

Catastrophes dites naturelles, risques et développement durable

Utilisations géographiques de la courbe de Farmer

Patrick Pigeon

Volume 10, Number 1, avril 2010

Ethique et Environnement à l'aube du 21ème siècle : la crise écologique implique-t-elle une nouvelle éthique environnementale ?

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/045397ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Pigeon, P. (2010). Catastrophes dites naturelles, risques et développement durable : utilisations géographiques de la courbe de Farmer. *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement*, 10(1), 0–0.

Article abstract

This paper aims at justifying how the well-known Farmer's curve may be used as a means to formalize relationships between risks, so-called natural disasters and sustainable development. It may help geographers to clarify these relationships relying on mainly post-disasters field survey experiences. We find that sustainable development cannot be challenged by the increasing disaster frequencies main databases display, such as EM-DAT. Policies wishing to strengthen local societies resilience, and aiming at reducing the intensities of damages for the next events, seem to be consistent with the fundamentals of sustainable development. At the same time, they produce unwanted and not fully predictable effects geographers find back during field surveys. This is consistent with the fact that farmer's curve may be considered a means to identify complexity.

CATASTROPHES DITES NATURELLES, RISQUES ET DEVELOPPEMENT DURABLE : Utilisations géographiques de la courbe de Farmer

Patrick Pigeon, Professeur, département de géographie Laboratoire EDYTEM, CNRS, Université de Savoie, 73376, Le Bourget-du-Lac, France, courriel : Patrick.Pigeon@univ-savoie.fr

Résumé : L'article vise à montrer comment la courbe de Farmer permet de représenter à la fois les risques, les catastrophes dites naturelles et le développement durable. Elle peut aider à comprendre et à formaliser les relations qui peuvent exister entre ces notions, en s'appuyant sur les travaux de terrain que mènent les géographes. En effet, l'augmentation des catastrophes que présentent les bases de données comme EM-Dat n'est pas incompatible avec la notion de développement durable. Les politiques visant à augmenter la résilience des sociétés locales, et à réduire le niveau des dommages en cas de survenue d'un futur événement, apparaissent très compatibles avec les principes fondamentaux du développement durable. Ce qui n'empêche pas qu'elles produisent aussi de nombreux effets non désirés qui ne peuvent être totalement anticipés. Les géographes les identifient lors de leurs travaux de terrain. Ceci est très cohérent avec le fait que la courbe de Farmer soit considérée comme un moyen de représenter la complexité.

Mots-clefs : Courbe de Farmer, géographie, risques, catastrophes, développement durable, urbanisation.

Abstract : This paper aims at justifying how the well-known Farmer's curve may be used as a means to formalize relationships between risks, so-called natural disasters and sustainable development. It may help geographers to clarify these relationships relying on mainly post-disasters field survey experiences. We find that sustainable development cannot be challenged by the increasing disaster frequencies main databases display, such as EM-DAT. Policies wishing to strengthen local societies resilience, and aiming at reducing the intensities of damages for the next events, seem to be consistent with the fundamentals of sustainable development. At the same time, they produce unwanted and not fully predictable effects geographers find back during field surveys. This is consistent with the fact that farmer's curve may be considered a means to identify complexity.

Keywords : Farmer's curve, geography, risks, disasters, sustainable development, urbanization.

L'étude géographique des catastrophes dites naturelles semble ne pas poser de problème en première lecture, car elles sont visibles et cartographiables. Il n'en va pas de même pour celle des risques et du développement durable. Ces notions apparaissent très abstraites et rétives à la nécessité, pour le géographe, de pouvoir les identifier à partir des peuplements humains contemporains, de les cartographier. Ne s'agirait-il pas d'utopies, qui « désignent ce qui n'a pas lieu dans l'espace » ? (Serres, 2008, p. 17). Cela semble s'accorder avec les difficultés de définir le

développement durable : les possibilités sont si nombreuses qu'un dictionnaire entier leur a été consacré (Brodhag et al., 2004). De plus, en toute première lecture, catastrophes et développement durable semblent absolument incompatibles. Par exemple, l'augmentation des fréquences de catastrophes dites naturelles observée à l'échelle mondiale (CRED, 2007) devrait rendre *a priori* totalement utopique le recours politique au développement durable. La base de données EM-DAT (*Emergency database*) que cette institution gère, et que reprend abondamment la bibliographie internationale (Wisner et al., 2007), précise cette tendance de fond. Cet article ne cherche pas seulement à montrer que risques, catastrophes et développement durable sont géographiquement étudiables, ce qui a été justifié ailleurs

Référence électronique

Patrick Pigeon, « Catastrophes dites naturelles, risques et développement durable : Utilisations géographiques de la courbe de Farmer », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 10 Numéro 1, [En ligne] URL : <http://vertigo.revues.org/9491>

(Miossec et al, 2004). Il vise surtout à préciser leurs relations. Il s'agit d'illustrer le plus précisément et le plus simplement possible l'affirmation selon laquelle « risques, catastrophes et développement durable tissent une trame complexe » (Mancebo, 2007). Ce en utilisant un outil atypique, la courbe de Farmer, et en montrant son intérêt géographique.

