

Le traitement comparé des Ressources Naturelles dans
la comptabilité nationale environnementale.

par

Diana L.Vidal

(531561)

Mémoire présenté au
Département d'Économie de l'Université d'Ottawa.

Superviseur: Professeur Philippe Crabbé

ECO 7997

Ottawa, Ontario

Juillet 1993



Les ressources naturelles, la main d'oeuvre et le capital manufacturé sont les facteurs les plus importants dans la production de biens et de services.

Cependant, même si le rôle des ressources naturelles dans la production est comparable à celui des deux autres facteurs, celui-ci n'est reconnu par le marché que dans le cas de quelques ressources seulement. En effet, seules les ressources naturelles échangées dans un marché et qui ont donc un prix sont prises en considération au niveau économique. Cette évaluation inexacte de la valeur de la plupart des ressources naturelles reflète ainsi la tendance existante depuis longtemps, qui considère les ressources naturelles comme des "cadeaux de la nature" et comme des ressources ayant une valeur marginale nulle. Cette façon de penser est aussi reflétée au niveau des méthodes de calcul du Produit National Brut, l'indicateur le plus souvent utilisé pour mesurer la performance d'une économie.

Face à la dégradation et au gaspillage de ressources naturelles qui se produit actuellement, il est essentiel de déterminer la valeur de ces ressources pour encourager leur conservation et leur bonne allocation.

La détermination de cette valeur permettra alors de faire des réformes dans le système de comptabilité nationale, de façon à ce que les pays qui conservent leurs ressources aient un PNB plus élevé à cause de ces ressources que ceux qui ne les protègent pas.

Il est alors important de faire une étude des différentes méthodes de calcul de cette valeur, ainsi que les différentes façons de réformer le PNB. Deux parties principales marquent cette étude: l'étude de la théorie et, l'étude des politiques appliquées depuis quelques années. Au niveau de la première partie, plusieurs approches théoriques du sujet sont possibles; soit par l'optimisation dynamique, soit par des changements potentiels du PNB. Dans ce contexte, on va présenter la

théorie de Hartwick, qui utilise l'optimisation dynamique pour aboutir à une nouvelle formule du Produit National Net, la théorie d'El Serafy, celle de Peskin, ainsi que celle des Nations Unies. Chacune de ces approches présente sa particularité importante qu'on évaluera au cours de cette recherche. La deuxième partie comprend des approches pratiques à la comptabilité des ressources naturelles. Dans cette rubrique on inclut les efforts des différents pays pour développer un système d'évaluation des ressources naturelles qui aboutirait à un changement dans la méthode de calcul du PNB. Parmi ces pays, on trouve la France, qui a la plus grande tradition au niveau des comptes physiques, la Norvège, le Canada et le Costa Rica.

A travers la comparaison des ces différentes méthodes, on sera en mesure de déterminer quel système s'adapte mieux aux conditions de chaque pays et lequel reflète plus fidèlement la valeur exacte des ressources.

Première Partie: Cadre théorique de la comptabilité des ressources naturelles:

I La valeur des ressources:

Les ressources naturelles jouent un rôle essentiel dans la production et dans le bien être de la société. A cause de leur contribution, il est important de déterminer une méthode d'évaluation de leur valeur. Théoriquement, la valeur d'un avoir est déterminée quand tous les avoirs de la même classe de risque ont un taux de rendement égal; ce taux de rendement étant défini comme la somme des dividendes et des gains en capital. Le taux de rendement déterminé par le marché est le taux d'intérêt ¹. Ainsi, la valeur d'un avoir est déterminée lorsque l'égalité suivante est respectée:

$$\frac{\dot{P}}{P_t} + D_t = r_t$$

où le rapport entre \dot{P} et P représente les gains en capital, D représente les dividendes et r_t est le taux d'intérêt.

Cette formule s'applique à tous les avoirs productifs. Si ceux-ci sont sujets à croissance naturelle, tels les ressources renouvelables, le taux d'intérêt est diminué du taux de croissance naturelle qui est évidemment nul pour une ressource non-renouvelable. En effet, dans le cas des ressources naturelles, celles-ci ne génèrent pas de dividendes pendant que les ressources ne sont

¹Solow, Robert M., The Economics of the Resources or the Resources of Economics., Papers and Proceedings of the Eighty-Sixth annual meeting of the American Economic Association, New York, dec 28-30 1973.

pas exploitées ². Dans ce cas, le calcul de la valeur des ressources naturelles repose donc sur les gains en capital seulement, qui doivent augmenter au taux d'intérêt. Pour évaluer les ressources naturelles, plusieurs méthodes ont été développées pour essayer de déterminer la valeur des avoirs naturels. Quelques unes de ces méthodes incorporent la notion de bien-être, tandis que d'autres se limitent seulement au calcul du prix du marché de ces ressources.

Au niveau de ces méthodes, on retrouve la notion de valeur présente et de la méthode de la valeur du terrain, parmi autres. Il est important de remarquer que la méthode de la valeur présente se rapproche de la définition de la valeur des avoirs, car elle varie aussi en fonction du taux d'intérêt.

²Solow, Robert M., "The Economics of Resources or the Resources of Economics"., Papers and Proceedings of the Eighty-Sixth annual meeting of the American Economic Association, New York, Dec 28-30, 1973.

II) Le Capital Naturel:

Avant d'étudier les différentes méthodes pour évaluer les ressources naturelles, il est essentiel de définir la notion de "Capital Naturel". Un capital est un stock qui rapportera un flux de biens ou de services dans le futur ³. Dans ce sens, on pourrait classer les ressources naturelles comme du capital, puisqu'elles vont générer un revenu dans le futur. Il est cependant nécessaire de nuancer cette définition. Le capital naturel serait représenté par le stock des ressources naturelles, tandis que le flux de ressources naturelles serait plutôt associé au revenu naturel. En ce qui concerne la notion de revenu, trois définitions peuvent être énoncées; soit en fonction de la valeur du capital, soit en fonction de la consommation nominale ou au niveau de la consommation réelle. Le revenu est alors la somme maximum qui peut être allouée à la consommation pendant une période de temps de façon à ne pas réduire (a) la valeur capitale attendue des revenus futurs possibles ou (b) le niveau nominal des dépenses futures de consommation ou (c) le niveau réel des dépenses de consommation futures. Ces trois définitions coïncident lorsque les prix et les taux d'intérêt demeurent constants ⁴. On remarque que ces définitions incorporent l'idée de maintenir le stock de ressources à un niveau soutenable.

Au niveau du capital naturel, il est possible de distinguer deux catégories différentes; le capital naturel renouvelable ou "actif" et le capital naturel non renouvelable ou "inactif"⁵. Le capital

³Costanza, Robert and Herman E. Daly., Natural Capital and Sustainable Development, Conservation Biology, Vol 6, No 1, march 1992, p 38.

⁴Common, Mick., and Charles Perrings., Towards an Ecological Economics of Sustainability, à venir dans Ecological Economics.

⁵Costanza, R. and Herman E. Daly., Natural Capital and Sustainable Development, Conservation Biology, volume 6, No 1, March 1992, p 38.

naturel renouvelable se reproduit à l'aide de l'énergie solaire. Ce capital génère des biens naturels et des services naturels quand les ressources sont laissées intactes. Ce type de capital peut être comparé aux machines et est sujet à la dépréciation entropique.

D'autre part, le capital naturel non renouvelable ne fournit pas de services naturels quand il n'est pas exploité. Parmi les ressources incluses dans le capital naturel non renouvelable, on retrouve les ressources souterraines, qui ne génèrent aucun service avant d'être extraites. Le capital non renouvelable est similaire aux inventaires et est sujet à liquidation ⁶. Puisque les ressources naturelles sont du capital, elles doivent être incluses dans la fonction de production de façon à refléter l'interaction entre le capital naturel, le capital manufacturé et le travail. Chaque élément contribue à la production, puisque le capital manufacturé, le capital humain et le capital naturel sont des compléments et tantôt des substituts.

⁶Costanza, Robert. and Herman E. Daly., Natural Capital and Sustainable Development, Conservation Biology, Vol 6, No 1, march 1992, p 38.

III) Nécessité d'un nouveau système de comptabilité nationale:

De nos jours, l'instrument de mesure de la performance économique le plus couramment utilisé est le Produit National Brut. Cet indicateur nous permet de comptabiliser toutes les activités économiques d'un pays, et rend l'information comparable à celle d'autres pays. Ainsi, la source principale d'information sur l'évolution d'une économie est la variation du PNB d'une année à l'autre. Notre dépendance par rapport au PNB est très grande, puisqu'à partir de cette information on peut déterminer si le pays est en croissance ou non. En effet, si le PNB a une croissance réelle négative pour deux quarts d'année successifs, le pays se déclare en récession. Le PNB mesure l'activité économique à partir d'indicateurs tels que la taille de l'épargne, le volume de l'investissement, les importations, les exportations et la consommation. On remarque cependant que, même si les ressources naturelles sont à la base de bien des activités économiques, celles-ci n'occupent pas une place importante dans la comptabilité nationale. Seules les ressources naturelles qui font l'objet d'un échange et qui ont un prix déterminé par le marché sont incluses; les autres sont considérées comme des cadeaux de la nature. Ceci est évident dans le système de comptes nationaux de 1968, puisque les seuls animaux dont la valeur est incluse dans le PIB sont ceux qui vont être sacrifiés pour la production de viande et, les producteurs de laine ⁷. La même règle s'applique pour les ressources telles que la terre et les minéraux: seuls le charbon et le pétrole sont inclus puisqu'ils sont échangés dans un marché et ont donc un prix.

⁷United Nations, A System of National Accounts, Studies in Methods, New York, 1968, p 115.

Ces ressources représentent une petite proportion des ressources naturelles qui interviennent dans l'activité économique. Le système idéal devrait tenir compte de toutes les ressources et services environnementaux ainsi que de leur dégradation. On devrait considérer le "capital" naturel de la même façon que le capital physique. Lors d'une dégradation de ce capital, on devrait suivre la même démarche que pour le capital productif.

La deuxième limite de ce système de comptabilité, est le fait que toutes les dépenses de protection et de défense de l'environnement font augmenter le PNB, plutôt que de le faire diminuer à cause de la perte en capital naturel. En effet, les dépenses encourues pour le nettoyage d'une nappe de pétrole sur l'océan génèrent des revenus qui gonflent le PNB plutôt que de le faire baisser à cause de la dégradation des ressources marines. De même, le défrichement des forêts pour l'agriculture, ou les changements dans les cours d'eau pour la construction d'un barrage, sont comptabilisés comme des "investissements en capital productif", et non pas comme une dégradation du capital productif⁸. D'autre part, la croissance du PNB peut transmettre des messages erronés à propos de l'économie du pays. Cet indicateur n'est pas une bonne estimation du bien être des habitants du pays et de la conservation des ressources. Un pays peut, pour financer sa croissance, exploiter ses ressources jusqu'à leur disparition. Ceci gonfle le PNB pour quelques années, et entraîne un niveau de croissance important qui ne peut pas être soutenable à long terme, puisqu'une fois les ressources épuisées, la croissance s'arrête. Plusieurs pays financent leur consommation avec l'exploitation des ressources naturelles et ne font aucun investissement en infrastructures productives. Une fois ces ressources épuisées, le

⁸United Nations, A System of National Accounts, Studies in Methods, New York, 1968, p 114.

pays devient très pauvre et n'a plus de richesses pour soutenir son économie. On peut alors affirmer que le PNB est juste une mesure approximative de la richesse d'un pays qu'il faudrait utiliser avec précaution. A partir de données approximatives, le PNB va refléter une situation économique erronée, ce qui va entraîner des mauvaises politiques économiques. Si un pays exploite ses ressources naturelles et atteint un bon niveau de croissance, le gouvernement va encourager cette exploitation, sans tenir compte de la dégradation des ressources et les graves conséquences à long terme.

Un troisième défaut du système de comptabilité est le fait que la dégradation des ressources naturelles est seulement enregistrée au niveau des coûts d'extraction. D'autre part, les coûts liés à la santé et au bien être des personnes sont complètement ignorés sauf quand des dépenses médicales se présentent⁹.

Face à ces inexactitudes, une mise en question de cette comptabilité s'impose. Si quelques changements peuvent être apportés, il faudrait que les ressources naturelles soient considérées comme du capital au même niveau que le capital productif physique. Ceci entraînerait un changement de la fonction classique de production. Le capital naturel sera maintenant inclut, de la forme: $F(K, L, R)$ où R représenterait les ressources naturelles. De plus, il ne faut plus considérer les ressources naturelles comme des ressources gratuites ou des "cadeaux de la nature". Ces ressources ont une valeur, non seulement du point de vue économique, mais du point de vue de la fonction de bien être de la société. Les ressources naturelles n'ont pas une valeur marginale nulle, leur valeur est positive puisque leur contribution à la productivité économique de long

⁹United Nations, SNA Handbook on integrated environmental and economic accounting; Preliminary Draft of Part I: general concepts, New York, 1990, p 6.

terme est importante. Une fois ces changements de base faits, on pourrait inclure les ressources naturelles dans la comptabilité nationale, au niveau de la rubrique du capital. Selon cette nouvelle approche, la dégradation ou disparition des espèces naturelles serait une consommation de capital et entraînerait donc une baisse du PNB. Avant d'aller plus loin, il est important de clarifier le concept de "comptabilité environnementale" et de "comptabilité des ressources naturelles". Ces deux classes de comptabilité ont des liens étroits mais sont très différentes l'une de l'autre. Quand on fait allusion à la comptabilité des ressources naturelles, on fait allusion à des mesures de la production et de la consommation d'une perspective matérielle et énergétique. La comptabilité environnementale essaie de mesurer l'évolution de la qualité des ressources naturelles et la santé des écosystèmes ¹⁰. Ainsi, ce rapport va s'orienter plus vers la comptabilité des ressources naturelles que vers la comptabilité environnementale.

Plusieurs propositions de comptabilité ont été faites. Parmi les plus importantes on retrouve la proposition de Hartwick qui utilise des méthodes d'optimisation dynamique pour calculer le Produit National Net ajusté pour la dégradation des ressources naturelles, ainsi que celles de Peskin, d'El Serafy et des Nations Unies.

¹⁰Friend, Anthony., Environmental and Resource Accounting in Developing Countries, IREE-CIDA Workshop, in Ecological Economics: Emergence of a New Paradigm, 1992, p 4.

IV) Le Produit National Net de Hartwick:

Hartwick a fait une importante contribution à la comptabilité nationale environnementale. Face à la grande dégradation des ressources naturelles qui se produit de nos jours, Hartwick propose un ajustement du Produit National Brut, qui tiendrait compte de la réduction dans le capital naturel productif. Selon lui, on ne devrait pas se limiter à inclure les ressources qui font l'objet d'un échange dans un marché et qui ont donc un prix déterminé, mais on devrait aussi inclure celles qui ne sont pas échangées ainsi que les services environnementaux. Beaucoup de ressources environnementales participent au processus de production, soit comme des intrants (bois, pétrole), soit comme des services qui facilitent cette production (air, courant d'eau, soleil). Ces ressources ont souvent une valeur marchandable plus basse que leur valeur économique réelle à cause de leur abondance. A ce propos, Hartwick suggère de leur donner un prix, un prix de rareté mesurant leur valeur environnementale (des "prix fictifs") qui vont apparaître dans les calculs du PNB ¹¹. La nouvelle mesure serait le Produit National Net (PNN), qui serait ajusté pour la dégradation du "capital naturel". En conséquence, une dévaluation de ce capital entraînerait une baisse du produit national comme dans le cas du capital physique. Le produit national net en dollars est défini par le rapport entre l'Hamiltonien courant de l'économie et l'utilité marginale de la consommation. L'avantage de cette méthode est le fait qu'il est possible de déterminer les prix fictifs ou "shadow prices" pour des changements dans le stock de "capital naturel". Ces prix fictifs sont représentés par les multiplicateurs du Hamiltonien.

¹¹Hartwick, J.M, Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation, Journal of Public Economics, 43, 291-304, 1990, p 292.

A) Cas des ressources non renouvelables:

Dans ce cas, la fonction à maximiser est l'utilité de la consommation qui est:

$$\int_0^{\infty} U(C)e^{-\beta t} dt$$

où $U(C)$ est l'utilité de la consommation et β est le taux d'escompte social. Puisqu'on travaille avec des ressources non renouvelables, il faut introduire une contrainte de stock:

$$\dot{S} = -R + D$$

La variation du stock de capital constitue aussi une contrainte:

$$\dot{K} = F(K, L, R) - C - f(R, S) - g(D, S)$$

\dot{S} représente la variation du stock de capital naturel non renouvelable qui est fonction des prélèvements, R et des découvertes, D . \dot{K} est la variation du stock de capital, qui est fonction de F , C , f et g . F est la fonction de production agrégée de biens manufacturés, C est le niveau de consommation agrégée, L est le travail fourni. D'autre part, f est le coût d'extraction actuel du dépôt de ressources non renouvelables et g est le coût d'exploration des ressources (tous les deux fonction du stock des ressources). Il est évident que dans la fonction de capital, les ressources naturelles jouent un rôle important au niveau des coûts d'exploration et d'exploitation. En conséquence, le stock de biens de capitaux baisse avec une augmentation du coût d'exploration et du coût d'extraction des ressources non renouvelables. Plus on exploite des

ressources, plus les coûts vont être élevés, ce qui entraîne une baisse dans \dot{K} . On intègre ainsi la fonction objective aux contraintes pour former l'Hamiltonien courant:

$$(1) H(t) = U(C) + \psi_1(t)[F(K, L, R) - C - f(R, S) - g(D, S)] + \psi_2(t)[-R + D]$$

où $\Psi_1(t)$ et $\Psi_2(t)$ sont les multiplicateurs du Hamiltonien ou prix fictifs pour S et K.

