

# Comment les civilisations finissent : théorie de l'effondrement catabolique

John Michael Greer

2005

## **Résumé :**

L'effondrement des sociétés humaines complexes reste mal compris et les théories couramment acceptées laissent de côté de nombreux aspects des cas historiquement attestés. Les rapports entre ressources, capital, déchets et production forment la base d'un modèle écologique de l'effondrement où la production ne suffit plus à assurer la maintenance du capital existant. Les sociétés qui se trouvent dans une telle situation après avoir épuisé leurs ressources risquent un effondrement catabolique, un cycle de récession auto-entretenu qui transforme la plus grande partie du capital en déchets. Ce modèle permet d'expliquer les aspects essentiels des effondrements historiques et suggère un parallélisme entre les processus de succession dans les écosystèmes non-humains et les phénomènes d'effondrement au sein des sociétés humaines.

## **Introduction**

Même s'il demeure un sujet de fascination tant pour le grand public que pour le monde académique, l'effondrement des sociétés humaines complexes reste mal compris. Tainter (1988), passant en revue les tentatives passées d'expliquer la disparition des civilisations, fait remarquer que la plupart des explications ne fournissent aucun mécanisme causal et se basent ou bien sur des hypothèses ad hoc basées elles-mêmes sur tel ou point de détail, ou bien sur des théories mystiques (c'est à dire que les civilisations ont une durée de vie maximale comme les organismes vivants). Dans un autre recensement des effondrements dans l'histoire (Yoffee and Cowgill 1988), les auteurs proposent des modèles divergents pour expliquer des processus de déclin et de chute relativement similaires.

Tainter (1988) a proposé une théorie générale de l'effondrement postulant que les sociétés complexes s'effondrent quand une complexité croissante se traduit par un rendement marginal négatif, si bien qu'un déclin de la complexité socio-politique de la société bénéficie à sa population. Cette théorie a de nombreux points forts et explique de nombreux aspects de la chute des civilisations, elle en laisse d'autres de côté, cependant, et notamment la dimension temporelle du processus. Tainter définit l'effondrement comme un processus de simplification socio-politique prenant place « sur une période n'excédant pas quelques décennies » (Tainter, 1988, p. 4), remplaçant un niveau de complexité insoutenablement élevé par autre, plus bas et plus durable. Nombre des exemples qu'il cite, cependant, ne coïncident pas avec sa description, ont pris des siècles plutôt que des décennies (voir table 1) et se sont traduits par un processus prolongé mais graduel de désintégration plutôt que par une transition rapide d'une situation insoutenable à une autre plus durable.

Civilisation	Début de l'effondrement	Durée de l'effondrement
Crète Minoenne	1500 av J.C	300 ans
Grèce Mycénienne	1200 av J.C	150 ans
Empire Hitite	1200 av J.C	100 ans
Empire Chou Occidental	934 av J.C	163 ans
Empire Romain d'Occident	166 ap J.C	310 ans
Mésopotamie médiévale	vers 650 ap J.C	env 550 ans
Maya Classique des Basses Terres	Vers 750 ap J.C	Env 150 ans

Les exemples d'effondrement sur lesquels nous avons le plus d'information, comme la chute de l'Empire Romain d'Occident, présentent une temporalité spécifique encore plus difficile à accorder avec la théorie de Tainter. Ainsi durant l'effondrement de la puissance romaine chaque crise a-t-elle mené à une perte de complexité sociale suivie d'une stabilité temporaire à un niveau moindre de complexité. Ce niveau s'est, à son tour, avéré insoutenable et fut suivi par une nouvelle crise et une nouvelle perte de complexité (Gibbon 1776-88; Tainter, 1988; Grant, 1990). Dans de nombreuses régions, le niveau de complexité socio-politique après la désintégration finale de l'Empire était très en dessous de ce qu'il avait été avant leur inclusion dans le système impérial. Ainsi la Grande-Bretagne au cours de l'âge de fer tardif avait une société agraire prospère avec des centres urbains en formation et un système de commerce international. Cette région est restée pauvre, sous-peuplée et politiquement instable pendant des siècles après l'effondrement de l'autorité impériale (Snyder 2003).

Un modèle alternatif basé sur l'écologie humaine permet d'expliquer plus efficacement le processus d'effondrement. Ce modèle – l'effondrement catabolique – considère la chute des sociétés complexes comme le résultat d'un cycle de déclin auto-entretenu provoqué par des interactions entre ressources, capital, déchets et production.