Qu'est-ce que la courbe de Farmer ? Elle fut mise au point par l'ingénieur qui lui donna son nom et qui travaillait sur le risque nucléaire. Appartenant à la famille des lois puissance, elle décrit le rapport inverse entre fréquences et intensités. Elle s'appuie sur les retours d'expérience et les séries statistiques que permettent d'établir les dommages passés. La même relation se retrouve avec la loi de Pareto ou 80-20 qui concerne la répartition statistique inégalitaire des bénéfiques, des revenus (Jessua et al., 2001), mais aussi avec la loi de Zipf, dite rang-taille, sur la distribution des villes selon leur taille démographique. La courbe de Farmer a été utilisée à de nombreuses reprises déjà par les géographes eux-mêmes. Et ce pour contribuer à comprendre plusieurs types de risques en apparence très différents, comme les risques dits naturels (Pigeon, 2005) ou les risques technologiques (Hiegel, 2003). Nous espérons montrer au cours de la première partie de cet article qu'elle peut aussi illustrer une approche possible du développement durable.

Mais passer par un outil commun signifie forcément l'existence de relations entre ces différentes notions. Les préciser est le deuxième objectif que cet article poursuit. Plus encore, l'outil commun suppose alors la possibilité d'intégrer les phénomènes étudiés dans une interprétation globale. Cela constitue le troisième objectif de l'article, qui présente des pistes allant en ce sens. Le fait que la courbe de Farmer représente aussi une loi puissance contribue à identifier l'existence de la complexité, comme le fait Dauphiné à propos de loi de Zipf (Dauphiné, 2003, p. 218). Les lois puissances montrent que les petits comme les grands événements ont les mêmes origines. Il serait alors sans doute fondé, si l'on poursuivait cette piste, de démontrer comment les théories de la complexité, notamment celle de l'auto-organisation critique (Bak, 1999 ; Dauphiné, 2003), permettent de mieux comprendre les relations apparemment incompatibles entre risques, catastrophes et développement durable.

Nous proposons plus simplement ici de montrer que le recours à la courbe de Farmer permet d'envisager des

réponses à des problèmes qui se présentent sous forme de contradictions ou de paradoxes, du moins en première lecture. Par exemple, comment comprendre que l'urbanisation s'intensifie malgré les fréquences accrues des catastrophes dites naturelles qu'évaluent les bases de données internationales ? Cela ne paraît pas vraisemblable et semble signifier que l'intensification de l'urbanisation serait non durable. Pourquoi, malgré la multiplication des études et des actions politiques visant à mieux comprendre et à gérer préventivement ces catastrophes, leurs fréquences augmentent-elles à l'échelle mondiale ? Cette dernière question a été clairement posée lors de nombreux colloques, et notamment par Weichselgartner en 2002. Il l'a présentée sous forme de paradoxe (Weichselgartner, 2004, p. 212) : « davantage de connaissances et davantage de dégâts ». Ce décalage entre ce que le bon sens semble attendre et ce qui est obtenu est assez proche du principe de « l'effet escalier » (Parker, 1995). Plus sont développées les mesures de lutte structurelle contre les inondations, comme les digues, et plus le potentiel d'endommagement croît (Sauri-Pujol et al., 2001, p. 127), justifiant officiellement toujours plus de mesures structurelles. Le paradoxe est lié au décalage entre l'affirmation officielle de la protection accrue, et l'augmentation des dommages que celle-ci favorise.

Or, l'utilisation géographique de la courbe de Farmer permet de démontrer qu'il s'agit de faux paradoxes. Contrairement aux « vrais paradoxes », « les faux disparaissent avec les tentatives de solutions qu'on peut leur donner » (Vidal-Rosset, 2004). Mais aux prix d'un effort de raisonnement, ici géographique, que l'on peut formaliser en recourant à la courbe de Farmer. C'est ce que nous espérons montrer, sans passer par les théories de la complexité qui demeurent une piste possible, et un prolongement éventuel de cet article.

Comment étudier géographiquement risques, catastrophes et développement durable ? L'apport atypique de la courbe de Farmer

Répondre à cette question fondamentale pour un géographe pose des problèmes de difficulté inégale. Dans les trois cas, la courbe de Farmer permet de représenter chacune de ces notions. Employé par des géographes, l'outil est pourtant atypique, car il ne passe pas par la cartographie. Il n'en est pas moins compatible avec cette dernière.

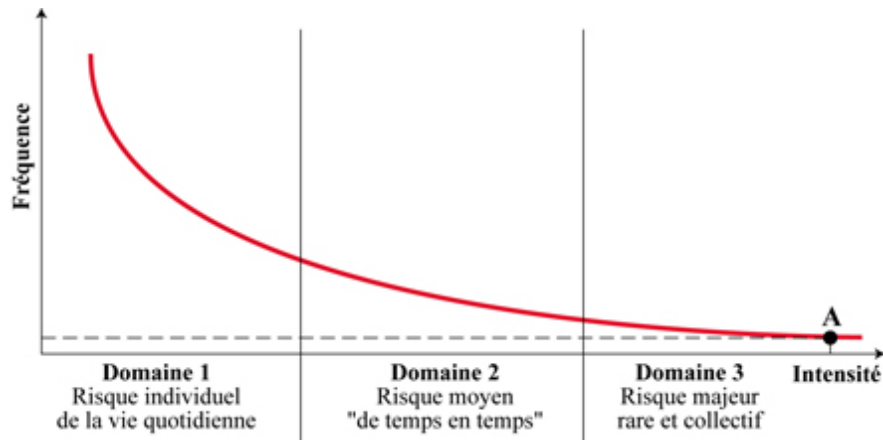


Figure 1. La catastrophe sur la courbe de Farmer [*Disaster on Farmer's curve*].

Légende : La catastrophe se définit alors comme un événement de fréquence rare et d'intensité élevée (en A), par exemple selon le seuil de 10 morts et/ou 100 sinistrés d'après le CRED (2007). [*Disaster may be defined by a low frequency and high intensity event, as in A, according to the CRED thresholds : 10 dead and/or 100 affected people*].

