



Une méthode d'analyse causale et essai d'application à la déforestation tropicale

Jean-Paul Ledant¹

Rue des Fusillés, 7

B-1340 Ottignies Tél : 010.41.73.01 E-mail : idd@iddweb.be

Résumé

Une approche d'analyse des causes de processus indésirables et complexes est proposée et appliquée à la déforestation tropicale. La méthode combine l'analyse systémique et la technique de l'arbre à problèmes. La première étape consiste en une analyse large des liens de causalité, y compris les rétroactions, sans jugement de valeur. La seconde étape consiste à sélectionner explicitement les causes problématiques et à rendre les relations linéaires, de manière à aboutir à un arbre à problèmes, base pour dégager des objectifs et stratégies de réponse. La déforestation tropicale est ainsi analysée, 37 causes sont identifiées, réduites à 32 problèmes, donnant lieu à 14 objectifs potentiels, la plupart externes au secteur forestier. Cette approche aide à distinguer explicitement les causes à combattre des autres.

Abstract

This paper suggests an approach aimed at analysing the drivers of undesirable and complex processes and tests it to the tropical deforestation. The method combines a systemic analysis with the problem tree technique. The first step consists of a broad analysis of causality links, including feedback loops, without any value judgment. The second step consists of selecting explicitly problematic drivers and of breaking the loops, in order to obtain a problem tree, which is a basis for defining objectives and response strategies. The analysis of tropical deforestation shows 37 causes, with 32 problems and 14 potential objectives, most of them external to the forest sector. This approach helps make an explicit distinction between drivers to be addressed and others.

1. Introduction

Désigner les racines d'un mal les expose naturellement à être combattues, et d'ailleurs ne poursuit souvent pas d'autres fins. Aussi est-on le plus souvent incité à dénoncer les causes les moins aimées et à taire celles que l'on souhaite préserver, cela surtout dans le cas de processus largement décriés soumis à une multiplicité de facteurs possibles et controversés. De ce fait il est généralement malaisé d'accepter en confiance les écrits qui dénoncent les causes sous-jacentes de grands problèmes complexes tels que les dégradations de l'environnement global, sans argumenter la sélection qu'ils opèrent entre celles mises en exergue et celles passées sous silence.

¹ Jp.ledant@skynet.be

Une compréhension correcte des liens de causalité objectifs est pourtant indispensable pour concevoir des réponses efficaces, qui s'attaquent à des causes réelles du problème à combattre avec un impact effectif sur ce dernier. La transparence de l'analyse des causes est de même essentielle pour en assurer la compréhension et une confiance dans les conclusions. En même temps il est logique d'accepter une sélectivité dans l'identification des causes, dans la mesure où une dispersion des efforts de réponse sur un éventail trop large de facteurs réduirait leur efficacité. De même une forme de partialité, au sens d'une prise en compte des préférences, se justifie dans le souci d'obtenir l'impact le meilleur dans la globalité de ses aspects, y compris les effets étrangers au problème de départ. Ce qui est mis en question ici n'est donc pas le fait de choisir des causes ou de n'en présenter que certains aspects, mais la logique et la transparence de ce choix. C'est pourquoi cet article cherche à structurer et à expliciter une démarche d'identification et de sélection de liens de causalité.

Pour tester la méthode, le cas de la déforestation tropicale a été choisi, car il s'agit d'une problématique globale complexe, aux implications majeures, notamment pour la biodiversité et le climat, et dont les analyses les plus popularisées sont largement influencées par les intérêts partisans qu'elle met en jeu et les réactions militantes qu'elle soulève.

2. Principes de la méthode

Puisque la démarche proposée vise à expliciter un processus de choix, il s'agit en une première phase d'élaborer une vision large des causes et ensuite de la rétrécir par sélection.

2.1. Première phase : l'analyse générale des causes

Afin de ne pas restreindre prématurément et à la légère l'éventail des solutions envisageables, l'identification des causes est d'abord aussi complète que possible. A priori toute cause est donc identifiée, cela selon des catégories larges, afin d'éviter à la fois les lourdeurs d'un excès de détails et le risque d'omissions. Seules sont à exclure d'emblée les causes sans intérêt pratique, à savoir celles qu'il est impossible ou peu pertinent de modifier : sont donc rejetés les événements terminés qui ont pu déclencher le phénomène étudié, les facteurs immuables et les causes les plus profondes, sous-jacentes à des facteurs plus difficiles à cerner ou à maîtriser qu'elles.

Comme les causes immuables sont exclues, chaque cause retenue correspond à une variable temporelle, et se définit à la fois par celle-ci et son état, donc en principe par un substantif et un adjectif ou un participe.

Aucune autre sélection n'étant encore opérée, l'analyse est neutre. Seul le problème de départ, qui fonde la démarche est reconnu comme tel et aucun jugement de valeur n'est encore porté sur ses causes. Celles-ci sont donc identifiées sans préjuger du sort qui leur sera réservé, et abstraction faite de notre opinion sur leur caractère désirable ou non. Il faut de ce fait surmonter la propension à pointer l'absence des solutions particulières que l'on souhaite préconiser.

Si les causes passées sont éliminées d'emblée, l'histoire n'est pas ignorée pour autant : elle sert à identifier ce qui, en l'état actuel, a changé depuis un passé où le problème de départ n'existait pas. Ainsi peuvent être identifiées deux sortes de causes :

- Les causes actives : les variables dont un changement en cours ou passé (mais aux résultats encore actuel) contribue au problème de départ. Pour formuler une cause active, on recourt à une locution comparative qui exprime en quoi la variable

considérée est dans un état différent de l'état initial, étant entendu que c'est cette différence qui contribue au problème étudié. La réflexion est guidée ici par la question de savoir « qu'est-ce qui, ayant changé depuis l'époque où le problème ne se posait pas, peut expliquer qu'il se pose aujourd'hui? ».

- Les causes passives : les variables dont l'absence ou l'insuffisance d'un changement contribue à ce que le problème se maintienne. Ces causes sont exprimées en termes relatifs par rapport à la situation qui aurait un effet positif sur le problème initial. Par exemple on utilise des adverbes de degré tels que « relativement », « très », « fort » ou leur contraire.

Une distinction explicite entre ces deux formes de causes, actives et passives, est utile parce que, en cherchant séparément dans chaque catégorie, on réduit les risques d'omission. Elle aide aussi à vérifier les liens logiques, puisqu'en principe aucune cause active ne peut s'expliquer uniquement par des causes passives. Elle permet en outre de lever les confusions et malentendus liés à ce que le concept de cause est perçu tantôt dans un sens étroit (causes actives) tantôt dans un sens plus large (incluant les causes passives). Cependant lorsque vient à l'esprit un facteur dont on ignore dans quelle mesure ou dans quel sens il a changé, il n'est pas indispensable de le classer dans l'une ou l'autre catégorie.

Les relations causes-effets sont analysées de manière systématique, de manière à identifier de proche en proche les causes directes et indirectes en fonction de leurs liens logiques et des connaissances des faits. Tous les liens jugés non négligeables sont pris en compte, y compris ceux qui forment des boucles de rétroaction.

Cette analyse est possible sous forme graphique (par un jeu de flèches illustrant les relations) ou sous forme de matrice carrée (croisant la liste des causes avec elle-même pour identifier les liens propres à chaque couple de causes), les deux outils pouvant être combinés : le premier présente l'avantage d'une meilleure visualisation et préparation de l'arbre des problèmes, le suivant celui de faciliter la vérification deux à deux des liens. Une grande rigueur logique est dans tous les cas requise, interdisant les recouvrements d'idée entre deux causes, les incohérences (on ne doit pas accuser un fait et son contraire) et l'intransitivité des causes (la cause d'une cause d'un facteur donné doit être une cause de ce même facteur).

2.2. Deuxième phase : tri et cheminement vers un diagramme de problèmes

La deuxième phase est celle où l'on se prononce sur les problèmes, en vue de déterminer à quelles causes il est bon de s'attaquer. Cette prise de position peut se fonder sur un système de valeurs ou de finalités préétabli (par exemple les principes du développement durable et équitable) si les jugements ne vont pas de soi.

Les causes préalablement identifiées se regroupent en catégories qui appellent un traitement distinct :

- Le premier groupe est constitué des causes considérées comme étant des problèmes, du fait qu'elles sont défavorables en soi ou qu'elles provoquent des conséquences globalement défavorables (y compris, mais pas seulement, leur effet sur le problème de départ).
- Le deuxième groupe est représenté par des causes ambivalentes, au sens où elles contribuent au moins à notre problème de départ mais qu'elles présentent aussi des aspects positifs. Dans ce cas les possibilités suivantes se présentent :
 - La cause contient une composante à la fois isolable, désavantageuse et déterminante pour notre problème de départ : cet aspect est alors isolé et retenu comme problème (les autres aspects étant éliminés ou traités comme l'un des cas suivants) ;

- La cause ne contient pas de composante problématique isolable et le bilan net de ses avantages et inconvénients (y compris sa contribution au problème de départ) est jugé positif : elle est alors éliminée de l'analyse ;
- Dans les autres cas (la cause n'a pas de composante problématique isolable et n'est pas avantageuse en soi), on cherche parmi ses propres causes celles qui seraient elles-mêmes problématiques.

L'élimination de causes ou de composantes favorables, neutres ou ambivalentes aura donc donné lieu à une liste de problèmes. Ces problèmes s'organisent en arbre à problèmes, à construire sur base du diagramme déjà obtenu, moyennant trois types d'opérations :

- Le contenu des cases est remplacé : on y introduit les problèmes correspondants (quelle que soit la nature de la cause), exprimés par différence avec la situation souhaitée.
- Les problèmes n'étant pas identiques aux causes initialement identifiées, on vérifie que les liens de causes à effets (représentés par des flèches) fonctionnent encore et au besoin on les corrige.
- Enfin les relations en boucle sont supprimées, non pour les dénier mais pour déboucher sur des stratégies opérationnelles d'actions produisant des conséquences voulues. Seules sont donc retenues des relations linéaires, aboutissant au problème de départ. Par convention toutes les flèches ont alors une même direction générale, ascendante.

Pour cette linéarisation, les cas de figure suivants sont possibles :

- a) Dans le diagramme initial la boucle passait par des non-problèmes : ces non-problèmes étant simplement éliminés, la boucle disparaît ;
- b) La boucle représentait des relations réciproques directes entre problèmes apparentés : ces problèmes peuvent alors être fusionnés en un seul problème (cumulant toutes les causes et conséquences des premiers) ;
- c) Dans les autres cas, la boucle est scindée juste en aval du « point de sortie » (à savoir un problème à la fois interne à la boucle et cause directe d'un problème externe à celle-ci) qui a l'impact le plus immédiat et déterminant sur le problème initial ; si ce point de sortie avait, à travers la boucle, une action non négligeable sur les conséquences propres à un autre point de sortie, cet effet est à rajouter par une flèche supplémentaire (en principe chaque « entrée » de la boucle ayant un effet sur toutes les « sorties »).