### ***L'écologie humaine de l'effondrement***

Au plus haut niveau d'abstraction toutes les sociétés humaines incluent quatre éléments fondamentaux :

**Les ressources (R)** sont les éléments présents naturellement dans l'environnement que la société peut exploiter mais qu'elle n'a encore ni extraits ni incorporés dans son flux d'énergie et de matériaux. Les ressources incluent les ressources matérielles comme le minerai de fer non encore extrait ou la fertilité naturelle du sol non encore épuisée par l'activité agricole, les ressources humaines comme les individus non encore incorporés dans la force de travail de la société et les ressources informationnelles comme les découvertes scientifiques susceptibles d'être faites par la société mais qu'elle n'a pas encore réalisées. Les ressources accessibles même à la plus simple des sociétés sont nombreuses, complexes et en perpétuelle évolution. Ce modèle les traite cependant comme une variable unique. Cette simplification n'est acceptable que parce qu'elle permet de voir certaines constantes à grande échelle et d'appliquer le modèle au plus grand nombre possible de sociétés.

**Le capital (C)** consiste en toutes les ressources qui ont été incorporées dans le flux de matériaux et d'énergie mais peuvent néanmoins continuer à être utilisés. Le capital inclut le capital physique comme la nourriture, les champs, les outils, le capital humain comme les ouvriers ou les scientifiques, le capital social comme les hiérarchies ou les systèmes économiques et le capital informationnel comme la technologie. Si un marché est une forme de capital social et si les pièces et

les billets sont une forme de capital physique, la monnaie en tant que telle est un système d'allocation et de contrôle du capital plutôt qu'une forme de capital *stricto sensu*. Même si le stock de capital d'une société est à la fois diversifié, complexe et en perpétuelle évolution, ce modèle le traite comme une variable unique dans un souci de simplicité.

**Les déchets (W)** sont tous les facteurs de production qui ont été incorporés dans le flux d'énergie et de matériaux de la société et ne peuvent plus être utilisés. Les matériaux utilisés ou convertis en polluants, les outils ou les travailleurs à la fin de leur vie utile, les informations perdues ou déformées deviennent tous des déchets. Tous les déchets sont considérés comme une variable unique dans le cadre de ce modèle.

**La production (P)** est le processus par lequel le capital et les ressources sont combinées pour créer du nouveau capital et des déchets. La quantité et la qualité du nouveau capital créé par la production dépend des ressources et du capital existant utilisés. Les ressources et le capital existant peuvent être substitués l'un à l'autre mais le rapport entre les deux est non-linéaire et une substitution complète est impossible. Quand la quantité de ressources utilisées s'approche de zéro maintenir un niveau quelconque de production requiert un accroissement exponentiel des dépenses de capital existant, du fait du déclin tendanciel de sa productivité marginale (Clark and Haswell, 1966; Wilkinson, 1973; Tainter, 1988). Dans le cadre de ce modèle l'ensemble du processus de production est traité comme une variable unique.

Dans toutes les sociétés humaines des ressources et du capital entrent dans le processus de production tandis que du nouveau capital et des déchets en sortent. Le capital se transforme en déchets en dehors du processus de production – la nourriture non consommée se perd, par exemple, et les travailleurs inemployés vieillissent et meurent quand même. Ainsi le maintien du statu quo requiert une production de nouveau capital égale à la création de déchets engendrés à la fois par le processus de production et la dégradation du capital existant.

$$C(p) = W(p) + W(c) \rightarrow \text{statu quo} \quad (1)$$

Où  $C(p)$  est le nouveau capital produit,  $W(p)$  est le capital existant converti en déchets dans le cadre de la production du nouveau capital et  $W(c)$  est le capital existant converti en déchets en dehors du processus de production. La somme de  $W(p)$  et  $W(c)$  est  $M(p)$ , production de maintenance, le niveau de production nécessaire pour entretenir le stock de capital à son niveau actuel. Ainsi l'équation (1) peut être simplifiée en :

$$C(p) = M(p) \rightarrow \text{statu quo} \quad (2)$$

Les sociétés qui quittent le statu quo et entrent dans un état d'expansion produisent plus qu'il n'est nécessaire pour entretenir le stock de capital existant :

$$C(p) > M(p) \rightarrow \text{expansion} \quad (3)$$

En l'absence de limites à la croissance, ce processus, une fois commencé, s'auto-entretient car le nouveau capital peut être introduit dans le processus de production où il génère encore plus de nouveau capital qui, à son tour, peut être introduit dans le processus de production. L'expansion vers l'Ouest des États-Unis au XIX<sup>ème</sup> siècle est un exemple bien documenté de ce processus : dans un environnement riche en ressources, la croissance du capital humain grâce à l'immigration et la croissance du capital informationnel grâce au développement de nouvelles techniques agricoles ont accru la production, engendrant un accroissement du capital physique par l'expansion géographique, la colonisation de nouvelles terres arables, l'industrialisation etc... qui ont provoqué un nouvel accroissement de la production et une croissance de toutes les formes de capital (Billington 1982). Ce processus s'appelle un **cycle anabolique**.