On définit les conditions de premier ordre comme ¹² :

$$(2) \frac{\partial H}{\partial C} = \frac{\partial U}{\partial C} - \psi_1(t) = 0$$

qui fait que :

$$(2') U_c = \psi_1(t)$$

Ensuite,

$$(3) \frac{\partial H}{\partial R} = \psi_1(t) \left[\frac{\partial F}{\partial R} - \frac{\partial f}{\partial R} \right] - \psi_2(t) = 0$$

donc,

$$(3') [F_R - f_R] \psi_1(t) = \psi_2(t)$$

La troisième condition de premier ordre est:

$$(4) \frac{\partial H}{\partial D} = -\psi_1(t) \left[\frac{\partial g}{\partial D} \right] + \psi_2(t) = -\psi_1(t) g_D + \psi_2(t) = 0$$

¹²Hartwick, J.M, Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation , Journal of Public Economics 43, 1990, p 293.

Les dernières conditions sont:

$$(5) \dot{\psi}_1(t) = \beta \psi_1(t) - \frac{\partial H}{\partial K} = \beta \psi_1(t) - [\psi_1(t) F_K]$$

qui, à l'aide de la première condition de premier degré devient:

$$(5') \dot{U}_C = \psi_1(t) [\beta - F_K]$$

D'autre part,

$$(6) \dot{\psi}_2(t) = \beta \psi_2(t) - \frac{\partial H}{\partial S} = \beta \psi_2(t) - \psi_1(t) [-f_S - g_S]$$

qui nous donne:

$$(6') \dot{\psi}_2(t) = \beta \psi_2(t) + \psi_1(t) [f_S + g_S]$$

Enfin,

$$(7) \frac{\partial H}{\partial \psi_1(t)} = F[(K, L, R) - C - f(R, S) - g(D, S)] = \dot{K}$$

et:

$$(8) \frac{\partial H}{\partial \psi_2(t)} = -R + D = \dot{S}$$

Après avoir déterminé les conditions de premier ordre pour le programme de maximisation, Hartwick passe à la détermination du PNN. Pour ce faire, il change son Hamiltonien. D'abord, il définit l'utilité de la consommation comme étant le produit de l'utilité marginale à partir de la consommation (U_c) et la consommation agrégée (C), ce qui fait que $U(C)=U_c.C$. L'Hamiltonien devient alors:

$$H(t) = U_c.C + \psi_1(t)[F(K,L,R) - C - f(R,S) - g(D,S)] + \psi_2(t)[-R+D]$$

Ensuite, on divise par U_c , qui selon les conditions de premier degré est équivalente à $\Psi_1(t)$.

L'Hamiltonien devient donc:

$$(9) \frac{H(t)}{U_c} = C + [F(K,L,R) - C - f(R,S) - g(D,S)] + \frac{\psi_2(t)}{\psi_1(t)}[-R+D]$$

A l'aide de (3), on a que:

$$(10) \frac{H(t)}{U_c} = C + [F(K,L,R) - C - f(R,S) - g(D,S)] - [F_R - f_R][R-D]$$

L'expression finale du PNN en dollars est donc:

$$(11) \frac{H(t)}{U_c} = C + \dot{K} + [F_R - f_R][R-D]$$

où F_R est la productivité marginale de la ressource, (le prix du marché du flux de ressource non renouvelable), f_R est le coût marginal d'extraction de R . Le produit national net est donc fonction de la consommation, de la variation dans le capital physique et des rentes.

Selon Hartwick, $[F_R - f_R][R - D]$ représente la rente de Gray-Hotelling sur le stock des ressources et devrait être soustraite du PNB pour aboutir au PNN. Cette rente est fonction des coûts et de l'extraction de la ressource, de même que de la rareté de la ressource. Cette rente n'enrichit pas le pays, puisqu'elle se fait aux dépens d'une ressource qui, à cause de l'exploitation, disparaît avec le temps. D'autant plus, si le revenu de ces ressources est utilisé pour financer la consommation seulement, et qu'aucun investissement durable est fait, le pays ne sera pas plus riche au moment de l'épuisement de la ressource. D'après la formule du PNN on a que: $PNN = C + I + D_e$ où D_e représente la dépréciation du capital¹³. La dépréciation du capital naturel sera incluse dans D_e de la même façon que le capital physique. Dans le cas d'une économie qui vit seulement à partir de ses ressources naturelles sans faire d'investissements en capital, son PNN sera nul. En effet, si $PNN = C + I + D_e$, I sera nul et, leur consommation aura comme origine des ressources qui ne vont plus jamais exister, ce qui fait que le pays n'est pas plus riche et le PNN sera égal à zéro. Le niveau idéal du PNN semble facile à déterminer, mais une seule grande limite s'impose: l'obtention des coûts marginaux d'extraction pour les ressources non renouvelables telles que les minéraux. Les coûts marginaux d'extraction d'un minéral sont difficiles à déterminer, puisque plusieurs ressources peuvent être extraites à partir d'un même gisement, ce qui rend très difficile la différenciation des coûts marginaux pour chaque minéral.

¹³Hartwick, J.M., Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation, Journal of Public Economics 43, 1990, p 294.

B) Cas des ressources renouvelables:

Pour les ressources naturelles qui peuvent se reproduire, les contraintes d'optimisation vont changer. Dans ce cas, Hartwick définit une économie avec deux types de biens, un bien composite C, et, un autre bien E, une ressource renouvelable, (par exemple le poisson). On a une fonction d'utilité avec deux produits puisque le poisson en soi même est un bien de consommation finale. La fonction d'utilité à maximiser varie en fonction du niveau de consommation des deux biens, donc:

$$\int_0^{\infty} U(C,E)e^{-\beta t} dt$$

La contrainte de capital change aussi à cause des ressources renouvelables. \dot{K} devient alors une fonction du niveau de production, de la consommation, ainsi que des coûts d'exploitation (coûts de pêche). On a alors:

$$\dot{K} = F(K,L) - C - f(E,Z)$$

où f est la fonction de coûts d'exploitation, E est la quantité de ressource prélevée (nombre de poissons pêchés) et Z est le stock de la ressource (stock de poissons). On remarque qu'E ne rentre pas dans la fonction de production comme le faisait R dans le premier cas. Ceci pourrait être expliqué par le fait que le poisson est un produit final et ne subit pas de transformations majeures. La deuxième contrainte est le taux de croissance du stock de la ressource renouvelable, \dot{Z} .

\dot{Z} est fonction de la croissance naturelle du stock et du niveau de ressource prélevée.

$$\dot{Z} = g(Z) - E$$

où $g(Z)$ représente le taux de croissance naturel du stock de la ressource et E la quantité de poisson pêché. Le Hamiltonien correspondant devient:

$$(12) H(t) = U(C, E) + \psi_1(t)[F(K, L) - C - f(E, Z)] + \psi_2(t)[g(Z) - E]$$

On détermine maintenant les conditions de premier ordre.

$$(13) \frac{\partial H}{\partial C} = \frac{\partial U}{\partial C} - \psi_1(t) = 0$$

qui fait que: $U_c = \psi_1(t)$ (13')

$$(14) \frac{\partial H}{\partial E} = U_E + \psi_1(t)[-f_E] - \psi_2(t) = 0$$

donc, $\psi_2(t) = U_E - \psi_1(t) \cdot f_E$ (14')

$$(15) \dot{\psi}_2(t) = \beta \psi_2(t) - \left[\frac{\partial H}{\partial Z} \right] = \beta \psi_2(t) + \psi_1(t) f_Z - \psi_2(t) g_Z$$

Si on définit $U(C, E)$ comme étant $U_C \cdot C + U_E \cdot E$; U_C et U_E étant les utilités marginales de la consommation de C et de E respectivement, et on divise par U_C , on obtient:

$$(16) \frac{H(t)}{U_c} = C + \frac{U_E E}{U_c} + \frac{\psi_1(t)}{U_c} [F(K,L) - C - f(E,Z)] + \frac{\psi_2(t)}{\psi_1(t)} [g(Z) - E]$$

Avec l'aide de (14'), on peut faire des changements dans le Hamiltonien pour aboutir à son expression finale:

$$(17) \frac{H(t)}{U_c} = C + \frac{U_E E}{U_c} + [F(K,L) - C - f(E,Z)] + \left[\frac{U_E}{U_c} - f_E \right] \dot{Z}$$

donc,

$$(17) \frac{H(t)}{U_c} = C + \frac{U_E E}{U_c} + \dot{K} + \left[\frac{U_E}{U_c} - f_E \right] \dot{Z}$$

Dans cet Hamiltonien, on remarque la présence du rapport entre U_E et U_c qui correspond au prix d'une unité de poisson sur un marché compétitif avec des droits de propriété complets¹⁴. On inclut aussi le coût marginal de pêcher f_E ainsi que le changement net dans le stock de poisson, \dot{Z} . Actuellement, \dot{Z} est négatif à cause des prélèvements importants de la pêche industrielle. En conséquence, le stock de poissons régresse avec le temps, ce qui risque d'entraîner une disparition complète de ce stock. Selon Hartwick, le dernier terme de l'équation, qui représente les rentes, devrait être supprimé du PNB de façon à aboutir au produit national net. Si l'exploitation du poisson se faisait d'une façon optimale, \dot{Z} serait égal à zéro, et, on n'aurait pas

¹⁴ Hartwick, J.M, Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation, Journal of Public Economics 43, p 291-304, 1990, p 295.

besoin d'inclure cette dépréciation du capital naturel. Ce résultat semble idéal mais malheureusement il repose sur des hypothèses qui ne correspondent pas à la réalité du marché actuel. En effet, les principales hypothèses sont l'existence d'un marché parfaitement compétitif pour le poisson et des droits de propriété fixés. On ne peut malheureusement pas assigner un propriétaire à ces bancs de poisson, puisqu'ils survivent dans les eaux internationales, ils se déplacent constamment et sont des biens publics. D'autre part, il est très difficile de déterminer le niveau de prélèvement du poisson, ce qui rend la comptabilité encore plus compliquée. Une troisième limite se présente: la détermination du niveau de prix fictifs du poisson. Le calcul de ces valeurs est compliqué, mais est essentiel dans le calcul du PNN. Les prix déterminés par le marché sont souvent disponibles mais ne reflètent pas la rareté de la ressource et faussent les calculs. Ainsi, si les prix sont inexacts, le PNN sera approximatif et on ne pourra pas connaître la véritable dégradation des ressources naturelles.

C) Application pratique de la théorie au cas de la forêt:

La forêt est un cas important dans lequel on peut introduire les principes d'optimisation de Hartwick. Deux cas particuliers sont associés à la forêt, le cas dans lequel on brûle la forêt pour développer l'agriculture et, la coupe de la forêt pour l'utiliser comme terrain pour l'élevage.

1) Destruction de la forêt pour des fins agricoles:

On commence par le cas de l'agriculture sur brûlis. Selon les principes comptables traditionnels, la destruction d'une forêt pour l'agriculture est considérée comme un investissement productif, puisque l'agriculture va générer des revenus. La fonction de production de l'agriculture fait intervenir le capital productif (K), la main d'oeuvre (N) et le terrain (L). Une proportion L du terrain est utilisée dans l'agriculture et donc $\bar{L}-L$ représente l'aire couverte par des arbres. $R=\dot{\bar{L}}$, la variation de l'aire de la forêt puisque $\dot{\bar{L}}$ est la quantité de terrain défrichée au coût $f(R)$. La fonction de variation du capital est donc ¹⁵ :

$$\dot{K}=F(K,N,L)-C-f(R)$$

Dans ce cas, on cherche maximiser la valeur actuelle de la consommation de deux biens, un bien composite C et, le "recyclage" du dioxyde de carbone offert par la forêt. Ce service de recyclage est positivement corrélé avec la taille de la forêt, de la forme: $G(\bar{L}-L)$ où $G'>0$.

¹⁵Hartwick, J.M, Deforestation and National Accounting, Environmental and Resource Economics, vol 2 n°5, 1992, p 515.

La fonction à maximiser est donc:

$$\int_0^{\infty} e^{-\beta t} U[C, G(\bar{L}-L)] dt$$

L'Hamiltonien courant devient:

$$(18) H(t) = U[C, G(\bar{L}-L)] + \psi_1(t)[F(K, N^s, L) - C - f(R)] + \psi_2(t)R$$

où $\Psi_1(t)$ est le prix fictif de K et $\Psi_2(t)$ est le prix fictif de L. En dérivant les conditions de premier ordre, on obtient:

$$(19) \frac{\partial H(t)}{\partial C} = U_C - \psi_1(t) = 0$$

qui est équivalent à: $\Psi_1(t) = U_C$ (19')

$$(20) \frac{\partial H(t)}{\partial R} = -\psi_1(t)f_R + \psi_2(t) = 0$$

donc, $\Psi_2(t) = \Psi_1(t)f_R$. Si on exprime la fonction d'utilité comme étant $U_C \cdot C + U_G \cdot G$ et si on divise par U_C ,

$$(21) \frac{H(t)}{U_C} = C + \frac{U_G \cdot G}{U_C} + \frac{\psi_1(t)}{U_C} [F(K, N^s, L) - C - f(R)] + \frac{\psi_2(t)}{U_C} R$$

d'après l'équation (20), on a que: $\Psi_2(t) = \Psi_1(t)f_R$, ce qui transforme notre Hamiltonien en ¹⁶ :

$$(21') \frac{H(t)}{U_C} = C + \frac{U_G \cdot G}{U_C} + \dot{K} + f_R R$$

Cette expression correspond au Produit National Net en dollars. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de déduire des rentes, puisque les ressources n'ont pas été vendues ou échangées; elles ont été brûlées. Le PNN inclut le rapport de U_G et U_C , qui représente le prix du service d'oxygénation fourni par la forêt. Ce rapport multiplié par G représente la valeur que chaque utilisateur devrait payer pour le service d'oxygénation dont il bénéficie. f_R est le coût marginal de transformer des hectares de forêt en zones d'agriculture, tandis que Rf_R est l'appréciation du terrain quand il est préparé pour l'agriculture. (On remarque que, vu que Rf_R est l'appréciation du terrain à cause du défrichement, cette valeur devrait être soustraite plutôt qu'être ajoutée au PNN). Le terrain gagne de la valeur à cause de la transformation de la forêt en terrain d'agriculture, mais perd de sa valeur sociale en ce qui concerne le recyclage de l'air. L'appréciation de ces terrains se fait à court terme, puisque la vie fertile d'un terrain forestier transformé pour l'agriculture n'est pas très longue. Aucun ajustement se fait pour la perte de biodiversité et la perte des arbres, puisqu'on a juste des signes positifs dans l'équation.

¹⁶Hartwick, J.M., Deforestation and National Accounting, Environmental and Resource Economics, vol 2 n°5, 1992, p 516.

2) Exploitation des forêts pour la pratique de l'élevage:

La même méthode est utilisée par Hartwick dans le cas de l'exploitation des forêts pour vendre du bois et les convertir en terrains d'élevage. La forêt va fournir des services, surtout au niveau monétaire, qui vont augmenter les investissements. Ces services de la forêt sont compris dans $g(R)$, qui rentre dans la fonction d'utilité à maximiser. La fonction d'utilité devient donc: $U(C, G(\bar{L}-L), g(R))$. La fonction de variation de capital, inclut les mêmes facteurs qu'auparavant, mais laisse de côté le coût d'exploitation de cette forêt. Donc $\dot{K} = F(K, N^s, L) - C$. L'Hamiltonien courant issu de ce problème est donc ¹⁷:

$$(22) H(t) = U[C, G(\bar{L}-L), g(R)] + \psi_1(t)[F(K, N^s, L) - C] + \psi_2(t)R$$

les conditions de premier ordre étant:

$$(23) \frac{\partial H(t)}{\partial C} = U_C - \psi_1(t) = 0$$

ce qui implique que $\psi_1(t) = U_C$

$$(24) \frac{\partial H(t)}{\partial R} = \frac{\partial U}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{\partial R} + \psi_2(t) = 0$$

qui fait que $U_{gR} = -\psi_2(t)$.