Cette démarche conduit à un diagramme de type « arbre à problèmes », dont on cherchera à vérifier la rigueur logique (pas de recouvrement entre idées, d'incohérences ni de relations intransitives). Ce diagramme est conçu ici dans l'acceptation large de l'« arbre à problèmes », au sens où il n'est pas jugé nécessaire d'aboutir à une structure d'« arbre » typique, muni d'un tronc unique, qui serait le seul lien entre le système de racines et le branchage.

La technique de l'« arbre à problèmes » a ceci d'intéressant qu'elle considère uniquement les causes reconnues comme indésirables et auxquelles il sera donc, par principe, bon de s'attaquer. Fondée sur une analyse logique de liens de causalité linéaires, la méthode de l'arbre à problèmes garantit qu'une action sur les causes du problème de départ contribue effectivement à le résoudre. L'arbre à problèmes est donc fort utile pour désigner des causes à combattre. Un simple retournement des problèmes en situations améliorées permet d'en déduire un arbre des objectifs, qui est un « menu » où choisir la stratégie de réponse la plus appropriée, c'est-à-dire faisable, efficace et génératrice d'impacts aussi positifs que possible.

3. Application à la déforestation tropicale

L'analyse qui suit repose largement sur la littérature citée en référence mais aussi sur l'expérience de l'auteur, qui a rencontré la déforestation dans une quinzaine de pays tropicaux humides. Elle fait largement appel au raisonnement logique, mis autant que possible à l'épreuve des faits d'observation. L'échelle de temps considérée est de l'ordre du demi-siècle et il n'est donc pas fait état des variations interannuelles du taux de déforestation, sous l'effet notamment du climat, des fluctuations des marchés ou des mesures de politique économique ou foncière. Au plan spatial, la déforestation est abordée à l'échelle globale des régions intertropicales humides, ce qui implique un effort de généralisation et un recul critique par rapport aux études de corrélation spatiale, où il n'est pas toujours aisé de discerner les facteurs qui génèrent le processus de ceux qui déterminent sa localisation. Comme le remarquaient notamment Geist et Lambin (2001) la déforestation est un processus complexe en particulier quand il est abordé à l'échelle globale. Cette dernière prend sens toutefois car ce n'est pas un hasard si le phénomène est aussi généralisé, de sorte qu'on ne peut considérer la déforestation globale comme la résultant de processus locaux indépendants les uns des autres.

3.1. Première phase

Le fait que le couvert forestier tropical soit réduit et en diminution est notre problème de départ. Ce déclin du couvert se décompose en régression des surfaces boisées (déforestation proprement dite) et en diminution de la masse ligneuse par unité de surface, généralement appelée dégradation (bien qu'il ne reflète qu'une altération quantitative et non pas qualitative). Les causes identifiées de ce double processus sont présentées et commentées ci-dessous. La figure qui suit et la matrice donnée en annexe montrent les relations directes de causes à effets.

Bien entendu l'inventaire des causes n'implique en rien de nier l'existence de facteurs jouant en sens contraire, tels que l'intensification agricole, l'attrance pour les villes ou l'abandon de l'exploitation sur les ressources épuisées.

1	<p>Accès à la nourriture amélioré</p> <p>L'accès à la nourriture, ou à d'autres biens de base, est l'un des motifs premiers de défrichements agricoles (6) et donc aussi l'une de ses conséquences. Il découle aussi des revenus et des emplois (27). Dans la mesure où son amélioration favorise la survie, elle est considérée comme une des causes de l'accroissement démographique (4).</p>
2	<p>Accès aux forêts tropicales et à leurs ressources relativement libre</p> <p>Les forêts tropicales sont souvent perçues comme des terres vacantes et libres. En général les usagers traditionnels, qui peuvent prétendre à une forme de propriété communautaire sont peu nombreux, faibles et marginalisés (voire dans certains cas peu motivés à défendre les forêts quand leurs espoirs se tournent vers d'autres opportunités que la dépendance envers les ressources naturelles). De plus ils sont souvent dépossédés au profit de l'Etat, alors que les pouvoirs administratifs ont également peu de capacités à se faire respecter et à exercer un contrôle sur ces espaces peu accessibles (20). Dans d'autres cas la forêt est privatisée mais alors sans grande ou suffisante restriction du droit du propriétaire à étendre son domaine et à le défricher, alors qu'il trouve souvent intérêt à la conversion agricole. La relative liberté d'accès aux forêts et à leurs ressources pour sa part favorise l'extension des formes alternatives d'occupation du sol (6, 21, 33, 35) et l'adoption de modes d'exploitation peu économes des ressources (23, 24).</p>

3	<p><i>Biomasse moyenne réduite en forêt tropicale (par ha)</i> La réduction de couvert boisé (biomasse ligneuse par unité de surface) résulte principalement de l'exploitation forestière (12) et dans une certaine mesure de l'agriculture rotationnelle (6). Elle correspond à la composante dégradation du problème initial, la déforestation sensu lato, et contribue à seconde composante, la diminution des surfaces boisées ou déforestation sensu stricto (37) puisque sa continuation aboutit à franchir le seuil de biomasse délimitant ce qu'il est convenu d'appeler de la forêt. Elle est aussi une cause de plus grande vulnérabilité aux feux (16) et de concentration des prélèvements (29), deux processus qui rétroagissent sur celui-ci.</p>
4	<p><i>Croissance démographique forte sous les tropiques.</i> La population mondiale a pratiquement doublé entre 1960 et 2000, alors que la croissance démographique globale, surtout concentrée dans les tropiques, inquiétait déjà depuis au moins les années 1950. Souvent évoqué comme cause fondamentale de la déforestation comme de bien d'autres pressions environnementales, l'accroissement démographique se répercute en tout cas sur les pressions s'exerçant sur les forêts tropicales (6, 30 et dans une moindre mesure 21, 33, 35) à travers la demande en aliments, bois de feu et autres matières premières (8) et à travers l'augmentation de la force de travail employée dans les activités destructrices de la forêt (14), cela notamment par immigration de populations périforestières. La croissance démographique étant surtout concentrée sous les tropiques, elle a aussi pour effet de rapprocher la demande de l'offre (11).</p>
5	<p><i>Découplage entre revenus et pressions sur les ressources naturelles difficile dans Sud</i> Les opportunités d'obtenir un revenu décent dans les activités autres que l'exploitation directe des ressources naturelles (secteurs extra-agricoles de transformation et de services) sont très limitées dans les régions rurales des pays pauvres et les revenus, monétaires ou en nature, y sont largement corrélés à la pression exercée sur les ressources naturelles. Par conséquent, il existe une incitation tenace à augmenter l'effort d'exploitation (14).</p>
6	<p><i>Défrichements agricoles supérieurs aux retours à la forêt tropicale</i> Plus de travail (14), de capital technique (18) et d'infrastructures (17) sont investis dans la mise en valeur agricole des espaces forestiers tropicaux, alors que les modes d'agriculture sont peu économes en espace (23) et que les techniques utilisées sont plus efficaces (25). Par conséquent l'extension nette des surfaces agricoles et pastorales, en pleine production ou dégradées, est la principale source directe des pertes de surfaces forestières tropicales (37). Les défrichements, qui souvent utilisent le feu, ont également pour effet de démultiplier les risques d'incendie (10). Les avantages qu'ils visent et produisent, en termes de sécurité alimentaire (1), d'emplois et de revenus (27) jouent également des rôles indirects dans la dynamique de déforestation. Dans le cas de l'agriculture rotationnelle sur brûlis, les surfaces abandonnées chaque année à la forêt ne compensent plus les défrichements annuels. Il y a alors non seulement réduction de superficie en forêt (37) mais également augmentation de la proportion de jeunes forêts secondaires, donc dégradation (3).</p>
7	<p><i>Demande en énergie augmentée.</i> La demande générale en énergie augmente, en fonction de l'accroissement démographique (4) et de la demande moyenne par habitant (9), liée à l'amélioration du niveau de vie d'une part de l'humanité et des efforts de développement. En plus joue une cause passive : le faible rendement d'utilisation de l'énergie (31). Couplée au faible emploi de sources d'énergie alternatives (13), la croissance de la demande énergétique affecte les forêts tropicales à travers la construction de barrages hydro-électriques (33) et à travers la demande en matières diverses (8) : produits forestiers (bois de feu et charbon de bois), agricoles (agro-carburants) et miniers (hydrocarbures, charbon).</p>
8	<p><i>Demande en matières premières augmentée.</i> La demande générale en matières premières comme celle en énergie augmente, en réponse à la croissance démographique (4) et économique (9), ainsi qu'au faible</p>