Le caractère auto-entretenu d'un cycle anabolique par deux facteurs qui tendent à limiter la croissance de  $C(p)$ . D'abord les ressources peuvent être insuffisantes pour entretenir une croissance

indéfinie. On doit ici cesser de considérer les ressources comme une variable unique. Chaque ressource a un taux de renouvellement  $r(R)$ , la vitesse à laquelle de nouveaux stocks de ressources deviennent disponibles pour la société. Pour chaque ressource et chaque société à un moment donné  $r(R)$  est un produit pondéré du taux de production naturel, des nouvelles découvertes et du développement de ressources alternatives susceptibles de remplir le même rôle dans la production. Après un certain temps, comme les découvertes et le développement d'alternatives sont tous deux soumis à la loi des rendements décroissants (Clark and Haswell, 1966; Wilkinson, 1973; Tainter, 1988),  $r(R)$  s'approche de manière asymptotique le taux de renouvellement naturel de la ressource originelle et des alternatives.

Chaque ressource a aussi un taux d'utilisation par la société  $d(R)$  et les relations entre  $d(R)$  et  $r(R)$  forme un élément central du modèle. Les ressources utilisées plus vite qu'elle ne se renouvellent,  $d(R)/r(R) > 1$ , s'épuisent. Une ressource en voie d'épuisement doit être remplacée par du capital si l'on veut maintenir la production et les besoins en capital augmentent de manière exponentielle au fur et à mesure que le processus d'épuisement continue. Ainsi, à moins que les ressources de la société aient un taux de renouvellement illimité,  $C(p)$  ne peut croître indéfiniment car tôt ou tard  $d(R)$  excèdera  $r(R)$  ce qui mènera à un épuisement et à un accroissement exponentiel des besoins en capital nécessaires pour  $C(p)$ . La loi du minimum de Liebig suggère que pour une société donnée la ressource essentielle avec la plus forte valeur pour  $r(R)/d(R)$  peut être utilisée pour établir une valeur de travail de  $d(R)/r(R)$  pour l'ensemble des ressources.

L'épuisement des ressources est donc un des facteurs qui tendent à inverser l'inertie d'une croissance anabolique. L'autre tient à la relation entre capital et déchets. Au fur et à mesure que le stock de capital croît,  $M(p)$  augmente, car  $W(c)$  croît proportionnellement au capital total ; plus de capital requiert plus de maintenance et de remplacement.  $M(p)$  s'accroît aussi quand  $C(p)$  augmente car une production accrue requiert une consommation accrue de capital et donc un accroissement de  $W(p)$ , la conversion de capital en déchets au cours du processus de production. Tous les autres facteurs étant égaux, l'effet de  $W(c)$  est de faire augmenter  $M(p)$  plus vite que  $C(p)$  car tout le capital n'est pas incorporé dans la production à un moment donné alors que l'ensemble du capital se dégrade. On peut augmenter  $C(p)$  par rapport à  $M(p)$  en diminuant le stock de capital pour réduire  $W(c)$ ; en ralentissant la conversion du capital en déchets pour réduire  $W(c)$  et/ou  $W(p)$ ; en augmentant la part du capital dans pour accroître  $C(p)$ ; ou en consacrant plus de ressources à la production, augment de ce fait  $C(p)$ . Si cela n'est pas ou si cela s'avère insuffisant pour faire face à la situation,  $M(p)$  augmentera jusqu'à égaliser ou dépasser  $C(p)$  et stoppera le cycle de croissance anabolique.

D'une manière générale, une société à la fin d'un cycle de croissance anabolique est confrontée à un choix entre deux stratégies. La première consiste à aller vers un état stationnaire, dans lequel  $C(p) = M(p)$  et  $d(R) \leq r(R)$  pour toutes les ressources économiquement importantes. En l'absence de limites environnementales, cela requiert un fort contrôle social destiné à garder le stock de capital à un niveau auquel les coûts de maintenances peuvent être couverts par la production existante et à maintenir l'exploitation des ressources au niveau du taux de renouvellement ou en dessous. En l'absence de limites environnementales cela demande des choix collectifs difficiles mais tant que la disponibilité des ressources demeure stable, que la contrôle sur la croissance du capital reste en place et que la société échappe à des crises exogènes majeures, cette stratégie peut être poursuivie indéfiniment.

L'alternative est de tenter de prolonger le cycle anabolique en prélevant plus de ressources, par la conquête militaire, grâce à de nouvelles technologies ou par d'autres moyens. Comme la production accroît  $W(p)$ , cependant, et que l'accroissement du stock de capital mène à un accroissement de  $W(c)$ , ces efforts mènent à un accroissement de  $M(p)$ . Une société qui tente de maintenir son cycle anabolique indéfiniment doit donc accroître sa consommation de ressources à un rythme toujours croissant pour empêcher  $C(p)$  de tomber sous  $M(p)$ . Comme cela exacerbe les problèmes de déplétion, comme nous l'avons vu plus haut, cette stratégie peut s'avérer contre-productive.