¹⁷Hartwick, J.M., Deforestation and National Accounting, Environmental and Resource Economics, n°5, 1992, p 516.

On détermine alors le PNN en dollars, qui est équivalent à l'Hamiltonien divisé par l'utilité marginale de la consommation.

$$(24') \frac{H(t)}{U_c} = C + \frac{U_G \cdot G}{U_c} + \frac{U_g \cdot g_R \cdot R}{U_c} + \frac{\psi_1(t)}{U_c} \dot{K} + \frac{\psi_2(t)}{U_c} = C + \frac{U_G \cdot G}{U_c} + \frac{U_g \cdot g_R \cdot R}{\psi_1(t)} + \dot{K} - \frac{U_g \cdot g_R \cdot R}{\psi_1(t)}$$

Le produit national net en dollars est donc équivalent à:

$$(24'') \frac{H(t)}{U_c} = C + \frac{U_G \cdot G}{U_c} + \dot{K}$$

Dans ce cas, le produit national net est fonction du niveau de consommation, du prix que chaque utilisateur devrait payer pour les services d'oxygénation de la forêt et, l'accumulation de capital. Cette version du produit national net est semblable à la première qu'on a eu. La seule différence est que la première incluait l'appréciation de la valeur du terrain à cause de son utilisation dans l'agriculture. Dans le cas de l'exploitation de la forêt, le terrain ne gagne aucune valeur, mais on pourrait penser qu'il en perd, puisque son habileté à recycler l'oxygène se trouve endommagée.

La méthode de Hartwick est très claire et directe, du point de vue théorique. Cependant, des problèmes surgissent au moment d'appliquer cette méthode au monde actuel puisque la concurrence parfaite et les droits de propriété privés déterminés n'existent pas dans le cas des ressources naturelles. La détermination de variables telles que l'utilité de la consommation au niveau du pays, et les prélèvements des ressources sont aussi très difficiles à estimer. En plus, si on arrive à déterminer ces données, leur optimisation serait cependant assez compliquée.

V) La méthode d'El Serafy:

El Serafy fait une contribution importante à la recherche au niveau de la comptabilité nationale des ressources naturelles. Son approche repose sur les propositions de Hicks en ce qui concerne le revenu. Selon Hicks, le revenu d'une personne est "la valeur maximale qu'elle peut dépenser pendant une période de temps déterminée de façon à être aussi riche à la fin de la période qu'au début" ¹⁸. Si cette personne épargne, elle considère avoir une meilleure situation monétaire dans le futur, tandis que si elle dépense au delà de son revenu, elle va avoir une situation moins avantageuse. A partir de ces réflexions, El Serafy propose la création d'un "**flux de revenu permanent**". Dans ce cas, si le propriétaire d'une ressource naturelle exploitée ne veut pas consommer plus que son revenu, il doit investir une partie des fonds reçus pour que les intérêts sur cette somme compensent la perte de revenus futurs à cause de la dégradation de la ressource ¹⁹. Dans ce but, il faut allouer de façon efficace les revenus destinés à la consommation et les revenus destinés à l'investissement. Cet investissement doit se faire pendant l'exploitation de la ressource mais aussi une fois que la ressource est épuisée. Il est alors important de déterminer quelle proportion des fonds perçus constitue le vrai revenu et quelle proportion doit être considérée comme capital.

¹⁸Hicks, John R., Value and Capital, 2nd edition, 1946, p 172.

¹⁹El Serafy, Salah., The Proper Calculation of Income from Depletable Natural Resources, dans Environmental Accounting for Sustainable Development, 1989, p 13.

Le rapport entre le vrai revenu et les fonds totaux perçus est défini par ²⁰:

$$\frac{X}{R} = 1 - \frac{1}{(1+r)^{n+1}}$$

où X est le vrai revenu qu'on pourrait dépenser (ou revenu soutenable); R représente le fonds total perçu, net des coûts d'extraction; n est le nombre de périodes pendant lesquelles la ressource va être exploitée et, r est le taux d'intérêt. A partir de la même méthode, on définit la composante "capital" en fonction du fonds total perçu. Cette composante "capital" sera alors le complément du rapport entre X et R:

$$1 - \frac{X}{R} = \frac{1}{(1+r)^{n+1}}$$

La différence entre les fonds totaux perçus et le vrai revenu (revenu soutenable) R-X, sera alors équivalente au coût d'usage (ou facteur de dégradation) et sera exclu du calcul du PNB. R-X viendra contrebalancer la formation en capital d'autres avoirs. Dans le cas où les fonds perçus sont utilisés pour la consommation et que le niveau de formation de capital est inférieur au facteur de dégradation, les comptes vont refléter un investissement négatif, et donc le PNB sera aussi négatif. On remarque que le rapport entre X et R dépend seulement du taux d'intérêt, r, et de la durée de vie de la ressource, n. Ceci entraîne quelques problèmes. Le premier est le choix du taux d'intérêt; ce problème se présente souvent dans les calculs de la valeur présente

²⁰El Serafy, Salah., The Proper Calculation of Income from Depletable Natural Resources, dans Environmental Accounting for Sustainable Development, 1989, p 13.

d'une réserve de ressources. Il faut donc le choisir de façon arbitraire, avec la possibilité de le changer avec le temps. D'autre part, n varie en fonction du rythme d'exploitation; si le propriétaire des ressources accélère ou ralentit l'exploitation, n va changer. n dépend alors de la variation des réserves; si on a des découvertes, n va augmenter à condition que le rythme d'exploitation reste constant. Dans cette approche, le propriétaire doit donc être conscient que son vrai revenu n'est qu'une proportion des fonds totaux perçus avec l'exploitation, et qu'il est en mesure de programmer l'exploitation de façon à maximiser son flux permanent de revenu. En effet, l'exploitant serait en mesure de retarder l'exploitation si le taux d'intérêt du marché disponible pour l'investissement est inférieur au taux auquel sa ressource va s'apprécier s'il ne l'exploite pas. En conséquence, l'exploitant fait toutes les prédictions nécessaires, en ayant comme hypothèse le fait que la valeur unitaire de la ressource totale est égale au prix courant. Un autre élément qui doit être considéré dans le cadre de la comptabilité nationale est le fait que même si les réserves des ressources sont ajustées vers la hausse avec les découvertes, il est évident que les stocks des ressources diminuent et risquent de disparaître avec le temps.

VI) La méthode de Peskin:

L'utilisation de l'optimisation dynamique n'est pas la seule façon d'ajuster le Produit National pour les pertes en capital naturel. Peskin nous présente une option différente; celle d'estimer la valeur des services environnementaux afin d'ajuster le PNB. Pour les calculs, il distingue deux éléments; les services environnementaux et les dommages à l'environnement. Les services environnementaux comprennent trois sous sections et chaque sous section correspond à une ressource: l'air, l'eau et la terre ²¹. La structure des dommages environnementaux est parallèle; on a, dommages faits à l'air, à l'eau, et à la terre. Ces services et dommages sont mesurés dans leur relation avec le système économique et sont donc exprimés en dollars. Les mesures sont annuelles, ce qui facilite l'ajustement du PNB. Les mesures des services et des dommages sont à l'origine de quatre différentes définitions du PNB.

Sa première définition est: $PNB^1 = PNB - DE$, où PNB est le produit national brut calculé avec la méthode traditionnelle, et DE représente la dégradation environnementale. Cette définition du produit national est plus proche du concept de bien être que le PNB traditionnel. Lors d'une dégradation de l'environnement, PNB^1 va baisser à cause de la baisse dans le bien être. Ce produit national réagit de façon négative face à la dégradation de l'environnement, contrairement au PNB traditionnel.

La deuxième définition est: $PNB^2 = PNB + SE$ où SE représente les services environnementaux. Cette définition tient compte des bénéfices environnementaux qui surgissent lors d'une

²¹Peskin, H.M., National Income Accounts and the Environment, Natural Resources Journal, volume 21, 1981, p 524.

dégradation environnementale. Ce bénéfice n'a pas de prix normalement, mais on peut le déterminer à partir de cette définition. Un autre trait particulier du PNB² est le fait qu'il baisse avec l'augmentation des dépenses contre la pollution.

Le troisième ajustement qu'il fait est: $PNB^3 = PNB + BEN$ où BEN représente le bénéfice environnemental net. Cette expression est équivalente à: $PNB^3 = PNB + SE - DE$. Lors d'une augmentation des services environnementaux, le PNB³ augmente, tandis que lors d'une augmentation des dommages, il baisse. Cette mesure du revenu varie ainsi dans la même direction du bien être. Selon Peskin, cette mesure a des variations contradictoires. Dans le cas d'un manque de progrès technique, les dommages environnementaux et les services environnementaux baissent en même temps, ce qui laisse BEN inchangé. Même si PNB³ ne change pas, les services environnementaux baissent, ce qui n'est pas reflété dans l'expression.

La dernière définition est: $PNB^4 = PNB$ qui implique donc une égalité avec le produit national traditionnel²². Les quatre définitions ne sont pas équivalentes, même si elles sont semblables.

A partir de ces définitions, Peskin veut intégrer les utilisations des services environnementaux dans une fonction de bien être calculable. Malheureusement, plusieurs services et dommages infligés à l'environnement ne peuvent pas être comptabilisés. En effet, des fonctions comme la beauté et l'influence de chaque ressource dans l'équilibre global ne peuvent jamais être mesurées.

Le point de vue de Peskin a beaucoup de valeur du fait qu'il approche la question des ressources naturelles du point de vue du bien être des personnes, plutôt que du point de vue de la maximisation des profits et des rendements économiques.

²²Peskin, H.M., National Income Accounts and the Environment, Natural Resources Journal, volume 21, 1981, p 525.

VII) Les Nations Unies:

Depuis la fin des quatre vingt, les Nations Unies travaillent sur un nouveau système de comptes nationaux qui inclurait les ressources naturelles. Plusieurs rapports ont été publiés, mais le document officiel est encore à l'étude. A partir d'un rapport préliminaire, on est en mesure de connaître la position des Nations Unies à ce sujet. Les Nations Unies sont conscientes de la magnitude des réformes à faire. A cause de ceci, les changements doivent se faire de façon progressive. La première étape de cette réforme serait d'établir une comptabilité physique des ressources naturelles qui interviennent dans le processus de production. Ces ressources seront intégrées dans un compte "satellite" qui a la même structure des comptes traditionnels. Ces comptes satellites vont suivre l'évolution des ressources naturelles mais ne seront pas intégrés directement dans la comptabilité du Produit National Brut.

A) Description Générale:

1) Buts du Compte Satellite:

Le but principal de la création de ces comptes est d'établir un lien entre le système des comptes nationaux et l'environnement. Ce lien s'établit pour faciliter l'interaction économie-environnement et éviter une dégradation plus importante de l'environnement à cause de l'activité économique. Pour ce faire, la création de ces nouveaux comptes permettra de mesurer l'exploitation à court terme de l'environnement. D'un autre côté, ces nouveaux comptes

permettront de déterminer un niveau soutenable d'exploitation des ressources naturelles pour des fins économiques. Ce niveau "soutenable" d'exploitation sera déterminé de façon à assurer l'existence de ressources vitales ainsi que la disponibilité des ressources pour les générations futures.

2) Structure:

Le point de départ de toute comptabilité environnementale est la comptabilité physique des ressources. Une fois ces comptes dressés, il faut leur donner une valeur monétaire de façon à les rendre comparables aux autres ressources participant à l'activité économique.

Le système proposé par les Nations Unies est le Système de Comptabilité Économique et Environnementale intégrée ou SEEA (System for Integrated Environmental and Economic Accounting)²³. Ce système a comme but de réconcilier l'économie avec l'environnement, et sera constitué de comptes physiques et de comptes monétaires. Il est essentiel que les deux parties soient équilibrées: les comptes physiques doivent être aussi importants que les comptes monétaires. Ce système va inclure quatre éléments essentiels²⁴. La première partie fait appel à des sections des comptes nationaux traditionnels reliées aux ressources naturelles. Cet élément servira à déterminer les flux monétaires effectués en contrepartie de l'utilisation des ressources naturelles. Le deuxième élément seraient les données monétaires additionnelles non dictées par

²³United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: general concepts, 1990.

²⁴ United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: general concepts, 1990, p 37.

le marché, portant sur l'utilisation économique de l'environnement. En troisième partie, on aura les données physiques sur les flux de ressources naturelles vers l'économie, sur leur transformation, et sur l'émission de résidus qui retournent dans la nature. Le dernier élément est la description de l'environnement naturel permettant de mesurer l'ampleur de l'impact de l'économie dans l'environnement. A l'aide de ces éléments, il est possible de faire le lien entre l'économie et l'environnement. Comme on l'a mentionné auparavant, les comptes environnementaux doivent emprunter l'information incluse dans les comptes traditionnels. Le compte de départ pour les comptes environnementaux est le compte sur la production (table input-output) qui décrit l'utilisation des ressources dans la production. A partir de cette table on peut intégrer les ressources naturelles comme des intrants dans le système de production, et des résidus comme des sortants (output). A part d'inclure des données sur la production, le SEEA va inclure information sur la consommation finale, les comptes d'actifs non financiers, ainsi que sur les activités de défense et de protection de l'environnement. Les activités de défense de l'environnement comprennent la restauration des ressources pour maintenir leur niveau qualitatif et quantitatif, tandis que les activités de protection se concentrent sur les déchets émis et le traitement subit pour réduire leur impact sur l'environnement. Même si les comptes traditionnels se trouvent à l'origine des nouveaux comptes, il est important de garder les distances par rapport aux comptes "satellites". Les comptes satellites doivent conserver leur originalité puisqu'ils vont être très utiles pour la politique environnementale. En effet, en plus de faire état de l'environnement, les comptes satellites ont comme objet de se constituer comme une base de

données pour les politiques économiques et environnementales intégrées²⁵. Ceci n'est pas possible si les comptes satellites ne sont pas autonomes et si, les impacts directs et indirects de l'économie sur l'environnement ne sont pas analysés convenablement. Pour aboutir à une meilleure analyse, on divise les comptes en deux, les comptes physiques et les comptes monétaires.

B) Articulation des comptes:

On a deux parties dans le Système de Comptabilité Économique et Environnementale Intégrée; une partie fait état de la quantité et qualité des ressources, tandis que l'autre fait le compte rendu des ressources en unités monétaires.

1) Comptes physiques:

Dans ces comptes, on met l'accent sur les stocks et les flux des ressources qui sont utilisées dans la production économique. La description se fait surtout en unités de poids ou de population, mais, il est nécessaire d'utiliser des mesures qualitatives dans le cas de ressources comme l'air ou l'eau. Pour expliquer la différence entre le stock initial et le stock final, il faut tenir compte des augmentations dues à la croissance naturelle des espèces et à des nouvelles découvertes, ainsi que des diminutions causées principalement par des facteurs naturels ou

²⁵United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft I: General concepts, 1990, p 40.

humains. Il est aussi nécessaire d'avoir une section réservée aux ajustements par des changements de prix ou des progrès techniques. Au début, seules les ressources significatives au niveau économique seront considérées. Une fois l'évolution physique des ressources faite, il faut établir son lien avec l'économie. On dresse ainsi une table qui met en rapport les différentes activités économiques et les ressources. Parmi les activités économiques, on compte la production industrielle, la consommation finale par les ménages et le gouvernement, l'accumulation du capital (incluant les actifs produits et non produits) et le reste du monde. La section de la production et celle de l'accumulation du capital incluent une section réservée aux activités de protection de l'environnement. Pour ce qui est des ressources, on inclut leur stock initial, leur origine, leur utilisation (destination) dans les activités économiques et le stock final. Le but de cette table est de déterminer quelle ressource est utilisée dans quelle activité de production, ainsi que les actions protectrices de chaque secteur de l'économie. On inclut aussi le stock initial de résidus, leur origine et destination, ainsi que leur stock final ²⁶. Il est important de voir que les biens biologiques tels que la terre (cultivée ou non), l'eau, l'air et les ressources souterraines sont incluses dans la section d'accumulation de capital. La raison principale de leur présence est de déterminer les effets que les résidus ont sur elles. Le but de dresser une table comme celle-ci est de déterminer l'origine (tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du système de production) des ressources, ainsi que leur destination dans le système économique. On est ainsi en mesure de déterminer quelle proportion des ressources est utilisée dans la production industrielle ou dans la consommation finale, ainsi que les origines et les destinations

²⁶ United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: General concepts, 1990, p 78a.

de la pollution dégagée dans le processus. Les résidus de la production économique sont inclus qu'il y ait un marché pour eux ou pas. Cette comptabilité se fait pour toutes les ressources qui interviennent dans le processus de production, que ce soit des biens naturels "produits" ou des biens naturels "non produits". Les Nations Unies font une distinction entre les biens naturels produits et les biens naturels non produits. Les biens naturels produits sont les arbres ou les poissons, tandis que les biens naturels non produits comprennent les richesses souterraines, l'eau, l'air, le vent et les animaux sauvages. Ainsi, les biens biologiques "produits", ont comme principale destination la consommation intermédiaire, la consommation finale, la formation de capital et les exportations, tandis que les biens naturels non produits sont utilisés dans la consommation directe et la transformation.

