtenir de l'argent dans le but de financer des projets, de payer leur dette internationale, ou de développer l'industrie. Par exemple, le Brésil avait en 1995 une dette internationale de 159 milliards de dollars, dont il lui faut payer les traites chaque année. Les compagnies forestières cherchent à exploiter la forêt et à faire des profits à partir de la vente de la pulpe et de bois de grande valeur comme l'acajou. Les petits paysans, eux, déforêtent le plus souvent pour cultiver des récoltes dans le seul but de subvenir à leur propre existence. La plupart des pays tropicaux ont un niveau de vie très bas selon les critères occidentaux, et une grande part de la population cultive la nourriture qu'il lui est nécessaire pour survivre. Au Brésil, par exemple, le revenu moyen annuel est de 5000 euros par personne, comparé à 18000 euros en France. La Bolivie, elle, qui abrite une grande partie de la forêt amazonienne, dispose d'un revenu annuel par personne de 60 euros. Les paysans de ces pays n'ont pas assez d'argent pour acheter la nourriture dont ils ont besoin, et doivent cultiver des récoltes pour les

manger ou les vendre. Il y a aussi d'autres raisons à la déforestation, comme la construction de villes ou de barrages hydrauliques qui noient de grandes surfaces de forêts. Cependant, ces derniers cas ne constituent qu'une toute petite partie de la déforestation totale.

### 1.1.3 Le taux de déforestation

Le taux réel de la déforestation est difficile à déterminer. Les scientifiques étudient la déforestation des forêts tropicales en analysant les images satellites des zones qui ont été coupées. La FAO (Food and Agricultural Organization) estime que 172000  $km^2$  de forêts tropicales étaient détruites chaque année durant les années 1980. Parmi celles-là, ils estiment que 68000  $km^2$  concernaient l'Amérique du Sud, essentiellement dans le bassin amazonien. Sur la base de ces estimations, une surface de forêt tropicale assez grande pour couvrir l'Angleterre est détruite chaque année ! Le taux de déforestation varie selon les régions. Des recherches récentes montrent qu'en Amazonie brésilienne, le taux de déforestation était d'environ 20000  $km^2$  par an entre 1978 et 1986, mais est tombé à 15500  $km^2$  entre 1986 et 1993. En 1988, 6% de la forêt amazonienne brésilienne avaient été détruite. Cependant, à cause de l'isolation de fragments de forêt et de la hausse des interfaces forêt/zones coupées, le pourcentage de forêt détruite a été évalué à 16.5%. Les scientifiques sont en train d'analyser le taux de déforestation de la dernière décennie. Les études concernent aussi l'évolution au cours du temps des causes et des tenants de cette déforestation. La région de l'Asie du Sud-Est (Cambodge, Indonésie, Laos, Malaisie, Thaïlande, Vietnam), bien que plus petite, a perdu à peu près autant de forêt que le bassin amazonien chaque année entre le milieu des années 1970 et 1980, avec 15500  $km^2$  convertis chaque année en zones agricoles ou bien coupées pour le bois.

## 1.2 L'équilibre planétaire

### 1.2.1 La déforestation et le cycle global du carbone

La déforestation augmente la quantité de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) rejetée dans l'atmosphère. Les plantes et les sols des forêts tropicales de l'ensemble du globe contiennent entre 460 et 575 milliards de tonnes de carbone, sachant que chaque are de forêt tropicale stocke environ 180 tonnes de carbone. Comme le montre le schéma 1.2, lorsqu'une forêt est coupée et brûlée pour être transformée en pâturages, le carbone qui était stocké dans les troncs des arbres (le bois est fait à 50% de carbone) s'assemble avec de l'oxygène



et est libéré dans l'atmosphère sous la forme de  $CO_2$ . La disparition des forêts a un effet majeur sur le cycle global du carbone. Entre 1850 et 1990, la déforestation mondiale (pays occidentaux inclus), a relâché 122 milliards de tonnes de carbone dans l'atmosphère, le rythme actuel étant approximativement de 1.6 milliards de tonnes par an. En comparaison, la combustion de fuel fossile (charbon, pétrole, gaz) libère environ 6 milliards de tonnes par an, ainsi il est clair que la déforestation contribue de manière significative à l'augmentation de la quantité de  $CO_2$  dans l'atmosphère. Or, relâcher du  $CO_2$  dans l'atmosphère augmente l'effet de serre et contribue à une hausse globale des températures sur Terre.

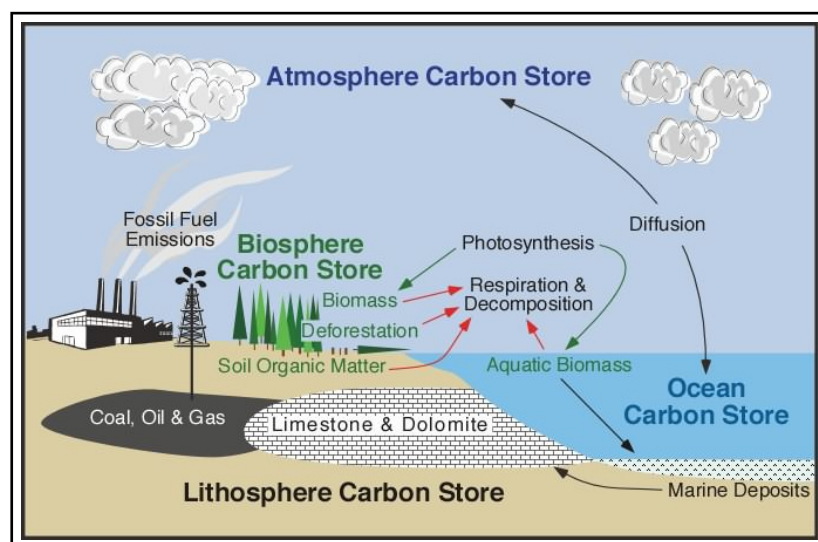


FIG. 1.2 – Cycle global du carbone

### 1.2.2 La déforestation et l'équilibre radiatif terrestre

Le système composé de la surface et de l'atmosphère terrestre est en équilibre radiatif. Cela signifie qu'il reçoit autant de rayonnement en provenance de l'espace qu'il en réémet dans l'espace. Cet équilibre radiatif est représenté sur la figure 1.3.

La source de rayonnement en provenance de l'espace est le soleil, qui émet un rayonnement dans le visible. La Terre en réfléchit une partie, qui dépend d'un coefficient caractéristique d'une surface nommé l'albédo, défini par

$$\text{albédo} = \frac{\text{intensité du rayonnement réfléchi}}{\text{intensité du rayonnement incident}}$$

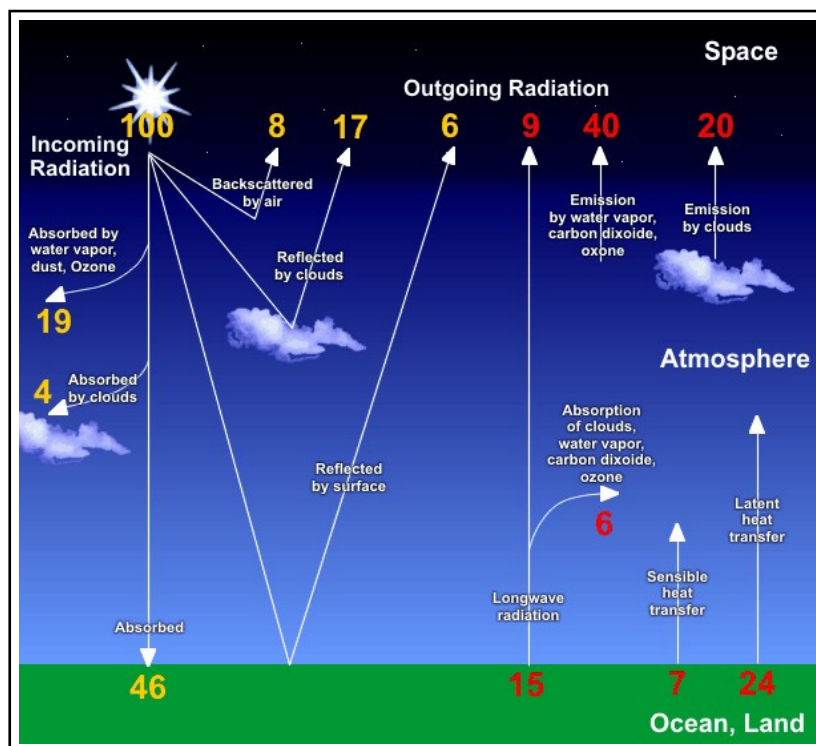


FIG. 1.3 – Equilibre radiatif terrestre

L'albédo moyen du système Terre (surface + atmosphère) est d'environ 30% (31=8+17+6 d'après la figure 1.3), et on connaît l'albédo des différents types de surface que l'on trouve sur Terre, comme le montre le tableau 1.2.2.