Si les tentatives d'atteindre un état stationnaire échouent ou les efforts pour extraire plus de ressources sont insuffisants pour couvrir  $M(p)$ , la société entre dans une période de contraction au

cours de laquelle la création de nouveau capital ne compense pas les pertes engendrées par la création de déchets.

$$C(p) < M(p) \rightarrow \text{contraction (4)}$$

Ce processus de contraction peut prendre deux formes, selon le taux de renouvellement des ressources utilisées par la société. Une société qui utilise ses ressources à une vitesse égale ou inférieure à leur taux de renouvellement ( $d(R)/r(R) = 1$ ), entre, quand la production de nouveau capital ne peut plus couvrir les coûts de maintenance, dans une crise de maintenance. Le capital ne peut plus être entretenu et est transformé en déchets : le capital physique est détruit ou perdu, la population décroît, les organisations se fractionnent en unités plus petites et plus économiques. Comme les ressources ne sont pas épuisées les crises de maintenance sont auto-limitatives. Quand le capital est perdu  $M(p)$  décroît fortement alors que le déclin de  $C(p)$  est amorti par le maintien d'un approvisionnement constant en ressources. Cela permet un retour à l'état stationnaire ou le début d'un nouveau cycle anabolique une fois que la conversion de capital en déchets fait passer  $M(p)$  sous  $C(p)$ .

Une société qui utilise ses ressources au-delà de leur taux de renouvellement ( $d(R)/r(R) > 1$ ), risque, quand la production de nouveau capital devient insuffisante pour couvrir les coûts de maintenance, d'entrer dans une crise de déplétion ou les effets de la crise de maintenance sont amplifiés par l'impact de la déplétion sur la production. Comme  $M(p)$  dépasse  $C(p)$  et que le capital ne peut plus être entretenu, il est converti en déchets et devient indisponible. Comme la déplétion rend nécessaires des investissements de capital toujours plus importants, la perte de capital affecte la production de manière beaucoup plus importante que lors d'une crise de maintenance. Dans le même temps, le processus de production, même à un niveau réduit, demande toujours plus de ressources, exacerbant l'impact de la déplétion et augmentant les besoins en capital. Comme la demande de capital augmente alors même que sa disponibilité diminue,  $C(p)$  tend à baisser plus vite que  $M(p)$ , ce qui prolonge la crise. Le résultat est un cycle catabolique, un processus auto-entretenu dans lequel  $C(p)$  reste en dessous de  $M(p)$  tandis que les deux déclinent. Des cycles cataboliques peuvent se produire au cours d'une crise de maintenance si la différence entre  $C(p)$  et  $M(p)$  est suffisamment importante mais ils tendent alors à s'auto-limiter. Dans une crise de déplétion, au contraire, les cycles cataboliques peuvent aboutir à un effondrement catabolique dans lequel  $C(p)$  approche de zéro et la plus grande partie du capital de la société est convertie en déchets.

Une société prise dans une crise de déplétion ne subit pas toujours un effondrement catabolique. Si la déplétion est limitée et que donc le déclin de la demande de ressources, conséquence de la diminution de la production, fait passer  $d(R)$  sous  $r(R)$ , il se peut qu'il n'y ait pas d'accélération de la chute de  $C(p)$  et que la crise devienne une simple crise de maintenance. Si la différence entre  $C(p)$  et  $M(p)$  est modeste, le capital non-productif peut être consacré à la production pour augmenter  $C(p)$  ou, de préférence, converti en déchets pour réduire  $M(p)$ , ce qui rétablira temporairement l'équilibre entre  $C(p)$  et  $M(p)$  et permettra de gagner le temps nécessaire pour arriver à un état stationnaire. Une société où la déplétion est à un stade avancé et où  $M(p)$  s'accroît rapidement par rapport à  $C(p)$  peut, cependant, ne pas être capable d'échapper à un effondrement catabolique même si ces mesures sont prises. Des facteurs culturels et politiques peuvent également rendre les efforts pour éviter un effondrement catabolique difficile à mettre en place, voire même à envisager.

### **Tester le modèle**

Ces deux formes d'effondrement, crise de maintenance menant à un rétablissement et crise de déplétion menant à un effondrement catabolique, sont, à certains égards, des idéaux types et constituent les deux extrêmes d'un spectre étendu couvrant diverses formes de ruptures sociales. La plupart des exemples historiques d'effondrement se situent quelque part entre les deux. On doit garder à l'esprit les limites de ce modèle, simplifié et abstrait, avant de l'appliquer à des exemples passés ou présents. Néanmoins, une revue d'exemples historiques montre que nombre d'entre eux ont des caractéristiques qui confortent le modèle présenté dans cet article.

Les plus proches de la crise de maintenance sont les sociétés tribales comme les Kachin de Birmanie. Les communautés Kachin oscillent entre une forme relativement décentralisée (gumlao) et

une forme relativement centralisée (shan), et cela sans perte significative de capital, physique, social, informationnel ou humain. Dans ce cas les cycles anaboliques mènent à une croissance du capital organisationnel sous la forme de sociétés relativement centralisées mais le coût de maintenance de ces sociétés s'avère insoutenable, ce qui mène à une crise de maintenance et à la restauration de formes sociales moins exigeante en capital et en ressources (Leach, 1954).