2) Comptes monétaires:

La structure des comptes monétaires est parallèle à celle des comptes physiques. On dresse la même table, la seule différence étant l'unité de mesure qui dans ce cas est la monnaie. Pour ces comptes, on a aussi un stock d'ouverture pour les ressources, leur destinations, leur origine, ainsi que leur stocks finaux. On inclut aussi les résidus, ainsi que les ajustements suite à des changements dans le niveau de prix. Les stocks initiaux et finaux sont évalués à la valeur du marché, dans le cas des ressources échangées dans un marché. Pour les autres cas, leur valeur sera assignée de façon indirecte (coût de remplacement-dépréciation accumulée)²⁷. La section

²⁷United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: General concepts, 1990, p 145.

d'utilisation des ressources se transforme maintenant dans la section de la valeur ajoutée. A l'intérieur de cette section on trouve alors l'utilisation des produits, la consommation de capital fixe, ainsi que l'utilisation des ressources naturelles ²⁸. Avec ceci on peut approximer la dégradation de l'environnement pour ajuster le PNB. Ces ajustements se font de deux façons: par la valeur ajoutée ou par la demande finale.

a) Approche par la valeur ajoutée

Cette approche se fait par les coûts provoqués par la dégradation quantitative et qualitative des ressources naturelles par l'activité économique. Selon les Nations Unies, la valeur nette de la dégradation est égale aux coûts potentiels pour réparer cette dégradation ²⁹. Ces coûts potentiels sont les coûts requis pour atteindre le niveau initial de qualité ou, un standard spécifié officiellement. Ces coûts sont équivalents au coût de manutention utilisé dans le cas du capital productif. D'autre part, la dégradation environnementale est considérée comme une consommation intermédiaire et donc, sera considérée dans le calcul de la valeur ajoutée. Une fois le tableau complet avec toutes les données monétaires, on est en mesure de faire un ajustement du PNB. Une identité comptable pour la valeur ajoutée ajustée pour l'environnement nous est fournie ³⁰:

²⁸United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: General concepts, 1990, p 123a.

²⁹ United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: General concepts, 1990, p 130.

³⁰ United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: General concepts, 1990, p 143.

PNB-utilisation des biens produits (consommation de capital fixe)

-utilisation des biens naturels pour la production présente

-ajustement environnemental de la demande finale

=Valeur Ajoutée Ajustée pour l'Environnement

+importations de produits

+importations de résidus (valeur précédée d'un signe moins)

=Intrants Primaires Ajustés pour l'Environnement (Environment Adjusted Primary Inputs)

La valeur finale de ce calcul nous donnera une valeur du Produit National Brut ajusté pour la

Dégradation de l'Environnement, en fonction de la méthode de la valeur ajoutée ³¹.

b) Approche par la Demande Finale:

Cette approche se concentre plus sur les dépenses dans l'économie. Dans ce sens, on cherche à avoir une désagrégation des dépenses de chaque agent économique de façon à connaître le niveau de dépenses en protection de l'environnement, ainsi que les dépenses encourues suite à la dégradation de l'environnement (par exemple, les dépenses médicales des ménages à cause de la pollution). Une identité comptable est donnée pour faire l'ajustement du PNB:

Demande Intérieure Finale (mesurée par les méthodes traditionnelles)

-consommation de capital fixe

-coûts de restauration du gouvernement

+accumulation nette de capital d'actifs naturels

= Demande Finale Intérieure Ajustée pour l'Environnement

+exportation de produits

+exportation de résidus

= Demande Finale Ajustée pour l'Environnement

³¹ United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary draft of the Part I: General concepts, 1990, p 143.

Ici aussi, les coûts inclus sont les coûts pour maintenir un niveau de ressources naturelles donné. Les deux définitions du Produit National Ajusté pour l'Environnement doivent aboutir au même résultat final, le produit national ajusté pour l'environnement ³².

³² United Nations, SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting, Preliminary Draft of the Part I: General concepts, 1990, p 143.

Deuxième Partie: Exemples Pratiques de la Comptabilité Environnementale

I La France:

"Les Comptes du Patrimoine Naturel" Français est une des premières initiatives de comptabilité nationale environnementale et constitue une des approches les plus détaillées sur le sujet. Le rapport, mis au point par l'**Institut National de la Statistique et des Études Économiques** (INSEE) date de 1986 et décrit en détail l'approche française à la comptabilité des ressources naturelles. Le cadre théorique est accompagné d'exemples pour illustrer les différentes variables qui peuvent exister en fonction des différentes ressources naturelles. On peut ainsi diviser l'exposition de ce modèle en deux parties: le cadre théorique et les applications pratiques.

A) Cadre théorique:

1) Définitions:

Avant de commencer, il est essentiel de définir la notion de patrimoine naturel. Le patrimoine naturel regroupe toutes les richesses naturelles du pays telles que les eaux continentales et marines, le sol, l'air, les matières premières et énergétiques, ainsi que les espèces animales et végétales. Si on reprend la définition donnée par l'INSEE, on peut dire que: " Le patrimoine naturel est l'ensemble des biens dont l'existence, la production et la reproduction sont le résultat de l'activité de la nature, même si les objets qui la composent subissent des

modifications de fait de l'homme"³³. Les ressources naturelles qui ont été extraites de leur site et qui n'obéissent plus aux règles de fonctionnement des systèmes naturels ne font plus partie du patrimoine naturel. La définition donnée par l'INSEE est très générale et couvre autant les ressources renouvelables que les non renouvelables, en surface ou souterraines. Bref, le patrimoine naturel est tout ce qui n'est pas produit par l'homme.

Cette définition englobe une grande diversité d'éléments naturels qui sont difficiles à mesurer et à agréger. Face à ceci, la meilleure façon de comptabiliser ces richesses est de faire une comptabilité physique pour évaluer l'utilisation des ressources et les variations dans les quantités. Cependant, lorsqu'il s'agira d'exploitation et d'échanges à partir de ce patrimoine, il faudrait faire appel à des évaluations monétaires. Pour pouvoir évaluer les différents mouvements des ressources naturelles, trois sortes de comptes sont nécessaires: un compte qui suivrait la comptabilité nationale classique et pourrait mesurer les activités commerciales effectuées à partir des ressources naturelles; le deuxième serait plutôt un compte "satellite" qui regrouperait par domaine les opérations effectuées par des agents, en décomposant ces opérations par fonction, tandis que le troisième compte serait un compte réel, qui décrirait physiquement les transactions effectuées en monnaie. Dans ces comptes, il faudrait spécifier la différence entre les "ressources" et le "patrimoine". Les deux concepts sont différents puisque, sur le plan comptable, les ressources sont mesurées monétairement, tandis que la mesure du patrimoine est dominée par des notions de qualité et de quantités physiques. Un élément naturel devient une ressource que quand il est exploité ou mis en valeur; si cet élément n'a pas d'utilité pour l'homme, il n'est pas une ressource naturelle.

³³INSEE, "Les Comptes du Patrimoine Naturel", 1986, p 17.

D'autre part, de la notion d'évolution et de transformation constante que subit le patrimoine naturel surgit un autre volet essentiel de la comptabilité environnementale. L'évaluation du patrimoine naturel doit comprendre une évolution dynamique, qui permet de mesurer les stocks et les flux.

2) Structure du système de comptes du patrimoine naturel:

La France a adopté trois familles de comptes différentes: les comptes des éléments, les comptes des écozones et les comptes des agents. Pour lier ces trois différents comptes, on a créé des "comptes de liaison" qui vont permettre de passer d'un compte à l'autre. Chaque compte regroupe des mesures spécifiques à l'approche étudiée, et sa présentation va être différente des autres comptes. En effet, la nomenclature, les unités d'analyse, de mesure et de présentation, vont changer si on passe d'un compte d'éléments à un compte d'écozones ou d'agents par exemple.

a) Comptes d'éléments:

La notion d'éléments comprend les ressources souterraines, la terre, l'atmosphère, l'eau, la faune et la flore. Les comptes qui leur sont assignés classifient l'information en faisant l'emphase sur les stocks et les flux qui ont affecté "les éléments". Ces comptes comportent un noyau central qui suit l'évolution des stocks et des flux, ainsi que des comptes de liaison avec le compte des écozones et le compte des agents. La plupart de ces comptes sont faits en unités

physiques.

b) Les comptes d'écozones:

On définit l'écozone comme étant l'unité d'analyse pour les écosystèmes. Selon l'INSEE, une écozone est "un macrosystème identifiable sur un territoire significatif à l'échelle de référence retenue et doté d'une stabilité suffisante pour en faire une unité de collecte ou de rassemblement de données"³⁴. Les comptes d'écozones sont composés des comptes d'éléments, des bilans synthétiques et des comptes de liaison. Pour chaque écozone, il est possible de dresser une liste des différents éléments qui la composent, de même que leur flux et utilisation. Ainsi, le compte des flux d'un élément dans une écozone s'appelle le **compte de fonctionnement de l'écozone**. Pour des propos de comptabilité, on crée les **comptes synthétiques d'écozones** qui combinent la mesure de la superficie des milieux naturels, les indicateurs de l'état des écozones et l'évolution écologique du milieu naturel, pour pouvoir dégager des valeurs comptables. Pour établir un bon système, le choix des indicateurs comptables doit être judicieux et doit s'orienter vers ceux qui représentent le mieux l'écosystème. On pourrait par exemple citer la biomasse, la surface ou les échanges d'énergie. Pour les écozones, le bilan doit se présenter comme suit: le stock final doit être égal à la somme du stock initial ajouté à la réaffectation nette des surfaces, plus les variations internes. Puisque l'homme a accès à ces écozones, son influence est cruciale et il faut donc créer un **compte de liaison** avec les comptes d'agents. Cette liaison se fait au niveau des prélèvements et au niveau des aménagements que l'homme fait au niveau des

³⁴INSEE, "Les Comptes du Patrimoine Naturel", 1986,p 94.

écozones. Les liaisons par prélèvements vont faire varier les comptes de liaison entre les écozones et les agents, tandis que les aménagements impliquent une transformation des écozones.

c) Les Comptes des Agents:

Les comptes des agents ont deux parties principales qui permettent de les relier aux autres comptes. Il y a d'abord une comptabilité physique effectuée dans les mêmes unités que les comptes d'éléments et d'écozones puis, un compte monétaire. D'abord, les comptes physiques des agents comportent quatre parties. La première partie est le **compte de gestion de l'élément**, qui enregistre les "pressions" que l'agent exerce sur l'élément, par les prélèvements et les aménagements qu'il fait dans le milieu naturel, ainsi que les éléments extérieurs qu'il lui apporte. Le deuxième compte est celui du **compte des opérations sur produits** qui suit l'utilisation des ressources tirées du système. Ensuite, le troisième volet est le **compte d'accumulation et de patrimoine des agents** qui explique comment on passe du stock initial au stock final approprié. Le dernier compte dans cette section est le **compte d'utilisation du territoire** qui retrace l'utilisation que les agents font du territoire, et, surtout, il tient compte des changements provoqués par les agents dans ce territoire. Une fois les comptes physiques relevés, il faut en faire une évaluation monétaire. Cette évaluation monétaire comporte deux volets; "**l'évaluation économique du patrimoine naturel**" et "**les comptes satellites de la gestion conservatoire du patrimoine naturel**". L'évaluation économique du patrimoine naturel n'a pas encore été très développée, puisque jusqu'à maintenant l'emphase a été placée sur l'évaluation physique des ressources. Les comptes satellites constituent le point de rencontre entre les comptes de

l'environnement et les comptes économiques traditionnels. Ces comptes satellites suivent les mêmes techniques que la comptabilité nationale et s'adaptent facilement à l'environnement. La caractéristique principale des comptes satellites est l'identification des activités caractéristiques du domaine. On repère d'abord les **producteurs**; ensuite, on a le "**financement de la dépense intérieure**" qui regroupe les agents financiers; et, en dernier, l'évaluation des résultats des activités en identifiant les **bénéficiaires des dépenses**. A partir de ce compte on est en mesure de faire le lien avec la comptabilité nationale traditionnelle.

Comme on le voit à partir de tous ces comptes, la tâche à accomplir est très ambitieuse, puisque même si la plupart des évaluations se fait au niveau physique, il faut avoir une unité de mesure qui puisse s'appliquer à la grande majorité des écozones et qui permette de faire des comparaisons. Le système français est très détaillé à ce niveau et donne beaucoup d'information surtout en ce qui concerne la comptabilité physique. Cependant, pour l'évaluation monétaire, le seuil reste à franchir car il est très difficile d'imposer une valeur monétaire à une ressource, puisqu'il faut tenir compte des autres fonctions des ressources telles que leur fonction écologique et sociale. Il est maintenant intéressant de passer en revue l'expérience française pour comprendre plus en détail leur mécanisme d'évaluation.

B) Application pratique de la comptabilité environnementale:

La France a développé un système d'évaluation naturelle au niveau de la flore, la faune et l'eau continentale. Chacun de ces groupes sera décrit en détail dans cette section.

1) Comptes de la faune et flore sauvages:

Le but essentiel de la comptabilité de la faune et la flore est de déterminer l'état des différentes espèces pour déterminer lesquelles ont eu une augmentation dans leurs effectifs, et évaluer l'influence de l'activité humaine sur elles. Il faut cependant tenir compte du fait que ce recensement va être un ensemble hétérogène qui va beaucoup varier en fonction des écosystèmes étudiés. Pour aboutir à une bonne synthèse, il est essentiel de faire une étude au niveau de chaque écosystème, plutôt que de suivre les divisions administratives du pays.

a) Comptes d'espèces:

Le premier compte est le compte d'espèces qui permet d'évaluer quantitativement chaque espèce. Ce compte va nous aider aussi à mesurer la disparition d'espèces ou l'implantation de nouvelles espèces. D'un autre côté, il est possible, d'évaluer les mutations et les changements des caractéristiques de chaque espèce, ce qui pourrait faciliter l'évaluation de l'influence de l'homme sur les animaux. Les français utilisent deux sources de données qui s'avèrent essentielles pour cette tâche: les inventaires et fichiers récents recueillis entre 1970 et 1985 et des

catalogues et listes anciennes établis au début du siècle. A partir de cette information, trois différentes nomenclatures peuvent être établies: l'espèce, l'habitat et le statut de reproduction. Pour mener cette comptabilité à bout, la faune a été divisée en quatre groupes; les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les amphibiens.

b) Résultats:

A partir de ce cadre d'analyse, quatre grands comptes ont été dressés. Le compte **du patrimoine génétique des vertébrés (hors poissons)**, est établi au niveau régional et national et a comme unité de mesure le nombre d'espèces. Ce compte regroupe les quatre différentes classes de vertébrés mentionnées antérieurement. Il relève les changements dans chacune des espèces pendant la période écoulée entre les deux recensements, c'est à dire entre 1900-1930 et 1970-1980. Il identifie les nouvelles espèces apparues dans le territoire national ainsi que les espèces déjà présentes qui ont changé de statut (reproductrices à non-reproductrices, ou l'inverse) et les espèces disparues. D'autre part, une section spéciale est consacrée pour la "réconciliation due au progrès des connaissances", qui comprend des révisions faites aux données de 1900 et les nouvelles découvertes qui n'étaient pas présentes dans les listes du début du siècle. Le deuxième compte dressé par l'INSEE est le **compte de distribution des espèces**. Ce compte a été préparé pour une vingtaine d'espèces parmi lesquelles on trouve la cigogne blanche, la mouette rieuse et la tourterelle turque et, son but principal est de déterminer les zones du pays où ces espèces sont abondantes. Pour ce compte, l'unité retenue est l'hectare, et l'information a été séparée parmi les différents départements français. Un autre compte est le **compte d'abondance**. Ce

compte a été utilisé principalement dans une étude sur la loutre. Le but essentiel de ce compte est d'évaluer l'évolution de l'espèce au niveau de chaque département. Ce compte d'abondance est surtout appliqué dans le cas d'espèces en danger qui ont un niveau de régression élevé. Le quatrième compte est le **compte de population**, qui est le résultat d'un suivi biologique qui est effectué pour pouvoir avoir un peu plus de contrôle sur la population des espèces et leur gestion. On essaie de comptabiliser les variations de stocks entre deux périodes déterminées et ceci se fait dans le cas des espèces en danger qui doivent être gérées convenablement. Dans cette rubrique on inclut des espèces telles que le goéland argenté, la bernache cravant et la perdrix. Avec ces quatre différents comptes, la France essaie de gérer son patrimoine animal. On remarque que, le seul compte qui couvre la plupart de la faune et de la flore est le compte du patrimoine génétique. D'autre part, à travers la lecture de ce rapport, on peut voir que la France alloue une place essentielle aux espèces d'oiseaux, plus qu'à d'autres ressources dans le territoire. Ceci s'expliquerait surtout à cause de l'état très nouveau de ce genre de comptabilité (dans le futur, il serait possible de passer à la flore et aux autres types de faune). Un autre point essentiel qu'il faut mettre de l'avant est le fait que la France compte avec un inventaire assez complet de ses ressources qui remonte à la fin du XIXe siècle. Ceci est un atout puisqu'il permet d'évaluer les changements des espèces à long terme, ainsi que l'impact du développement des activités humaines sur elles. Ces informations sont essentielles et constituent un grand avantage comparatif par rapport à d'autres pays qui seulement maintenant commencent à faire un inventaire de leurs ressources.