	rendement de leur valorisation. Par un effet positif sur les prix, elle contribue à élever la rentabilité d'exploitation des ressources agricoles, forestières et minières disponibles en forêt tropicale (32).
9	<p><i>Demande moyenne de biens de consommation augmentée</i></p> <p>En dépit de la proportion importante de personnes ne bénéficiant pas du développement économique, le pouvoir d'achat moyen, et partant la demande moyenne par habitant de la planète, a considérablement augmenté, ce qui contribue directement à l'accroissement de demande globale en énergie (7) et matières premières (8). L'élévation de pouvoir d'achat se traduit par une consommation accrue de produits industriels (forestiers et miniers), d'énergie et de produits alimentaires, spécialement ceux d'origine animale. L'alimentation plus carnée implique l'utilisation accrue d'espaces pour les pâturages et la production d'aliments du bétail (soja), ce qui contribue considérablement aux pressions sur les forêts d'Amérique latine.</p>
10	<p><i>Départs de feux plus fréquents</i></p> <p>A la faveur des défrichements et de la préparation des champs (6) plus de feux sont allumés en forêt tropicale ou en bordure immédiate. D'autres activités humaines (associées à 14) sont également à l'origine de feux pouvant gagner accidentellement la forêt, quand celle-ci est suffisamment desséchée (feux de chasse ou de boucanage, de régénération des pâturages, etc.). Ce facteur contribue évidemment de manière directe aux incendies (36).</p>
11	<p><i>Distance et obstacles entre ressources et consommateurs réduits</i></p> <p>Le développement des infrastructures et moyens de transports (17) associé à la libéralisation des échanges (levée des barrières douanières) a largement allégé la contrainte que constitue l'éloignement des marchés les plus solvables par rapport à l'offre et aux gisements de ressources primaires. En plus la demande a tendance à se rapprocher, avec l'immigration dans les zones forestières (14) et surtout la croissance économique qui s'observe par exemple au Brésil et dans l'Est de l'Asie (27, 28).</p>
12	<p><i>Dommages totaux d'exploitation augmentés</i></p> <p>Les dommages d'exploitation peuvent être compris comme la somme des effets directs du prélèvement et de ses effets collatéraux. Les dommages sont très dépendants du mode d'exploitation (24) et bien entendu de l'ampleur de celle-ci (30), de sorte qu'on estime qu'au total ils ont augmenté avec elle. Ils contribuent directement à la dégradation des forêts (3), dès lors que le rythme des dommages dépasse celui de leur cicatrisation.</p>
13	<p><i>Energies alternatives peu valorisées</i></p> <p>Par énergies alternatives, il faut entendre les sources d'énergie autres que celles dont l'exploitation exerce une pression directe sur les forêts tropicales, donc autres que le bois (qui demeure la principale source d'énergie domestique dans la plupart des pays tropicaux), les agro-carburants (palmier à huile, canne à sucre), l'hydro-électricité et même les énergies fossiles. Ce facteur contribue évidemment aux pressions que la demande énergétique exerce en termes d'extension de retenues hydro-électriques (33) et de consommation de produits agricoles, ligneux et miniers (8).</p>
14	<p><i>Force de travail accrue employée dans les pressions sur les forêts tropicales</i></p> <p>Plus de personnes sont incitées à exploiter les ressources disponibles en forêt, ce qui se traduit notamment par des mouvements migratoires (par exemple les migrations de l'altiplano andin vers la selva amazonienne, migrations anciennes du Nordeste brésilien vers l'Amazonie, colonisation indonésienne de l'Irian Jaya, déplacements de populations sahéennes migrant vers les zones forestières de la côte ouest-africaine). Ceci peut être considéré comme le résultat direct de la relative rentabilité d'exploitation des ressources forestières (8), du nombre élevé de personnes qui se trouvent en situation plus difficile hors forêt que dans celle-ci (26) et, là où il se produit, du développement induit par l'exploitation des forêts ou à la suite de leur défrichement (27). L'amélioration des conditions sanitaires, dans un milieu autrefois redouté pour son insalubrité, contribue également à son attractivité (19). En plus joue comme cause passive la difficulté à découpler les revenus du travail d'exploitation directe des ressources naturelles ou</p>

	forestières (5). Cette augmentation de main d'œuvre (salariée ou autonome) contribue à la multiplication des défrichements (pour sa propre subsistance ou pour la vente) (6), des coupes de bois (30), de l'activité minière (notamment artisanale) (21), ainsi qu'à l'extension de l'habitat (35).
15	<p><i>Forte proportion de personnes en situation relativement difficile hors forêts</i></p> <p>Dans les pays tropicaux pauvres, la situation sociale et économique des paysans est en général très pénible, en raison notamment de difficultés d'accès à la terre ou des dépossessions de terres, de la dégradation des conditions environnementales (surexploitation des sols, perturbations climatiques), de prix de vente défavorables suite aux contraintes d'économies d'échelles et de la concurrence de l'agriculture mécanisée à faible intensité en main d'œuvre, et dans certains cas de l'enlisement dans le cercle vicieux de l'endettement. Les conditions d'existence sont généralement plus difficiles à l'extérieur de la forêt, parce que les ressources naturelles y sont moins riches (34), comme conséquence de la plus faible pluviométrie ou de pressions humaines plus anciennes. En plus des conditions économiques, des formes diverses de persécution, de répression ou de harcèlement de la part des autorités, de groupes armés ou de catégories sociales implantées hors forêt peut pousser à trouver refuge en forêt. C'est ainsi que la répression violente contre la culture de coca dans les pays andins alliés des Etats-Unis (Colombie, Pérou) entraîne une dispersion des agriculteurs et des plantations en forêt. Un autre exemple est représenté par les destructions forestières liées aux réfugiés dans la région des Grands Lacs. Cette situation contribue directement à un nombre absolu élevé de personnes incitées à exploiter davantage la forêt (26). Quelques fois la colonisation forestière est même encouragée par les autorités pour apaiser ou prévenir les tensions sociales.</p>
16	<p><i>Forêts tropicales plus inflammables</i></p> <p>L'ouverture des couverts (3) favorise la croissance de broussailles et de hautes herbes et l'exploitation forestière (24, 30) abandonne en plus des houppiers et branches mortes sur le parterre des coupes. Par temps sec ces matières exposées au soleil se dessèchent et s'enflamment facilement, portant parfois le feu vers les canopées. Les perturbations climatiques, en partie favorisées par la déforestation elle-même, aggravent le phénomène. Le résultat est une tendance à la multiplication et à l'extension des incendies dévastateurs (36).</p>
17	<p><i>Infrastructures et moyens de transport plus développés</i></p> <p>Les infrastructures et moyens de transport se sont largement développés dans les zones forestières tropicales et entre celles-ci et leurs marchés extérieurs. De grands programmes routiers ont été mis en œuvre dans l'intention délibérée d'ouvrir la forêt à la colonisation (Amazonie brésilienne), en partie pour des raisons stratégiques et de pacification sociale. Des considérations macro-économiques et d'intégration régionale interviennent également dans les grands investissements publics en matière de transport, souvent soutenus par les agences de développement internationales. Des réseaux de pistes très ramifiés sont également ouverts par l'exploitation forestière (30), ce qui facilite la pénétration et les défrichements agricoles. En parallèle les moyens techniques de transport, notamment les camions lourds (25), se sont améliorés à la faveur des innovations techniques et de l'accès à l'énergie du pétrole. Pour ces raisons les routes et les pistes sont généralement considérées comme un des facteurs les plus déterminants de la déforestation, parce qu'elles facilitent directement la pénétration humaine (14) et l'accès aux ressources, donc les défrichements (6), récoltes de bois (30) et activités minières (21). En contribuant à relier l'offre et la demande (11) et donc à assurer la commercialisation des produits, les infrastructures de transport ont aussi pour effet d'augmenter la rentabilité de l'exploitation des ressources disponibles en forêt (32), incitant à augmenter les efforts et investissements (14, 18), y compris pour de nouvelles infrastructures (lien 32-17).</p>
18	<p><i>Investissements accrus en matériel d'exploitation des ressources des forêts tropicales</i></p> <p>La rentabilité de l'exploitation des ressources existant en forêt tropicale (32) incite</p>

	<p>naturellement à investir dans les moyens techniques d'exploitation, qu'il s'agisse d'équipements miniers, de scies et d'engins d'abattage et de débardage, ou de matériel agricole ou encore d'engins polyvalents (bulldozers) et de camions et bateaux pour le transport. Couplés à l'efficacité de ce matériel (25), ces investissements augmentent naturellement les pressions que constituent les défrichements (6), les coupes de bois (30) et l'ouverture de mines (21). Dans le secteur forestier il est fréquent que le surdimensionnement du parc de scieries constitue un frein à la régulation des prélèvements.</p>
19	<p>Maladies tropicales mieux contrôlées Les progrès médicaux et prophylactiques contribuent d'une part à la croissance démographique générale (4), par réduction de la mortalité notamment infantile, et d'autre part à la colonisation des espaces de forêts tropicales (14), notamment au départ des hautes terres traditionnellement très peuplées, et souvent surpeuplées, en raison de leur relative salubrité (par exemple dans la région du rift africain).</p>
20	<p>Lois et règlements de protection peu efficaces La plupart des pays tropicaux disposent d'un cadre légal et réglementaire censé limiter l'accès aux forêts tropicales (2) et contrôler les modes d'exploitation (24). Les règles en vigueur ne sont pas nécessairement des plus pertinentes et leur application laisse généralement à désirer, pour des raisons telles que les difficultés de contrôle et les disparités économiques, deux facteurs propices à la corruption.</p>
21	<p>Mines plus étendues en forêt tropicale L'épuisement relatif des vieux gisements connus (34), les techniques modernes (25) de prospection (permettant de mieux détecter les ressources du sous-sol sous l'épaisseur du couvert et des sols tropicaux humides) et d'extraction, le développement des transports (17) et dans une certaine mesure l'immigration (14) déterminent une expansion des mines dans les forêts tropicales, y compris les installations d'exploitation pétrolière. Dans certains cas le couvert favorise les activités minières illicites, souvent artisanales (comme l'orpaillage). La consommation d'espaces par les mines peut encore être augmentée par le caractère superficiel des gisements. Elle peut entraîner une déforestation directe (37) ou un déplacement d'activités agricoles impliquant de nouveaux défrichements (6). Par ailleurs l'activité minière génère des emplois et induit d'autres activités (27) rétroagissant sur la dynamique de déforestation. Parmi les activités connexes viennent les industries de transformation des minerais, dont les consommations de bois et d'électricité peuvent provoquer la surexploitation ligneuse et susciter la création de barrages (liens entre 27 et 30-33). L'impact final sur les forêts tropicales est d'autant plus fort que les mines étant localisées en fonction des gisements elles peuvent s'implanter dans des zones relativement vierges de pression humaine. Le projet minier Grande Carajas au Brésil constitue un exemple fameux de déforestation par ce type de processus, par ailleurs très actif à Bornéo également.</p>
22	<p>Mise à feu plus facile En toute vraisemblance les allumettes et briquets modernes facilitent largement la vie des utilisateurs du feu et ne peut qu'augmenter la fréquence des départs de feu (10).</p>
23	<p>Modes d'exploitation agricole peu économes en terres La consommation de terres, qui pousse aux défrichements (6), est d'autant plus élevée que l'effort de production se disperse sur des grandes surfaces, au lieu de viser plus de rendement à l'hectare. Cette tendance vient notamment de ce que la forêt est largement considérée comme un espace libre (2), ce qui dissuade de l'économiser. De plus les régimes fonciers reconnaissent souvent des droits à l'occupant de la terre qui la met en culture, ce qui stimule les défrichements extensifs, surtout (paradoxalement) quand les terres vierges menacent de manquer. Il peut ainsi se produire une course à l'appropriation de la terre, en vue d'en disposer en suffisance ou à des fins spéculatives. La consommation de terres est également favorisée par la concentration foncière et l'accès aux capitaux, l'agriculture industrielle et l'élevage réalisant d'autant plus facilement des économies d'échelles qu'ils ne sont limités ni par le foncier (grandes propriétés) ni par les capacités physiques de défrichement (mécanisation) ou de mise</p>

