



LA PIECE MANQUANTE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE FRANCAISE UN MODELE NUMERIQUE A CONSTRUIRE

Christophe MANGEANT

Revue Francophone du Développement Durable

2024 - n°24 - Octobre

Pages 51 - 57.

ISSN 2269-1464

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://erasme.uca.fr/publications/revue-francophone-du-developpement-durable/>

Pour citer cet article

Mangeant C. (2023), La pièce manquante de la transition écologique française, un modèle numérique à construire, *Revue Francophone du Développement Durable*, n°24, Octobre, p. 51 – 57.

La pièce manquante de la transition écologique française Un modèle numérique à construire¹

Christophe MANGEANT

Directeur de Segment de management - DGA

Résumé : Quelle France voulons-nous dans les décennies à venir ? Pour répondre à cette question, nous devons d'abord répondre à la question suivante : quelle France pouvons-nous dans les décennies à venir ? Et pour répondre à cette deuxième question, une troisième doit être instruite : quelles sont les contraintes mondiales qui auront des répercussions sur la France ? Cet ouvrage défend la thèse qu'un grand modèle numérique systémique doit être développé par et pour l'État français. Il montre qu'au-delà du besoin de construire un outil technique, il manque fondamentalement le fait de se poser la question suivante : « Vers où voulons-nous aller collectivement, compte tenu des contraintes physiques qui s'imposent à nous ? ».

Mots clés : Planification, anticipation, modèle systémique, état stratège, world3

Comment trouver les chemins « physiquement possibles » de la durabilité (si possible heureuse) pour la France ? Voici la question fondamentale à laquelle ce livre apporte des premiers éléments de réponse.

Le premier chapitre synthétise les connaissances actuelles en matière de limites planétaires. D'abord sous l'angle assez académique avec un rappel du concept des neuf limites planétaires mises en évidence par l'équipe du professeur Rockström depuis 2009. Un court paragraphe pour chacune d'entre elles rappelle en quoi le changement climatique, la diminution de la couche d'ozone, la pollution par les aérosols et autres polluants « éternels », la dégradation des sols et des forêts, la surconsommation d'eau, la perturbation massive du cycle de l'Azote et de celui du Phosphore, l'acidification des océans et l'effondrement de la biodiversité font peser des risques d'effets dominos et de franchissement de points de bascule planétaires.

Ensuite en rappelant que les neuf limites de Rockström ne sont qu'une partie du problème. Elles sont des symptômes mais non des causes. Elles ne recensent en effet que les altérations - c'est-à-dire les conséquences - liées aux activités humaines sur notre environnement.

D'autres limites existent : elles s'appellent « pic pétrolier » ou plus largement « pic des fossiles » (gaz et charbon) ou encore « diminution de la teneur en minerais » qui oblige à consommer toujours plus d'énergie et de matière pour les extraire. Le tout dans un contexte de complexité inertielle croissante de moins en moins maîtrisable.

¹ Ouvrage paru aux Éditions L'Harmattan, août 2024. Voici le lien pour découvrir le livre de Christophe Mangeant ainsi que quelques extraits : https://www.editions-harmattan.fr/livre-la_piece_manquante_de_la_transition_ecologique_francaise_un_modele_numerique_a_construire_ug_o_bardi_philippe_bihouix_christophe_mangeant-9782336460765-80767.html

Enfin, trois choses fondamentales sont rappelées pour quiconque veut espérer comprendre vers où le monde se dirige : d'abord la nécessité de bien comprendre les phénomènes physiques mis en jeu ainsi que les limites concernées en regard de chacun de ces processus. Ensuite celle de bien estimer la hiérarchie de chaque phénomène afin de jauger l'importance relative de chacun d'eux dans la marche du monde. Troisièmement, il s'agit de bien quantifier tout ceci de façon dynamique, sur des durées et avec les constantes de temps représentatives des processus concernés.