Surface	Albédo (en %)
neige	95
sable sec	35 à 45
forêt à feuilles caduques	5 à 10
forêt de conifères	10 à 20
herbe-pâturages	15 à 25

TAB. 1.2 – Valeur de l'albédo pour les différents types de surface recouvrant la terre

La partie du rayonnement qui n'est pas réfléchi est absorbée, la surface terrestre absorbant 46% du rayonnement solaire incident. Cette énergie absorbée est réémise par la surface sous trois formes :

- émission dans l'infrarouge ("longwave radiation"), proportionnelle à  $T^4$ , si  $T$  est la température de la surface

- flux de chaleur sensible ("sensible heat transfer"), proportionnel à  $T$
- flux de chaleur latente ("latent heat transfer"), qui correspond à de l'énergie utilisée pour faire passer l'eau de la phase liquide à la phase gazeuse et vice-versa

La somme de ces trois émissions est toujours constante et égale à l'énergie absorbée par la surface. Or, lorsqu'une surface est déforestée, son albédo change : il passe de 5 à 10% à 15 à 25 % puisque les arbres sont remplacés par de l'herbe. Le pourcentage de rayonnement réfléchi vers l'espace augmente donc, ce qui diminue l'énergie absorbée par la surface, et augmente la température de la surface et de la colonne d'air qui la surmonte. On a alors

$$T \nearrow \quad \text{et (émission infrarouge} \\ \quad \text{+ flux de chaleur sensible + flux de chaleur latente)} \searrow$$

Or

$$T \nearrow \implies \text{émission infrarouge et flux de chaleur sensible} \nearrow$$

Donc fatalement

$$\text{flux de chaleur latente} \searrow$$

La diminution du flux de chaleur latente se traduit par un assèchement de l'air surplombant la surface déforestée et donc par une baisse des précipitations. La déforestation crée donc une perturbation dans l'équilibre radiatif local qui induit une baisse des précipitations. Elle a aussi un effet direct sur le cycle de l'eau comme nous allons le voir maintenant.

### 1.2.3 La déforestation et le cycle de l'eau

Le cycle de l'eau sur Terre est quelque chose de très complexe comme le montre le schéma 1.4.

Ce qui nous intéresse dans ce cycle est la contribution des forêts, qui se fait principalement sous la forme de **l'évapotranspiration**. L'évapotranspiration est la somme de deux processus physiques :

- la transpiration, qui est le processus de perte d'eau par les plantes à travers les stomates ; c'est un processus passif largement contrôlé par l'humidité de l'air et la teneur en eau du sol
- l'évaporation, qui est le procédé par lequel l'eau liquide est transformée en vapeur d'eau

La particularité d'une forêt tropicale est d'avoir un feuillage très abondant qui peut, lors d'une pluie, intercepter et stocker une grande quantité

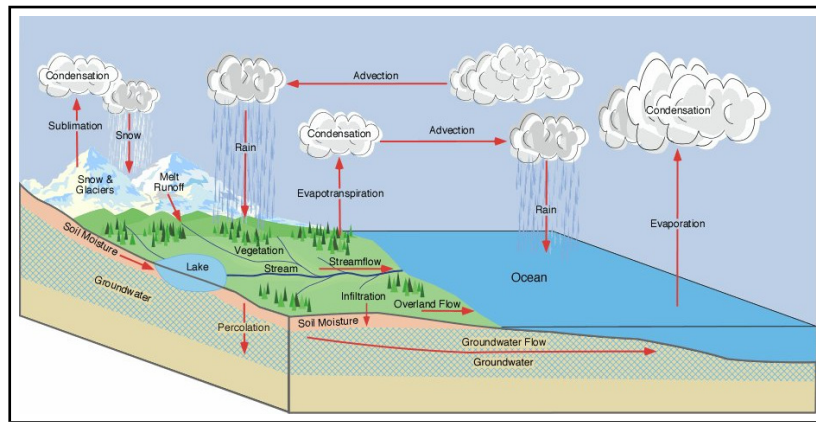


FIG. 1.4 – Le cycle global de l'eau

d'eau. Cette eau va ensuite pouvoir être transpirée par ces mêmes arbres. Si les arbres sont coupés, ils sont remplacés par des herbages. Ceux-ci, contrairement aux arbres des forêts tropicales, n'interceptent qu'une petite partie de l'eau de pluie qui tombe. La déforestation induit donc une baisse de la transpiration. On a vu précédemment que la déforestation faisait aussi diminuer le flux de chaleur latente. Or c'est celui-ci qui est responsable de l'évaporation. Tous ces phénomènes se conjuguent donc et engendrent dans les zones déforestées une baisse significative de l'évapotranspiration. Le cycle de l'eau en est alors bouleversé : en effet, les scientifiques ont montré que dans les zones tropicales, 50% des pluies étaient dues à l'évapotranspiration. Sa baisse induit donc une baisse radicale des précipitations. La flore va s'adapter aux nouvelles conditions climatiques : les forêts tropicales se transforment en savane. Tout cela crée un cycle vicieux qui engendre une désertification des paysages. Celle-ci est déjà en cours en Afrique centrale et en Indonésie. En Amazonie, les relevés météorologiques sur les dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle ne montrent pas de baisse des précipitations, malgré la déforestation grandissante. Or, des études récentes ont montré que cette stabilité des précipitations n'est due qu'à un phénomène météorologique plus global : une modification des courants atmosphériques qui étaient durant ces décennies dans une phase de convergence sur le bassin amazonien. Cela a induit des précipitations plus abondantes qu'attendues, cet excès compensant le déficit dû à la déforestation. Par conséquent, dès que cette phase de convergence se terminera et se transformera en une divergence et un déficit de précipitation, le rythme de désertification du bassin amazonien augmentera de manière spectaculaire. Pour toutes ces raisons, la forêt amazonienne est en sursis et pourrait bien ne plus exister dès 2050.

## 1.3 Les enjeux

### 1.3.1 La déforestation et la biodiversité

La **biodiversité** de notre planète s'illustre par un chiffre : nous comptons parmi nous 5 à 80 millions d'espèces de plantes et d'animaux. Les forêts tropicales couvrent seulement 7% des terres émergées mais contiennent plus de la moitié de ces espèces. Sur les dix millions d'espèces supposées présentes sur Terre, les scientifiques en ont recensées à peine 1.5 millions, dont une petite part seulement à été étudiée en détail. La plupart des plantes et animaux des forêts tropicales ne peuvent être trouvées que dans des zones très restreintes parce qu'elles ont besoin pour vivre d'un habitat très particulier. Cela les rend très vulnérables à la déforestation, en détruisant leur habitat, les condamne à l'extinction. Tous les jours, des espèces disparaissent des forêts tropicales au fur et à mesure que celles-ci sont coupées. Le taux exact d'extinction n'est pas connu, mais on estime que plus de 140 espèces disparaissent chaque jour dans le monde. Cette disparition d'espèces vivantes aura un grand impact sur l'équilibre de notre planète. Celles-ci pourraient en effet nous être d'une grande aide dans notre recherche de traitements contre les cancers ou le SIDA. D'autres part, la disparition d'espèces est un cercle vicieux, car la disparition d'une espèce entraîne avec elle de nombreux autres organismes qui en dépendent directement ou non.

### 1.3.2 Qu'arrive-t-il après la déforestation ?

Ce qui arrive après qu'une forêt ait été coupée est déterminant dans le processus de régénération de cette forêt. Différentes techniques de coupes et d'utilisation des terrains ainsi dégagés ont des effets très variables sur le sol et la survie des organismes qui sont à l'origine des forêts tropicales. Ainsi, dans ces forêts, à peu près tous les nutriments se trouvent dans les plantes et les arbres, et non dans le sol comme c'est le cas pour les forêts tempérées. Quand les plantes et les arbres sont coupés pour dégager le terrain, les paysans brûlent généralement les troncs d'arbres pour libérer les nutriments nécessaires à la fertilisation du sol. Quand vient la pluie, celle-ci emporte la plupart des substances nutritives, laissant derrière elle un sol bien moins fertile. En un peu moins de trois ans, plus aucune culture ne peut pousser sur le sol défriché. Lorsque la fertilité des sols diminue, les paysans cherchent d'autres surfaces à défricher et à cultiver, abandonnant les anciennes terres devenues inutiles. Sur celles-ci, la forêt tropicale peut repousser, mais vu la faible fertilité des sols, cela peut prendre un temps très long. Ainsi, jusqu'à 50 années sont nécessaires pour qu'une forêt tropicale repousse sur une terre

abandonnée.

Un autre type d'agriculture pratiqué dans les forêts tropicales est "l'agriculture de l'ombre". Elle consiste à laisser sur la parcelle de terrain utilisée une grande partie des arbres de la forêt originale pour qu'ils apportent de l'ombre à des cultures qui en ont besoin, comme le caféier ou le cacaotier. Quand la ferme est abandonnée, la forêt repousse alors très rapidement, puisqu'elle avait été en grande partie épargnée. Suite à ce type d'agriculture, les forêts peuvent repousser en une vingtaine d'années.

D'autres types d'agriculture peuvent être bien plus dévastateurs et compromettre de manière encore plus significative la repousse des forêts. L'agriculture intensive utilise de grandes quantités de produits chimiques tels les pesticides et les engrais. Ceux-ci tuent une grandes parties des organismes vivant aux alentours, s'infiltrant dans le sol et se dispersent dans les zones environnantes. Sur les plantations de bananes, les pesticides sont utilisés sur les plants et les sols pour éliminer les parasites. Cependant, ces pesticides tuent aussi beaucoup d'autres animaux, et affaiblissent la santé de l'écosystème. Les plantations de banane utilisent aussi des fossés d'irrigation et des tuyaux enterrés pour le transport de l'eau, ce qui modifie l'équilibre hydraulique de la terre. Après l'abandon d'une plantation de bananes, ou d'un autre type de culture intensive, la forêt peut mettre plusieurs siècles pour repousser.

Une étude en Indonésie a montré que lors d'une exploitation forestière durant laquelle seulement 3% des arbres étaient coupés, 49% des arbres de la forêt étaient endommagés. Cependant, même après autant de dégâts, la forêt réussira à repousser si elle est laissée à elle même après une exploitation sélective, car il reste toujours assez d'arbres pour produire des graines et protéger les arbres jeunes d'une trop grande exposition au soleil. Les coupes franches font quant à elles bien plus de dégâts sur les forêts tropicales. En effet, lorsque tous les arbres sont enlevés pour être commercialisés, le sol nu qui est laissé derrière ne produira quasiment aucune repousse. En effet, le sol ne contient alors plus aucun élément nutritif, contrairement à ce qui se passe lorsqu'un paysan effectue une coupe franche, puisqu'en brûlant les souches et les troncs il libère dans le sol les nutriments contenus dans les arbres. Ainsi, les scientifiques ne savent pas encore combien de temps est nécessaire pour qu'une forêt qui a subi une coupe blanche pour une exploitation forestière repousse.