	<p>en valeur (cheptel, machines agricoles). L'importance des cultures pérennes en forêt tropicale (palmiers à huile, café, cacao, hévéa...) est un autre facteur qui contribue à l'extension des cultures, car il permet de porter l'effort productif sur la mise en place cumulative de nouvelles plantations plutôt que sur l'entretien ou le renouvellement des anciennes. La sévérité des attaques parasitaires (dans le cas des bananeraies par exemple) ou l'épuisement des sols peut également inciter à interrompre ou abandonner la culture, pour de préférence procéder à de nouveaux défrichements.</p>
24	<p>Modes d'exploitation forestière peu économes en ressources</p> <p>Une gestion durable des forêts n'implique pas seulement de modérer les prélèvements globaux, mais aussi de les répartir adéquatement dans le temps, dans l'espace, entre essences et entre classes d'âge de chaque essence et de modérer les dégâts collatéraux de l'abattage, du débardage et du transport des grumes (dommages au sol, à la régénération et aux arbres par le passage des engins et le débardage, arbres cassés ou entraînés dans la chute de l'arbre récolté, en particulier lorsque des lianes les relient). Cela ne se réalise évidemment pas spontanément, en particulier quand la ressource est perçue comme libre (2) et abondante et qu'aucun incitant ni aucune contrainte ne poussent en ce sens. Couplé aux prélèvements de bois (30) ce facteur contribue donc directement aux dommages d'exploitation (12). Par ailleurs la façon dont les rémanents de coupe sont traités influence spécifiquement le risque d'incendie (16).</p>
25	<p>Moyens techniques plus efficaces</p> <p>Les techniques disponibles pour ouvrir des pistes, abattre les arbres (souvent gigantesques en forêt tropicale), les transporter, défricher la forêt, dessoucher et labourer des terres, traiter les maladies des cultures, détecter et extraire les minerais, transporter les produits, sont aujourd'hui devenues bien plus efficaces qu'autrefois, améliorant la faisabilité et la rentabilité des opérations d'exploitation des ressources de la forêt tropicale. Au Brésil par exemple la mise en valeur des terres forestières est largement soutenue par de nouvelles techniques agronomiques et zootechniques. Sont donc notamment favorisés les transports (17), la rentabilité de l'exploitation (32) et, à travers celle-ci ou de façon directe, les défrichements agricoles (6), l'exploitation minière (21) et les coupes de bois (30).</p>
26	<p>Nombreuses personnes en situation difficile dans les tropiques hors forêts</p> <p>Le nombre absolu de personnes confrontées à des conditions de vie ou de survie difficiles sur le pourtour des forêts tropicales est mathématiquement lié à leur proportion (15) et à l'effectif total (4). Au plus ce nombre est élevé au plus nombreuses sont les personnes incitées à chercher en forêt des moyens d'améliorer leurs revenus ou des ressources de subsistance (bois, terres, produits miniers, produits forestiers non ligneux) (14).</p>
27	<p>Plus d'activités industrielles et tertiaires, d'emplois et de revenus générés dans le contexte des forêts tropicales</p> <p>L'exploitation des forêts tropicales génère des richesses et un développement économique, qui dans une certaine mesure tend à attirer de nouveaux migrants (14), à rapprocher la demande (11) et assurer une meilleure sécurité alimentaire (1) tant à travers la production agricole qu'à travers les revenus disponibles.</p>
28	<p>Pôles de croissance économique rapprochés des forêts tropicales</p> <p>Après avoir touché l'Amérique du Nord, le Japon et l'Europe, la croissance économique est devenue plus importante dans les pays dits émergents, notamment le Brésil et plusieurs pays d'Asie Orientale et du Sud. Cette situation tend à réduire la distance entre offre et demande de produits de la forêt tropicale (11). Elle se marque en particulier par une forte pression sur les grands massifs forestiers qui subsistent en Amérique du Sud (Amazonie) et en Asie du Sud-Est (Indonésie, Malaisie).</p>
29	<p>Pressions concentrées sur une ressource diminuée</p> <p>La déforestation, sous ses deux composantes (3 et 37), rétroagit sur elle-même. Elle a notamment pour effet de réduire (3) voire d'annuler (37) localement l'accroissement ligneux, de sorte que l'effort d'exploitation, s'il reste par ailleurs globalement inchangé, tend à se concentrer sur une ressource diminuée et fragilisée. Cela est vrai non</p>

	<p>seulement pour l'exploitation ligneuse (30) mais aussi pour l'agriculture rotationnelle sur brûlis (6), qui est une autre forme d'exploitation de la végétation forestière (l'incinération transformant la biomasse en engrais) : tant que les abattages ne suivent pas le mouvement de réduction de la ressource forestière, ils tendent à être de plus en plus supérieurs à son recrû, ce qui tend à accélérer le processus.</p>
30	<p>Prélèvements de bois augmentés Couplés aux modes d'exploitation destructeurs, les prélèvements de bois sont une cause importante de dégradation (3), plutôt que de déforestation proprement dite (37), du fait de prélèvements généralement sélectifs dans la diversité d'essences et de grosseurs. C'est principalement l'exploitation commerciale de bois d'œuvre ou d'industrie qui est visée, une grande part du bois de feu consommé en économie de subsistance provenant des défrichements agricoles.</p>
31	<p>Rendement de valorisation des matières premières et de l'énergie limité Par rendement d'utilisation des matières premières, on peut entendre le rapport entre produits finis et matière première extraite de la nature ou, mieux mais moins mesurable, entre satisfaction finale et matière première extraite de la nature. Cette grandeur dépend notamment des pertes à la transformation (relativement importantes dans certaines scieries par exemple) et du recyclage. On peut y assimiler le faible rendement calorifique du bois de feu (foyers à trois pierres, fréquents en Afrique). Cette cause passive joue directement sur la demande générale en énergie (7) et en matières premières (8).</p>
32	<p>Rentabilité de l'exploitation des ressources des forêts tropicales améliorée Autrefois les difficultés de pénétrer la forêt, d'abattre et de transporter les arbres gigantesques, de prospecter les gisements miniers sous un couvert végétal et un sol épais, l'insalubrité, les distances etc. entravaient l'exploitation des forêts et de leurs ressources. Aujourd'hui ces barrières sont largement tombées (17, 25), la demande en matière premières est renforcée (8) et rapprochée (11), tandis que leur accès est relativement libre en forêt (2) et que leur disponibilité en dehors de la forêt se réduit (34). Il s'ensuit une tendance lourde à la hausse de rentabilité de l'exploitation (32), attirant main d'œuvre (18) et capitaux (14), bien qu'à plus court terme les mesures de politique macro-économique (taux de change, inflation, mobilité des capitaux...) influencent bien entendu lourdement les variations de ce facteur.</p>
33	<p>Réservoirs plus étendus en forêt tropicale La forte pluviométrie des bassins forestiers tropicaux les prédispose à l'implantation de barrages hydro-électriques même en l'absence de reliefs accidentés, ce qui rend les réservoirs d'autant plus étendus. La construction de barrages est bien entendu stimulée par la demande en énergie (7). Le barrage de Xingu au Brésil est un exemple fameux de ce type de facteur de déforestation. Les réservoirs peuvent directement empiéter sur la forêt (37), ou refouler vers elle des populations qui vont la défricher (comme dans le cas du barrage de Kossou en Côte d'Ivoire) (6).</p>
34	<p>Ressources des forêts tropicales relativement plus attractives Les ressources des forêts tropicales sont le bois, divers produits forestiers non ligneux, des minerais, ainsi que la terre et la biomasse qui, incinérée, enrichit le sol cultivé. Ces richesses sont souvent plus abondantes en forêt qu'en dehors, que ce soit par définition pour les produits forestiers (bois et produits non ligneux, biomasse), ou du fait de leur exploitation moins précoce, puisque la pression sur les ressources naturelles est plus ancienne et aboutie hors forêt tropicale dense que dans celle-ci. En effet, dans d'autres types de forêts le couvert ligneux est souvent dégradé (surexploité pour le bois de feu notamment dans les pays pauvres) ou alors protégé (les pays tempérés riches visant plutôt à capitaliser le bois sur pied). Par ailleurs les capacités d'extension des cultures hors forêts tropicales se réduisent, car les meilleures terres arables sont déjà mises en valeur, les villes grandissent (en particulier dans les plaines fertiles traditionnellement très peuplées) et de vastes superficies de terres s'épuisent par des processus divers (érosion, compaction, appauvrissement en éléments nutritifs, salinisation, toxicité aluminique, moindre rétention d'eau...). En plus, la végétation des pâturages tend également à se dégrader sur des vastes territoires, soumis à la désertification ou à</p>

l'envahissement par des espèces refusées ou de moindre qualité alimentaire. La grande fragilité des terres défrichées au détriment des forêts tropicales humides joue dans le même sens, car leur dégradation rapide rend d'autant plus attractives les terres plus nouvellement défrichées ou encore vierges. Cette situation contribue directement à la rentabilité relative de l'exploitation des ressources des forêts tropicales (32) mais aussi au fait que les conditions de vie peuvent être relativement plus difficiles en dehors des forêts tropicales qu'en dedans ou à proximité immédiate (15).