Ainsi, le premier chapitre se conclut-il par le constat que les limites planétaires sont atteintes voire dépassées pour la plupart d'entre elles. Les scientifiques nous alertent de toute part : nous sommes dans un état physique fortement instable et c'est probablement la raison pour laquelle nous vivons de plus en plus des superpositions de crises et non plus de simples enchainements de ces dernières.

Le second chapitre montre qu'après avoir compris et quantifié les phénomènes un à un, il nous faut faire un travail supplémentaire : celui de les relier entre eux pour tenir compte des interactions de tel phénomène sur tel autre, et réciproquement. Car tout est dynamiquement lié. L'approche systémique ainsi opérée va révéler des choses que les approches unitaires en silo ne peuvent pas mettre en lumière.

Pour avoir cette vision systémique, il faut partir de l'Homme et de ses besoins, en nourriture, eau et biens de consommation notamment. La satisfaction ou non de ces besoins conditionne pour partie l'espérance de vie, espérance de vie qui conditionne elle-même la taille de la population. Cette dernière améliore les conditions de son existence grâce aux secteurs industriel, agricole et des services. A l'amont, ces secteurs prélèvent des matières dans les stocks naturels existant et, à l'aval, génèrent des déchets et de la pollution, dans l'air, dans l'eau, dans les sols. Celle-ci influe en retour sur l'espérance de vie. L'aval n'est donc pas un « puits sans fond ». Ce que l'on appelle désormais les externalités négatives existe bien, et elles touchent l'Homme et son environnement, toujours. Tout est physiquement lié. Et depuis plus récemment, tout est aussi *informationnellement* lié : tout est donc boucle de rétroaction. Grâce à l'énergie abondante (notamment des combustibles fossiles), ce qui était autrefois lié à échelle locale ou régionale l'est désormais à l'échelle mondiale. Voilà pourquoi prétendre réaliser une transition énergétique ou écologique ici en continuant à détruire les écosystèmes ailleurs n'a aucune chance d'aboutir. Déplacer un problème de ressources ou de pollution dans un autre pays ne peut rien résoudre, à cause du caractère bouclé au niveau mondial de toutes nos sociétés et de toutes nos économies.

Si tout est lié de façon dynamique, l'analyse des phénomènes passés peut permettre de comprendre certains liens, et leurs constantes de temps. On apprend ainsi que des phénomènes sociétaux ou industriels ont des inerties très grandes (comprendre de plusieurs décennies voire plus). Par suite, la projection dans le futur nécessite de regarder (parfois très) loin devant nous, afin de prendre en compte les phénomènes de grande élongation temporelle. Enfin, raisonner sur un système totalement bouclé permet généralement de mettre en évidence les effets rebonds potentiels.

Tout est lié de façon dynamique : on peut donc tenter de représenter notre monde sous forme de différents stocks et de flux, tous reliés entre eux, en permanence, en retenant de façon prioritaire les facteurs qui ont le plus d'importance quantitative et qualitative. Même en voulant simplifier à l'extrême, une représentation relativement réaliste du monde nécessite de considérer de nombreux bouclages et seuls des modèles mathématiques permettent de quantifier les effets résultants.

Le troisième chapitre du livre illustre cette démarche de modélisation systémique. Il nous replonge dans les années 70, quand des chercheurs du *Massachusetts Institute Of Technologies* emmenés par Dennis et Donella Meadows produisent un modèle numérique de représentation simplifiée du monde : *WORLD3*. Ce dernier postule l'existence de quelques limites physiques planétaires (bien loin de toutes celles désormais connues et évoquées dans les deux premiers chapitres) et évalue l'impact de celles-ci sur la dynamique de l'évolution du monde sur la période 1900-2100. Le rapport issu de ces travaux est mondialement connu : il s'agit des *Limites à la Croissance (dans un Monde Fini)* (*The Limits to Growth*) et a été publié à plusieurs reprises par le Club de Rome.