## Chapitre 2

# Gestion des ressources forestières

Après avoir présenté les enjeux de la déforestation dans le monde, l'objet de cette partie est de comprendre d'un point de vue économique quels sont les leviers de la déforestation, en tant que déforestation commerciale. Nous allons donc nous intéresser à l'exploitation forestière en vue de la vente de bois, du point de vue de l'exploitant. Le but est d'établir un modèle économique simple permettant de trouver quel est le bon équilibre d'exploitation de la forêt. Cet équilibre sera le résultat de la maximisation du profit de l'exploitant.

Pour réaliser ce modèle, nous devons d'abord présenter l'intérêt de les notions d'actualisation et de choix intertemporel.

### 2.1 Choix intertemporel et actualisation

Tout d'abord, posons le problème microéconomique. Un exploitant possède une forêt de  $N$  ha. Nous considérerons la forêt comme un bien non renouvelable, hypothèse qu'il nous faudra tester ultérieurement. Cet exploitant peut vendre sur le marché du bois une quantité  $Y$  de son produit à la date  $t$ , pour produire cette quantité de bois, son coût est  $c(Y)$ , le prix de vente  $p$  est fixé par l'équilibre de l'offre et de la demande sur le marché supposé parfait, ce coût ne dépend donc pas de la production de notre exploitant.

La solution de ce problème est la simple maximisation du profit à prix fixé :

$$\max_Y pY - c(Y) \quad (2.1)$$

dont la solution est

$$c'(Y) = p \quad (2.2)$$

Le prix doit donc être égal au coût marginal. Dans cette première approche, l'exploitant est myope en ce qui concerne l'avenir. Ce modèle est acceptable si l'on dispose d'une ressource en quantité illimitées, et que l'on ne s'intéresse pas à l'avenir.

Ici, si l'on suppose que les coûts et les prix n'évoluent pas, l'exploitant fournira au marché la quantité  $Y_0$  telle que  $c'(Y_0) = p$ . La ressource sera donc épuisée en  $\frac{N}{Y_0}$  années.

En réalité, lorsque les ressources sont limitées, les agents économiques accordent une importance à l'avenir. On désigne par  $r$ , le facteur d'actualisation qui représente la valeur que l'on donne à l'avenir. En effet, un gain  $G$  à la date  $T$  a une valeur à la date 0 de

$$G_0 = \frac{G_T}{(1+r)^T} \quad (2.3)$$

Dans le cas précédent, le facteur d'actualisation  $r$  tendait vers l'infini, en effet, pour un exploitant myope du point de vue temporel, un gain dans le futur n'a aucune valeur, il préfère infiniment vendre tout de suite. A l'opposé, si  $r = 0$ , un gain dans le futur a la même valeur qu'un gain à la date initiale, l'exploitant serait alors indifférent quant à la date de vente.

La réalité est entre ces deux cas extrêmes, et le taux d'actualisation est donc un paramètre qui, à la manière d'un taux d'intérêt, qualifie la valeur du futur.

Dans la suite, on supposera toujours que les fonctions  $p$  et  $C(Y)$  ne dépendent pas du temps.

Supposons que l'exploitant vende les quantités de points suivantes  $Y(t) = Y_t$  à chaque date  $t$ , son profit s'écrit alors, actualisé à la date 0 :

$$\Pi_0 = \sum_t \frac{pY_t - c(Y_t)}{(1+r)^t} \quad (2.4)$$

La contrainte de ressource est alors :

$$N \geq \sum_t Y_t \quad (2.5)$$

Cette équation signifie que l'exploitant ne peut pas vendre plus de bois que ce dont sa forêt dispose.



Résoudre ce problème revient à maximiser le profit :

$$\begin{cases} \max_{Y_0 \dots Y_\infty} \sum_t \frac{pY_t - c(Y_t)}{(1+r)^t} \\ N \geq \sum_t Y_t \end{cases} \quad (2.6)$$

On observe alors bien que pour choisir la quantité produite à la date 0, l'exploitant tient déjà compte des quantité qu'il vendra dans le futur.

Pour résoudre ce problème de maximisation, on pose le multiplicateur de Lagrange  $\lambda$ , et le lagrangien :

$$\mathcal{L} = \sum_t \frac{pY_t - c(Y_t)}{(1+r)^t} - \lambda(N - \sum_t Y_t) \quad (2.7)$$

L'écriture du critère  $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial Y_t} = 0$  donne :

$$\forall t, \lambda = -\frac{p - c'(Y_t)}{(1+r)^t} \quad (2.8)$$

Le temps optimal d'exploitation de la forêt en concurrence parfaite est déduit en "dérivant discrètement" le lagrangien par rapport à la variable  $t$ , cela donne :

$$\lambda Y_T = \frac{pY_T - c(Y_T)}{(1+r)^T} \quad (2.9)$$

On peut alors facilement montrer que, pour  $t = T$

$$\begin{aligned} p - c'(Y_T)Y_T &= pY_T - c(Y_T) \\ c'(Y_T)Y_T &= c(Y_T) \end{aligned} \quad (2.10)$$

Pour appliquer ce modèle, on suppose que  $c(Y) = c(\frac{Y^2}{2})$  (rendements décroissants), on obtient alors  $cy^2 = c(\frac{Y^2}{2})$ , ce qui entraîne  $Y_T = 0$ .

Alors  $\forall t$ ,

$$\begin{cases} Y_t = \frac{p}{c}(1 - (1+r)^{-(t-T)}) \\ \sum_0^T Y_t = N \end{cases} \quad (2.11)$$

On peut facilement simuler numériquement le comportement de l'exploitant. Ainsi, pour  $r = 2\%$ ,  $p = 10$ ,  $c = 8$ , pour une forêt de 100 ha, on obtient dans la figure 2.1, la production et l'état de la forêt. Le temps d'exploitation de cette forêt en situation de concurrence parfaite, est de 126 ans.

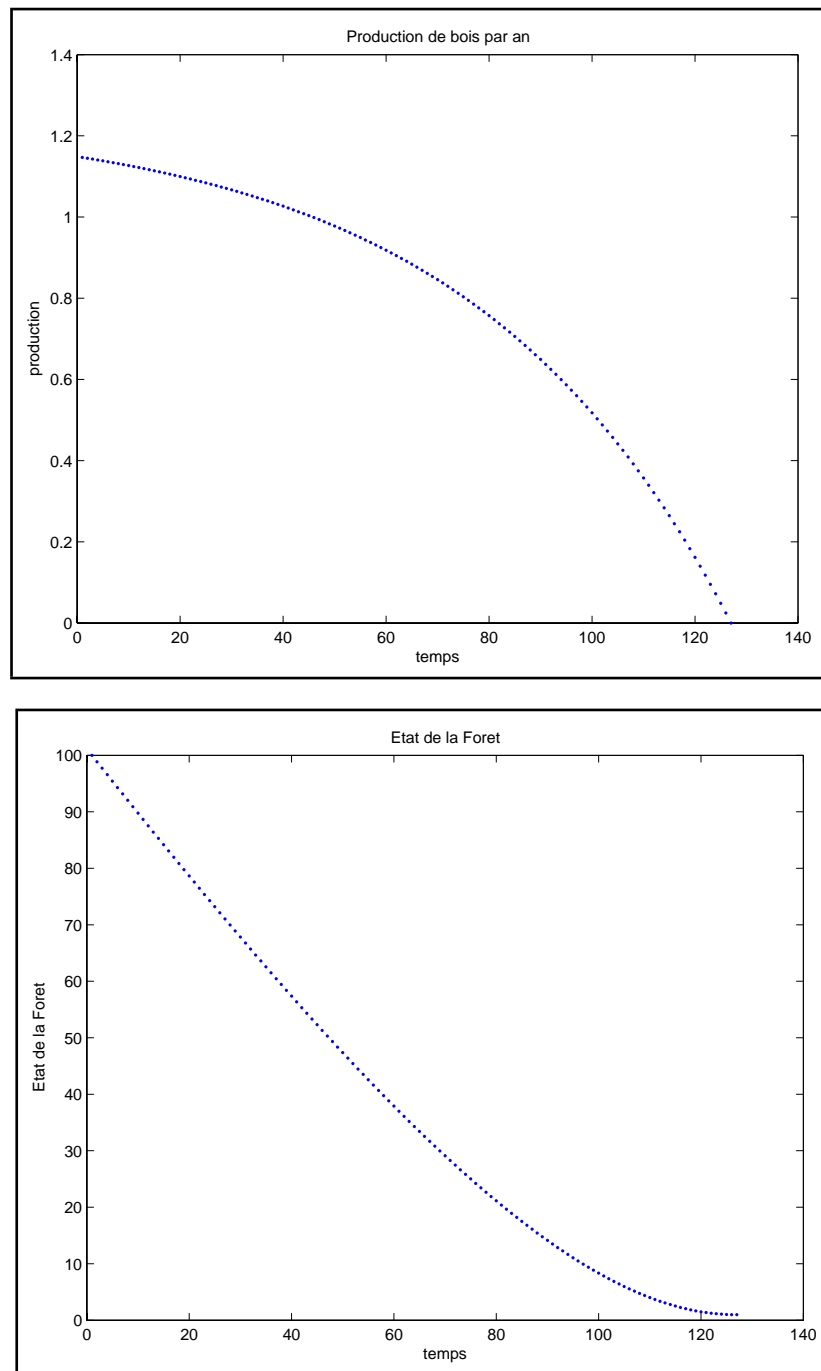


FIG. 2.1 – Simulation d'un modèle de choix intertemporel simple

On constate que la production décroît en fonction du temps. En effet, plus l'exploitant observe que les réserves de la forêt se font rares, moins il

produit, ce qui n'était pas le cas avec le modèle sans choix intertemporel.