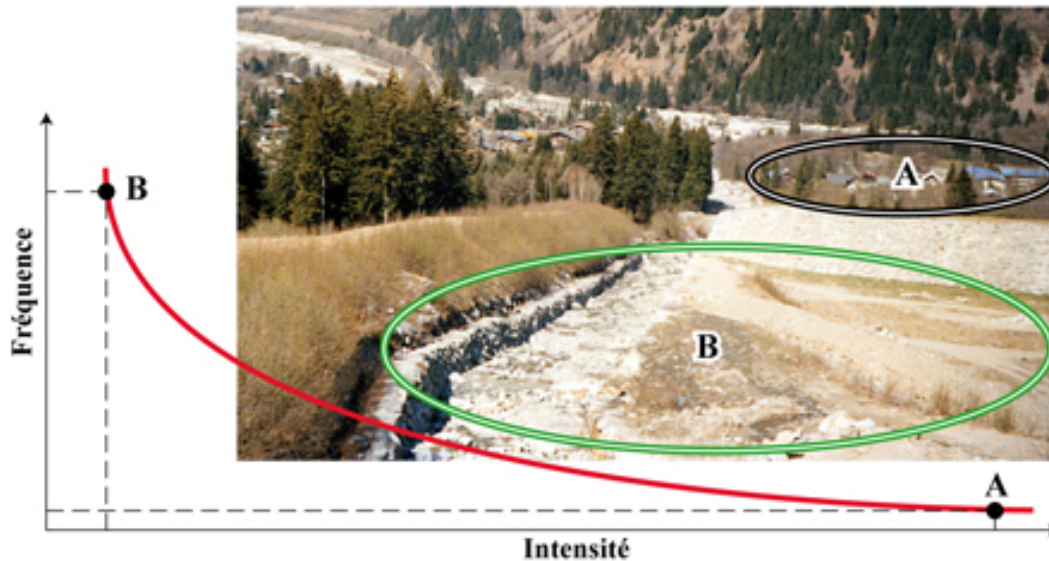


Figure 2. Le risque sur la courbe de Farmer et le dispositif paravalanche de Taconnaz (Chamonix, Haute-Savoie, France) [*Risk on Farmer's curve and Taconnaz snowslide dikes (Chamonix, Haute-Savoie, France)*].

Légende : En A : Probabilité faible d'évènements à intensité élevée, à l'aval, urbanisé, du paravalanche En B : Probabilité élevée d'évènements à intensité faible, à l'amont de la digue principale du paravalanche. [*A: Low probability of high intensity event, urbanized areas downwards from frontal snowslide dike. B: High probability of low intensity event, not urbanized areas upwards from frontal snowslide dike.*]

La catastrophe est associée à une rupture, une transformation brutale et rare de peuplement, un « changement parfois radical » (Albouy, 2002) qui se matérialisent par des dommages d'intensité élevée. Catastrophe et dommage sont différenciés en fonction de seuils d'intensités, lesquels varient selon les bases de données internationales, ou même selon les travaux universitaires. Lopez (2008, p. 48), de même que D'Ercole et al. (2009), soulignent les disparités de définitions, mais surtout proposent une approche que soutiennent à la fois leurs travaux de terrain et l'existence de la base de données DesInventar. Les seuils que retient la base EM-DAT du CRED (2007) sont plus hauts (10 morts, ou 100 sinistrés). « A Medellin, d'après le DesInventar local, seul 1 % des désastres qui ont eu lieu entre 1956 et 2006 correspondraient aux critères EM-DAT », souligne Lopez. Malgré les différences de seuils, la catastrophe semble facile à appréhender par le géographe, car elle marque fortement les peuplements humains. Elle est identifiable dans les paysages. Il peut donc s'appuyer sur la cartographie des mutations de peuplement qui la matérialisent pour développer son effort de réflexion.

La figure 1 permet alors d'identifier la catastrophe. Elle se définit, au sens du CRED, par un événement de fréquence rare et d'intensité comparativement élevée. Par contre, comment la courbe de Farmer représente-t-elle le risque ?

De fait, le risque semble moins facile à étudier géographiquement, car plus délicat à voir et à cartographier. Comme il suppose la reconnaissance sociale, politique, d'un dommage à venir (Borraz, 2005), il apparaît plus ressortir du champ de compétence des sociologues et des spécialistes des sciences politiques. Parce qu'il est aussi lié à la possibilité d'un calcul de probabilité, le risque est également plus tourné vers l'économie et vers les assureurs, comme vers les sciences de l'ingénieur. En fait, c'est la courbe de Farmer, dans son intégralité, qui représente le risque (Figure 2). Elle suppose que la quantification des futurs événements dommageables, reconnus politiquement comme tels, demeure possible, en s'appuyant sur des calculs de probabilités. En retour, ces derniers contribuent à justifier des travaux de correction, en fonction à la fois des fréquences d'événements comme du niveau d'endommagement attendu (intensité), notamment. La courbe de Farmer peut alors être calée sur une cartographie du risque, ou tout simplement, comme ici, sur une photographie de site.