Ce troisième chapitre décrit finement la structure du modèle, car sa simplicité relative autorise cet exercice. Le modèle *WORLD3* ne considère en effet « que » cinq secteurs principaux du système monde : la population mondiale, des ressources naturelles non renouvelables, les systèmes agricoles et industriels, et enfin la pollution persistante mondiale. Ces cinq secteurs principaux –eux-mêmes constitués de sous-systèmes pour certains– sont reliés entre eux par des équations, ce qui permet de former un système totalement bouclé sur lui-même. Le modèle est initialisé en l'an 1900 et simule l'évolution du monde sur la période 1900-2100 sans qu'aucune hypothèse exogène ne soit nécessaire.

Le résultat de la première simulation forme le scénario de référence. Il se trouve que, dans celui-ci, la croissance matérielle exponentielle du 20^e siècle s'arrête dès le début du 21^e siècle et qu'un effondrement sociétal majeur se produit dans la première moitié du siècle.

L'équipe Meadows identifie les causes de cet effondrement et utilise le modèle numérique en modifiant certains paramètres (représentatifs de certaines décisions politiques prises durant le premier quart de siècle) pour, simulations après simulations, scénario après scénario, réduire jusqu'à annuler cet effondrement. Le sixième scénario ainsi calculé est un scénario de stabilité du monde au cours du 21^e siècle. Mais pour y parvenir, l'équipe Meadows introduit d'abord deux hypothèses majeures : l'une sur le *génie humain* supposé permettre des progrès technologiques continus, l'autre sur un accès quasi-illimité aux ressources non renouvelables, et ce sans coût sociétal important. L'équipe Meadows montre ensuite que la préservation des sols (d'un côté par la lutte contre la pollution qui les affecte et d'un autre par des techniques douces qui permettent de préserver leur caractère nourricier), l'usage réfléchi des ressources non renouvelables, la lutte contre la pollution, la limitation des

besoins humains (qui permet de réduire globalement les pressions sur les sols et l'économie des ressources) sont des conditions *sine qua non* de durabilité.

L'équipe Meadows montre que, comme tout est lié (dans *WORLD3* comme dans le monde réel en fait), vouloir s'attaquer à une seule cause de franchissement des limites planétaires ne permet que de repousser l'effondrement de quelques années ou décennies. La durabilité ne peut s'obtenir que par une lutte simultanée contre toutes les causes profondes de dépassement des limites planétaires. Par ailleurs, elle montre aussi que cette lutte doit être engagée au plus vite : plus les efforts sont engagés tardivement au cours du 21^e siècle, moins leurs effets sont importants et moins la durabilité est assurée.

Mais est-ce que les modélisations réalisées par les chercheurs du *MIT* ont quelque chose à voir avec la réalité ?

Le troisième chapitre se termine par une comparaison entre les résultats des principaux scénarios des *Limites à la Croissance* (dans un monde fini) et la réalité. On y découvre que, même cinquante ans après sa sortie, le modèle *WORLD3* est un modèle robuste au temps. La physique est décidément têtue ! On peut donc continuer à supposer que *WORLD3* reste un modèle d'intérêt pour nous éclairer sur notre avenir, au moins dans les grandes tendances.

Ce que montrent aussi *Les Limites à la Croissance* et *WORLD3*, c'est que voir plus loin – pour pouvoir anticiper – permet de mieux piloter l'instant présent. L'inertie des systèmes oblige en effet à anticiper les choses si l'on ne veut pas les subir. Par suite, un modèle anticipateur (ou prospectif) permet de mieux piloter le court-moyen terme en l'inscrivant en cohérence du temps long. *WORLD3* montre aussi les chemins impossibles à suivre physiquement. Par exemple, il ne montre pas de possibilité de croissance positive continue de la population ou de la production matérielle tout au long du 21^e siècle. En ce sens, il montre que tous les chemins d'avenir ne sont pas possibles

In fine, comme les avènements qui demeurent physiquement accessibles d'après *WORLD3* se situent toujours dans une fourchette comprise entre la stabilité (dans le meilleur des cas) et une contraction brutale et majeure –qualifiable d'effondrement– (dans le pire des cas), ce que montrent les travaux de l'équipe Meadows, c'est qu'une transition écologique est indispensable pour assurer la durabilité du monde et qu'elle doit être engagée rapidement au début du 21^e siècle sous peine d'échec et par suite d'un effondrement mondial.