Une fois que nous disposons de cette notion d'actualisation, on peut chercher à faire un modèle un peu plus précis.

## 2.2 Gestion optimale d'une forêt

L'exploitation d'une forêt conduit à définir une fréquence optimale d'abattage des arbres. C'est un problème classique d'arbitrage intertemporel. Accroître la fréquence d'abattage (c'est-à-dire réduire l'âge des arbres coupés) permet de rapprocher la date à laquelle le bois peut être vendu, ce qui est favorable si l'exploitant veut maximiser la somme actualisée de ses revenus. Toutefois, une fréquence de coupe plus élevée conduit à réduire le volume des arbres abattus et donc à diminuer le produit de la vente du bois à chaque coupe. La fréquence optimale réalise le meilleur compromis possible entre ces deux objectifs contradictoires.

Notons  $F(T)$  le rendement en  $m^3$  de bois procuré par la coupe d'une forêt de  $T$  années d'âge sur un hectare. Ce rendement dépend évidemment de l'espèce et du site envisagé. Le profil de croissance de ce rendement en volume aura en général la forme logistique représentée sur la figure 2.2.

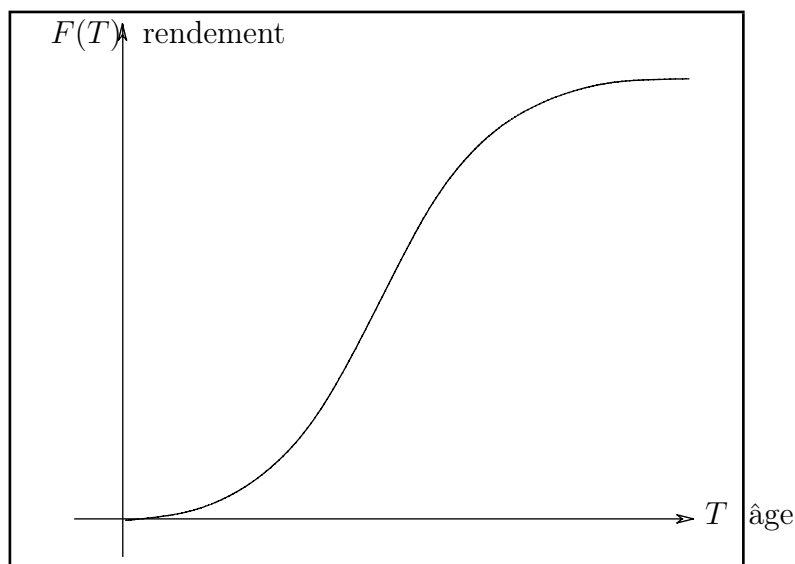


FIG. 2.2 – Rendement de la forêt (en  $m^3$  de bois) en fonction de l'âge des arbres (en années)

Le rendement augmente d'abord à un rythme croissant lorsque les arbres

n'ont pas encore atteint leur maturité mais il finit par s'infléchir puis à plafonner lorsque l'âge des arbres dépasse un certain seuil.

Soit  $R(Y)$  le bénéfice net en euros associé à la coupe d'une forêt d'un hectare procurant un rendement de  $Y$   $m^3$  de bois. Ce bénéfice net est évalué par différence entre la valeur du bois vendue sur le marché (par exemple sous forme de lots vendus aux enchères, comme c'est souvent le cas) et le coût d'abattage et de transport. Il est raisonnable de supposer que le bénéfice net par  $m^3$  est croissant car, en général, la valeur du bois par  $m^3$  augmente et le coût d'abattage par  $m^3$  diminue lorsque la taille des troncs augmente.

On peut donc supposer que  $\frac{R(Y)}{Y}$  est une fonction croissante et bien sûr que  $R(0) = 0$ .

Supposons que l'exploitant commence avec un terrain nu pour lequel le coût de plantation en euros est noté  $c$ . L'exploitant plante les arbres en  $t = 0$  et il les laisse grandir  $T$  années. Il coupe les arbres en  $t = T$ , réalise un bénéfice  $R(F(T))$  et supporte à nouveau un coût de plantation  $c$ . La même opération est renouvelée en  $t = 2T, 3T \dots$   $T$  est appelé la périodicité de rotation<sup>a</sup>.

Notons  $B(T)$  le bilan actualisé de cette chronique de dépenses et de recettes. Pour un taux d'actualisation en temps discret  $r$ , on a :

$$B(T) = -c + [R(F(T)) - c] \left[ \frac{1}{(1+r)^T} + \frac{1}{(1+r)^{2T}} + \dots \right] \quad (2.12)$$

et donc :

$$B(T) = -c + \frac{[R(F(T)) - c](1+r)^{-T}}{1 - (1+r)^{-T}} \quad (2.13)$$

Le rythme optimal d'abattage de la forêt correspond à une valeur de  $T$  qui maximise  $B$ . En pratique, la périodicité  $T$  est un entier, mais pour simplifier la caractérisation du rythme d'abattage optimal, considérons  $T$  comme un réel. La condition de maximisation de  $B$  s'écrit :

<sup>a</sup> En pratique, la coupe des arbres se fera sous forme d'éclaircies en laissant subsister des arbres d'âges différents et en abattant les arbres les plus âgés. La formulation retenue ici conduit à des résultats équivalents pour la caractérisation de la périodicité de rotation optimale.

$$B'(T) = 0 \quad (2.14)$$

ce qui conduit après quelques calculs à :

$$\frac{\frac{dR(F(T))}{dT}}{R(F(T)) - c} = \frac{\ln(1+r)}{1 - (1+r)^{-T}} \quad (2.15)$$

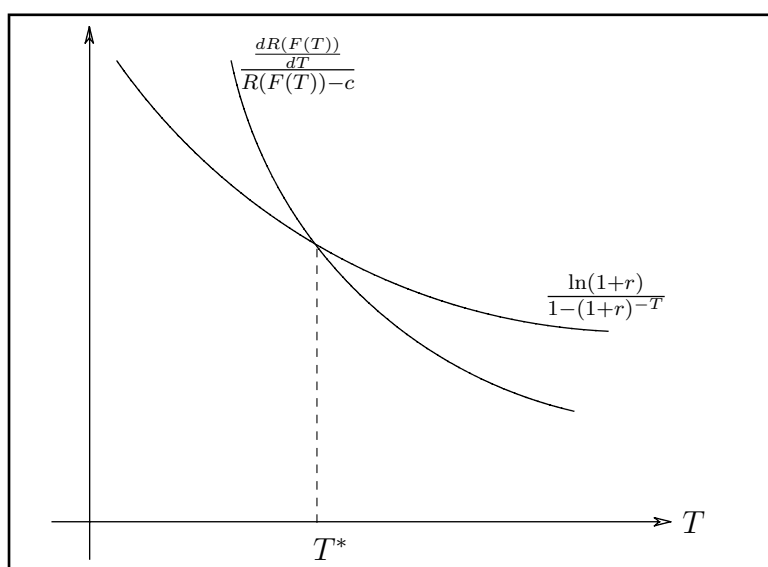


FIG. 2.3 – Détermination de la périodicité de rotation par la règle de Faustmann

La formule 2.15 s'appelle la *règle de Faustmann*<sup>b</sup>.

Cette formule peut être illustrée par des données tirées d'une étude d'économie forestière américaine. Cette étude a été menée pour une forêt plantée en pins Douglas sur un site d'un hectare. On voit que la courbe  $F(T)$  a une forme logistique et que la fonction  $\frac{R(Y)}{Y}$  est croissante, conformément à nos hypothèses. On suppose de plus que  $r = 5\%$  et on néglige aussi les coûts de plantation ( $c = 0$ ). La périodicité de rotation optimale est alors approximativement égale à 40 ans (voir figure 2.7).

<sup>b</sup> Lorsque le terme de gauche est supérieur (resp. inférieur) au terme de droite,  $B$  est croissant (resp. décroissant). Au voisinage de la période de la durée optimale  $T^*$ , les courbes représentatives de ces termes sont donc dans la position représentée sur la figure 2.3

Périodicité de rotation <sup>b</sup>	Rendement <sup>a</sup>	Valeur uni- taire du bois <sup>c</sup>	Bénéfice instantané <sup>d</sup>	Bilan actualisé <sup>e</sup>
$T$	$F(T)$	$\frac{R(Y)}{Y}$	$R(F(T))$	$B(T)$
20	4.9	10.00	49.00	29.64
30	24.4	14.00	341.60	102.83
40	47.0	17.20	808.40	133.84
50	70.5	19.80	1395.90	133.36
60	90.8	21.70	1970.36	111.45
70	108.5	23.00	2495.50	84.80
80	124.7	23.70	2955.39	60.86
90	137.7	24.10	3318.57	41.62
100	148.9	24.40	3633.16	27.84

Source : "The Taxation of Natural Resources", Terry Heaps & John F. Hel-  
liwell, Handbook of Public Economics, Vol. 1, North Holland, 1991