2) La Forêt:

a) Comptes de la forêt:

La forêt est une des ressources les plus importantes dans les échanges commerciaux du pays. Le but principal de la comptabilité des forêts est de pouvoir suivre l'évolution des forêts françaises pour être en mesure d'éviter le gaspillage et la surexploitation du bois. A travers ces comptes, on peut mettre en évidence les espèces d'arbres qui sont menacées et déterminer la qualité de la gestion des forêts. Deux sources fournissent l'information sur la forêt: **l'inventaire forestier national**, qui décrit la composition de la forêt, le nombre d'arbres, leur diamètre, le volume de bois en pied ainsi que leur évolution pendant les dix dernières années et ceci pour tous les départements français et **l'enquête annuelle de branche**, qui fournit de l'information du bois une fois coupé. La deuxième enquête est faite auprès des exploitants des forêts et porte seulement sur les quantités marchandées. L'information sur l'évolution des forêts reste approximative, puisqu'on ne peut pas connaître le montant exact de l'autoconsommation. Une autre source intéressante de données sont les enquêtes effectuées pendant le XIXe siècle. Ces informations permettent de tracer l'évolution à long terme des forêts et donc permet de déterminer l'influence humaine sur la forêt. Avec ces données, quatre comptes de la forêt ont été créés; les **comptes du patrimoine génétique**, les **comptes de distribution d'une essence**, les **comptes de populations** et les **comptes d'habitats**. L'unité utilisée est la surface ou le volume total sur pied. **Les comptes du patrimoine génétique** font l'inventaire des différentes espèces d'arbres. Il inclut alors les apparitions ou disparitions d'espèces. 51 espèces de feuillus

et 15 espèces de conifères autochtones ont été dénombrées dans ce compte en France. Les **comptes de distribution d'une essence** permettent de déterminer la distribution territoriale des espèces d'arbres en France. Le troisième compte est le **compte de population** qui se concentre au niveau du département ou de la région forestière. Son but est de déterminer le nombre d'arbres par catégorie de diamètre, avec leur volume et accroissement annuel par chaque espèce recensée. Le dernier compte est le **compte d'habitats**, qui permet de déterminer les habitats préférentiels d'une espèce en particulier. Ces données constituent un élément clé dans la gestion des forêts. On peut ainsi utiliser cette information pour faire une modélisation, de façon à estimer avec plus de précision les variations potentielles des ressources forestières.

b) Comptes du patrimoine naturel forêt:

Ces comptes se divisent en trois: les comptes centraux, les bilans des écozones et les comptes d'agents. Les **comptes centraux** établissent le bilan de l'évolution des forêts, tandis que les **comptes des opérations d'aménagement et d'exploitation des agents** retracent l'utilisation des forêts dans l'économie. Ce compte est divisé en deux, le compte d'opérations en volume, qui fournit de l'information pour chaque opération de récolte en mètres cubes de bois et le compte d'opérations en surface, exprimé en hectares qui mesure l'extension spatiale des récoltes effectuées par les agents. Trois différentes utilisations de la forêt sont présentes; l'exploitation de la forêt, la sylviculture et la fréquentation des forêts. Un compte est dressé pour faire le bilan de chaque activité. Dans le dernier compte, celui de fréquentation, le système comptable s'ouvre à d'autres mesures que les mesures physiques ou monétaires. Son but est de mesurer les services

fournis par la forêt tels que la chasse, la cueillette des fruits, et la contribution de la forêt au bien être des personnes et de la communauté. Le système français vise à couvrir la plupart des ressources, ainsi, il compte aussi avec une comptabilité pour l'eau. La structure des comptes est la même que les comptes qu'on a vu jusqu'à maintenant, avec des comptes centraux et des comptes de liaison avec les utilisateurs.

3) L'eau continentale:

L'eau n'est pas seulement un élément essentiel pour la survie du genre humain mais aussi pour la production et la technologie. Celles-ci ne sont pas les seules valeurs, puisque l'eau a aussi une grande valeur culturelle et symbolique. La valeur de l'eau est souvent sous-estimée, surtout à cause de son abondance. En dépit de ceci, l'eau nous est précieuse et on ne pourrait pas survivre sans elle. Il faut donc développer une comptabilité qui pourrait nous amener à utiliser cette ressource d'une façon plus efficace et l'apprécier davantage. L'INSEE définit le patrimoine-eau comme étant: "l'eau dans tous ses états, utiles ou nuisibles, transmissibles pour le meilleur comme pour le pire, ainsi que les capacités du milieu à reproduire la ressource aussi bien qu'à perpétuer des gênes ou des dangers"³⁵. La structure des comptes des eaux continentales est complexe puisqu'elle se fait à plusieurs niveaux et s'accorde aux différentes fonctions de l'eau. Ces comptes ont quatre différents étages qui leur permettent de mieux s'ajuster. Le premier étage est le **compte de structure du système**, qui comptabilise les transformations subies par l'élément eau. Ensuite, on a le **compte en quantité (volume)**

³⁵ INSEE, "Les Comptes du Patrimoine Naturel", p 290, 1986.

indifférenciée qui comptabilise les stocks et les flux d'eau. Les deux derniers comptes sont les **comptes en quantités différenciées** et les **comptes de facteurs d'état en qualités reportées à l'eau**. Le compte en quantités différenciées divise les comptes en fonction des conditions d'accès et de leur utilisation.

Pour le **patrimoine eau**, on a deux comptes qui peuvent être effectués et qui rentrent dans le même cadre conceptuel que les ressources étudiées précédemment. On a d'abord les comptes d'éléments et les comptes des agents. Les **comptes d'éléments** comprennent un compte central des eaux continentales qui comptabilise tous les mouvements d'eau effectués pendant la période déterminée. Ce compte retrace les échanges d'eau avec l'extérieur, et les transferts d'eau entre les différentes masses d'eau (souterraines ou à la surface). Il comptabilise les entrées tant extérieures qu'intérieures ainsi que les prélèvements, l'évapotranspiration et les prélèvements effectués sur le volume d'eau. Son but est d'expliquer les variations qui entraînent un niveau donné de stock final. D'autre part, on crée un compte de liaison avec les agents qui décrit l'aménagement et l'exploitation de l'eau par les agents (prélèvements, apports, retours). Une fois ce compte fait, il est facile de faire un compte d'utilisation d'eau par les agents.

Parallèlement à la comptabilité de l'eau en quantité, la France a mis au point une comptabilité en fonction des qualités. Pour établir un bon système, on doit déterminer un bon estimateur de la qualité de l'eau. Pour cette rubrique, on a deux types de comptes, les comptes en volume d'eau et les comptes en facteurs de qualité. Les **comptes en volume d'eau** pourront mesurer l'eau en volumes de qualités spécifiques, ou les changements de qualité de l'eau dans un volume d'eau spécifié au préalable. Les **comptes en facteurs de qualité** peuvent comprendre des comptes des facteurs explicatifs d'un état donné en qualité d'eau et, les facteurs qui expliquent

le passage d'une qualité d'eau à une autre qualité d'eau. Ces deux comptes vont suivre la même structure qu'avant, il y aura un compte central qui va décrire les variations des qualités, ainsi que les échanges avec l'extérieur et l'intérieur. On aura aussi un compte de liaison, qui permet de mesurer l'influence que les agents ont sur la dégradation ou l'amélioration de la qualité de l'eau. En ce qui concerne les **comptes des agents**, on essaie de classer les différentes utilisations et utilisateurs d'eau. Ceci puisque l'utilisation de l'eau entraîne une détérioration de la qualité de l'eau. On divise ainsi les régions d'utilisation en secteurs spécialisés et on fait des classifications au niveau des utilisateurs qui comprennent les industries, les agriculteurs et les ménages parmi autres.

Le compte des agents permet de retracer les utilisations d'eau, et la différence entre le stock initial et le stock final. Il commencera par une mesure physique, mais après on pourrait l'évaluer monétairement puisqu'il existe un marché pour l'eau. Des agents qui utilisent l'eau l'intègrent dans leur production et dans leurs échanges et donc connaissent la valeur monétaire de l'eau. L'intervalle de temps le plus approprié pour ceci est celui qui s'applique le mieux à la comptabilité nationale, une année.

C) Valeur monétaire de ces ressources:

Les différentes méthodes d'évaluation monétaire des ressources naturelles sont présentées à la fin de l'ouvrage et ne représentent qu'une petite portion par rapport à la description physique des ressources. Pour l'INSEE, la meilleure façon de comptabiliser les ressources est la comptabilité physique puisqu'il est très difficile de pouvoir déterminer exactement la valeur d'un élément si on se concentre que sur le côté monétaire. Il y a beaucoup d'autres bénéfices que les ressources amènent qui ne sont pas mesurables en argent. Avec cette idée en tête, on essaie de déterminer quelle serait la façon la plus fidèle de pouvoir traduire les valeurs des ressources naturelles en unités monétaires. Plusieurs options ont été suggérées, qui s'adaptent aux ressources qu'on comptabilise.

1) La valeur du territoire:

Une façon d'estimer la valeur des ressources naturelles est d'utiliser la méthode de la valeur du terrain. Pour pouvoir donner une valeur aux terrains, l'INSEE propose une méthode qui consiste à multiplier les surfaces de chaque type de terrain par des prix unitaires, et ceci pour tout le territoire français. Malheureusement, on va retrouver des obstacles en calculant ces valeurs à cause de l'incertitude au niveau des prix. Ceci est encore plus vrai du fait que la valeur monétaire et la valeur écologique ne sont pas les mêmes. La fonction économique varie en fonction des constructions et des aménagements faits sur les terrains, tandis que la valeur écologique d'un terrain est plus élevée quand il n'a pas été dérangé par l'homme. Moins le

terrain a été exploité, plus il contribue à la santé environnementale. En effet, les terrains qui ont le plus de valeur écologique sont ceux qui sont les moins demandés dans le marché, comme les forêts et les zones humides.

2) Pétrole et Gaz naturel:

La détermination de la valeur des ressources comme le pétrole et le gaz naturel peut être moins difficile à cause du fait qu'il existe un marché qui permet de déterminer leur prix. Ainsi, plusieurs options nous sont présentées. La première est la **valeur actualisée des revenus futurs**

³⁶. On définit la valeur actuelle des réserves comme V_0

$$V_0 = \sum_{t=0}^T \frac{N_t Q_t}{(1+r_t)^t}$$

où N_t est le prix net moyen par unité de ressource (prix total moins coût d'extraction, de développement et d'exploration); Q_t est la quantité de ressources extraites au cours de t , et r_t est le taux d'intérêt. A partir de cette information on peut déterminer le changement des réserves de la période 0 à la période 1:

$$V_1 - V_0 = \sum_{t=1}^T \frac{N_t D_t}{(1+r_t)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{N_t E_t}{(1+r_t)^t} + (N_1 - N_0) Q_0$$

Dans cette équation D_t est l'accroissement de l'extraction en t résultant des découvertes faites en

³⁶INSEE "Les Comptes du Patrimoine Naturel", 1986, p 436.

période 1. E_t est la décroissance de l'extraction en t résultant de l'extraction au cours de la période 1. Ainsi, $V_1 - V_0$ représente la valeur actualisée de la découverte. Cette formule semble fiable, mais les incertitudes au niveau de r_t et des prix sont un problème. Face à ceci, trois alternatives surgissent: soit suivre l'hypothèse de Hotelling qui affirme que le prix net des ressources augmente au même rythme que le taux d'intérêt, soit faire l'hypothèse que, comme aux États-Unis, les prix et les coûts sont fixes et le taux d'intérêt est de 10%, ou bien, utiliser des estimations empiriques basées sur les expériences passées et présentes.

La deuxième méthode d'évaluation est celle du **prix du terrain**. On suppose que l'achat d'un terrain pétrolier est un investissement et que le prix payé pour ce terrain reflète la valeur des réserves.

3) Forêt:

Pour ce qui est de la forêt, trois systèmes de valorisation sont présentés. Le premier est la **valeur de consommation** qui correspond au produit du volume sur pied par le prix unitaire du bois de même diamètre. Cette valeur n'inclut pas la possibilité de reboisement puisque ceci entraînerait des pertes. Ensuite, on a la **valeur d'avenir**, qui correspond aux recettes attendues entre le présent et le moment de la coupe totale de la forêt. La troisième, et celle qui est la plus fidèle à la réalité serait la **valeur d'attente**. Celle-ci est la valeur d'avenir de la forêt supposant qu'on ne coupe pas d'arbres. La seule dépense à inclure serait la coupe rase. Le problème qui se présente quand on fait des estimations dans le futur, dans le cas de la forêt et des autres ressources est le taux d'intérêt.

Ces méthodes d'évaluation monétaire sont encore à leur début. Beaucoup de travail reste à faire, pour pouvoir refléter la valeur totale des ressources, non seulement leur valeur économique, mais aussi leur valeur écologique et sociale. Cependant, le travail de l'INSEE représente la proposition la plus complète et la plus claire qui existe jusqu'à maintenant. Il faudrait faire un peu plus de travail pour pouvoir aller plus loin et déterminer les valeurs avec plus d'exactitude.

II La Norvège:

La Norvège, comme la France, a développé un système de comptabilité nationale pour tenir compte des ressources naturelles. Cette initiative de comptabilité répond à une mise en question de la capacité des "comptes nationaux" de refléter les changements dans les ressources naturelles. Le but principal de la création de ces comptes est d'améliorer le système d'administration des ressources. Une fois qu'on connaît les ressources dont on dispose ainsi que leur quantité et qualité, on peut mieux les gérer. Pour pouvoir contrôler la production d'externalités et la dégradation des ressources, un inventaire très détaillé doit être fait. Pour accomplir cet objectif, quatre étapes ont été fixées ³⁷ qui vont permettre une meilleure administration des ressources. La première étape est d'obtenir une bonne connaissance et compréhension des sujets reliés aux ressources naturelles. La deuxième consiste à développer un système de contrôle et de recollection de données pour pouvoir mener à bout une surveillance et dresser un modèle sur le comportement de ces ressources. La troisième étape consiste à une analyse des politiques potentielles en utilisant des modèles qui peuvent donner une bonne évaluation des coûts et bénéfices de chacune de ces politiques. La quatrième étape est l'application des politiques jugées les plus bénéfiques pour les ressources, en utilisant les meilleures structures et outils pour accomplir cette tâche. D'autre part, l'information recueillie doit être présentée de façon à pouvoir la relier à l'information de type économique et social pour pouvoir faire une planification.

³⁷ Alfson, Knut H., Torstein B, and Lorents Lorentsen., "Natural Resource Accounting and Analysis: the Norwegian Experience 1978-1986", 1987, p 7.

A) Définitions:

La Norvège définit les ressources naturelles comme étant la base de l'activité économique. Dans ce pays, la première loi de la thermodynamique sert de base à la comptabilité des ressources ("rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme"). En conséquence, l'activité économique commence et finit dans la nature. Le système de production ne fait donc que transformer les ressources naturelles pour produire des biens finaux et des déchets. Pour eux, le déterminant commun parmi les ressources naturelles est le fait qu'elles ne peuvent pas être produites par l'homme, et leur mauvaise allocation aura des conséquences à long terme qui pourraient s'étendre à toute la biosphère ³⁸. On classifie les ressources en deux: les ressources matérielles et les ressources environnementales.

1) Ressources matérielles:

Les ressources matérielles sont des ressources "tangibles", que l'on peut extraire de la nature ³⁹. Le stock disponible est important, et devient la contrainte pour l'exploitation de la ressource. La qualité est importante, mais pas autant que la mesure du stock. Ces ressources peuvent être classées en différentes catégories, les ressources minérales, "biotiques" et circulantes ("inflowing").

³⁸ Alfsen, Knut H., Torstein B, and Lorents Lorentsen., "Natural Resource Accounting and Analysis: the Norwegian Experience 1978-1986", 1987, p 8.