Cinquante ans après, nous savons que les limites planétaires existent, et qu'elles sont franchies pour la plupart. Pour comprendre l'impact de ce dépassement, existe-t-il aujourd'hui au sein de l'Etat français un modèle systémique mondial de type *WORLD3* ?

La réponse est non.

C'est ce que montre le quatrième chapitre de *La Pièce Manquante de la Transition Ecologique Française*.

Pour piloter la transition écologique qui s'impose si nous voulons rester en paix, existe-t-il aujourd'hui au sein de l'Etat français un modèle national systémique de type *WORLD3-France* ?

La réponse est encore non.

Le quatrième chapitre du livre entend déconstruire le mythe d'après lequel l'Etat français possède un grand modèle numérique systémique capable d'être suffisamment prospectif pour guider notre nation vers les chemins de la durabilité. Il explore la plupart des modèles « d'aide à la décision » actuellement utilisés par les grands ministères mais aussi par les grands Etats occidentaux. Il décrit les modèles dits « intégrés » et qui ne le sont qu'à moitié tant les hypothèses exogènes dont ils se nourrissent sont structurantes et présagent de la faisabilité des actions à entreprendre. Les modèles IAM² comme *IMAGE*, *MESSAGE-GLOBIOM*, *REMIND-MAgPIE*, *AIM/CGE* et autre *GCAM* sont (très) rapidement décrits. Pour la plupart, ils sont utilisés par le GIEC pour établir les différents scénarios *SPP*. Le chapitre passe ensuite en revue quelques grands modèles sectoriels (*WEM*, *POLES*, *TIMES*) et les principaux modèles macro-économiques utilisés par le ministère de l'économie et des finances, la DG Trésor et autre Banque de France (*MESANGE*, *NIGEM*, *ThreeME*, *OPALE*, *MASCOTTE*, *PRIMES*). Quant aux autres modèles énergie-climat (*DICE*, *GEMMES*), ils peuvent aussi être considérés comme des modèles sectoriels plutôt que des modèles globaux, même si le modèle *GEMMES* est le modèle qui se rapproche le plus d'un modèle type *WORLD3*.

Retenons qu'aucun de ces modèles n'est développé par et pour l'Etat français dans le but de conduire une transition écologique complète sous contraintes physiques mondiales. Ils ne sont tout simplement pas dédiés à répondre à la question « *Quelle France possible dans 30, 50 ou 100 ans ?* » Notre puissance publique utilise certains résultats de ces modèles pour construire la France de demain, mais sans nécessairement questionner le réalisme physique des hypothèses sous-jacentes de ces modèles. Et sans avoir la maîtrise technique totale du modèle utilisé.

Il existe toutefois des initiatives plus globales, comme « *Transition(s) 2050* » de l'ADEME, qui sont des tentatives de véritable analyse prospective systémique. Ces travaux sont plus globaux que ceux plus ciblés et sectoriels de scénarisation de type énergétique (*RTE*, *CNTE*, *SNBC*) qui s'appuient sur des hypothèses exogènes trop fortes (et trop peu crédibles généralement).