<sup>a</sup>unités de volume normalisées

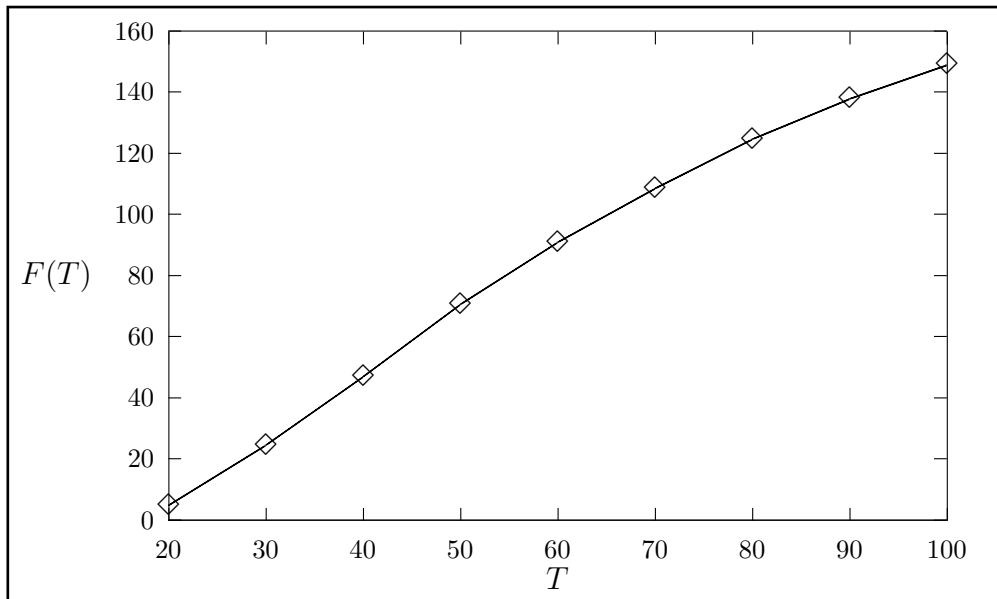
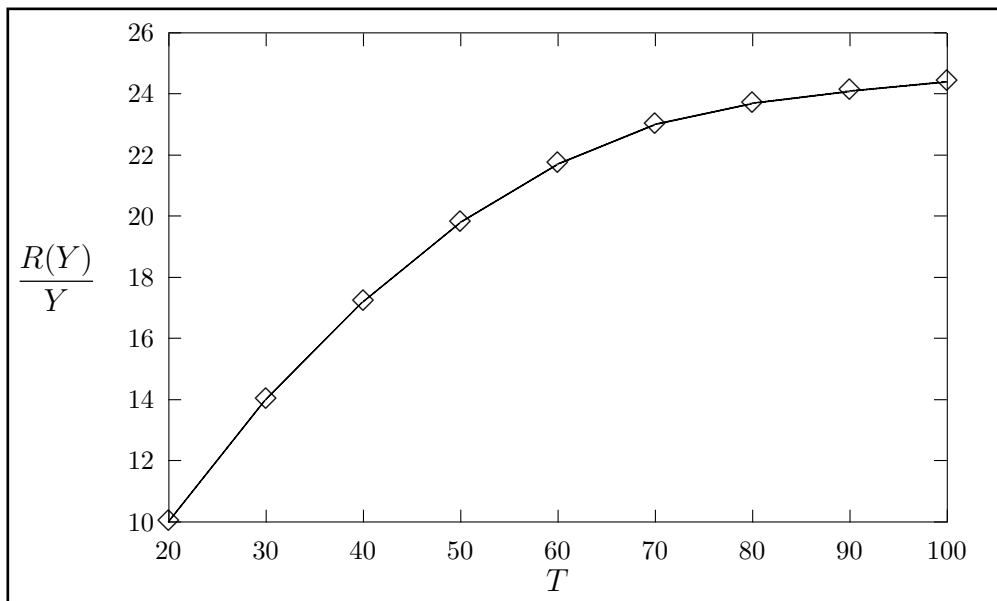
<sup>b</sup>en années

<sup>c</sup>en dollars 1975 par unité de volume

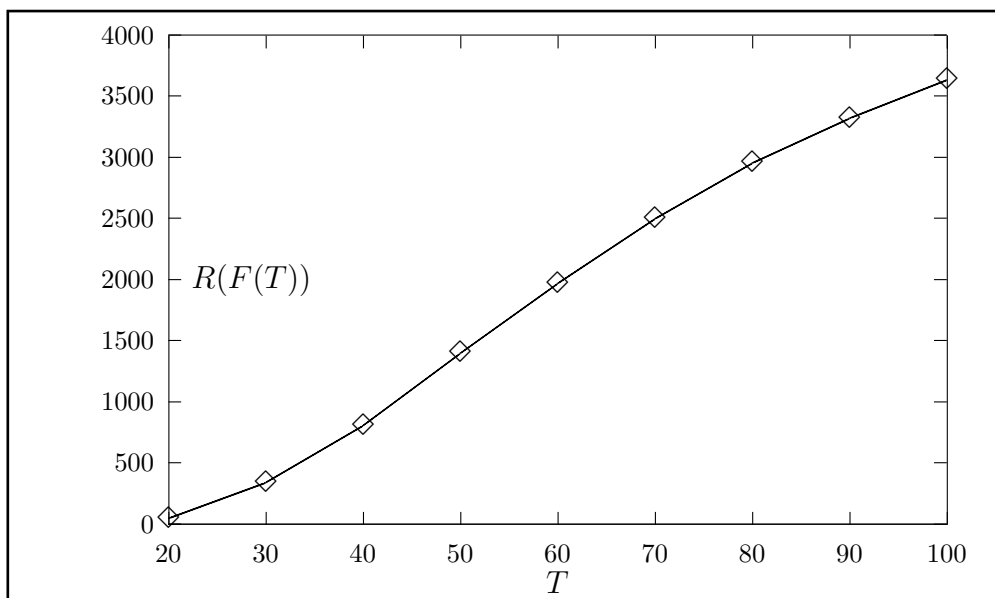
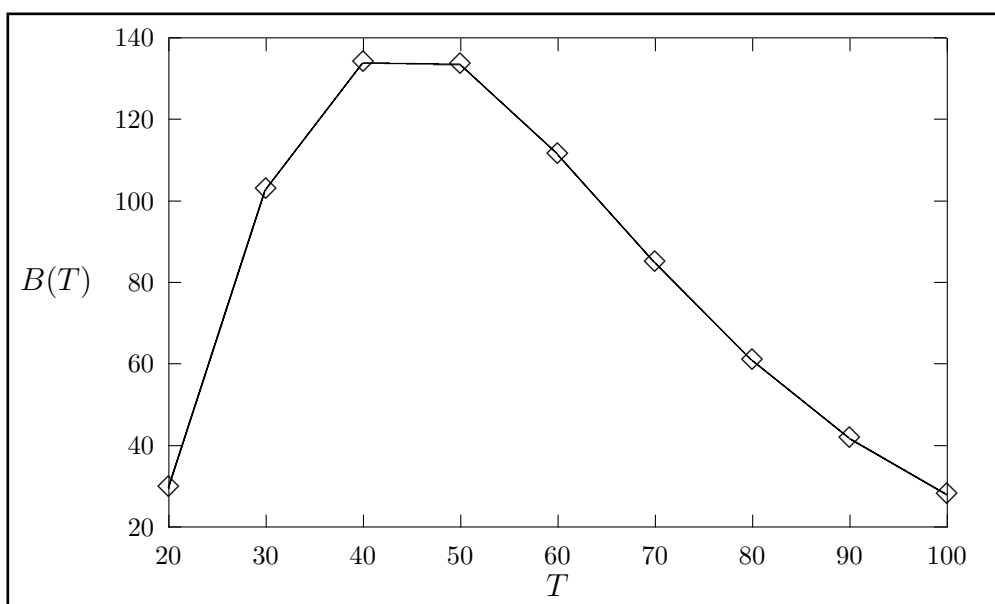
<sup>d</sup>en dollars 1975

<sup>e</sup>en dollars 1975

TAB. 2.1 – Rythme optimal d'exploitation d'une forêt de pins Douglas

FIG. 2.4 – Rendement  $F(T)$  en fonction de la périodicité  $T$ FIG. 2.5 – Valeur unitaire du bois  $\frac{R(Y)}{Y}$  en fonction de la périodicité  $T$ 

Pour des raisons environnementales (favoriser l'équilibre d'un écosystème ou, de manière plus prosaïque, contribuer à l'agrément des promeneurs), il est concevable qu'on souhaite ralentir la périodicité de rotation spontanément

FIG. 2.6 – Bénéfice instantané  $R(F(T))$  en fonction de la périodicité  $T$ FIG. 2.7 – Bilan actualisé  $B(T)$  en fonction de la périodicité  $T$ 

choisie par le propriétaire de la forêt. Diverses mesures peuvent inciter celui-ci à ralentir le rythme de coupes de bois, et notamment la fiscalité. Supposons par exemple que l'on instaure une taxe au taux  $\alpha$  sur le volume de bois abattu. Dans ce cas, le bénéfice réalisé au moment de la coupe devient :



$$R(F(T)) - \alpha F(T) - c \quad (2.16)$$

et la règle de Faustmann s'écrit alors :

$$\frac{[R'(F(T)) - \alpha] F'(T)}{R(F(T)) - \alpha F(T) - c} = \frac{\ln(1+r)}{1 - (1+r)^{-T}} \quad (2.17)$$