Un processus similaire, quoique sur une plus grande échelle et plus destructeur, caractérise l'histoire de la Chine impériale depuis le X<sup>ème</sup> av. J.C jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle. Une agriculture efficace, basée sur des céréales, et des économies de marché locales ont posé les fondations d'une série de cycles anaboliques aboutissant d'états impériaux dynastiques et centralisés (Gates, 1996; Di Cosmo, 1999). Ces cycles anaboliques engendrent un accroissement de la population, du nombre et de l'importance des travaux publics comme par exemple ceux consacrées au contrôle des inondations, ainsi qu'à une croissance de la complexité organisationnelle, ce qui se révèle insoutenable sur le long terme. Quand les coûts de maintenance excèdent les ressources du gouvernement impérial des crises de maintenance répétées mène à la rupture de l'unité nationale, à des invasions par les peuples voisins, à la perte d'infrastructures et une importante chute de la population (Ho, 1970; Di Cosmo, 1999). La base économique de la Chine impériale avait un taux de renouvellement, grâce à la soutenabilité à long terme de l'agriculture chinoise et à l'utilisation de l'énergie musculaire humaine et animale comme principale source d'énergie et les éventuelles déplétions étaient rapidement compensées une fois que la population diminuait (Elvin, 1993). Même si des phénomènes de déplétion jouaient un rôle limité, les crises de maintenance de la Chine impériales étaient auto-limitatives et aboutissaient à des niveaux de population et d'organisation socio-politique plus modestes plutôt qu'à un effondrement total de la société.

L'effondrement de l'Empire Romain d'Occident, au contraire, fut un effondrement catabolique engendré à la fois par une crise de maintenance et de déplétion. Si le monde méditerranéen antique dépendait, comme le monde chinois, d'une ressource facilement renouvelable, l'Empire, lui-même, était le produit d'un cycle anabolique dépendant de ressources facilement épuisables et maintenu grâce à la supériorité militaire romaine. A partir du troisième siècle avant J.C, l'expansion romaine transforma le capital des autres sociétés en ressources pour Rome au fur et à mesure que les pays voisins étaient conquis et dépouillés de leurs richesses. Chaque nouvelle conquête accroissait la base économique romaine et aidait à en financer de nouvelles. Après le premier siècle de notre ère, cependant, l'expansion cessa de couvrir ses propres coûts. Les pays qui restaient à portée de Rome étaient soit des tribus barbares avec peu de richesses, comme les Germains, soit des empires rivaux capables de se défendre comme les Parthes (Jones 1974). Sans les revenus apportés par de nouvelles conquêtes, les coûts de maintenance de l'empire s'avèrent insoutenables et un cycle catabolique s'en suivit rapidement. La première rupture dans le système impérial eu lieu en 166. D'autres crises suivirent jusqu'à ce que l'Empire d'Occident cesse d'exister en 476 (Grant 1990, Grant 1999).

L'effondrement romain présente une caractéristique qui conforte le modèle présenté ici. En 297 l'empereur Dioclétien divisa l'empire en deux parties : orientale et occidentale. La coordination entre les deux s'affaiblit et à la mort de Théodose I, en 397, les deux empires étaient devenus, de fait, des états indépendants. L'Empire d'Occident ne disposait que d'1/3 des revenus de celui d'Orient mais avait une frontière Nord deux fois plus longue à défendre. Cela plaquait l'essentiel des vulnérabilités de l'ancien empire dans une moitié et l'essentiel de ses revenus dans l'autre. Dans le cadre d'un modèle d'effondrement catabolique cela, l'empire oriental permit à une grande quantité de capital, coûteux mais peu productif de se transformer en déchets, ce qui fit passer son  $M(p)$  en dessous de ce qui restait de son  $C(p)$ , brisant ainsi le cycle catabolique. Le territoire de l'Empire d'Orient décrut encore avec les conquêtes musulmanes des VII<sup>èmes</sup> et VIII<sup>èmes</sup> siècles. Ce fut involontaire mais les résultats furent les mêmes. En passant avec succès à un niveau d'organisation qui pouvait être supporté par l'agriculture et le commerce sur un territoire plus facile à gérer, l'Empire d'Orient survécut un millénaire de plus que son jumeau occidental. (Bury 1923).

Plus proche d'une pure crise de déplétion on trouve l'effondrement des Mayas Classiques des Basses Terres entre le VIII<sup>ème</sup> et le X<sup>ème</sup> siècle. Le modèle explicatif le plus populaire pour l'effondrement Maya, basé sur des indices démographiques et paléo-écologiques postule que les populations Mayas ont atteint un niveau qui ne pouvait pas être supporté indéfiniment par l'agriculture

locale, réalisée sur le sol de latérite pauvre du Yucatan méridional. Dans le cadre du modèle présenté ici, la ressource fondamentale que constituait la fertilité du sol fut utilisée à une vitesse qui excédait son taux de renouvellement et souffrit d'une déplétion sévère. Les états Mayas investissaient également une grande partie de leur  $C(p)$  dans des programmes de constructions monumentales qui augmentaient les coûts de maintenance mais ne pouvaient pas servir à la production. Ils continuèrent ces programmes jusqu'au début de la fin de la période classique. Le résultat fut un « effondrement par vagues » sur environ deux siècles, de 750 à 950, au cours duquel les populations maya des basses terres déclinèrent considérablement et de nombreux centres urbains furent abandonnés à la jungle (Willey and Shimkin 1973, Lowe 1985, Webster 2002).