³⁹ Alfsen, Knut H., Torstein B, and Lorents Lorentsen., "Natural Resource Accounting and Analysis: the Norwegian Experience 1978-1986", 1987, p 9.

a) Les ressources minérales :

La caractéristique principale des ressources minérales est le fait qu'elles soient non vivantes et non renouvelables. Parmi ces ressources, on compte le pétrole, le charbon et le gaz naturel. Le fait qu'elles soient non renouvelables est une notion de court terme qui implique que la reproduction des ressources peut s'étendre sur quelques siècles, tandis que l'exploitation de ces ressources s'étend seulement sur des années. Si le taux d'exploitation est beaucoup plus élevé que celui de reproduction, ces ressources deviennent "non renouvelables". Ces ressources, une fois extraites, ne vont jamais être disponibles dans leur état d'origine dans la nature.

b) Les ressources biotiques:

Les ressources biotiques regroupent les espèces vivantes telles que le bois et les poissons, qui sont des ressources renouvelables dans la mesure où l'on n'épuise pas les stocks. Ainsi, le but principal est de déterminer un niveau optimal d'exploitation de la ressource pour éviter la disparition des espèces. Ces ressources sont aussi considérées comme des "ressources potentiellement renouvelables".

c) Les Ressources courantes (inflowing):

Ces ressources sont celles qui rendent possible la vie humaine, telles que la lumière solaire et les cours d'eau. L'homme n'a pas le pouvoir de les transformer. Ces ressources

occupent une place très importante, puisque sans elles aucune production serait possible.

2) Ressources Environnementales:

Les ressources environnementales ne sont pas des ressources tangibles, mais plutôt des services fournis par l'environnement. Ces services sont essentiels à la survie de l'homme (terre, air) et sont des "biens publics" puisque personne a des droits de propriété exclusifs sur eux. Ces ressources sont non substituables et, du fait qu'elles ne sont pas échangeables, on ne connaît pas leur prix.

L'exploitation des ressources matérielles est importante, mais dépend de leur rentabilité économique et leur accessibilité. Ainsi, l'importance de la ressource dans l'économie et la vie humaine va déterminer la création d'un compte pour cette ressource. Les comptes de ressources vont être développés seulement dans le cas de ressources importantes du point de vue économique et social.

B) Cadre théorique des comptes:

1) Ressources matérielles:

Les comptes des ressources matérielles font une description complète du stock de la ressource, des réserves et des utilisations de la ressource, l'unité choisie étant l'unité physique. Ces comptes vont être divisés en trois: le compte de réserves, le compte d'extraction, de

conversion et d'échange et, le compte de consommation. Le premier compte, celui des **réserves**, fait l'inventaire des réserves développées et non développées, des nouvelles découvertes et des réévaluations des vieilles découvertes ainsi que de l'ajustement des réserves en fonction de la nouvelle technologie, les coûts de transport, etc... Le **compte d'extraction, de conversion et d'échange comprend**: l'extraction de la ressource, l'utilisation de la ressource dans le système d'extraction, ainsi que les exportations, les importations et les changements dans le stock. Le troisième compte, celui des **consommations**, mesure l'utilisation domestique; l'utilisation de la ressource comme bien final de consommation. Le poids de chaque partie dépend du rôle que les réserves, l'extraction et la consommation jouent pour la ressource en question. Si une ressource a beaucoup d'utilisations et d'acheteurs, la troisième partie sera plus importante que les deux autres. Tandis qu'une ressource qui doit être spécifiée en fonction de différents facteurs tels que l'âge et la localisation aura un compte de réserves beaucoup plus important que les deux autres rubriques.

2) Ressources Environnementales:

Ces comptes vont inclure l'information sur l'état et la qualité du service environnemental au début et à la fin de la période de référence. Pour pouvoir expliquer l'état final de la ressource, le compte doit mettre de l'avant de façon explicite quels ont été les facteurs qui expliquent les changements de la qualité de la ressource pendant la période. Ces facteurs peuvent inclure des polluants, des éléments nouveaux à l'intérieur de la ressource, etc... Le cadre théorique du compte des ressources environnementales est beaucoup plus flexible comparé aux

comptes des ressources matérielles. Ce compte va s'adapter à chacune des ressources individuellement; on n'a donc pas besoin d'un cadre théorique spécifique.

C) Le Système de Comptes des Ressources Naturelles:

Avant de commencer les comptes, quelques facteurs doivent être pris en considération. Pour faire un compte, trois grandes conditions doivent être rencontrées. D'abord, la ressource doit être économiquement ou politiquement importante. Deuxièmement, des statistiques de la ressource doivent être disponibles ou doivent être faciles à établir sans encourir dans de grosses dépenses. La troisième condition est que la structure et les définitions doivent suivre les définitions des comptes nationaux, avec la grande différence que les comptes nationaux sont exprimés en monnaie et les comptes des ressources naturelles en unités physiques. Des estimations monétaires des ressources naturelles vont permettre de lier les comptes nationaux aux ressources naturelles, mais, l'emphase sera placée sur les mesures physiques.

1) Les comptes de matière:

Les comptes de matière vont comprendre les ressources minérales, les ressources "biotiques" et les ressources courantes("inflowing").

a) Comptes d'énergie:

On commence d'abord avec le compte d'énergie qui inclut l'énergie hydro-électrique, le charbon, le pétrole et le gaz naturel. La première partie comptabilise les réserves et les corrections nécessaires à cause des changements de technologie ou de prix. Les réserves sont divisées en deux, les réserves non développées et les réserves développées. Les deux autres parties décrivent l'extraction et l'utilisation des réserves énergétiques dans l'économie. La partie II rassemble l'information sur la production de charbon, "coke", bois de chauffage, pétrole et gaz naturel et, ajoute aussi les importations et les exportations. La troisième partie est beaucoup plus longue et plus détaillée que les deux premières à cause des multiples utilisations de l'énergie dans la production et dans la consommation. Il faut considérer le fait que l'énergie est un intrant dans la plupart des produits industriels, mais elle est en même temps, un produit final que les ménages se procurent. C'est pour ceci que la partie III est prédominante par rapport aux deux autres.

b) Les comptes des minéraux:

Le compte des minéraux occupe une place très limitée à cause de leur rôle réduit dans l'activité économique du pays. Ce compte comprend le fer, le titane, le cuivre, le zinc et le plomb. L'évaluation de ces ressources se fait surtout au niveau des réserves et ceci pour une année. La disposition de ces données est très simple; ils énoncent les réserves le premier janvier de l'année en question, ensuite ils spécifient la quantité de métal extraite et la quantité de métal réévaluée, ce qui doit expliquer les réserves au 31 décembre de l'année en question.

c) Les comptes des forêts:

La forêt fait partie des ressources biotiques. Elle est donc en mesure de se reproduire, pourvu que le taux d'exploitation ne soit pas supérieur au taux de reproduction. En conséquence, les parties I et II du compte (réserves et extraction) vont être plus importantes que la partie III. L'accent doit se placer surtout sur l'obtention d'un niveau "optimal" d'exploitation de la forêt, qui ne va pas mettre en cause sa capacité de reproduction. Au niveau des réserves, la différence entre le stock initial et le stock final doit être expliquée par la quantité extraite, la quantité perdue et la croissance de la forêt. Ces mesures ont été faites surtout pour les pins, les sapins et les bois durs. Pour l'extraction et la conversion de forêts, on peut faire une liste des différentes transformations que subit le bois. On a par exemple des transformations en pâte de bois combustible, planches de bois et des déchets, entre autres. Ces transformations sont faites par différentes industries et secteurs de l'économie ce qui permet de diviser la production par secteurs.

d) Les comptes de poisson:

Les poissons sont une ressource différente de celles qu'on a vu auparavant. Celle-ci est une ressource mobile qui se reproduit régulièrement. La partie la plus importante sera donc la première, qui va décrire les stocks en fonction de leur âge et leur localisation géographique. A cause de l'importance du poisson dans les exportations norvégiennes, les échanges de poisson sont plus étudiés que dans le cas des autres ressources. Les comptes I et II ont beaucoup plus

d'importance que les comptes de consommation (comptes III). L'information est recueillie annuellement pour des espèces telles que la morue de l'arctique, la morue de la mer du nord, l'anglefin et le hareng et, ceci en tonnes. D'autre part, il existe une mesure des quotas pour chaque poisson, ainsi que la quantité pêchée entre 1977 et 1986. De cette façon, l'Institut norvégien de statistiques et, le gouvernement peuvent contrôler les prélèvements des ressources.

2) Les comptes environnementaux:

Les comptes environnementaux faits jusqu'à maintenant sont seulement des comptes d'utilisation de la terre et des comptes d'émissions polluantes dans l'air. Le but principal des comptes environnementaux est de mesurer et enregistrer l'état des ressources telles que l'air, l'eau et la terre. Cette mesure de la qualité est difficile à accomplir à cause de la multiplicité des mesures de qualité.

a) Comptes de la terre:

Le but de ce compte est de fournir l'information sur la disponibilité des terrains de différentes classes de qualité et, utiles pour différentes classes de production. La difficulté de recueillir des données concernant ceci, a poussé le Bureau Central de Statistiques norvégien à établir différents registres. Ces registres sont séparés en deux registres géocodés qui évaluent l'utilisation et la qualité des terrains. Ce travail est basé sur l'information tirée de cartes géographiques existantes et de photos aériennes. Le premier registre fourni de l'information sur

l'utilisation de la terre rurale et compte avec l'information d'un échantillon de 6000 points. Le deuxième registre a un échantillon de 135 000 points provenant de zones urbaines. Tandis que le troisième registre fournit de l'information sur les municipalités norvégiennes. Ainsi, à l'aide de cette méthode, en 1987, 12 des 19 comtés norvégiens étaient inclus dans les registres.

D) Analyse économique de ces ressources:

1) Énergie:

Le but des Norvégiens est de prévoir le niveau d'énergie qui sera consommée dans le futur. L'institut des statistiques fournit l'information et utilise le MSG (multi-sectoral growth model) pour aboutir à des résultats cohérents pour l'énergie. Plusieurs modèles d'évaluation seront développés, au niveau de l'offre d'énergie, ainsi qu'au niveau de la consommation. En conséquence, ces données sur l'énergie vont contribuer à la planification de l'offre et de la demande à long terme.

2) Pétrole:

Le but de l'analyse du marché du pétrole est de développer des modèles pour pouvoir fournir aux autorités de l'information et des prédictions pour ce marché. Pour aboutir à ce résultat, l'Institut des Statistiques fait une évaluation des réserves de la ressource et les coûts d'exploitation. Ces informations s'avèrent très utiles dans le cas de la planification de

l'utilisation de la ressource.

3) Ressources environnementales:

Le Bureau Central de Statistique utilise les prévisions et la planification de l'énergie et du pétrole pour estimer l'impact de ces éléments sur les ressources environnementales. Ces prédictions sont importantes puisqu'il s'agit de prévoir les niveaux de pollution de l'air et de l'eau. Pour prédire le niveau de pollution qui va se retrouver dans l'air pendant une certaine période, le Bureau utilise les plans de consommation de pétrole et, crée trois cas différents en faisant varier le prix du pétrole. Ainsi, on est capable de mesurer le niveau de pollution à différents niveaux de prix.

A partir de ces trois différents exemples on peut déceler le but principal de la comptabilité des ressources naturelles. Les Norvégiens visent à créer un plan pluriannuel qui va inclure les ressources économiques et les ressources naturelles. Ils veulent créer une planification socio-économique qui permet de mettre en commun les ressources naturelles et économiques. D'un côté, ils vont avoir les données économiques, de l'autre, les conditions de santé et les conditions sociales, ainsi que les données sur l'environnement. Ils utiliseront ces trois indicateurs pour déterminer le niveau de bien-être et donc pouvoir entreprendre le processus de planification.

Une très grande différence existe entre les deux propositions examinées jusqu'à maintenant. Le cas français fait une description physique des ressources, mais essaie de déterminer une valeur monétaire à ces ressources. Dans le cas norvégien, on ne fait jamais allusion aux valeurs

monétaires. A aucun moment on détermine une stratégie qui va permettre de donner une valeur monétaire aux ressources.

III Le Canada:

Le Canada a été préoccupé par les questions environnementales depuis les années 1970. Le point de vue du Canada est diamétralement opposé à celui des deux pays étudiés auparavant. Le Canada, plutôt que mettre l'accent sur la comptabilité physique des ressources, consacre plus de temps à déterminer quelle serait la meilleure valeur qu'on pourrait donner aux ressources. La description physique canadienne n'est pas aussi détaillée que celle des français et aborde cette description d'un point de vue très différent. Le seul rapport d'évaluation physique est celui publié en 1979 par David Rapport et Anthony Friend, intitulé " Projet d'établissement d'un système général d'information sur l'environnement au Canada: l'approche agression-réaction "⁴⁰.

A) Le système d'agression-réaction:

Ce système est le seul cadre théorique de description physique de l'environnement. Cette approche repose sur une orientation biologique et scientifique, qui veut mesurer la capacité de l'environnement à supporter des changements. Le but principal de ce système est de fournir de l'information sur le besoin de protéger l'environnement, pour augmenter la qualité de vie et surtout, pour montrer aux utilisateurs l'irréversibilité de leurs actions. Pour ce faire, on divise le territoire en différents écosystèmes. A partir de l'observation de ces écosystèmes, on peut relever les changements qui s'opèrent. Ces changements se manifestent de trois façons: des

⁴⁰Rapport, David., Anthony Friend., "Projet d'Etablissement d'un Système Général d'Information sur l'Environnement au Canada: l'Approche Aggression-Reaction", Statistique Canada, 1979.

changements dans la productivité primaire des écosystèmes, des variations dans les caractéristiques statiques d'un système ou des changements dans la biodiversité des écosystèmes. Ces changements représentent une agression à l'écosystème ⁴¹. Cette agression est une pression sur l'environnement naturel qui contribue à sa dégradation. On remarque que les quatre sources principales de pression sur les écosystèmes sont: la production de déchets, la récolte, l'extraction des ressources non renouvelables et la rééstructuration permanente de l'environnement. Avec ces données, il est possible de mesurer le rapport entre l'activité de l'homme et la dégradation de l'environnement ainsi que les réactions de ce dernier. Il est possible aussi, de déterminer jusqu'à quel point l'homme a contribué à cette dégradation.

Comme on peut le remarquer, ce système d'évaluation de l'influence de l'homme dans l'environnement est complètement différent des cas antérieurs. Malheureusement, les indicateurs de "STRESS" dans les écosystèmes ne sont pas des unités mesurables statistiquement. En effet, on ne connaît pas d'unité de mesure pour des éléments tels que la productivité primaire d'un écosystème ou ses éléments statiques. D'autre part, aucune référence à l'évolution monétaire est présente dans le rapport, puisque les auteurs jugent que la meilleure évaluation est l'évaluation physique.

Après cette initiative, les apports canadiens n'ont pas été très nombreux jusqu'à la fin des années quatre vingt, quand un autre courant d'évaluation surgit. Depuis ces années, on voit un intérêt à l'évaluation monétaire et au développement de comptes satellites des ressources naturelles plutôt qu'une évaluation physique. Le Canada, comme la France, ne considère pas inclure les

⁴¹Rapport, David., Anthony Friend., "Projet d'Etablissement d'un Système Général d'Information sur l'Environnement au Canada: l'Approche Agression-Réaction", Statistique Canada, 1979, p 81.

ressources naturelles directement dans les comptes nationaux. Pour les deux pays, au niveau de recherche actuel, il n'est pas question de modifier leur produit national brut. Cependant, ils considèrent une option, celle de créer des comptes satellites pour les ressources naturelles. L'avantage de ces comptes est qu'ils se situent à l'extérieur des comptes nationaux mais utilisent la même structure que la comptabilité nationale. Ces comptes peuvent s'adapter à divers sujets sans avoir besoin de modifier le produit national brut. Le Canada veut avoir quatre différents comptes satellites reliés aux comptes nationaux: un compte de stock des ressources naturelles, un compte pour leur utilisation, un compte d'émissions de polluants et de déchets et, un compte de dépenses environnementales ⁴².

B) Le problème de l'évaluation des ressources naturelles:

L'inclusion des ressources naturelles dans la comptabilité nationale va avoir de grandes conséquences dans la richesse du pays. Ainsi, avant de faire une évaluation monétaire des ressources naturelles, il faut avoir à notre disposition de l'information sur les stocks et les flux physiques, ainsi que sur les prix et les coûts. L'obtention de cette information est souvent difficile, ce qui rend l'estimation monétaire compliquée. En conséquence, plusieurs façons d'estimation sont disponibles dépendant de l'information dont on dispose. Ivan Gervais, dans son rapport " Some Issues in the Development of Natural Resources Satellite Accounts: valuation

⁴²Smith, Robert., "The linkage of Greenhouse Gas Emissions to Economic Activity Using an Augmented Input/Output Model", Statistique Canada, 1991, p 1.

of Non Renewable Resources" ⁴³, nous propose quelques unes des méthodes les plus couramment utilisées. Parmi ces méthodes on trouve la valeur présente, la Rente de Gray-Hotelling, la valeur d'échange et la valeur de remplacement.