Dans le cas du dispositif paravalanche de Taconnaz (Chamonix), les avalanches touchent plusieurs fois pas an la partie centrale du dispositif (Pigeon, 1998). A la base, c'est l'historique des événements passés qui autorise les calculs de probabilités. En B (Figure 2), les dommages sont de faible intensité, en ce sens où ils ne concernent que l'ouvrage lui-même. En A, les avalanches dépassant le dispositif sont plus rares, mais leur intensité potentielle - leur niveau d'endommagement -, est plus élevée : maisons, hôtels, et réseaux sont concernés. Les enjeux sont alors reconnus par les zonages du Plan de Prévention des Risques de Chamonix, comme par ceux, depuis 2004, du Plan Communal de Sauvegarde. Les travaux de correction et des zonages risques abondent pour les crues ou des avalanches de fréquences de retour estimées centennales ou inférieures. Mais ils sont difficilement envisageables et acceptables politiquement, notamment en raison de leurs coûts directs et indirects, pour l'événement maximal vraisemblable, la catastrophe extrême. Cette dernière montre les limites de la quantification, mais elle reste supposée par le fait que la courbe de Farmer tende vers l'infini sur l'axe des abscisses. Il est révélateur que le risque de catastrophe extrême demeure difficilement assurable, comme le confirment les travaux menés par les réassureurs (Domenichini, 2008). On entre alors plus dans le champ de l'incertitude, là où sont atteintes les limites des méthodes quantitatives, et celles du risque (Gollier, 2001 ; Tallon et Vergnaud, 2005).

La courbe de Farmer permet donc de différencier les risques quotidiens des risques catastrophiques. Elle contribue aussi à justifier pourquoi les risques sont inégalement gérés. Pour le géographe, le risque reste visible, identifiable sur le terrain, par toutes les formes d'action politique qui cherchent à le gérer, et qui le territorialisent. Faisant ressortir les arbitrages politiques, comme l'impossibilité d'éliminer les risques quelle que soit la solution politique et technique envisagée, les cartes des risques posent de nombreux problèmes d'interprétation. On peut recouper les champs de recherche des économistes sur l'incertitude. Les transformations intensifiées des peuplements humains produisent plus d'incertitude que de risque, par exemple en rendant moins crédibles les résultats des calculs de probabilités. Ils portent sur des séries statistiques de plus en plus hétérogènes (Godard et al., 2002 ; Domenichini, 2008).

Cette tendance de fond semble rendre absurde le recours au développement durable. Que peut signifier cette expression dont le caractère intrinsèquement contradictoire a déjà été relevé à plusieurs reprises ? Surtout dès lors que la courbe de Farmer fait ressortir les fréquences des catastrophes certes plus faibles, à grande échelle, que celles des événements de moindres intensités, mais supposées croissantes à l'échelle mondiale. Du moins si l'on suit les bases de données comme celle du CRED. D'après celle-ci, le seuil de 50 catastrophes par an a été franchi entre 1960 et 1965, de 100 entre 1975 et 1980 et de 200 entre 1995 et 2000. Depuis 2000, EM-DAT enregistre plus de 200 catastrophes annuelles. Le problème est encore plus apparent avec les statistiques de la base Des-Inventar, alors qu'elle intègre des dommages plus liés à la qualité de la vie, comme différents types de pollutions (D'Ercole et al, 2009).

Circonstance aggravante, c'est peut-être le développement durable qui pose le plus de problèmes d'identification géographique. La célèbre définition Brundtland est géographiquement très peu opératoire, comme l'indiquent Miossec et al.(2004) en mentionnant « les difficultés pour spatialiser le durable ». Mancebo (2009) insiste à plusieurs reprises sur le fait que « les agendas 21 manquent souvent de traduction opérationnelle » et que « les réalisations concrètes suivent rarement ». Plus encore que pour le risque, une question fondamentale est : comment se voit le développement durable, comment peut-on le cartographier ?

Là encore, une réponse possible passe par les actions politiques. Le colloque qu'organisa l'Université de Lausanne en 2005 sur le développement durable a fait ressortir son caractère utopique. En effet, les discours politiques qui s'en prévalent sont en décalage marqué avec les mutations de peuplement que les géographes avaient observées lors de leurs enquêtes. On pourrait donc penser que la géographie du développement durable serait d'abord une géographie des actions politiques qui s'en réclament. Mais que le développement durable ne serait pas « spatialisable » en tant que tel, donc effectivement utopique, au sens de Serres (2008). Cela signifierait-il que le développement durable ne serait que de l'ordre des déclarations d'intentions politiques ? Elles masqueraient des enjeux. Le géographe pourrait les retrouver lorsqu'il cherche à comprendre les décalages entre les affichages politiques et

leurs matérialisations territoriales très partielles. On recoupe ici une démarche qui est celle de la géopolitique urbaine (Hulbert, 2006 ; Sierra, 2009). Le recours à la courbe de Farmer nous permet d'envisager une autre solution, complémentaire.

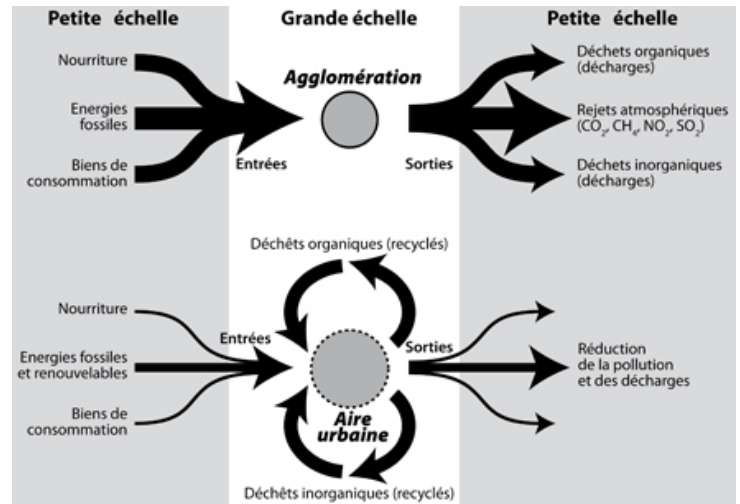


Figure 3. Le développement durable (« *sustainable development* ») privilégie la grande échelle [*Sustainable development stresses on local scale management*]. D'après Middleton (2003), modifié [*According to Middleton (2003), modified*]