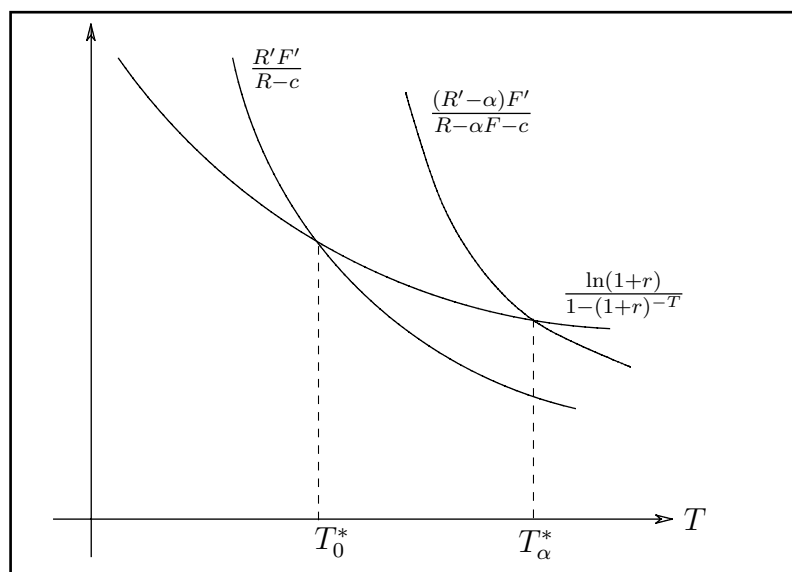


FIG. 2.8 – Effet d'une taxe sur les coupes de bois

En notant  $T_0^*$  et  $T_\alpha^*$  les périodicités de rotation optimales en l'absence de taxe et avec une taxe au taux  $\alpha$ , sous l'hypothèse de croissance de  $\frac{R(Y)}{Y}$ , et si  $R(0) = 0$ , alors on vérifie que :

$$\frac{R'(F(T))}{R(F(T)) - c} < \frac{R'(F(T)) - \alpha}{R(F(T)) - \alpha F(T) - c} \quad \text{si } \alpha > 0 \quad (2.18)$$

Ainsi on montre que :

$$T_0^* < T_\alpha^* \quad (2.19)$$

Si la propriété forestière était au contraire imposée sous la forme d'une taxe forfaitaire, proportionnelle à la surface boisée mais indépendante du programme d'exploitation, la périodicité de rotation serait indépendante du taux de la taxe. On notera toute fois qu'une réduction du montant d'une telle taxe forfaitaire favorise la sylviculture, en rendant rentable le maintien en forêts

exploitées des sites marginaux dont la rentabilité ne serait plus garantie pour des taux plus élevés. En conséquence, le passage d'un impôt foncier à une taxe sur les ventes de bois est susceptible d'atteindre un double objectif qui peut être souhaitable d'un point de vue environnemental : favoriser le maintien en zone forestière (plutôt qu'en friches abandonnées ou en lotissements) de certains sites menacés et allonger la périodicité de rotation, c'est-à-dire ralentir le rythme de coupe des forêts. Le choix des instruments fiscaux utilisés pour taxer les exploitations forestières peut donc avoir des implications environnementales non négligeables.

### 2.3 Influence du monopole

Nous avons observé dans les modèles précédents le cas d'une exploitation en concurrence parfaite, c'est à dire que le prix est une donnée exogène au modèle. Intéressons-nous maintenant au cas du monopole afin de comparer si cette solution est meilleure.

Supposons qu'il n'y ait qu'un seul agent qui exploite la forêt. Il fixe donc le prix en fonction de la demande inverse  $P(Y) = D^{-1}(Y)$ . Où  $D(Y)$  est la demande pour une production donnée.

Dans un modèle intertemporel discret, l'agent maximise le profit actualisé :

$$\begin{cases} \max_{Y_t} \sum_t \frac{D^{-1}(Y_t)Y_t - C(Y_t)}{(1+r)^t} \\ N \leq \sum_t Y_t \end{cases} \quad (2.20)$$

Si l'on note  $R(Y) = D^{-1}(Y)Y$  la recette totale, et que l'on note  $\lambda$  le multiplicateur de Lagrange associé au lagrangien :

$$\mathcal{L} = \sum_t \frac{R(Y_t) - C(Y_t)}{(1+r)^t} - \lambda(N - \sum_t Y_t) \quad (2.21)$$

La résolution donne  $\forall t$

$$\begin{cases} -\lambda = \frac{R'(Y_t) - C'(Y_t)}{(1+r)^t} = R'(Y_0) - C'(Y_0) \\ N = \sum_t Y_t \end{cases} \quad (2.22)$$

La valeur  $T$  du temps d'exploitation qui optimise celle-ci est donnée par la maximisation du profit intertemporel selon le paramètre  $T$ , qui conduit par "dérivation discrète" du lagrangien par rapport à la variable  $t$  à :

$$\frac{R(Y_T) - C(Y_T)}{(1+r)^T} = \lambda Y_T \quad (2.23)$$

On a donc  $R'(Y_T)Y_T = R(Y_T)$  par combinaison des deux dernières équations.

Appliquons ce modèle pour  $R(Y) = Y(a - Y)$  et  $C(Y) = c\frac{Y^2}{2}$  :  
La relation précédente s'écrit :

$$\begin{aligned} Y_T(a - Y_T) + Y_T &= Y_T(a - Y_T) \\ Y_T &= 0 \end{aligned} \quad (2.24)$$

De plus,

$$\forall t, a - 2Y_t - cY_t = \lambda(1+r)^t \quad (2.25)$$

Cela se traduit pour  $t = T$  par  $a = \lambda(1+r)^T$  et finalement :

$$\forall t, Y_t = \frac{a}{2+c}(1 - (1+r)^{t-T}) \sum_0^T Y_t = N \quad (2.26)$$

Ce modèle est aussi facile à simuler à l'aide de MATLAB, pour  $r = 2\%$ ,  $c = 8$ ,  $a = 5$ , on obtient les courbes de la production par an, de l'état de la forêt et des prix dans la figure 2.9. On obtient un temps d'exploitation de 250 ans. D'une manière générale le monopole conserve plus longtemps la forêt. On remarque aussi une explosion des prix à la fin de la période, quand la ressource se fait rare.

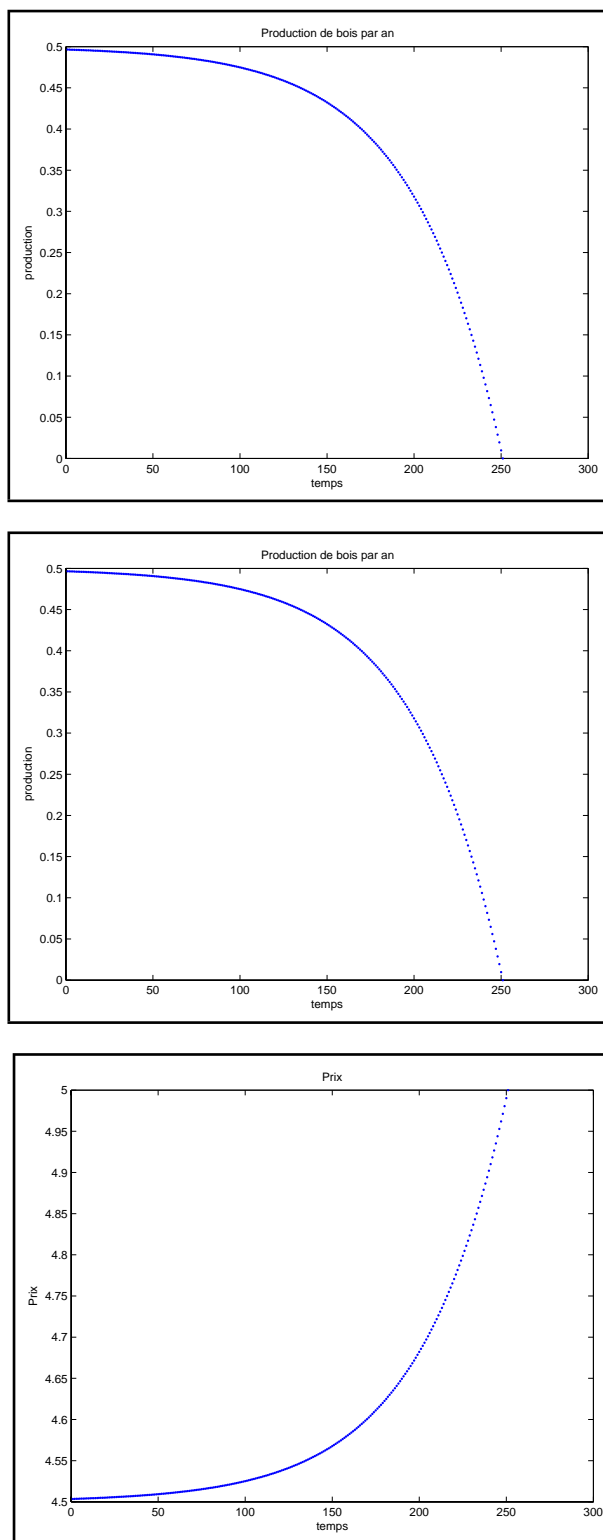


FIG. 2.9 – Simulation d'un modèle de choix intertemporel simple en monopole

## Chapitre 3

# Solutions contre la déforestation

Nous avons présenté dans une première partie les principales causes de la déforestation, leur importance respective et les enjeux associés. Puis nous avons établi des modèles qui donnent quelques outils pour une gestion plus raisonnée et surtout plus efficace de la forêt. Ces deux développements nous donnent des pistes afin, si ce n'est d'inverser la tendance, du moins de ralentir le phénomène.

Les arbres sont généralement abattus dans les régions les plus pauvres du globe, et leur bois est majoritairement consommé dans les pays développés pour les besoins de papeterie, de construction, de fournitures (allumettes, meubles, etc). Il est donc naturel d'envisager d'agir non seulement sur les lieux de coupe mais aussi et surtout là où le bois est commandé et consommé.

### 3.1 Agir sur les lieux de coupe

#### 3.1.1 Éduquer les populations locales

Il s'agit de sensibiliser et de responsabiliser les populations qui sont au contact même de la forêt. Mieux que n'importe quel garde forestier, les autochtones connaissent leur région. Ils peuvent la défendre et la développer si on les forme à une gestion raisonnée de la ressource forestière.