1) L'approche par la valeur présente :

Celle-ci est la méthode la plus courante. Cette technique est utilisée par une grande majorité des économistes et a été considérée par les français dans leur système de comptes. Cette méthode actualise la valeur future des ressources. La formule pour la valeur présente est donc:

$$V_0 = \sum_{t=0}^T \frac{P_t Q_t}{(1+r_t)^t}$$

Où $P_t Q_t$ est le revenu futur produit par la ressource, T est le temps que la ressource va durer et, r_t est le taux d'intérêt si on suppose que les taux d'intérêts sont constants dans le temps ⁴⁴. Il est cependant difficile de calculer la valeur présente de la ressource, à cause qu'on ne connaît pas, avec certitude le taux d'intérêt, ni le niveau de prix ou de production dans le futur. Si nos estimations de ces variables sont faussées, nos calculs le seront aussi. D'un autre côté, le choix

⁴³Gervais, Yvan., "Some Issues in the Development of Natural resource Satellite Accounts: Valuation of Non-Renewable Resources", Statistique Canada, 1990.

⁴⁴Gervais, Yvan., "Some Issues in the Development of Natural Resources Satellite Accounts: Valuation of Non-Renewable Resources", Statistique Canada, 1990, p 6.

du taux d'intérêt est essentiel, puisqu'il fait intervenir les préférences temporaires. Il y aura aussi des incertitudes au niveau de Q , puisqu'on ne peut pas prévoir les progrès techniques qui permettent d'exploiter une ressource plus efficacement ou d'atteindre les ressources les plus difficiles à rejoindre.

2) La rente Gray-Hotelling:

Hotelling, dans son article de 1931,⁴⁵ conclut que le prix net des coûts d'exploitation des ressources naturelles doit, en équilibre et en régime de certitude augmenter suivant un taux égal au taux d'intérêt. Ainsi, la valeur présente des ressources serait une fonction des prix estimés et des réserves. L'équation de la valeur présente sera donc⁴⁶:

$$V_0 = (P_0 - C_0)R_0$$

où R_0 est la quantité de réserves, C_0 le coût marginal et P_0 est le revenu marginal.

⁴⁵Hotelling, Harold., The Economics of Exhaustible Resources, Journal of Political Economy, volume 39, 1931, p 170.

⁴⁶Gervais, Yvan., "Some Issues in the Development of Natural Resources Satellite Accounts: Valuation of Non-Renewable Resources", Statistique Canada, 1990, p 8.

3) La valeur d'échange: la méthode du prix du terrain:

Cette méthode fait intervenir les valeurs d'échange, ce qui rend les estimations plus fiables. Pour les investisseurs, la valeur des dépôts des ressources (V) est équivalente à la somme du coût des droits d'exploitation et des (redevances) royautés qu'il faut payer. Les royautés (redevances) représentent une proportion c de la valeur du dépôt des ressources. Si on appelle V la valeur du dépôt et D les droits d'exploitation, on a: $V=D+cV$, ce qui est équivalent à ⁴⁷ :

$$V = \frac{D}{1-c}$$

Les redevances ("royautés") peuvent être des fonctions du niveau total des ventes, de la quantité produite ou des profits. Cette approche n'est pas jugée très fidèle surtout à cause des différentes classes de redevances et, surtout, la difficulté qu'on a à les déterminer. L'avantage de cette approche est le fait qu'elle inclut des données du marché, à cause que les terrains sont échangés et ont un prix.

⁴⁷Gervais, Yvan., "Some Issues in the Development of Natural Resource Satellite Accounts: Valuation of Non-Renewable Resources", Statistique Canada, 1990, p 18.

4) L'approche de la valeur de remplacement:

L'inventaire perpétuel des ressources permet d'estimer les valeurs de remplacement. Cet inventaire va comptabiliser l'exploitation des ressources dès le moment qu'elles ont commencé à être exploitées jusqu'à aujourd'hui. Une fois cet inventaire effectué, on multiplie la quantité totale des ressources extraites par leur prix actuel, pour obtenir leur valeur de remplacement. Cette méthode repose sur l'hypothèse que les investisseurs donnent la même valeur à des biens d'investissement de même productivité. Ceci nous permet de faire une estimation de la dépréciation des ressources non renouvelables. La valeur de remplacement de la quantité extraite pendant une période déterminée, permettra de déterminer le coût de maintenir le stock de capital intact ⁴⁸.

Ces différentes propositions représentent un échantillon des approches économiques proposées par les chercheurs canadiens. D'autres options existent telles que la "valeur de richesse", "l'approche par la valeur du coût " ou "la valeur des livres" .

⁴⁸Gervais, Yvan., "Some Issues in the Development of Natural Resources Satellite Accounts: Valuation of Non Renewable Resources", Statistique Canada, 1990, p 19.

C) Exemple pratique : le cas des réserves de pétrole brut et de gaz naturel en Alberta:

La plupart des cas canadiens sont encore à l'étude; seuls les rapports sur le pétrole et le gaz naturel sont disponibles.

Cette étude comporte deux parties, la description physique des ressources et leur évaluation monétaire. Le but ultime de la création de ces comptes est de développer des comptes physiques et monétaires pour les réserves de pétrole et de gaz naturel pour l'ensemble du Canada. Selon le Plan Vert, on espère pouvoir couvrir une grande partie des ressources naturelles dans les comptes. Ces informations aussi vont permettre de contrôler l'exploitation de l'environnement pour pouvoir le conserver pour les générations à venir.

1) Définitions:

Une notion importante est la distinction entre les ressources identifiées et les ressources non identifiées. Les ressources identifiées sont les réserves découvertes dans les zones productrices qui sont exploitées au niveau de technologie et de prix actuels. Les ressources "non exploitées" (non identifiées) sont situées dans les régions non productrices ou sont classifiées comme non productrices du point de vue de la technologie et du prix.

a) Réserves établies:

L'information physique sur le pétrole brut et le gaz naturel est reportée seulement au niveau des réserves établies. Les réserves établies sont les réserves récupérables avec le niveau technologique actuel et les conditions économiques présentes et anticipées, des réserves qui ont été prouvées par l'exploration, avec un bon niveau de certitude ⁴⁹.

Dans l'évaluation physique des ressources naturelles, on tient compte des réserves établies ainsi que leurs variations. Ces réserves incluent les réserves développées et les réserves non développées (réserves qui ont déjà été prouvées mais qui vont être exploitées dans le futur avec un niveau de prix et de technologie différent). Aucune discrimination se fait entre les deux, à cause des limitations au niveau statistique.

2) Comptes physiques:

L'information physique sur les réserves de pétrole brut et de gaz naturel est fournie par le "Canadian Petroleum Association (CPA)" et le Alberta Energy Resources Conservation Board (AERCB)". Ces institutions ont calculé l'évolution des réserves de pétrole brut, de gaz naturel et d'autres gaz pendant la période comprise entre 1956 et 1990. Pour chacune de ces années, elles ont déterminé un stock initial, une variation nette et un stock final. La variation nette explique les changements des réserves au cours de chaque année et comprend: les nouvelles

⁴⁹Born, Alice., "Development of Natural Resource Accounts: Physical and Monetary Accounts for Crude Oil and Natural Gas Reserves in Alberta, Canada", Statistique Canada, 1992, p 5.

découvertes, le développement, la réévaluation et les récupérations dans les vieux puits (exploitation des puits qui avaient été délaissés auparavant) ainsi que l'exploitation et l'épuisement des ressources. A travers ces différentes catégories, on est en mesure de suivre de proche l'évolution des espèces et expliquer les changements produits. Ces données ont été aussi recueillies pour l'éthane, le propane, le butane et le sulfure.

3) Évaluation monétaire du pétrole et du gaz naturel:

Parmi les différentes façons d'évaluation monétaire présentées dans le rapport, trois méthodes ont été retenues. La méthode du prix net, la méthode de la valeur présente et, la méthode du coût de remplacement. Chacune de ces méthodes a été utilisée pour calculer la valeur du pétrole et du gaz naturel, et chacune a aboutit à des résultats différents.

a) Méthode du prix net:

La méthode du prix net a comme point de départ la théorie d'Hotelling qui affirme que le "prix net" des ressources (défini comme le prix moyen moins le coût marginal d'extraction de développement et d'exploration) va augmenter à un taux égal au taux d'intérêt.

Le prix net est calculé suivant la formule empruntée à Landefeld et Hines ⁵⁰, où on a:

$$PN_t = \frac{P_t Q_t - CV_t}{Q_t}$$

Où $P_t Q_t$ est le revenu total d'exploitation, CV_t est le coût variable et Q_t est la quantité produite en période t ⁵¹. La valeur qu'on obtient pour le prix net est après multipliée par la quantité de réserves restantes, pour obtenir la valeur totale des réserves en pétrole et gaz naturel. Une table est dressée avec cette information entre 1961 et 1989 ayant comme unité de mesure le million de dollars. A partir des tables on peut mettre en évidence les différents mouvements au niveau des prix du pétrole. La valeur des réserves augmente beaucoup aux alentours de 1973, et continue à monter jusqu'en 1986, quand la valeur des réserves baisse considérablement. Depuis 1986, la valeur des réserves a été basse par rapport aux années précédentes et a atteint le niveau le plus bas en 1988. De ceci on peut alors mettre de l'avant la diminution des prix du pétrole et, aussi, une réduction des réserves de pétrole.

⁵⁰ Landefeld J. Steven; James R Hines., "National Accounting for Renewable Natural Resources in the Mining Industries", The Review of Income and Wealth, vol 31, 1985, p 14.

⁵¹ Born, Alice., "Development of Natural Resource Accounts: Physical and Monetary Accounts for Crude Oil and Natural Gas Reserves in Alberta Canada", Statistique Canada, 1992, p 39.

b) Méthode de la valeur présente:

La valeur présente est très populaire parmi les économistes. Les français l'utilisent, de même que les Canadiens. La formule de la valeur présente est simple et, a été citée explicitement à deux reprises. Le but principal de cette méthode est de calculer la valeur présente du revenu futur tiré de l'exploitation des ressources naturelles. Le seul inconvénient de cette méthode est le taux d'intérêt qu'il faut adopter. Plusieurs options sont disponibles, selon Landefeld et Hines, le meilleur taux d'intérêt serait 10% de façon à atteindre une uniformité dans les hypothèses. Ceci demeure un sujet de grand débat. Si on compare les deux méthodes utilisées jusqu'à maintenant, on ne peut pas déterminer quelle serait la meilleure à appliquer. On remarque que pour quelques années, la méthode du prix net a une valeur élevée par rapport à la valeur actuelle, mais pour d'autres années, on note le contraire. En conséquence, on n'est pas en mesure de déterminer quelle méthode sous-estime ou surestime la valeur des réserves ⁵².

c) Méthode du coût de remplacement:

Dans cet exemple, le coût de remplacement inclut les dépenses géologiques et géophysiques, les coûts d'exploration, le coût de développement, le coût du loyer ou d'acquisition du terrain, ainsi que le coût d'option de l'argent investi dans cette exploitation. A partir de ceci, on détermine la valeur totale des réserves "retenues" (booked reserves) qui doit être

⁵² Born, Alice., "Development of Natural Resource Accounts: Physical and Monetary Accounts for Crude Oil and Natural Gas Reserves in Alberta Canada", Statistique Canada, 1992, p 42.

divisé par le nombre total de réserves ajoutées en période t , pour déterminer le coût de remplacement par mètre cube de pétrole ajouté aux réserves. Ensuite, une moyenne mobile de 5 ans est utilisée pour faire la moyenne des coûts et des réserves retenues (booked reserves)⁵³. Le coût des réserves retenues est après multiplié par le nombre de réserves établies restantes de pétrole brut pour obtenir la valeur des réserves de pétrole. Celle-ci est une des façons de calculer parmi d'autres. Un grand débat se concentre sur les valeurs qu'on devrait garder pour déterminer les "réserves retenues" à savoir si on inclut les dépenses d'acquisition du terrain ou non, où le coût d'option ou non. D'autre part, la moyenne mobile de 5 ans est seulement un cas particulier, puisqu'on pourrait la remplacer par une autre. Dans ce rapport, le coût de remplacement est calculé pour le pétrole et pour le gaz naturel en fonction des différentes approches de la notion de coût de remplacement. Ainsi, quatre différentes valeurs sont déterminées, dépendant des éléments qu'on inclut dans les "réserves retenues" (booked reserves) et la moyenne mobile qu'on choisit.

A partir des calculs faits auparavant, on est en mesure de dresser des comptes de réconciliation, en utilisant les méthodes de prix net, valeur présente, et le coût de remplacement. Ces comptes de réconciliation présentent un stock initial et un stock final ainsi que des changements dans les réserves et les réévaluations des réserves causées par des changements dans les prix. Ce compte de réconciliation regroupe les données physiques et monétaires en même temps. La première partie retrace l'évaluation physique de la ressource. On commence par un stock initial, ensuite on ajoute les "additions aux ressources" (qui comprennent les découvertes, les réévaluations, puis

⁵³Born, Alice., "Development of Natural Resource Accounts: Physical and Monetary Accounts for Crude Oil and Natural Gas Reserves in Alberta Canada", 1992, p 45.

les prélèvements) qui vont expliquer le stock final. Ensuite, on détermine les valeurs par unité; les valeurs monétaires de chaque mètre cubique, et ceci à l'aide des différentes propositions. Les comptes monétaires ont la même structure que les comptes physiques, sauf qu'ils sont en millions de dollars. Pour les comptes monétaires, on a un compte initial, des additions et des prélèvements, qui expliquent le stock final. Une seule différence peut être relevée, et celle-ci est la réévaluation, qui pourrait correspondre à une nouvelle évaluation à cause des changements dans les prix.

A travers le rapport canadien, on peut remarquer la difficulté dans l'évaluation économique des ressources naturelles. Plusieurs méthodes et plusieurs points de vue peuvent être adoptés, qui vont entraîner des résultats opposés à ceux qu'on aurait eu si on aurait adopté une méthode différente. Celui-ci est juste un premier essai de comptabilité. Sûrement, le développement de la littérature dans ce domaine et la vérification des données avec le temps vont nous guider vers la meilleure méthode d'estimation. D'autre part, le Canada ne pense pas se limiter au pétrole et au gaz naturel; des recherches sont mises au point pour faire des comptes de la forêt et, éventuellement, pouvoir couvrir toutes les ressources naturelles. Ce rapport est unique dans l'effort qu'il a fourni pour couvrir toutes les possibilités d'évaluation monétaire. Ceci fait cet ouvrage unique dans la comptabilité économique des ressources naturelles.

IV Costa Rica:

La plupart des tentatives de comptabilité des ressources naturelles s'est déroulée dans les pays développés. Cependant, ces pays représentent une minorité quand il s'agit de l'ensemble des ressources naturelles du monde. En effet, une grande partie des ressources naturelles vitales du monde se trouve dans les mains des pays sous développés. Un effort de comptabilité doit donc être mis au point au niveau des pays sous développés pour éviter une plus grande dégradation des ressources naturelles. Plusieurs pays ont commencé leurs recherches, mais seulement les Philippines, le Costa Rica et l'Indonésie ont publié leurs résultats. Une prise de conscience de la fragilité des écosystèmes s'impose dans ces pays, puisque leur source principale de richesses exportables est l'environnement. Ceci est le cas pour le Costa Rica et l'Indonésie en particulier. C'est pour ceci que le World Resource Institute a décidé de faire des études dans ces pays pour déterminer le niveau de dégradation de l'environnement. Repetto, à travers ses rapports, propose une réforme à la comptabilité basée sur la théorie du capital. Comme beaucoup d'autres auteurs, il insiste que les ressources naturelles devraient être incluses dans la notion du capital, de façon à traiter l'exploitation des ressources naturelles comme une consommation de capital et non pas comme une génération de revenu. Une autre considération qu'il met de l'avant est le fait qu'il faut maintenir un niveau de ressources disponibles pour l'existence des générations futures, et, il faut conserver et ne pas détériorer les ressources qu'on a actuellement. L'étude des ressources du Costa Rica suit la même structure des études présentées, à savoir: une évaluation physique des ressources suivie d'une évaluation économique.

D) Comptabilité des ressources:

A) La forêt:

1) Comptes physiques:

L'évaluation physique de la forêt commence par une division du territoire national en unités écologiques homogènes. A partir de leur étude, 860 différentes unités écologiques ont été dénombrées. Une fois cette division faite, ils procèdent à calculer la variation du niveau des forêts pour chaque classe d'arbre. Les calculs de la variation se font à deux niveaux, au niveau du volume de bois, ou, au niveau de l'aire de la forêt. Quelque soit l'unité de mesure, la variation est calculée en faisant la différence entre la quantité de bois à la fin de la période et la quantité niveau au début de la période.