L'effondrement des Mayas des Basses Terres est particulièrement intéressant car il semble avoir été précédé par au moins deux ruptures. Les sites préclassiques comme El Mirador et Becan présentent les mêmes éléments culturels et artistiques que les centres urbains classiques mais ont été abandonnés au cours d'un effondrement mal documenté autour de 150 (Webster 2002). Un second épisode, appelé Hiatus, entre les périodes classiques précoces et tardives (500-600 CE) présente un déclin dans le nombre des constructions monumentales et des indices de décentralisation politique (Willey 1974). Il est difficile de savoir si ces événements étaient des crises de maintenances précédant la crise de ressource finale du classique terminal ou si d'autres explications sont nécessaires.

Certains aspects de la sociologie comparative confortent également le modèle de l'effondrement catabolique. Une des implications de ce modèle est que les sociétés qui persistent sur de longues périodes de temps tendront à développer des mécanismes sociaux visant à limiter la croissance du capital et donc à abaisser artificiellement  $M(p)$  en dessous de  $C(p)$ . De semblables mécanismes existent, de fait, dans un grand nombre de sociétés. Parmi les plus communs on trouve des systèmes qui permettent de transformer régulièrement de modestes quantités de capital improductif en déchets. On peut citer, par exemple, certains aspects de l'économie du potlatch chez les indiens de la côte nord-ouest de l'Amérique (Kotschar, 1950; Rosman, 1971; Beck, 1993) et le dépôt rituel d'objets de prestige en métal dans des lacs et des rivières par les populations de l'âge du Bronze ou du Fer en Europe Occidentale (Bradley, 1990; Randsborg, 1995). Ces systèmes ont été interprétés de nombreuses manières (Michaelson, 1979), mais dans le cadre du modèle présenté ici une de leurs fonctions est retrancher une partie du  $C(p)$  des stocks de capital requérant de la maintenance et donc de diminuer artificiellement  $W(c)$ , ce qui rend moins probable un cycle catabolique.

Ces pratiques avaient clairement d'autres fonctions ou significations dans les sociétés où elles étaient pratiquées. De plus, cette interprétation ne requiert pas que les sociétés en question aient eu conscience que des systèmes de destruction de capital empêchent les cycles cataboliques. C'est plutôt que si de tels systèmes rendent les cycles cataboliques moins probables, les cultures qui les adoptent pour d'autres raisons ont plus de chance de survivre sur le long terme et de les transmettre à leurs voisins ou successeurs.

### ***Conclusion : l'effondrement considéré comme un processus de succession***

Même dans le cadre des sciences sociales, le processus par lequel des sociétés complexes laissent la place à des ensembles plus petits et plus simples est souvent présenté dans un langage tiré de la tragédie, comme si une perte de complexité sociopolitique devait nécessairement être considérée négativement. Cela est compréhensible car l'effondrement des civilisations implique souvent une mortalité catastrophique et la perte de trésors culturels sans prix, mais comme n'importe quel jugement de valeur, celui-ci peut occulter de nombreux aspects du problème. Une vision moins problématique du processus d'effondrement dérive de l'idée de succession, un concept de base dans l'écologie des organismes non-humains. Le concept de succession décrit le processus par lequel une zone non encore occupée par des êtres vivants est colonisée par une série d'assemblages biotiques appelés *sères*. Chacun d'entre eux remplace un *sère* antérieur et est remplacé par un *sère* postérieur jusqu'à ce que le processus aboutisse à la constitution d'une communauté climatique stable (Odum 1969).

Un des aspects fondamentaux de la succession réside dans la manière dont les sères précoces et les sères tardifs exploitent les ressources. Les espèces caractéristiques des premiers stades séraux tendent à maximiser leur contrôle sur les ressources et la production de biomasse, par unité de temps, même au prix d'une certaine inefficacité. Ces espèces tendent à maximiser la production et la distribution de leurs jeunes même si cela signifie que la majorité de ces jeunes n'atteindront pas l'âge adulte. Les espèces typiques des sères tardifs, au contraire tendent à maximiser l'efficacité de leur utilisation des ressources. Même si cela limite leur production de biomasse et la diffusion des organismes individuels : ces espèces tendent à maximiser leur investissement énergétique dans la production de chaque jeune même si cela signifie que ces jeunes seront peu nombreux et que l'espèce n'occupera pas tout l'espace disponible. Les espèces du premier type, ou espèces R, ont été sélectionnées pour occuper de manière opportuniste des environnements dérangés, tandis que celles du second type, ou espèce K, se sont spécialisées pour former des communautés biotiques stables qui ne changent que sous l'influence de changements globaux dans l'environnement.