Légende : Le schéma du haut décrit les flux et leur gestion avant la recherche du développement durable. Forte empreinte écologique urbaine, fortes coévolutions villes-environnements à petite échelle (Pigeon, 2007b). Le schéma du bas décrit la gestion des flux qui s'appuie sur les principes du développement durable. Réduction recherchée de l'empreinte écologique urbaine à petite échelle. [*The first scheme depicts urban energy balance before sustainable development issues. Strong urban environmental impacts, and increasing coevolutions between cities and environments at the world scale. The second scheme, below, depicts how urban energy balance is being transformed relying on sustainable development political issues. It aims at reducing the urban ecological impacts at the world scale*]

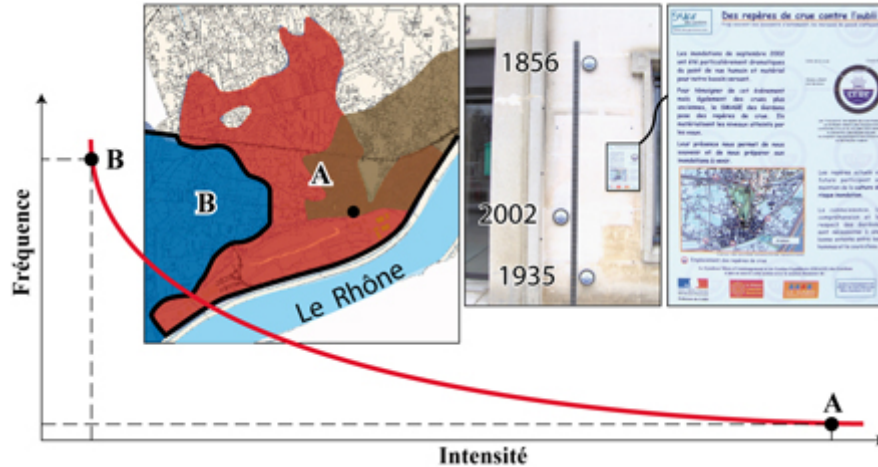


Figure 4. La catastrophe et le développement durable sur la courbe de Farmer : l'exemple d'Aramon (Gard, France, septembre 2002) [Disaster and sustainable development on Farmer's curve : Aramon (Gard, France, September 2002)]

Légende : En rouge : secteur de la commune inondé en septembre 2002 au NE des digues. En bistre : centre historique et parties les plus densément bâties de la commune. En bleu : secteur au SW des digues inondé par reflux depuis la confluence Gardon-Rhône qui se trouve à l'aval. Le point noir localise la mairie d'Aramon, où l'on trouve l'affichage des cotes atteintes lors des catastrophes historiques et leur présentation. En A, au croisement du bistre et du rouge, nous avons aussi « une situation ou évènement qui dépassent les capacités locales pour y faire face rendant nécessaire le recours à l'aide externe, que ce soit au niveau national ou international ». Le CRED (2007) complète ainsi sa définition de la catastrophe. En B, se trouvent des secteurs à fréquence plus élevée d'inondations, gérables sans appel à une aide extérieure à la collectivité locale. Comme durant la crue de 2005. [Red area : parts of Aramon municipality flooded in September 2002 on the NE side of dikes. Brown area : historical centre and areas of highest densities settlement. Blue area : area flooded by water flowing from Gardon-Rhône confluence upstream, on the SW side of dikes. Black dot : Aramon townhall position, displaying highest flood levels the municipality experienced during disasters and a board depicting them. A : while crossing red and brown areas, we find "a situation or event exceeding the local capacities to cope with and demanding external help, be it at national or international scale" (CRED, 2007). B : areas more frequently flooded, not exceeding local flood risk management abilities. Such as during the 2005 floods event]

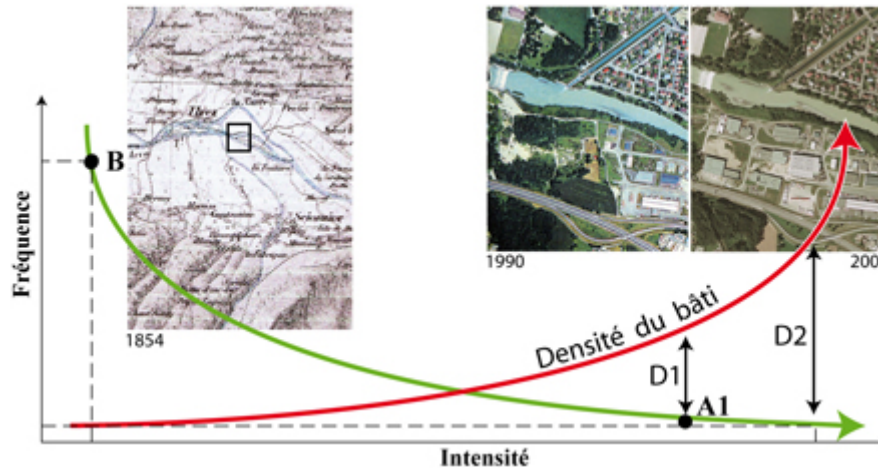


Figure 5. La préparation de la catastrophe sur la durée : l'exemple de la vallée de l'Arve à Scionzier (Haute-Savoie, France) [How disaster is being prepared on the long term: Arve River valley (Scionzier, Haute-Savoie, France)]