Une expérience a été menée dans ce sens en Tanzanie, où en 50 ans, les arbres ont pratiquement complètement disparu. Depuis 15 ans, des actions de sensibilisation sont régulièrement entreprises, et en une décennie et demie, 15000 Tanzaniens ont planté près de 600000 arbres. Cette campagne s'inscrit dans une perspective écologique mais aussi culturelle et commerciale. En

effet, par exemple, plus de 30000 arbres Mpingo ont été replantés. Aussi connu sous le nom de l'arbre à musique, cette essence d'arbre est très utilisée dans la production d'instrument de musique. Elle a en outre des utilisations énergétiques et médicinales. C'est enfin l'arbre national de la Tanzanie.

Il subsiste moins de trois millions de ces arbres en Afrique car aucun effort n'a été entrepris pour le conserver. Plus de 20000 sont coupés en Tanzanie chaque année, ce qui est un chiffre alarmant quand on sait qu'il faut entre 70 et 100 pour que cet arbre atteigne sa maturité.

Ce projet en Tanzanie doit se poursuivre par la construction d'une dizaine de pépinières à travers le pays et une sensibilisation accrue de la population. Entre autre, il s'agira de former la population à la culture des jeunes pousses. En plantant au minimum 20000 plants par ans, la survie des arbres Mpingo pourra être assurée.



Mais on peut aussi songer à créer de vrais titres de propriété de forêts et d'en accorder la concession aux locaux. Cela n'entraînerait pas forcément de pertes de la part des gouvernements, dans la mesure où il est avéré que 80% des coupes industrielles de bois, le sont de manière illégale. Dès lors, responsabilisés sur la pérennité de cette ressource, il est indubitable que les villageois sauraient la protéger et l'entretenir.

### 3.1.2 Reboiser plus efficacement et rationnellement

Comme l'a montré notre deuxième partie, une partie de la réponse au problème se trouve dans une gestion des forêts plus raisonnée, à la fois en termes de quantité mais aussi en termes de qualité. Pour cela les ingénieurs agronomes spécialisés dans la flore amazonienne, ont sélectionné les espèces qui acceptent de pousser sur les vastes étendues stérilisées par des années d'érosion. La collaboration des agriculteurs locaux est indispensable à la réussite de la replantation et à l'entretien des jeunes arbres. Dans un premier temps il faut panser les plaies avec des arbres et arbustes à croissance rapide : les palmiers et les bambous (certains peuvent grandir de 91 cm en 24 h soit 30 m en 3 mois pour un record mondial de 3 cm à l'heure !) mais aussi l'hibiscus *sabdariffa* (23 tonnes de bois à l'hectare), qui fournit une excellente pâte à papier. Pour remplacer momentanément le Bois de Rose, pour l'extraction du linalol, substance aromatique très utilisée en parfumerie et cosmétique, il existe le croton *cajuçara*, à croissance rapide (6 ans pour un croton, 35 ans pour un bois de rose). Pour le bois de chauffage, le papier, le bois de construction, des centaines d'essences existent parmi lesquelles : acacias, lianes, eucalyptus, ipê-roxo, acajou, palmiers. L'Amazonie abrite aussi une profusion d'arbres fruitiers, de plantes médicinales (arbres, lianes, plantes aromatiques, herbes terrestres et aquatiques) et de plantes adaptogènes (anti-fatigue, améliorant la résistance au stress, tonique stimulant des défenses naturelles...). Autant d'espèces qui, si elles disparaissaient, causeraient un tort irréparable à la biodiversité mais également des préjudices économiques aux populations locales.

### 3.1.3 L'agrosylviculture

Comme ce qui précède le montre, il est indispensable de penser les plaies des forêts dévastées. Mais il faut aussi prévoir de pérenniser la ressource, c'est-à-dire, de rendre les arbres indispensables au développement.

La solution pour tenter de préserver la forêt tout en développant l'agriculture a été élaborée par plusieurs groupes de chercheurs. Il s'agit de l'agrosylviculture. Cette technique agro-forestière est considérée par les experts agronomes comme une solution d'avenir parfaitement adaptée à la forêt d'Amazonie, bien qu'elle soit difficile à mettre en œuvre auprès des agriculteurs plus habitués à abandonner la terre épuisée après 3 ou 4 ans de cultures qu'à entretenir l'humus et à replanter des arbres à croissance lente. La recherche entreprise depuis quelques années par les chercheurs de l'I.N.P.A. (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia) est, dans ce contexte, riche d'espoir. L'agroforestry est un mot nouveau qui désigne une ancienne pra-

tique de culture simultanée d'arbres, de champs avec parfois de l'élevage. Elle est considérée comme une utilisation viable de la forêt d'Amazonie dans la mesure où elle reproduit les conditions de biomasse avec une forte densité de racines et une couverture du sol permanente. La couverture des arbres et déchets organiques permet la croissance des végétaux tout en protégeant le sol de l'érosion et des fortes températures. Le sol contient ainsi plus de matières organiques et favorise la retenue d'eau et de matières organiques dont le phosphore. La nature du sol est améliorée par le pourrissement des racines et la présence des animaux. Ainsi s'établit un cycle naturel. Ces aspects revêtent une importance capitale en Amazonie compte tenu du fort ensoleillement et des fortes chutes de pluie, sachant que la majorité de la "terra firma" (terre ferme située au-dessus du niveau des inondations) sont pauvres avec de faibles capacités de stockage de matières nutritives. Les terres inondables sont les plus riches. Les arbres, une fois bien enracinés, survivent aux inondations. Les plantations d'arbres dans cette région sont par conséquent moins risquées que les cultures vivrières qui sont souvent emportées par les eaux. Tout le monde est convaincu de l'intérêt de la mise en place de l'agro-sylviculture, mais le manque d'information des agriculteurs reste l'obstacle majeur.

## 3.2 Changer les comportements

Il est indispensable d'engager ce type d'actions, "sur le terrain", au moins à titre curatif. Mais elles resteront vaines si rien n'est fait en amont, à la source du problème, là où les capitaux sont investis, là où les décisions d'abattage sont prises c'est-à-dire, là où le bois est consommé : dans les pays développés.

### 3.2.1 Sensibiliser les acteurs

C'est dans cette optique que sont régulièrement organisées des conférences internationales, des "G8" environnementaux.

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement à Rio de Janeiro en juin 1992 a probablement été le point d'orgue des campagnes de "sensibilisation" autour du destin des forêts tropicales. Celles-ci ont profondément marqué la perception des menaces qui pèsent sur cet écosystème. Elles ont également eu pour effet d'engendrer une mobilisation internationale sur cette thématique. Alors que dans les années 1970 le déboisement tropical était la préoccupation de quelques experts ou d'agences spécialisées, ce débat a pris une ampleur considérable depuis une vingtaine



d'années avec le concours d'un nombre croissant d'intervenants et de propositions d'actions. Les principaux événements en matière de gestion des forêts tropicales illustrent bien cette évolution. Les institutions sont chaque jour plus nombreuses à s'intéresser à ce problème, des colloques internationaux sont organisés, des sites Internet spécialisés sont disponibles, des financements sont proposés... Cette pléthore d'acteurs et de discours s'explique en partie par les enjeux sous-jacents de ce débat. Il s'agit, d'une part, de promouvoir un développement économique qui ne se fasse pas aux dépens du milieu environnant. Le développement durable est devenu un des objectifs des pays tropicaux et il convient de trouver les moyens de le mettre en œuvre dans les zones forestières. D'autre part, la gestion des forêts tropicales offre l'opportunité de concevoir des démarches novatrices de protection de l'environnement : plutôt que la mise en défense d'espaces naturels, l'enjeu est de s'assurer que les pratiques humaines demeurent compatibles avec la reproduction à long terme des écosystèmes. Rares sont les écosystèmes pouvant supporter des pratiques humaines aussi diverses et procurer autant de services que la forêt tropicale. Ses utilisateurs agissent à des niveaux d'action différents et pour des motivations différentes : du villageois qui y voit une source de produits naturels à l'État qui veut y préserver la biodiversité, de l'exploitant qui l'assimile à un volume de bois au Fonds pour l'Environnement Mondial qui saisit l'opportunité d'y stocker du carbone, la forêt tropicale est, par excellence, multi usage et multi acteurs. L'objectif d'une gestion durable de cet écosystème consiste à parvenir à la coordination de ces actions sur la forêt afin d'en faire ressortir les complémentarités et limiter leurs rivalités.

Une telle coordination des usages forestiers doit être acceptée et appliquée par l'ensemble des acteurs, ce qui requiert qu'ils adoptent un cadre d'évaluation permettant d'arbitrer entre les différents modes d'utilisation des ressources et qui serve à justifier l'action collective. La multiplicité des acteurs et des niveaux d'action implique donc la recherche de principes opératoires qui guident la prise de décision pour une gestion durable des ressources. Probablement en raison de l'urgence ressentie de lutter contre la déforestation tropicale, les approches issues des sciences de la nature ont eu une place prédominante dans la définition de stratégies de conservation/utilisation de la forêt. Cependant, des échecs ont montré que les critères écologiques ne peuvent fonder à eux seuls les choix collectifs en matière de gestion durable du milieu naturel. Parce que l'ensemble des demandes sociales d'utilisation des ressources ne peut être évalué sur la base des critères des sciences naturelles, plusieurs acteurs de la gestion forestière ne reconnaissent pas cette démarche comme pertinente pour légitimer une décision collective. Depuis les années 70 et le développement de la théorie économique du développement durable, il est devenu évident d'ajouter aux critères écologiques des critères

économiques, tels que ceux que l'on a vus dans le chapitre précédent. Mais on peut aussi envisager, dans de tels sommets, d'imposer le relèvement autoritaire du prix du bois. Cela aurait pour conséquence à la fois de favoriser le développement des pays producteurs (moins un pays dépend de capitaux étrangers, et plus se responsabilise), et de rendre concurrentielle l'utilisation du papier recyclé.