35 Surfaces bâties en extension dans ou près des forêts tropicales

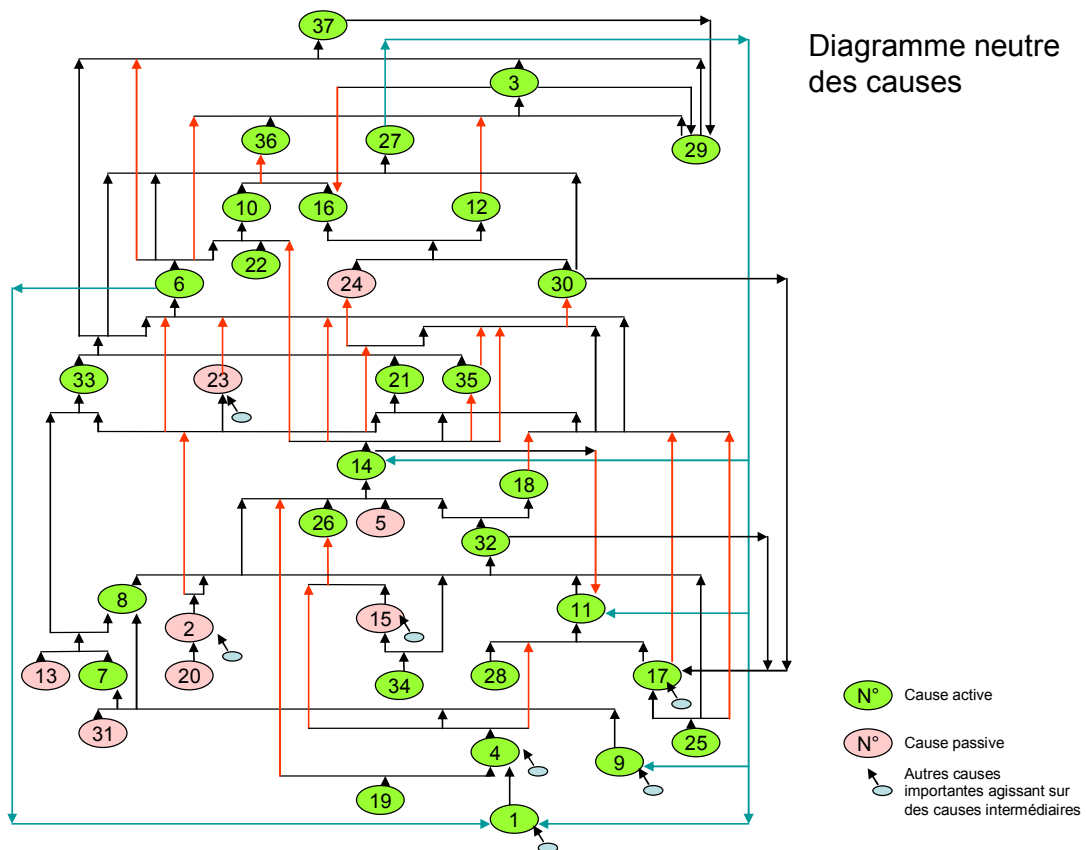
Comme conséquence de l'afflux de population (14), les établissements humains s'étendent dans le contexte des forêts tropicales, pouvant empiéter directement sur celles-ci (37) ou, plus souvent, déplacer vers elles les cultures (6) et pâturages. Les besoins des constructions jouent également un rôle relativement direct sur les prélèvements de bois (30).

36 Surfaces de forêts tropicales incendiées annuellement plus importantes

De plus en plus de feux sont allumés à la faveur des défrichements et d'activités diverses (10), alors que les forêts dégradées ou exploitées deviennent plus inflammables (16). Par conséquent les vastes incendies se multiplient et accentuent la dégradation des forêts (3) voire leur destruction (37). Les épisodes du « Niño » en particulier donnent généralement lieu, depuis quelques décennies, à des incendies dévastateurs, notamment en 1982-83 et 1997-98 (particulièrement mais pas seulement en Asie du Sud-Est).

37 Surfaces de forêts tropicales réduites

Il s'agit du problème de la déforestation sensu stricto. La principale cause directe est le défrichement agricole (6) mais peuvent également intervenir d'autres changements d'occupation du sol (33, 35, 21) et l'aboutissement de la dégradation (3).



Le graphe ci-avant illustre ces liens de causalité en distinguant les causes actives des causes passives (les différences de couleur des flèches ont pour unique fonction d'aider à suivre les trajectoires qui se croisent). Il indique également quand des causes importantes existent sans avoir été détaillées (tout en étant éventuellement évoquées dans le texte explicatif d'une autre cause, comme l'inégalité foncière sous la cause 23).

Par contre on remarque que certains facteurs parfois dénoncés ailleurs ne sont pas reconnus ici comme causes de déforestation en tant que telles. Ce sont en particulier les facteurs suivants, largement alignés sur des thématiques portées par les institutions dominantes (la liberté des marchés, la lutte contre la pauvreté et la bonne gouvernance) :

- L'intervention publique sur l'économie : certaines politiques incitatives aux défrichements (par exemple sous les régimes antérieurs du Brésil) ont été dénoncées comme des « distorsions de marché » préjudiciables, en particulier au début des années 1990 quand il était de bon ton d'insister sur le caractère écologique du libéralisme ; cependant il va de soi qu'il existe aussi des politiques publiques en faveur de la conservation et si la corruption et les pratiques illégales sont souvent dénoncées comme facteurs de déforestation, c'est bien qu'il existe une tension entre les tendances du marché et les mesures de protection.
- La pauvreté : s'il est vrai que beaucoup de personnes pauvres n'ayant pas de meilleures alternatives s'attaquent aux ressources forestières, l'évidence montre que la détention de capital confère une puissance de destruction supérieure ; par ailleurs l'augmentation de pouvoir d'achat entraîne une consommation accrue de produits forestiers et agricoles ; par conséquent il n'est pas logique de mettre en cause la pauvreté en soi et dans l'absolu, plutôt que certaines situations particulières de pauvreté (cause 26) et les situations où les gens sont objectivement incités à surexploiter les ressources, à savoir celles où leurs revenus (bas ou hauts) sont positivement corrélés aux pressions qu'ils exercent (cause 5) ;
- L'exploitation illégale du bois : s'il est vrai qu'une grande part de l'exploitation contribuant à la déforestation est illégale (comme conséquence de 2 et de 20), ce n'est pas en soi le fait qu'elle soit illégale qui la rend destructrice (en effet il ne suffit pas de légaliser toute forme d'exploitation pour en réduire l'impact). Cette conclusion tient à la méthode suivie, qui consiste à identifier non pas les sources du problème initial mais leur cause, en tant que situation ou état d'une variable.

3.2. Deuxième phase

3.2.1. Sélection et formulation des problèmes.

Les problèmes sont définis ci-après d'un point de vue de développement durable, visant la satisfaction solidaire des besoins humains actuels et futurs, sans exclusive. Dans cette perspective est considéré comme problématique en soi tout facteur qui correspond ou contribue au mal-être ou à des souffrances, à l'inégalité, à une contrainte, à un gaspillage ou à une perte de ressource ou de capital.

La liste ci-après indique en caractères italiques gras le problème éventuel correspondant à chacune des causes identifiées plus haut.

(1)	Accès à la nourriture amélioré > : ne constitue évidemment pas un problème.
2	Accès aux forêts tropicales et à leurs ressources relativement libre > Fréquents abus d'appropriation des ressources forestières. La liberté d'accès est ambivalente, favorable à ceux qui en bénéficient, défavorable aux ayants-droits qui se sentent lésés et préjudiciable par ses effets de déforestation. Le problème réside donc plutôt dans l'abus d'appropriation des ressources forestières.

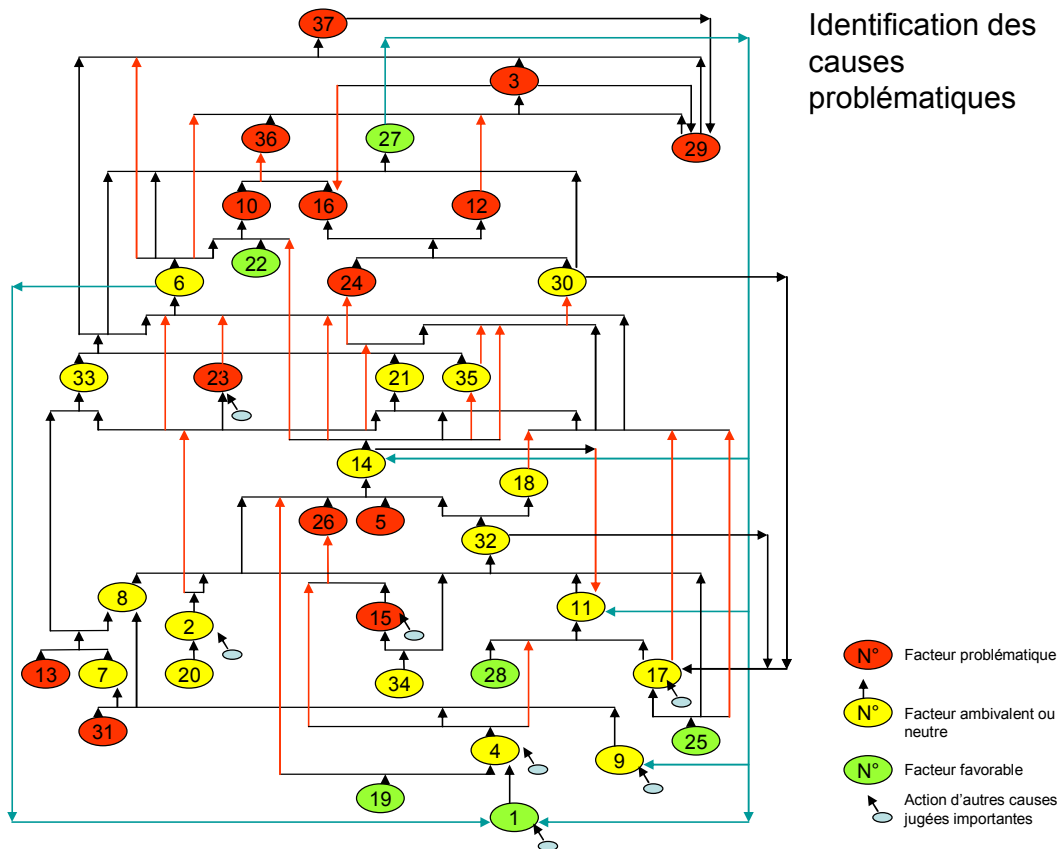
3	<p>Biomasse moyenne réduite en forêt tropicale (par ha) La cause initiale constitue évidemment un problème, puisqu'il s'agit d'une composante du problème de départ</p>
4	<p>Croissance démographique forte sous les tropiques > Trop de grossesses précoces ou non désirées. La question démographique est très délicate et particulière, car elle se réfère à la vie et à la mort des êtres humains, qui sont à la fois source des problèmes évoqués, raisons de vouloir les résoudre et vecteurs potentiels de solution. On peut reconnaître ou non que la croissance démographique globale est plus forte que souhaitable, compte tenu de l'état actuel des autres facteurs interagissant sur les mêmes effets. Du point de vue du développement durable et de sa finalité de satisfaire les besoins humains à long terme, la première option semble justifiée vu les contraintes imposées par la finitude des ressources et leur état actuel de surconsommation (préjudiciable aux générations futures) en plus de la saturation présente des infrastructures et services sociaux. Sans même prendre en compte ces externalités au moins peut-on pointer comme problématiques les grossesses subies, trop précoces ou rapprochées, que facilitent, entre autres, le statut de la femme et des filles, souvent trop peu scolarisées et vouées à un mariage juvénile.</p>
5	<p>Découplage entre revenus et pressions sur les ressources naturelles difficile dans Sud. Cette difficulté représente une contrainte et de plus elle a des effets négatifs, elle est donc considérée comme un problème en soi.</p>
6	<p>Défrichements agricoles supérieurs aux retours à la forêt tropicale > Trop de défrichements nets pour des productions peu justifiées Puisque l'extension agricole présente des avantages notamment alimentaires, elle ne peut être considérée comme un problème en soi. Mais du fait même qu'on déplore le déboisement on doit admettre qu'en moyenne l'utilité marginale de la forêt est supérieure à celle des usages du sol qui la remplacent. Ce qui pose problème sont donc les défrichements qui consistent à remplacer une forêt par des occupations du sol jugées moins utiles. Si la comparaison fine des utilités est toujours discutable, on peut considérer au moins comme problématique les défrichements de forêts de qualité (jouant les rôles écologiques attendus des forêts, notamment en termes de conservation de la biodiversité et de régulation du climat et du régime des eaux) en faveur d'utilisations du sol non durables ou d'utilité contestable (viande et aliments du bétail destinés à des consommateurs finaux déjà sur-nourris, tabac, drogues, et dans une certaine mesure agrocarburants).</p>
7	<p>Demande en énergie augmentée > Demande excessive d'énergie pour usages peu justifiés. Située à mi-chemin entre la demande finale d'énergie et les pressions sur les ressources naturelles, cette cause est ambivalente. Sa part clairement négative est la demande d'énergie destinée à être gaspillée ou n'accroissant pas le bien-être général, par exemple celle qui est dissipée dans des efforts d'annulation réciproque des efforts des uns et des autres.</p>
8	<p>Demande en matières premières augmentée > Demande excessive en matières premières pour usages peu justifiés. Analogue à 7.</p>
9	<p>Demande moyenne de biens de consommation augmentée > Demande excessive (en moyenne par habitant) de biens n'accroissant pas le bien-être. En tant qu'elle exprime une hausse de revenus de catégories sociales démunies, l'augmentation de la demande (économique) de biens de consommation est favorable. Elle est par contre défavorable en tant qu'elle reflète des gaspillages et la consommation de biens de faible utilité pour la société, associés à des externalités négatives, dont la déforestation. Parmi les gaspillages vient, au niveau de la société dans sa globalité, le fait que les biens ne sont pas affectés à qui en a le plus besoin, donc l'inégalité des revenus.</p>