Légende : La carte de 1854 montre la vallée de l'Arve à l'aval de Cluses et le village de Scionzier à l'apex du cône de déjection du Foron. Les images de 1990 et 2002, localisées sur la carte de 1854, confirment la densification du bâti sur les berges de l'Arve, coévoluant avec les travaux qui corrigent la rivière torrentielle (Dupont et Pigeon, 2008). La courbe verte décrit les fréquences d'inondations. La courbe rouge décrit l'urbanisation : densité du bâti. D1 et D2 illustrent la préparation de la catastrophe : événement de fréquence rare et d'intensité élevée, croissant avec le temps. [1854 map depicts river Arve valley and Scionzier centre on the upper part of Foron alluvial fan. 1990 and 2002 images, located on 1854 map, show urbanization intensification coevolving with the increasing river Arve channelization (Dupont and Pigeon, 2008). Green curve depicts flood frequencies (A1 : 1968). Red curve depicts urbanisation: building densities. D1 and D2 show how disaster (low frequency and high intensity event) is being prepared on the long term, the potential intensity growing with time]

En effet, cette courbe attire notre attention sur une différence d'échelle entre dommage et catastrophe –ce qui confirme son potentiel géographique au-delà des apparences initiales. Toujours selon le CRED (2007), la catastrophe signifie aussi le dépassement des capacités locales à y faire face. La crise, suppose le recours à l'aide extérieure à la collectivité locale, soit à la petite échelle, parfois mondiale. Or, les politiques qui se réclament du développement durable privilégient l'échelle locale dans de nombreux domaines : énergie (maisons passives), eau (bassins de réception des eaux pluviales), alimentation (agriculture de subsistance). Parmi les représentations graphiques du développement durable qui se trouvent dans de nombreux ouvrages de synthèse, notamment anglo-saxons (Middleton, 2003), on trouve cette volonté de réduire le recours des peuplements urbains aux échanges à petite échelle. Tout en recyclant l'énergie, l'eau, les déchets à grande échelle, locale (Figure 3). Ces solutions sont compatibles avec le principe de la durabilité forte, qui cherche à « diminuer le gaspillage en recyclant les ressources déjà utilisées » (Mancebo, 2009).

Par conséquent, nous suggérons de placer le développement durable sur la partie gauche de la courbe de Farmer (Figure 4). Il privilégie la grande échelle, l'échelle des ménages et des collectivités locales. Ils gèrent des événements de plus forte fréquence, mais d'intensité comparativement faible, sans recourir à une aide extérieure, ou beaucoup moins. Le champ de la catastrophe, celui de la petite échelle, parfois mondiale, devient alors, effectivement, l'inverse du champ du développement durable.

L'exemple d'Aramon illustre cette différence d'échelle sur la figure 4. De manière symptomatique, cette commune du Gard a été retenue comme terrain-test français par le programme euro-asiatique MICRODIS sur les catastrophes dites naturelles. En septembre 2002, la partie de la commune qui est en bleu (B sur la figure 4) fut inondée par reflux depuis la confluence entre le Rhône et le Gardon, qui se trouve à l'aval, au SE de cette carte. Cette partie de l'inondation ne nécessita pas le recours à l'aide extérieure à la collectivité locale, ce qui fut également le cas en 2005. Mais la catastrophe (champ A, en rouge sur la figure 4) vint du fait que l'inondation de 2002 concerna aussi des secteurs densément urbanisés de la commune (en bistre sur la figure 4), dont une partie du centre historique d'Aramon. Les digues, qui devaient défendre le centre

d'Aramon, et qui cédèrent partiellement en septembre 2002, avaient contribué à renforcer l'urbanisation du champ A. La catastrophe est allée bien au-delà des 5 morts et des centaines de sinistrés, nécessitant le recours à l'aide extérieure à la collectivité locale. Elle a contribué à faire évoluer la doctrine de l'Etat français en matière de gestion des risques d'inondation, tout spécialement par la prise en compte des digues dans l'évaluation du risque (Pigeon, 2007a). En effet, les inondations de septembre 2002 concernèrent plusieurs dizaines de communes du Gard, ce qui a contribué à faire reconnaître l'ampleur de la catastrophe. Mais celle d'Aramon a servi de support à la réflexion politique sur la gestion des inondations en France¹. Ici, les digues, et l'urbanisation partiellement associée, ont contribué à préparer la catastrophe d'Aramon sur la durée. La mémoire des inondations catastrophiques, 2002, mais aussi 1856 et 1935, est désormais affichée près de la porte principale de la mairie, que localise le point noir sur la figure 4, et dans le champ A.

Le fait que l'on puisse représenter les trois notions à partir du même outil confirme qu'elles ne sont en aucun cas indépendantes. Nous proposons de montrer comment l'utilisation de la courbe de Farmer précise et formalise les liens entre ces différentes notions. Plus encore, que la même courbe démontre la volonté humaine d'anticiper le plus possible sur des tendances pourtant non totalement prédictibles. Ce qui rend alors le développement durable, envisagé selon l'approche proposée, à la fois nettement moins utopique, et beaucoup plus géographique.