2) Comptes Économiques:

Pour Repetto, la dépréciation économique causée par la perte d'une ressource naturelle est la valeur présente de tous les bénéfices fournis par cette ressource. Dans le cas de la forêt, la valeur du bois sur pied (stumpage value) approche la notion de dépréciation économique. Théoriquement, en concurrence parfaite, la dépréciation économique et la valeur du bois sur pied seraient égales. Pour le cas des arbres, il définit la valeur du bois sur pied comme étant la différence entre le prix final du marché du bois et le coût d'abattement, d'extraction, de transport

et de préparation du bois ⁵⁴. Le bois gaspillé pendant l'abattement et le transport est aussi inclus dans la valeur du bois sur pied. Donc, la valeur du bois sur pied serait équivalente à la dépréciation économique des forêts. Dans le calcul des ces valeurs, trois classes différentes de bois ont été considérées, du bois dur, moyen et mou. Ces coûts sont exprimés en "colones" par mètre cubique de bois. A partir de ces études, ils ont été en mesure de déterminer la marge de profit à partir de la coupe de bois et de son traitement qui était équivalente à 6% en termes réels. Quelques ajustements ont eu lieu pour faciliter la réconciliation entre les comptes physiques et les comptes économiques. Un des ces ajustements concerne le bois de moins de 50 centimètres de diamètre. Cette classe de bois n'a pas été incluse ni dans les comptes physiques ni dans les comptes économiques. Un autre problème qui se présente est la coupe des arbres jeunes; dans ce cas, ces arbres sont évalués en fonction des rendements futurs. Ce modèle inclut une période de révolution de 15 ans; si les arbres sont coupés avant ce temps, la valeur du bois sur pied sera réduite de

$$\frac{1}{(1+i)^{pr-1}}$$

où pr est la période de révolution et i est le taux d'intérêt ⁵⁵, pour indiquer que le revenu ne sera pas réalisé avant la fin de la période de révolution. Ainsi, la dépréciation à cause de la déforestation des forêts présente deux volets. D'un côté, on a la valeur du bois marchandable

⁵⁴Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 24.

⁵⁵ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 24.

pendant l'année que la déforestation s'est produite. Une deuxième partie représente les revenus venant du bois perdus quand la forêt est transformée pour d'autres utilisations. Repetto essaie aussi d'inclure dans son calcul, l'évolution des forêts secondaires dans la valeur ligneuse. A partir de son évaluation, il est en mesure de dire que la destruction des forêts du pays a absorbé plus que l'ensemble de la contribution économique du secteur de la forêt entre 1970 et 1989 ⁵⁶.

B) Comptes de la terre:

Au Costa Rica, comme dans la plupart des pays d'Amérique Latine, des régions sont défrichées pour faire de l'élevage ou de l'agriculture. Malheureusement, les terrains qui avant étaient boisés et que maintenant sont utilisés pour la production n'ont pas une vie productive très longue. En effet, les nutriments disparaissent avec l'utilisation, ce qui entraîne l'érosion qui à long terme peut aboutir à la désertification. Avec l'utilisation abusive de la terre, la capacité de production de la terre baisse, ce qui fait que les revenus des cultivateurs baissent et va les pousser à abandonner les terrains.

⁵⁶ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 30.

1) Comptes Physiques:

L'érosion est un phénomène qui est difficile à mesurer. En conséquence, l'information sur ce sujet n'est pas très abondante. Pour faire face à ce manque, Repetto crée un modèle paramétrique pour évaluer la perte de terre. Dans ce modèle, plusieurs facteurs qui influent sur l'érosion sont inclus. On y trouve la pluie et l'écoulement (R), la propension du terrain à être érodé (K), la longueur de la pente du terrain (L), le degré de la pente (S), le paramètre d'affectation du terrain (C) ainsi que le facteur lié aux pratiques de conservation du terrain (P). L'équation est alors: $A=R.K.L.S.C.P$ où A représente la perte de terre par unité de surface ⁵⁷. A partir de cette équation on peut déterminer le niveau d'érosion total pour chaque classe de terrain. Ensuite, il nous faut déterminer le niveau d'érosion non soutenable, qui est obtenu par le niveau total d'érosion moins le niveau d'érosion tolérable pour chaque type de climat. On est donc en mesure de déterminer quelle proportion de l'érosion n'est pas une conséquence de phénomènes naturels. Une fois qu'on obtient l'érosion nette par hectare, on la transforme en données au niveau des nutriments les plus importants, tels que l'azote, le phosphore et le potasse. Seules les pertes de ces trois nutriments sont considérées.

A l'aide de cette méthode, Repetto a réussi à déterminer quelles sont les cultures qui affectent le plus la qualité de la terre. Il a conclu que les "récoltes annuelles" affectent le plus la terre, mais que l'élevage joue aussi un rôle important au niveau de l'érosion. Selon lui, de 1970 à 1989, 2.2 milliards de mètres de terre ont été érodés. Et, une grande partie de cette érosion a été

⁵⁷ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 35.

provoquée par les cultures (ou récoltes) annuelles ⁵⁸.

2) Comptes Économiques:

Dans le cas de la terre, comme pour les autres ressources, sa valeur est égale à la valeur présente des revenus qu'elle va entraîner ⁵⁹. Sa dépréciation se produit quand un déclin dans la productivité réduit sa valeur. En plus, cette dépréciation va entraîner des pertes économiques pour toutes les années suivantes. Repetto présente deux façons de déterminer la valeur de la dépréciation de la terre. La première approche est la méthode de mesure de la productivité, qui vise à mesurer les pertes de productivité; tandis que la deuxième approche est celle du coût de remplacement. Selon lui, l'approche de la productivité est beaucoup plus exacte que la deuxième, mais à cause du manque d'information, la deuxième est préférable. Avec cette méthode, on essaie de déterminer la valeur de la dépréciation de la terre à travers le coût de remplacement des nutriments de la terre. On essaie de déterminer le coût de remplacer les nutriments perdus avec des engrais disponibles dans le marché. La formule qu'on applique est donc:

$$VSD=(QN_{tot}-QN_{tol})-(f_a)(P_f+C_f),$$

où VSD est la valeur de la dégradation de la terre, QN_{tot} est la quantité totale de perte de terre, et QN_{tol} est la quantité tolérable de perte de terre. f_a est le facteur lié à l'efficacité des engrais, P_f est le prix d'une marque déterminée d'engrais, et C_f est le coût d'application d'une unité

⁵⁸ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resources Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 41.

⁵⁹ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 33.

d'engrais ⁶⁰. On remarque que le coût d'application d'une unité d'engrais inclut la durée de l'application et de la main d'oeuvre. Ces coûts n'incluent pas le coût de transport puisque ceci ferait augmenter la valeur de la perte de terre pour les terres éloignées. Une fois le volume déterminé et exprimé en fonction des nutriments essentiels, on détermine le prix que l'on devrait payer pour l'engrais de remplacement.

A l'aide de ces calculs, ils ont été en mesure de déterminer que la culture qui entraîne le plus de perte de terre par hectare est la culture annuelle. De même, ils ont trouvé que la valeur des nutriments était entre 6.5% et 13.3% de la valeur ajoutée annuelle dans l'agriculture ⁶¹. Aussi, Repetto tient compte des conséquences de cette érosion qui vont au delà de la perte de nutriments. L'érosion augmente la sédimentation dans les rivières et les fleuves, des changements dans la qualité de l'eau, ainsi que des problèmes dans la production d'énergie hydro-électrique. Tous ces problèmes entraînent des coûts économiques qui devraient être calculés aussi, mais qui à cause du manque de données sont difficiles à faire.

⁶⁰ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 34.

⁶¹ Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 42.

C) Compte des poissons:

Depuis quelque temps, on remarque que les bancs de poisson sont surexploités partout dans le monde. Le Costa Rica ne constitue pas l'exception, puisque leur stock de poissons se réduit remarquablement. D'un côté on a un nombre très grand de bateaux qui pêchent, en même temps qu'on assiste à une baisse de la productivité totale de la pêcherie et une baisse dans le nombre d'espèces de haute valeur dans les pêcheries. Cette surexploitation peut entraîner la disparition des espèces, c'est pour ceci qu'il faut mesurer la taille des bancs de poisson pour y exercer un contrôle plus strict.

1) Comptes Physiques:

La tâche de mesurer les bancs de poisson est assez difficile surtout au niveau de la détermination de l'unité de mesure. Ils ont donc choisi la biomasse comme unité de mesure. Ils ont créé un modèle pour comptabiliser les variations dans le stock de poissons. A partir de l'information disponible, on essaie de déterminer le niveau de rendement soutenable des bancs de poisson qui va être fonction du niveau d'effort fourni par les pêcheurs et de la quantité de poisson pêché. Puisqu'on a de l'information sur les pêches et l'effort fourni par les pêcheurs seulement, on peut utiliser la relation entre la biomasse du poisson et les pêches par unité d'effort pour déterminer la tendance du déclin de la biomasse pendant la période. Le rendement soutenable de la ressource peut être ainsi exprimé par rapport à F , le niveau de mortalité du poisson et de q , le coefficient de pêche (catchability).

On peut alors l'exprimer de façon:

$$\frac{Y}{\left(\frac{F}{q}\right)} = e^{(a+bf)}$$

où f est l'effort de pêche et Y est le rendement annuel ⁶². L'effort de pêche varie en fonction du nombre de bateaux et de leur taille. Puisque la taille du bateau détermine son efficacité pour pêcher, on essaie de ramener l'efficacité de chaque bateau à une unité standard, la "lancha kw". Cette unité transforme les kilowatts de puissance en lanca kw. Une fois le rendement soutenable de la pêcherie déterminé, on peut faire le calcul de la dépréciation des bancs de poisson.

2) Comptes Économiques:

La valeur d'une pêcherie est la valeur présente escomptée des rentes futures soutenables pour un niveau donné d'effort. Ainsi, le revenu annuel pour un niveau d'effort donné est égal au rendement soutenable de la ressource fois le prix moyen de la ressource moins le coût total de pêche. En ce qui concerne la rente économique annuelle, elle est obtenue en calculant le prix par unité de production et les coûts par unité d'effort pour chaque année. Ces coûts sont obtenus en faisant la moyenne pondérée des prix pour les différentes classes de poisson. Pour ce qui est des coûts, ils incluent l'intérêt sur les biens d'investissement, leur dépréciation, ainsi que

⁶² Repetto, Robert., "Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica", World Resources Institute, 1991, p 56.

l'essence utilisée pour les déplacements et les coûts liés à l'exploitation.

Conclusion:

Les méthodes de comptabilité des ressources naturelles qui existent sont très différentes les unes des autres et leur orientation varie en fonction du pays auquel on l'applique. Il est alors essentiel de déterminer quelles sont les méthodes qui reflètent le plus fidèlement la valeur des ressources; valeur qui doit inclure les valeurs marchandables ainsi que les valeurs économiques non marchandables. La meilleure façon de les comptabiliser, comme on l'a vu dans la plupart des cas, est de commencer par faire des comptes physiques. En faisant ces comptes physiques, on aura une description quantitative et qualitative des ressources qui sera très utile lors de la comptabilité économique. Sous cet aspect, le système français semble le plus approprié. Le niveau de détail atteint par ces comptes est très élevé, et les français sont en mesure de suivre de très près les changements dans chacune des espèces naturelles. En ce qui concerne l'évaluation monétaire, la technique la plus souvent utilisée est celle de la valeur présente même si elle a des limites, telles que la détermination des taux d'intérêt et des prix des services dans le futur. Jusqu'à maintenant, elle s'avère la plus exacte pour atteindre l'évaluation monétaire. Il est cependant impératif de commencer par une base de données physiques très robuste pour ensuite leur donner une valeur monétaire.

La comptabilité environnementale a fait de grands pas depuis la fin des années quatre vingt, mais malheureusement plus de recherche reste à faire en ce qui concerne la valeur monétaire à assigner aux ressources. Actuellement, les données monétaires des ressources ne sont pas très exactes, ce qui rend la comptabilité physique plus fiable. Un développement important dans ce domaine sera la publication du système de comptabilité nationale environnementale des Nations Unies, qui va guider les recherches et va unifier l'évaluation de ces ressources à travers le monde.

Annexe A:

	<u>Ressources Incluses</u>	<u>Evaluation Economique</u>	<u>Classe de Comptes</u>
<u>Nations Unies</u>	Au début, seules les ressources significatives du point de vue économique seraient incluses. Eau, air, terre, animaux, arbres, poissons et les activités de défense et de protection de l'environnement.	Approche par la valeur ajoutée (au niveau des coûts) et approche par la demande finale.	Comptes Satellites
<u>France</u>	Eaux continentales et marines, le sol, l'air, les matières énergétiques, les espèces animales et végétales.	Valeur du territoire, et valeur actualisée des revenus futurs.	Comptes Satellites qui comportent trois volets: les comptes d'éléments, les comptes des écozones et les comptes des agents.
<u>Norvège</u>	Energie, forêts, poissons, terre et pétrole.		But de la comptabilité est de changer la planification nationale. Trois comptes: les comptes des réserves, les comptes d'extraction, de conversion et d'échange et les comptes de consommation.
<u>Canada</u>	Pétrole brut et gaz naturel.	La rente Gray-Hotelling, méthode du prix du terrain, valeur présente et valeur de remplacement.	Pas de modification du PNB. Création de comptes satellites.



<u>Costa Rica</u>	Forêt, la terre.	Coût de Remplacement (cas de la terre); valeur de la pêche.	Cherchent à inclure ces comptes dans les comptes nationaux.
-------------------	-------------------------	--	--



.



BIBLIOGRAPHIE:

Alfsen, Knut H., Torstein Bye and Lorents Lorentsen (1987):

Natural Resource Accounting and Analysis: The Norwegian Experience: 1978-1986;
Central Bureau of Statistics of Norway, Oslo.

Born, Alice. (1992):

Development of Natural Resource Accounts: Physical and Monetary Accounts for
Crude Oil and Natural Gas Reserves in Alberta, Canada; Document de Travail 11,
Manuscrit non Publié, Statistiques Canada, Ottawa.

Common, Mick., and Charles Perrings., (1992):

Towards an Ecological Economics of Sustainability., à venir dans Ecological Economics.

Costanza, Robert., and Herman E. Daly., (1992):

Natural Capital and Sustainable Development, Conservation Biology, Volume 6, No 1,
p 37-46.

El Serafy, Salah.(1989):

The Proper Calculation of Income from Depletable Natural Resources dans
Environmental Accounting for Sustainable Development, édité par Yusuf J.Ahmad,
Salah El Serafy et Ernst Lutz, World Bank, Washington, p 10-18.

Friend, A. et D. Rapport. (1979):

Projet d'Etablissement d'un Système Général d'Information sur l'Environnement au
Canada: L'Approche Agression-Réaction; Statistiques Canada, catalogue 11-510,
Ottawa.

Friend, Anthony (1992):

Environmental and Resource Accounting in Developing Countries, IREE-CIDA
Workshop, dans Ecological Economics: Emergence of a New Development Paradigm,
nov 1992, Rockland, Ontario.



Gervais, Yvan. (1990):

Some Issues in the Development of Natural Resource Satellite Accounts: Valuation of Non-renewable Resources; Document de Travail 4; Manuscrit non Publié, Statistiques Canada, Ottawa.

Hartwick, John M. (1989):

The Non-renewable Resource Exploring-Extracting Firm and the $r\%$ Rule; Queen's University, Department of Economics Discussion Paper No 741.

Hartwick, John M. (1990):

Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation; Journal of Public Economics, vol 43, p 291-304.

Hartwick, John M. (1990):

Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation; Queen's University, Department of Economics Discussion Paper No 771.

Hartwick, John M. and Lindsey, R.(1989):

NNP and Economic Depreciation of Natural Resource Stocks; Queen's University, Department of Economics Discussion Paper No 741.

Hartwick, John M. (1992):

Deforestation and National Accounting; Environmental and Resource Economics, vol 2 No 5, p 513-521.

Hotelling, Harold.(1931):

"The Economics of Exhaustible Resources", Journal of Political Economy, volume 39, p 137-175.

Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (1986):

Les Comptes du Patrimoine Naturel, Paris.

Landefeld, J.S and Hines, J.R (1985):

National Accounting for Non-renewable Natural Resources in the Mining Industries; Review of Income and Wealth, vol 31, p 1-20.

Peskin, Henry M.(1981):

National Income Accounts and the Environment, Natural Resources Journal, volume 21, p 511-537.



Peskin, Henry M.(1989):

A Proposed Environmental Accounts Framework, dans Environmental Accounting for Sustainable Development, edited by Yusuf J.Ahmad , Salah El Serafy and Ernst Lutz, UNEP-World Bank, New York, p 65-78.

Repetto, Robert. (1991):

Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica, World Resources Institute, Washington.

Smith, Robert. (1991):

The Linkage of Greenhouse Gas Emissions to Economic Activity Using an Augmented Input-Output Model; Document de Travail 9, Manuscrit non Publié, Statistiques Canada, Ottawa.

Solow, Robert, M. (1973):

The Economics of Resources or the Resources of Economics., Papers and Proceedings of the Eighty-Sixth annual meeting of the American Economic Association, New York, dec 28-30.

United Nations (1968):

A system of National Accounts, Studies in Methods, Series F, No 2, New York.

United Nations (1990):

SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting; Preliminary Draft of the Part I: General Concepts, New York.