10	Départs de feux plus fréquents > Départs de feux incontrôlés plus fréquents. Les feux étant allumés sciemment, souvent pour des avantages productifs, ce sont essentiellement et en premier lieu les feux incontrôlés qui posent problème (du fait de leur conséquence).
11	Distance et obstacles entre ressources et consommateurs réduits > Accès aux marchés facilités pour des produits à fortes externalités négatives. La liaison de l'offre et de la demande est en principe favorable aux deux parties, mais défavorable socialement dès lors qu'elle est associée à de fortes externalités négatives.
12	Dommmages totaux d'exploitation augmentés. Ceci constitue un problème par définition.
13	Energies alternatives peu valorisées > Sources d'énergie renouvelables autres que la biomasse et l'hydro-électricité peu utilisées. Une reformulation se justifie pour éviter de suggérer que le recours à des énergies non renouvelables et polluantes (fossiles ou nucléaires) d'origine extra-forestière serait favorable.
14	Force de travail accrue employée dans les pressions sur les forêts tropicales > Trop de personnes incitées à exploiter les ressources de manière non durable. L'exploitation des ressources des forêts (bois, terres, mines) constitue une opportunité pour les personnes qui la pratiquent ; le problème est plutôt qu'une part de ces personnes exploitant la forêt le fait de manière dommageable.
15	Forte proportion de personnes en situation relativement difficile hors forêts. Constitue évidemment un problème par définition.
16	Forêts tropicales plus inflammables. Constitue un problème évident puisque les incendies sont redoutés.
17	Infrastructures et moyens de transport dans les forêts tropicales > Trop d'infrastructures mises en place sans mesures appropriées de réduction de l'impact de déforestation. Les infrastructures pouvant être utiles au développement économique et social, sans nécessairement nuire exagérément à l'environnement, elles ne peuvent être considérées comme un problème en soi, ce qui justifie la reformulation.
18	Investissements accrus en matériel d'exploitation des ressources des forêts tropicales > Trop d'investissement pour une exploitation non durable des ressources des forêts. Ce ne sont pas les investissements en soi qui sont dommageables, mais leur finalité ou leur usage.
(19)	Maladies tropicales mieux contrôlées : cette situation n'est évidemment pas un problème, malgré son impact sur la déforestation.
20	Lois et règlements de protection peu efficaces. Ceci peut être considéré comme un problème. Toutefois il s'agit plutôt de la faiblesse d'une solution, de sorte que ce problème s'éteint une fois que d'autres solutions se montrent efficaces.
21	Mines plus étendues en forêt tropicale > Trop grandes surfaces occupées par les mines en zones de forêt. En tant que sources combinée de richesse et de dégradation environnementale les mines sont ambivalentes. Leur extension est toutefois jugée excessive dans la mesure où une plus grande économie d'espaces est possible. Les autres externalités environnementales (pollutions), les effets pervers de l'économie de rente et la non-durabilité accentuent l'image négative mais sont étrangers à la consommation d'espaces contribuant à la déforestation.
(22)	Mise à feu plus facile : la facilité d'emploi d'un instrument, fût-il le feu, ne peut être considérée comme un problème. C'est plutôt l'usage du feu qui devient problématique en cas d'incendie destructeur.

23	<p>Modes d'exploitation agricole peu économes en terres > Développement trop lent des formes d'intensification écologique de l'agriculture.</p> <p>Le gaspillage d'espace ou de ressources est un problème dans le contexte actuel de saturation. Cependant la situation inverse d'intensification est souvent associée à des pollutions et d'autres pressions environnementales. Le problème n'est donc pas l'extensivité en tant que contraire de l'intensivité, mais plutôt le fait que l'agriculture est généralement maintenue en dehors de la troisième voie que représente l'intensification « durable » ou « biologique ».</p>
24	<p>Modes d'exploitation forestière peu économes en ressources</p> <p>Situation jugée problématique en tant que forme de gaspillage.</p>
(25)	<p>Moyens techniques plus efficaces : l'efficacité des moyens techniques est en soi plutôt une bonne chose, c'est leur usage qui peut être mis en cause (visée à travers 6, 21, 30).</p>
26	<p>Nombreuses personnes en situation difficile dans tropiques hors forêts.</p> <p>Le problème est évident.</p>
27	<p>Plus d'activités industrielles et tertiaires, d'emplois et de revenus générés dans le contexte des forêts tropicales > Plus d'activités industrielles impliquant un mésusage de ressources tirées des forêts tropicales.</p> <p>Les emplois et revenus sont en soi une bonne chose. Par contre une part de l'activité industrielle et tertiaire ne l'est pas forcément, selon l'utilité de la production (les ateliers de transformation de la cocaïne en font partie) et les externalités environnementales, y compris la déforestation provoquée par la demande de matières premières.</p>
(28)	<p>Pôles de croissance économique rapprochés des forêts tropicales : la tendance à une plus grande croissance près des forêts tropicales peut être jugée positive dans la mesure où elle vient compenser l'injustice que constituait le traditionnel fossé Nord-Sud.</p>
29	<p>Pressions concentrées sur une ressource diminuée.</p> <p>En tant que facteur d'accentuation des dégradations et contrainte émanant de la dégradation elle-même, il s'agit évidemment d'un problème. La formulation est donc inchangée.</p>
30	<p>Prélèvements de bois augmentés > Prélèvements de bois excessifs (au moins localement).</p> <p>Les prélèvements constituent un facteur ambivalent, négatif du point de vue environnemental, positif du point de vue économique. La composante défavorable est constituée des prélèvements excessifs par rapport aux capacités et aux objectifs d'une gestion durable de la ressource.</p>
31	<p>Rendement de valorisation des matières premières et de l'énergie limité.</p> <p>Formulation inchangée : situation jugée problématique en tant que forme de gaspillage.</p>
32	<p>Rentabilité de l'exploitation des ressources des forêts tropicales améliorée > Rentabilité renforcée de l'exploitation destructrice des ressources des forêts tropicales.</p> <p>La rentabilité de l'exploitation est en soi une bonne chose, si cette dernière est durable. Le problème est qu'elle conduit à une exploitation abusive.</p>
33	<p>Réservoirs plus étendus en forêt tropicale > Trop grandes surfaces occupées par les réservoirs en zones de forêt et sur les terres agricoles.</p> <p>La dimension problématique qui cause la déforestation est la surconsommation d'espace forestier, ou d'espaces agricoles fertiles poussant les cultivateurs à se déplacer vers la forêt.</p>
34	<p>Ressources des forêts tropicales relativement plus attractives > Ressources externes aux forêts tropicales en voie de saturation ou d'épuisement.</p> <p>Ce facteur est reformulé de manière à exprimer son côté négatif, qui est la tendance aux autres ressources à être relativement moins attractives.</p>
35	<p>Surfaces bâties en extension dans ou près des forêts tropicales > Extension des zones bâties peu économe en espace.</p> <p>En tant que source combinée de richesse et de dégradation environnementale l'extension des villes et autres espaces construits est considérée comme ambivalente. La production, les revenus et l'emploi peuvent être appréciés mais des incidences</p>

	<p>sociales et environnementales peuvent être négatives. La dimension problématique qui cause la déforestation, tout en ayant d'autres inconvénients (contraintes de transport et coût énergétique associé) est la consommation d'espace (que celui-ci soit forestier ou non) parfois plus grande que nécessaire.</p>
36	<p>Surfaces de forêts tropicales incendiées annuellement plus importantes. Formulation inchangée : les incendies étant indésirables à divers points de vue (mise en danger, destruction de biens, pollution de l'air, pertes de biodiversité) du moins dans les écosystèmes non pyrophiles, ceux frappant les forêts tropicales sont considérés comme un problème.</p>
37	<p>Surfaces de forêts tropicales réduites. Formulation inchangée : il s'agit de la déforestation, qui constitue notre problème de départ.</p>

Ainsi sont mises en causes une série de situations qui contribuent à la déforestation et qui pourraient chacune être visées par des stratégies de réponse. Ces causes dépassent largement le secteur forestier et même le cadre national des pays directement impliqués.



Les situations favorables (non-problèmes) et leurs causes propres, à savoir celles qui n'agissent sur le problème de départ qu'à travers ces non-problèmes, peuvent en principe être éliminées du graphe, pour autant que l'on a de bonnes raisons de penser qu'une action exclusivement centrée sur les autres facteurs aura un impact positif et suffisant (dans le cas contraire, il faudrait conclure que l'identification des situations favorables a été trop généreuse ou optimiste car sous-estimant leur impact de déforestation).