Les sociétés humaines et les espèces non-humaines ne sont pas équivalentes mais les différences radicales qui existent entre les sociétés humaines quant à leurs stratégies de subsistance et de production permet de les comparer à des groupes biotiques dans certains contextes. Les sociétés humaines ont des relations écologiques communes comme la symbiose, la commensalité, le parasitisme, la prédation ou la compétition avec les autres sociétés. Ainsi le processus par lequel des sociétés humaines sont remplacées par d'autres peut être comparé au processus de succession afin de voir si des caractéristiques communes émergent.

Le modèle de l'effondrement catabolique en suggère au moins une. Comme on l'a vu ci-dessus, les sociétés humaines diffèrent dans leur réponse aux changements dans la disponibilité des ressources et dans les coûts de maintenance. Ces réponses vont de la mise en place d'un état stationnaire à une sévère crise de déplétion suivie par un effondrement total en passant par des crises de maintenance répétées ou des ruptures partielles suivies de rétablissements. Ces différences, selon le modèle présenté ici, dérivent des relations entre ressources, déchets, production, capital et maintenance  $C(p)/M(p)$ , et entre les taux d'utilisation et de renouvellement des ressources  $d(R)/r(R)$ .

Cela répond à la différence entre les espèces non-humaines K et R. Une société qui maximise sa production de capital, comme une espèce R, prospère dans un environnement avec beaucoup de ressources disponibles mais dépérissent dès que celles-ci sont épuisées. Ses successeurs ont des chances d'être des sociétés qui, comme les espèces K, utilisent leurs ressources de manière plus soutenables, au prix d'une moindre production de capital. Les communautés climatiques non-humaines présentent généralement une plus grande diversité en terme d'espèce mais comptent un moins grand nombre d'individus par espèce que les stades antérieurs et produisent moins de biomasse par unité de temps (Odum 1969).

Des changements similaires distinguent les sociétés pré-effondrement et post-effondrement. Ainsi l'effondrement de l'Empire Romain d'Occident peut être considéré comme un processus de succession au cours duquel un stade séral, dominé par une seule « espèce sociopolitique » maximisant la production de capital au prix d'une grande inefficacité a été remplacée par une communauté de sociétés consistant d' « espèces » comptant moins d'individus mais mieux adaptées aux conditions locales et produisant du capital à rythme plus faible mais plus soutenable. Les analyses qui décrivent cette transformation comme une pure tragédie laissent de côté de nombreux aspects du phénomène, car l'effondrement romain a permis à d'autres sociétés d'émerger dans l'ombre de Rome et lancé des initiatives culturelles majeures telles que les littératures vernaculaires dans les ancêtres des langues romanes germaniques et celtiques d'aujourd'hui (Wiseman 1997). Comme lors de n'importe quel phénomène de succession il y eut des gagnants et des perdants. Si l'on peut nous excuser un détour par le fantastique, si les biotes non-humains savaient écrire et s'intéressaient à leur passé, l'histoire de l'eutrophisation d'un lac écrite par des herbes serait très différente de celle écrite par des poissons.

Les humains ayant des capacités d'adaptation que n'ont pas les autres espèces, les mêmes individus peuvent passer du statut d'herbe à celui de poisson formant une société de type R,

maximisant la production, à un moment et une société de type K, maximisant le remplacement des ressources à un autre. L'exemple des Kachin, cité plus haut, montre que ce n'est pas seulement une possibilité théorique. Cependant, comme d'autres exemples le suggèrent, cette évolution n'est pas inévitable. La possibilité d'une crise de maintenance doit être considérée chaque fois qu'une société semble ne plus être capable de maintenir son capital, et la possibilité d'une crise de déplétion suivie par un effondrement catabolique ne peut être exclue chaque fois qu'une société dépend d'une ressource qu'elle use plus vite que son taux de renouvellement.

Ce genre d'évaluation des sociétés, qu'elles soient passées ou présentes, requiert, pour avoir une haute valeur analytique et prédictive, une analyse quantitative poussée d'un type que cet article n'a pas tenté de mettre en œuvre. Comme chaque élément du modèle conceptuel présenté ici représente un groupe de variables changeantes et diverses, une telle analyse présente un défi conséquent et dans de nombreux exemples historiques il peut être impossible d'aller au-delà de mesures indirectes et approximatives pour des variables essentielles. Des tendances générales correspondant au modèle d'effondrement catabolique peuvent être plus faciles à extraire de données incomplètes. Toute société qui présente une croissance importante dans la plupart des domaines de production du capital en même temps que des signes sérieux de déplétion de ressources essentielles, en particulier, peut être considéré comme un candidat de premier ordre pour un effondrement catabolique.