¹ Le Centre européen de prévention du risque d'inondation a tenu une séance au Sénat, à Paris, le 22 mars 2007, sur le thème : « quels enjeux pour les élus et les services des collectivités territoriales, dans la prévention des ruptures de digues ? ». De manière significative, les exemples portèrent sur Cuxac d'Aude et Aramon. « Quelques exemples malheureux de rupture de digue ont illustré ce danger en France, comme à Aramon en 2002 (cinq morts et l'ensemble des équipements communaux détruits), ou à Cuxac d'Aude en 1999 (cinq personnes décédées prisonnières sous le plafond de leur maison) ». <http://www.cepri.net/>

La courbe de Farmer : représenter les relations entre catastrophe, risque et développement durable

En effet, comme le suggère l'exemple d'Aramon, cette courbe permet aussi de montrer la préparation des futures catastrophes dans le temps. Par exemple, elle illustre la tendance des digues à réduire, parmi d'autres facteurs, les fréquences d'inondation par débordement, donc à favoriser la densification des peuplements. Lors de crues de fréquence de retour rare –par exemple supposée millénaire-, ou de rupture de digue, le niveau de dommage et la faiblesse de préparation locale que favorise la fréquence moindre des événements vérifient les conditions d'une future catastrophe. Ce type d'évolution est présenté sur la figure 5, par le passage progressif du point B au point A, en ce qui concerne la moyenne vallée de l'Arve et la commune de Scionzier, à l'W de Cluses, en Haute-Savoie (Dupont et Pigeon, 2008). La période de calme hydrologique enregistrée en France durant le vingtième siècle favorisa indubitablement cette tendance. Elle se distingue d'un dix-neuvième siècle marqué par la fin du Petit âge glaciaire comme par des conditions d'écoulement très différentes notamment sur l'amont des bassins-versants. Le calme hydrologique du vingtième siècle a favorisé l'urbanisation du lit majeur de l'Arve.

Nous suggérons de décomposer la courbe de Farmer pour faire ressortir cette tendance de fond (Figure 5). La courbe en vert représente l'évolution des fréquences d'inondation par débordement. Ici, la dernière inondation majeure enregistrée date de 1968 (A1). La courbe en rouge formalise la densification du bâti sur le lit majeur de l'Arve. On a pris l'exemple de la zone d'activités économiques Bords d'Arve, qui appartient à la commune de Scionzier. Ce secteur est localisé sur la carte de 1854, laquelle permet aussi de repérer le centre historique de Scionzier. Il se situait alors très à l'amont, à l'apex du cône de déjection du Foron, rivière torrentielle affluente de l'Arve. Le lit majeur de l'Arve était alors évité par les bâtiments. D1 et D2 montrent la possibilité de mesurer l'augmentation des pertes potentielles. C'est un moyen de représenter la préparation d'une future catastrophe sur la durée. L'évolution permet aussi de comprendre la tendance observée en France à l'augmentation, en valeurs absolues, des pertes économiques principalement associées aux inondations (Dupont et Pigeon, 2008). Elle serait encore plus identifiable à l'échelle mondiale où s'observe une

tendance de fond, toujours en valeurs absolues, encore plus marquée.

L'utilisation de la courbe de Farmer permet alors de justifier plus d'interventions politiques. Elles espèrent contrer la tendance mondiale, déjà mentionnée, à des fréquences de catastrophes plus élevées, en valeurs absolues et en fonction des critères statistiques que justifient chercheurs et institutions. En France, elles passent par la multiplication des structures intercommunales, comme les contrats de rivière que gèrent des syndicats intercommunaux. La même volonté inspire de multiples programmes de recherches, comme une partie accrue de la bibliographie anglo-saxonne. Celle-ci valorise la réduction de la vulnérabilité à l'échelle locale, dans le prolongement des travaux menés par Wisner et al. (2007), que reprennent des chercheurs francophones (Cartier et al, 2009). Par exemple, le programme MICRODIS vise à mesurer les impacts des catastrophes à l'échelle des ménages (*households*) afin d'identifier les facteurs de peuplement qui favorisent l'endommagement et préparent de futures catastrophes sur la durée. Son objectif est de contribuer à renforcer la résilience, soit la capacité de ces sociétés locales, envisagées comme systèmes de peuplement, à conserver leurs structures fondamentales en cas de perturbation. Concrètement, cela vise à réduire la mortalité, les pertes économiques, comme le recours à l'aide extérieure à ces sociétés locales en cas d'événement potentiellement catastrophique.

On retrouve ici l'un des principes fondamentaux du développement durable : favoriser l'échelle locale, augmenter la résilience des systèmes de peuplement locaux. On peut le représenter sur la figure 6. Elle montre la volonté politique de contrer les évolutions qui préparent de futures catastrophes. L'exemple d'Aramon a été repris. Si le critère des 10 morts n'a pas été atteint en septembre 2002, par contre il y eut plus de 100 sinistrés. C'est ce que confirme immédiatement l'extension de la zone inondée sur le centre historique et une partie de l'espace périurbain (Figure 4). L'appel à la solidarité nationale est venu compléter le recours, classique, à l'assurance, qui est lié aux particularités juridiques du dispositif français depuis la loi Tazieff de 1982.