Le quatrième chapitre se termine par deux notes d'espoir : d'abord le fait que des associations ou entreprises privées commencent à prendre le relais de l'Etat français

² *Integrated Assessment Models*

en termes de prospective systémique. C'est par exemple le cas via le *Plan de Transformation de l'Economie Française (PTEF)* du *Shift Project* ou encore des travaux conduits par Negawatt (qui étend son approche à l'Europe avec le projet CLEVER) et autre Carbone 4 (avec le projet *IRIS* devenu *IF Initiative* peu avant la parution du livre). Ensuite, il rappelle que des projets européens comme *MEDEAS* proposent la construction de véritables modèles bouclés de type « gigogne » (modèle monde de type *WORLD3*, modèle européen couplé au modèle monde et modèles nationaux). Le but du projet *MEDEAS* est identique à celui poursuivi dans cet ouvrage. Il est de donner aux décideurs la possibilité de défendre des politiques publiques durables mais réalistes, en ayant conscience des limites physiques et des conséquences des décisions prises.

En synthèse, le quatrième chapitre du livre montre que « tous » les modèles existants sont essentiellement des modèles d'experts utilisés en fonction de ce pour quoi ils ont été créés : résoudre des problèmes très ciblés, toutes choses étant supposées connues et maîtrisées par ailleurs.

Ce chapitre se conclut par une tentative rapide de comprendre *pourquoi* nous n'avons pas le bon outil prospectif. Entre dogmes politiques ou économiques, approches en silos (ou autres tables rondes et *expertisation* à outrance), pouvoir simplificateur des médias, Administrations fragmentées et non coordonnées, et absence de volonté nationale, les raisons de cette inaction sont nombreuses.

Autrement dit, nous n'avons pas actuellement en France de représentation mathématique complète systémique de l'économie nationale (entendue comme systèmes physique, économique, financier, culturel et social complets) couplée à un modèle mondial de type *WORLD3*. Autrement dit, nous n'avons pas encore de modèle prospectif complet de la France.

C'est *La Pièce Manquante* de notre Nation.

Ce livre montre qu'il manque un outil national de modélisation numérique capable de nous guider au milieu des contraintes planétaires qui vont s'accroître.

Alors comment pouvons-nous piloter notre destin ?

Cet ouvrage défend la thèse qu'un grand modèle numérique systémique doit être développé *par* et *pour* l'État français. Il aidera à réaliser une véritable transition sociétale vers un avenir durable pour le plus grand nombre de citoyens en tenant compte des réalités physiques du monde. Par là même, ce livre donne les pistes pour construire ce qu'il manque.

C'est l'objet du 5^e et dernier chapitre. Il montre qu'au-delà du besoin de construire un outil technique, il manque fondamentalement le fait de se poser la question suivante : « *Vers où voulons-nous aller collectivement, compte tenu des contraintes physiques qui s'imposent à nous ?* ».

Ce chapitre élargit ainsi les questions purement techniques ou méthodologiques aux aspects axiologiques : « *Quelle France voulons-nous ?* ».

Mais toujours avec un fil rouge continu : celui de *l'État stratège* qui doit se doter des moyens pour quantifier les contraintes physiques en avance de phase, afin de guider le peuple français. De ce point de vue, la naissance il y a deux ans du SGPE³ est soulignée comme une bonne nouvelle dans l'ouvrage, de même que le rappel qu'avec plus de 5 millions de fonctionnaires, la France est un pays qui ne manque pas de ressources humaines attachées à *l'intérêt général* pour bâtir la France résiliente et soutenable qui permettra d'éviter bien des souffrances et bien des effondrements, personnels, locaux ou plus globaux.

Ce livre est donc un formidable message d'espoir : sous couvert de l'approche scientifique systémique, il nous invite surtout à bâtir un projet sociétal désirable, une véritable « transition écologique », pour faire du 21^e siècle celui de la durabilité dans la justice et dans la paix. Bien plus qu'un ouvrage historique ou scientifique, ce livre est ainsi un message politique : la France peut reprendre son destin en main, à condition qu'elle s'en donne les moyens.

³ Secrétariat Général à la Planification Écologique