3.2.2. Linéarisation : suppression des relations en boucle.

Pour rappel trois cas de figure sont possibles et appellent un traitement distinct :

- d) boucle passant par des non-problèmes
- e) boucle de relations mutuelles directes entre problèmes apparentés
- f) autres cas

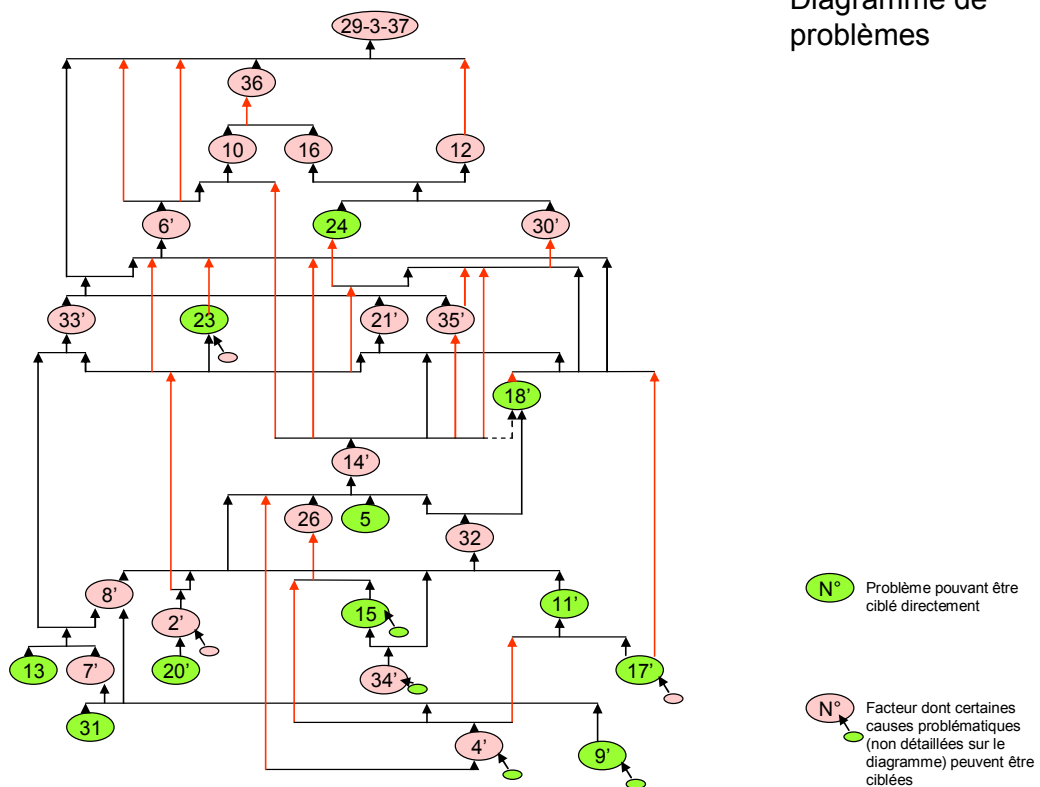
Le tableau suivant identifie les boucles, le cas auquel elles appartiennent, les « points de sortie » et la solution de linéarisation.

Boucle	Cas	Points de sortie	Solution
3-16-36-3	C	3	Suppression de la liaison 3-16, la rétroaction 3-16-36 est en effet considérée comme secondaire à côté du lien 36-16-3.
3-29-3 et 37-29-37	B	3 et 37	Fusion de 3, 29 et 37 en un problème unique : Ressources forestières en diminution
6-1-(...)-6	A	6 et 18	Suppression de 1 et de la liaison 6-1.
11-32-14-11	C	14 et 32	Suppression la liaison 14-11; mise en évidence d'un impact indirect de 14 sur la première conséquence de 32 externe à la boucle, à savoir 18.
17-(...)-30-17	C	33, 30	Suppression la liaison 30-17; l'effet indirect de 30 sur 33 est considéré comme négligeable comparé aux effets plus directs de 30 sur les mêmes conséquences et n'est donc pas représenté.
17-11-32-17	C	11 et 32	Suppression la liaison 32-17; l'effet indirect de 32, via 11, sur les conséquences de 11 n'a pas besoin d'être montré car celles-ci (14) sont également des conséquences directes de 32.
27-1-(...)-27	A	27	Suppression de 27 et de la liaison 27-1
27-9-(...)-27	A	27	Suppression de 27 et de la liaison 27-9
27-14-(...)-14	A	27	Suppression de 27 et de la liaison 27-9

3.2.3. Arbre à problèmes

Suite aux étapes qui précèdent et à la vérification de ce que l'énoncé des problèmes ne modifie pas les liens de causalité, on obtient l'arbre (ou diagramme) à problèmes suivant.

Diagramme de problèmes



En amont des problèmes identifiés ci-dessus viennent encore les politiques qui tantôt les renforcent, tantôt les atténuent, délibérément ou non. Ce schéma peut servir à en évaluer l'impact et la pertinence, de même qu'il peut, par transformation en arbre à objectifs, inspirer la formulation de nouvelles stratégies et politiques visant à enrayer la déforestation.

3.3. Phases ultérieures : vers une réponse à la déforestation tropicale ?

L'élaboration de l'arbre à objectifs découle du remplacement des problèmes, définis comme des situations insatisfaisantes, par la situation améliorée correspondante. Pour chaque acteur désireux de contribuer à enrayer la déforestation, cet arbre offre un « menu » dans lequel il peut choisir ses objectifs propres, selon ses capacités d'intervention et les éventuelles conséquences externes qui pourraient en résulter et bien entendu, selon l'impact escompté sur la déforestation. Dans ce cadre il pourra être utile de remonter à l'analyse des rétroactions, afin de privilégier les stratégies qui retournent les cercles vicieux en cercles vertueux.

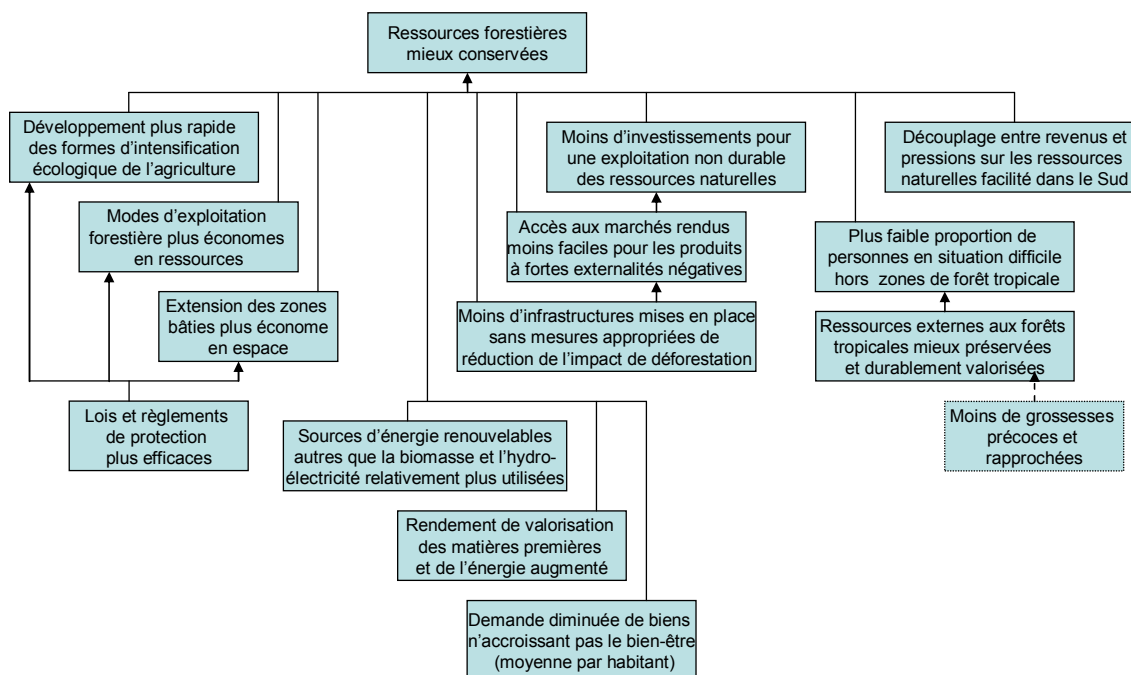
En éliminant les facteurs sur lesquels aucune prise directe n'est possible, il reste la liste suivante d'objectifs potentiels :

	Objectif	Eléments de stratégie
4'	Moins de grossesses précoces ou rapprochées.	Politiques en faveur d'un meilleur statut social des femmes, moins de mariages précoces ou forcés et une maîtrise de la conception.
5	Découplage entre revenus et pressions sur les ressources naturelles facilité	Cet objectif pourrait être plus systématiquement intégré dans les projets et stratégies de gestion

	dans Sud.	durable des ressources naturelles.
9'	Demande diminuée de biens n'accroissant pas le bien-être (en moyenne par habitant)	Campagnes et efforts contre l'accumulation excessive de richesses et contre l'abus de consommation de viande (contestation de l'extension des élevages extensifs et des monocultures de soja), de drogues (coca aux fins d'exportation), de tabac, de biens de prestige, de différenciation sociale ou d'agression.
11	Accès aux marchés rendus moins faciles pour des produits à fortes externalités négatives.	Contrôles routiers et contrôles douaniers de la légalité des produits. Restrictions à la libéralisation des marchés.
13	Sources d'énergie renouvelables autres que la biomasse et l'hydro-électricité relativement plus utilisées.	Cette préoccupation implique une contribution très sélective aux efforts déployés en faveur des énergies renouvelables, largement motivés par la lutte contre le changement climatique et les perspectives d'épuisement des hydrocarbures.
15	Plus faible proportion de personnes en situation relativement difficile hors forêts.	Les stratégies de « lutte contre la pauvreté » sont concernées ici, en tant qu'elles visent le mieux-être (plus que l'inclusion dans le modèle d'enrichissement occidental) et cela spécifiquement en dehors de la forêt et de ses filières.
17'	Moins d'infrastructures mises en place sans mesures appropriées de réduction de l'impact de déforestation.	Généralisation des études d'impact (y compris évaluations environnementales stratégiques) dans les pays tropicaux en développement.
18	Moins d'investissements pour une exploitation non durable des ressources des forêts	Contrôle de l'investissement privé, à travers les permis d'exploiter. Plus de discernement dans les investissements publics, notamment ceux faits au titre de l'aide au développement.
20'	Lois et règlements de protection plus efficaces.	Appui aux luttes de diverses communautés forestières pour le maintien de leurs droits et de leur environnement. Amélioration des systèmes législatifs et de contrôle, lutte contre la corruption (exemples : problématiques FLEG et FLEGT).
23	Développement plus rapide des formes d'intensification écologique de l'agriculture.	Stratégies de développement rural plus favorables aux modes de production biologique et à la petite agriculture à haute intensité en main d'œuvre. Appui à l'amélioration agricole sur les surfaces déjà défrichées.
24	Modes d'exploitation forestière plus économes en ressources.	Mise en œuvre des normes d'exploitation à impact réduit et de plans d'aménagement forestier, sur base d'inventaires, encouragée notamment par la certification (FSC, PEFC, critères et indicateurs de l'OIBT).
31	Rendement de valorisation des matières premières et de l'énergie augmenté.	Réduction des pertes dans les filières de transformation (y compris scieries) et dans l'utilisation finale (y compris par foyers améliorés), choix d'usages plus utiles.
34	Ressources externes aux forêts tropicales mieux préservées et durablement valorisées.	Gestion durable des terres (y compris la lutte contre l'érosion et la désertification) ; développement des ressources forestières hors forêts tropicales naturelles.
35	Extension des zones bâties plus économe en espace.	Aménagement du territoire et politiques foncières urbaines en milieux forestiers tropicaux.