### Références

- Beck, M.G. (1993). *Potlatch: native ceremony and myth on the Northwest Coast*. Anchorage: Alaska Northwest.
- Billington, R.A. (1982). *Westward expansion: a history of the American frontier*. New York: Macmillan.
- Bradley, R. (1990). *The passage of arms: an archaeological analysis of prehistoric hoards and votive deposits*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bury, J.B. (1923). *History of the later Roman empire*. London: Macmillan.
- Catton, W.R., Jr. (1980). *Overshoot: the ecological basis of revolutionary change*. Urbana: University of Illinois Press.
- Clark, C., and Haswell, M. (1966). *The economics of subsistence agriculture*. London: Macmillan.
- Coming, P.A. (1983). *The synergism hypothesis*. New York: McGraw-Hill.
- (2002). 'Devolution' as an opportunity to test the 'synergism hypothesis' and a cybernetic theory of political systems. *Systems Research and Behavioral Science* 19:1 pp. 3-24.
- Di Cosmo, N. (1999) State formation and periodization in inner Asia. *International History Review* 20:2, pp. 287-309.
- Duncan, R.C. (1993). The life-expectancy of industrial civilization: the decline to global equilibrium. *Population and Environment*, 14(4), pp. 325-357.
- Elvin, M. (1993). Three thousand years of unsustainable growth: China's environment from archaic times to the present. *East Asian History* 6, pp. 7-46.
- Gates, H. (1996). *China's motor: a thousand years of petty capitalism*. Ithaca: Cornell University Press.
- Gever, J., Kaufman, R., Skole, D., and Vorosmarty, C. (1986). *Beyond oil: the threat to food and fuel in the coming decades*. Cambridge: Ballinger.
- Gibbon, E. (1776-88). *The decline and fall of the Roman empire*. New York: Modern Library.
- Grant, M. (1990). *The fall of the Roman empire*. London: Weidenfeld and Nicolson.
- (1999). *The collapse and recovery of the Roman empire*. London: Routledge.
- Hughes, J. Donald (1975). *Ecology in ancient civilizations*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Jones, A.H.M. (1974). *The Roman economy: studies in ancient economic and administrative history*. Oxford: Basil Blackwell.
- Heinberg, R. (2002). *The party's over: oil, war, and the fate of industrial societies*. Vancouver: New Society.
- Ho, P.-T. (1970). Economic and institutional factors in the decline of the Chinese empire. *The economic decline of empires*, ed C.M. Cipolla (pp. 264-77). London: Methuen.
- Kotschar, V.F. (1950). *Fighting with property: a study of Kwakiutl potlatching and warfare, 1792-1930*. Seattle: University of Washington Press.
- Leach, E.R. (1954). *Political systems of highland Burma*. Boston: Beacon Press.
- Lowe, J.W.G. (1985). *The dynamics of apocalypse: a systems simulation of the classic Maya collapse*.

Albuquerque: University of New Mexico Press.

McNeill, W.H. (1998). *Plagues and peoples*. New York: Anchor.

Meadows, D.H., Meadows, D.L., and Randers, J., *Beyond the limits*. Post Mills, VT: Chelsea Green, 1992.

Michaelson, D.R. (1979). *From ethnography to ethnology: a study of the conflict of interpretations of the southern Kwakiutl potlatch*. Ph.D diss., New School for Social Research.

Odum, E. (1969). *The strategy of ecosystem development*. Science 164, pp. 262-70.

Ponting, C. (1992). *A green history of the world: the environment and the collapse of great civilizations*. New York: St. Martin's.

Randsborg, K. (1995). *Hjortspring: warfare and sacrifice in early Europe*. Aarhus: Aarhus University Press.

Rosman, A., and Rubel, P.G. (1971). *Feasting with mine enemy: rank and exchange among Northwest Coast societies*. New York: Columbia University Press.

Sanders, W.T., Parsons, J.A., and Santley, R.S. (1979). *The basin of Mexico: ecological processes in the evolution of a civilization*. New York: Academic Press.

Snyder, C.A. (2003). *The Britons*. Oxford: Blackwell.

Tainter, J.A. (1988). *The collapse of complex societies*. Cambridge: Cambridge University Press.

Webster, D.L. (2002). *The fall of the ancient Maya: solving the mystery of the Maya collapse*. London: Thames and Hudson.

Wilkinson, R.G. (1973). *Poverty and progress: an ecological model of economic development*. London: Methuen.

Willey, G.R. (1974). The classic Maya hiatus: a 'rehearsal' for the collapse? *Mesoamerican Archeology: New Approaches*, ed. N. Hammond (pp. 417-30). London: Duckworth.

Willey, G.R., and Shimkin, D.B. (1973). The Maya collapse: a summary view. *The classic Maya collapse*, ed. T.P. Culbert (pp. 457-501). Albuquerque: University of New Mexico Press.

Wiseman, J. (1997). The post-Roman world. *Archaeology* 50:6, p. 12-17.

Yoffee, N., and Cowgill, G., eds. (1988). *The collapse of ancient states and civilizations*. Tucson: University of New Mexico Press.β