### 3.2.2 Développer l'écocertification

Un concept permettant de contrôler les ressources forestières de manière transparente pour tous les usagers a été mis au point depuis plusieurs années. C'est l'écocertification qui découle directement de la notion de développement durable et repose sur une idée simple : rassurer le consommateur sur l'origine du bois qu'il utilise en lui garantissant qu'il est issu d'un processus de production et de transformation durable. Elle recouvre en fait trois problèmes différents et, au fond, très compliqués :

- celui de la gestion durable des forêts ;
- celui de la nature des processus industriels qui, de l'arbre sur pied, conduiront au produit bois ; c'est que l'on appelle "l'éco-labellisation" ;
- celui enfin de pouvoir à tous les stades de la transformation s'assurer que le produit traité provient bien d'une forêt gérée durablement et exploitée de façon respectueuse de l'environnement : c'est ce que l'on appelle la "traçabilité".

Les dispositifs d'écocertification devront répondre aux trois critères. C'est ce qui les rend très complexes.

L'écocertification revient en fait à concilier économie et écologie. Elle repose sur une idée inédite puisqu'on suppose que le consommateur, par l'acte d'achat d'un produit écocertifié, trouverait un moyen de peser sur l'avenir et la gestion des forêts. Pour ce faire, une procédure de contrôle et de certification, volontaire et crédible doit être conçue. Celle-ci se heurte au caractère intrinsèque du produit et à la multitude des partenaires et donc des intérêts en jeu.

En effet, les partenaires, propriétaire forestier producteur de bois (privé, État, collectivité locale...) exploitant forestier, industriel du bois, etc., mais aussi les scientifiques, le grand public, les écologistes, etc, ont des motivations et des attentes souvent divergentes vis-à-vis de la gestion d'un patrimoine naturel. L'écocertification conçue comme une négociation, à travers laquelle s'accomplissent les aspirations majeures des uns et des autres, a peu de chance d'aboutir.

Il existe ainsi un consensus général pour reconnaître qu'un cadre institutionnel adéquat est nécessaire pour la reconnaissance mutuelle et l'har-

monisation des systèmes de certification. A l'heure actuelle, il existe un tel cadre, qui est le système FSC (Forest Stewardship Council créé à l'origine par WWF et Greenpeace). Le FSC rassemble un certain nombre d'organismes en vue, dans un premier temps, de la création de normes de bonne gestion forestière et ensuite, de l'accréditation d'organismes certificateurs tiers "indépendants". Il est à déplorer la quasi absence des industriels du bois du FSC, et donc, de la définition des critères, à l'exception de la firme IKEA, fabricant de meubles scandinave. Pour l'instant, le FSC est le seul système de certification opérationnel pour la gestion forestière et l'étiquetage des bois. Cependant, à quelques exceptions près, les gouvernements ne sont pas enclins à le reconnaître du fait qu'ils en sont exclus comme membres.

A la vue des récents accords internationaux concernant la gestion des ressources naturelles, la gestion durable et l'écocertification des bois sont devenues un enjeu important à la fois sur le plan international et sur le plan de l'économie forestière nationale. Il importe en effet de garder présent à l'esprit les ordres de valeur des produits concernés par l'économie forestière mondiale. Il apparaît ainsi que la valeur annuelle du commerce global des produits forestiers est d'environ 150 milliards de dollars US, soit 18% de la production estimée des forêts dans le monde. Ce négoce est largement dominé par les pays développés et les exportations de bois tropicaux ne représentent que 15 milliards de dollars US, soit 11% du commerce total, mais dont une large partie concerne l'Asie du sud-est et le Japon.

Actuellement, le potentiel du marché du bois reste limité dans l'Europe du nord et aux États-Unis. Une étude récente de la Banque mondiale (Crossley, 1995) estimait la part potentielle des bois certifiés à environ 20% de la demande totale au Royaume-Uni, aux Pays-Bas, en Allemagne, en Autriche et en Belgique et à environ 10% du marché aux États-Unis. Dans les autres pays, les surcoûts liés à la certification rendaient la demande des consommateurs quasi-inexistante.

Dans une évolution de plus en plus forte des aspirations écologiques des consommateurs, il ne faut toutefois pas négliger l'avantage compétitif que pourrait représenter l'écocertification à l'avenir. Les pays qui auront mis en place ce système auront alors un avantage comparatif certain sur leurs concurrents.

### 3.2.3 Recycler le papier

Il s'agit dans les pays riches là aussi d'éduquer les populations. Cette nécessité doit s'accomplir suivant un mot d'ordre récurrent : apprendre aux consommateurs les pratiques écologiques qui permettent une utilisation moindre et raisonnable du bois.

Des produits dérivés du bois, le papier est sans doute le plus emblématique. Une première solution est l'emploi du papier recyclé. Il représente en effet une alternative intéressante à la consommation massive de bois pour la production de papier non recyclé. Bien qu'il utilise toujours un peu de fibres neuves pour être produit, le papier recyclé en consomme bien moins que son homologue brut. On appelle en effet "recyclé" un papier comprenant au moins 50% de déchets de papier post consommation. Cette condition remplie, le papier recyclé se décline en plusieurs catégories. Elles sont classées en fonction du pourcentage de fibres recyclées intégrées et de leur origine ainsi que d'autres caractéristiques (blanchiment, désencrage). Du papier 100% recyclé aux mélanges de fibres recyclées et fibres vierges (maximum 50/50), le produit obtenu permet de réduire la quantité de bois utile. Ses inconvénients, autrefois réels (pelucheux, absorbant, impropre à l'impression), ont été surmontés, grâce à de nombreuses innovations dans le processus de fabrication.

L'avenir proche pourrait aussi voir l'apparition de papier fabriqué à partir de fibres agricoles, c'est à dire sans utilisation de fibres de bois. En effet, aux États-Unis, dans la première partie du XX<sup>e</sup> siècle, le papier était traditionnellement fabriqué à partir de déchets des industries textiles et de la paille des céréales. Une étude américaine récente démontre le potentiel de réutiliser les pailles de céréales à des fins industrielles au Minnesota. Dans leur évaluation économique, les chercheurs ont intégré les besoins de garder des résidus pour la conservation des sols, et malgré cette contrainte, la paille (98\$ par tonne) reste compétitive avec le bois (139\$ par tonne).

## Conclusion

La première partie l'a montré, l'état des lieux actuel est alarmant et les enjeux préoccupants. Il ne s'agit pas seulement de stopper la raréfaction des forêts, mais aussi et surtout d'inverser la tendance en refaisant croître la portion boisée de la surface terrestre. L'enjeu est de taille puisque au-delà de l'équilibre naturel qu'il nous faut rétablir, il pourrait s'agir d'un moyen de stocker un carbone de plus en plus dangereux. Au rythme actuel, cet équilibre n'est plus assuré si bien qu'à terme ce phénomène peut mettre en péril la pérennité de l'espèce humaine.

Ces prévisions doivent nous faire prendre en compte la nécessité d'une gestion raisonnée et anticipée des ressources sylvicoles. Certains économistes se sont justement penchés sur ce problème. La théorie économique développée dans notre deuxième partie a montré qu'une exploitation rationnelle est le fruit d'un compromis judicieux entre gains présents et gains futurs.

A cette théorie s'ajoutent de nombreuses solutions concrètes dont certaines ont d'ores et déjà prouvé leur efficacité. Toutefois, le manque cruel de réelle volonté collective et unifiée de faire évoluer les choses fait défaut. La responsabilité des pays développés est en ce sens de premier ordre. En tant que consommateurs, investisseurs et habituels moralisateurs ils ont le devoir de rationaliser leurs besoins en bois, et d'instaurer un outil législatif puissant pour lutter contre la déforestation.

Aujourd'hui, la déforestation a lieu principalement dans des pays où le bois est l'une des rares ressources. Dans ces pays, la pauvreté est un obstacle à une gestion rationnelle de la ressource forestière. Ils considèrent leurs arbres comme une "poule aux oeufs d'or" et les exploitent sans même envisager que cette source peut se tarir un jour. Leurs besoins de devises leur font croire que l'exploitation à outrance des forêts leur apportera développement et prospérité. En vérité ils dilapident un patrimoine précieux alors qu'il leur faut tenir le raisonnement inverse : leur développement économique est une

condition *sine qua none* à l'arrêt des abattages sauvages. En effet c'est en développant d'autres activités économiques que ces pays pourront s'affranchir du recours systématique à la manne forestière et ainsi préserver les forêts.

Ce faisant, ils contribueront à la sauvegarde d'un patrimoine dont nous sommes tous les dépositaires.

## Bibliographie

- [1] <http://earthobservatory.nasa.gov>
- [2] <http://www.physicalgeography.net>
- [3] <http://www.bsrsi.msu.edu>
- [4] <http://www.botany.uwc.ac.za>
- [5] Bernard CAILLAUD, *Microéconomie avancée*, cours de majeure 2004
- [6] Gabrielle DEMANGE, Bruno JULLIEN, Guy LAROQUE, *Finance et assurance, économie de l'incertain*, majeure de mécanique Edition 2000
- [7] [http://www.ecofac.org/Canopee/N15/N1506\\_BoisCertification/BoisCertification.htm](http://www.ecofac.org/Canopee/N15/N1506_BoisCertification/BoisCertification.htm)
- [8] <http://www.naturemania.com/ecolo/amazonie2.html>
- [9] <http://www.ecoconso.be/>
- [10] <http://www.greenpeace.fr/campagnes/forets/visage.php3>