Un arbre à objectifs simplifié découle de cette sélection et est présenté ci-dessous. La simplification permet de mentionner en toutes lettres les objectifs correspondants moyennant des ajustements de mise en page.

Arbre à objectifs



Pour les acteurs situés dans les pays développés tempérés, l'analyse confirme le bien-fondé d'attitudes visant notamment à

- économiser les matières et l'énergie, y compris par une alimentation plus végétarienne ;
- donner la préférence à l'achat de produits labellisés pour promouvoir des modes d'exploitation durable des ressources ;
- exercer une pression politique critique envers le développement agro-industriel et envers les stratégies de coopération au développement fondées sur les infrastructures et la croissance du commerce international, et plutôt soutenir des efforts au bénéfice des populations rurales des pays pauvres dans une perspective de réduction de leur dépendance directe envers les ressources naturelles ;

mais il va de soi que les actions individuelles en ce sens n'auront d'efficacité pratique que si elles sont suffisamment généralisées (et ce en particulier chez les personnes les plus influentes) et complétées par des actions adéquates au Sud.

4. Conclusion

La méthode proposée rejoint les démarches connues qui consistent à fonder les stratégies d'action sur des arbres à problèmes et à objectifs, mais elle correspond à un cas précis d'application de ces outils : celui où il s'agit de répondre à un problème préalablement

identifié, dont l'existence ou la gravité font consensus (et non d'analyser une situation problématique sous de nombreux aspects, sans hiérarchisation ni tri a priori entre les problèmes).

L'originalité de la méthode est d'appuyer l'arbre à problèmes sur une analyse plus objective (ne prenant pas de position a priori) et plus systémique (reconnaissant les rétroactions et les processus itératifs) et de rendre explicite la réflexion sur ce qui est souhaitable ou non. La construction de l'arbre à problèmes est ainsi précédée de phases qui servent à l'étayer et à l'ouvrir à la critique ; tout en facilitant la prise en compte des analyses ne recourant pas à la technique de l'arbre à problèmes et ne se structurant pas d'une manière explicitement orientée vers la proposition de solutions (en l'occurrence les approches plus purement scientifiques).

Ainsi appliquée à la déforestation tropicale, la démarche aura conduit à se faire une image des causes peut-être plus complète ou plus fine que celles que véhiculent les textes et les discours habituels. Cette représentation est-elle pour autant plus proche de la vérité ou plus utile à lutter de manière appropriée contre la déforestation ? Les erreurs et omissions restent possibles car chacun ne peut avoir qu'une vision partielle d'un problème aussi vaste. En dépit son apparente complexité l'analyse est inévitablement simpliste sous-estimant probablement diverses rétroactions. Et bien entendu les jugements de valeur qui sous-tendent la désignation des problèmes sont discutables. Mais le cheminement suivi est ici explicite et par conséquent ouvert à accueillir des compléments, des corrections ou des opinions autres. En même temps il conduit à porter un regard critique sur les affirmations les moins argumentées, aide à se faire une opinion, et, le cas échéant, devrait stimuler et orienter des réponses engagées.

5. Sources

- Aves, H. 2009. Demographic dynamics and socio-economic development as drivers of deforestation in the Brazilian Atlantic Forest: a GIS integration of census and remote sensing data at different spatial scales. 7th International Science Conference on the Human Dimension of Global Change, April 2009, UN Campus, Bonn.
- Benhim, J.K.A. 2006. Agriculture and Deforestation in the Tropics: A Critical Theoretical and Empirical Review. *Ambio* 35(1): 11-16.
- Buttler, R.A. & W.F. Laurance. 2008. New strategies for conserving tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 23(9): 469-472.
- Durand, F. 1994. Les forêts en Asie du Sud-Est. Recul et exploitation. Le cas de l'Indonésie. L'Harmattan, Paris, 411 pp.
- Ferreira, N.C., Laerte Guimarães Ferreira, L.G. Jr., Huete, A., Miziara, F. & M.E. Ferreira. 2007. Causas e Efeitos dos Desmatamentos na Amazônia: Uma análise a partir de dados orbitais, cartográficos e censitários. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 6721-6728.
- Geist, H.J. & Lambin, E.F. 2001. What drives tropical deforestation? . LUCR Report Series N°4 136 pp.
- Geist, H.J. & Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience* 52, (2), 143–150.
- Hurst., Ph. 1990. Rainforest politics. Ecological destruction in South-East Asia. Zed Books, Londres, 303 pp.
- Irland, L.C. 2009. State failure and corruption : challenges for forest policy. ITTO Tropical Forest Update 19/1.
- Kaimowitz, D. & Arild Angelsen. 1998. Economic models of tropical deforestation. CIFOR, Jakarta, 153 pp.

- Kerr, S., Pfaff, A.S.P. & G.A. Sanchez-Azofeifa. 2003. Development and Deforestation: evidence from Costa Rica. www.columbia.edu/~ap196/030707costarica.pdf
- Ledant, J.P. 1985. La réduction de biomasse en Afrique de l'Ouest (seconde partie : aperçu par zone). *Annales de Gembloux* 91 : 111-123.
- Ledant, J.P. 1986. La dégradation de la végétation: les rétroactions *in* La désertification. *Cahiers Nord/sud* 3(1): 11-14.
- Mouvement Mondial pour les Forêts Tropicales. 2002. Afrique, ses forêts menacées. Montevideo, 258 pp.
- Nke Ndihi, J. 2008. Déforestation au Cameroun : causes, conséquences et solutions. In *Déforestation, causes, acteurs et enjeux. Alternatives sud* 15(3) : 155-176.
- Nora L. Alvarez, N.L. & L. Naughton-Treves. 2003. Linking National Agrarian Policy to Deforestation in the Peruvian Amazon: A Case Study of Tambopata, 1986-1997. *Ambio*, Vol. 32,, pp. 269-274
- Pfaff, A. 1999. What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? *Journal of Environmental Economics and Management* 37 : 26-43.
- Repetto, R. & M. Gillis. Public policies and the misuse of forest resources. Cambridge University Press, Cambridge, 432 pp.
- Rowe, R., Sharma, N. et J. Browder. 1992. Deforestation, causes and concerns. In Sharma, P. *Managing the World's Forests*. IRBD, Washington : 33-45.
- Scouvard, M. et E. Lambin. 2006. Approche écosystémique des causes de déforestation en Amazonie brésilienne : syndromes, synergies et rétroactions. *L'espace géographique* 35 (3) : 241-254.
- Sponsel, L.E., Headland, T.N. & R.C. Bailey. 1996. *Tropical deforestation, the human dimension*. Columbia University Press, News York, 365 pp.
- Tacconi, L. 2003. Fires in Indonesia: causes, costs and policy implications. CIFOR Occasional Paper No. 38. CIFOR, Bogor. 24 p.
- World Bank. 2006. Strengthening forest law enforcement and governance: addressing a systematic commitment to sustainable development. Washington.
- World Rainforest Movement. 2004. Mining. Social and environmental impacts. WRM, Montevideo, 194 pp.
- World Rainforest Movement. 2008. Causes directes et indirectes de la déforestation. In *Déforestation, causes, acteurs et enjeux. Alternatives sud* 15(3) : 33-42.

Annexe : matrice carrée montrant les relations 2 à 2 entre les facteurs

Conséquences (lignes) - causes (colonnes)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Accès à la nourriture amélioré	1	0				X																					X											
Accès aux FT et à leurs ressources relativement libre	2		0																																			
Biomasse moyenne réduite en FT (par ha)	3			0								X																	X	X							X	
Croissance démographique forte sous les tropiques	4	X			0														X																			
Découplage entre revenus et pressions sur les RN difficile	5				0																																	
Défrichements agricoles supérieurs aux retours à la FT	6					0								X				X						X									X		X			
Demande en énergie augmentée	7			X			0		X			X																					X					
Demande en matières premières augmentée	8			X			X	0	X																							X						
Demande moyenne de biens de consommation augmentée	9								0																													
Départs de feux plus fréquents	10					X				0				X									X															
Distance et obstacles entre ressource et con. réduits	11			X							0						X													X								
Dommmages d'exploitation augmentés	12											0												X														
Energies alternatives peu valorisées	13												0																									
Force de travail accrue et immigration dans les FT	14			X	X			X		X				0						X						X										X		
Forte proportion de personnes en situation difficile hors forêts	15														0																						X	
FT plus inflammables	16		X													0								X														
Infrastructures et moyens de transport plus développés	17							X		X							0																				X	
Investissements accrus en matériel d'exploitation des FT	18							X		X								0																			X	
Maladies tropicales mieux contrôlées	19																			0																		
Mesures de protection forestière insuffisantes ou inopérantes	20																				0																	
Mines plus étendues en FT	21	X											X					X				0																
Mise à feu plus facile	22																						0															
Modes d'exploitation agricole peu économes en terres	23		X																					0														
Modes d'exploitation forestière peu économes des ressources	24		X																						0						X							
Moyens techniques plus efficaces	25																								0													
Nombreuses personnes en situation difficile...	26			X										X												0												
Plus d'emplois et de revenus générés dans le contexte des FT	27					X															X							0			X			X		X		
Pôles de croissance économique rapprochés des FT	28																													0								
Pressions plus concentrées	29		X																												0							X
Prélèvements de bois augmentés	30													X																	0							X
Rendement de valorisation... limité	31																															0						
Rentabilité relative de l'exploitation des FT améliorée	32							X		X							X				X											0			X			
Réservoirs plus étendus dans le contexte des FT	33	X					X																											0				
Ressources des FT relativement plus attractives	34																																		0			
Surfaces bâties en extension dans ou près des FT	35			X																																0		
Surfaces de FT incendiées annuellement plus importantes	36									X				X		X																					0	
Surfaces de FT réduites	37		X			X																X								X			X	X	X	X		0