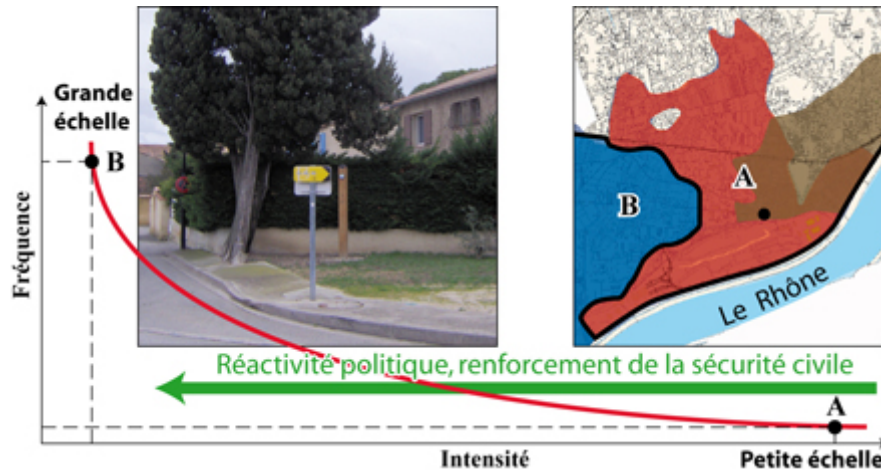


Figure 6. Gestion préventive des catastrophes et renforcement de la sécurité civile locale : Aramon, Gard (France) [*Disaster prevention and local civil security management strenghtening : Aramon, Gard (France)*]

Légende : La catastrophe de septembre 2002 a été préparée par le renforcement de l'urbanisation supposée protégée par les digues (carte). Elle a nécessité le recours à l'aide nationale. La photo de gauche, prise en limite ouest de la zone bistre, montre un témoin de cote lors de l'inondation de 2002 (sur le poteau en bois). Egalement un panneau, jaune, indiquant l'itinéraire d'évacuation de la population en cas de crise. Ils matérialisent l'existence d'un Plan communal de sauvegarde. Renforçant la gestion locale de la crise, il devrait contribuer à réduire le niveau des pertes humaines, voire matérielles, sans pouvoir éliminer les risques. Ce que formalise la flèche verte, montrant les liens forts entre prévention des catastrophes et développement durable. [The 2002 disaster has been prepared by an increasing urbanization in the vicinity of protective dikes (map). It demanded national help. The picture on the left, taken on the western limit of the brown area, displays a proof of the highest floods levels experienced (mark on the wooden pole). The yellow board indicates evacuation ways in case of an emergency. Both are related with a "Plan communal de sauvegarde", stressing on local civil security strenghtening. Sustainable development and disaster prevention are strongly related. The target would be to reduce damages levels while not eliminating risks, allowing local society to cope with floods (green arrow).]

Postérieurement à cette catastrophe, la volonté d'augmenter la résilience du peuplement local ne fait aucun doute. Elle passe notamment par un Plan Communal de Sauvegarde, qui se voit sur le terrain. Sur la photographie de la figure 6, un panneau matérialise un itinéraire d'évacuation concernant une partie de la population en cas de crise. La mémoire de la catastrophe de septembre 2002 est également affichée par la cote maximale que les eaux atteignirent. Cela justifie la flèche qui part vers la gauche de la courbe de Farmer (Figure 6). La volonté de renforcer les systèmes locaux de peuplement pour espérer contrer la tendance à la préparation d'une future catastrophe est clairement identifiable sur le terrain.

Dans ces conditions, la courbe de Farmer permet de représenter et d'intégrer à la fois les notions de catastrophe dite naturelle, de risque et de développement durable. Du moins si l'on admet que le développement durable repose, en partie, sur la valorisation de l'échelle locale par les gestionnaires des risques. Il nous paraît essentiel d'insister sur le fait que l'utilisation de la courbe de Farmer peut justifier le renforcement des politiques qui cherchent à

réduire les catastrophes. Elles s'apparentent alors aux politiques qui se réclament du développement durable.

Mais alors, comment expliquer le paradoxe de Weichselgartner, qui semble rendre utopique le développement durable, comme remettre en question les politiques qui cherchent à gérer les risques ? Il s'agit en fait d'un faux paradoxe, au sens des logiciens. Là encore, la courbe de Farmer nous aide à le comprendre.

La courbe de Farmer : l'impossibilité d'éliminer les risques favorise l'intensification de l'urbanisation

Deux arguments au moins démontrent que le paradoxe de Weichselgartner -toujours plus de gestion préventive et pourtant plus de catastrophes- est contestable et qu'il ne résiste pas, finalement, formulé ainsi, à l'effort de réflexion.

Le premier argument nécessite d'évaluer les dommages en valeurs relatives et non en valeurs absolues. On peut alors aisément montrer, à l'échelle mondiale, que la croissance démographique est de plusieurs ordres supérieure à l'évolution de la mortalité statistiquement enregistrée dans l'absolu, lors des catastrophes dites naturelles. La

relativisation démographique de la mortalité imputée aux catastrophes, que reconnaît la bibliographie (Albouy, 2002), peut signaler, au moins en partie, les efforts visant à renforcer la sécurité civile. Ils sont en phase avec la tendance, déjà ancienne et en fort développement, à attirer l'attention sur l'étude de la vulnérabilité (D'Ercole, 1994 ; Becerra et Peltier, 2009 ; D'Ercole et Metzger, 2009). Il s'agit notamment de compenser et d'accompagner les effets non désirés, et désormais reconnus, des travaux de correction physique (digues, seuils, paravalanches par exemple). Ils favorisent l'intensification des peuplements humains supposés protégés, mais tout autant la perte de mémoire des dommages antérieurs. Ceci sans éliminer les processus physiques de faible fréquence, voire même en intensifiant localement leur potentiel de destruction, par exemple en cas de rupture brutale de digue. Tel fut le cas à Aramon pour une partie des digues aval, en septembre 2002.

Il en va de même pour les pertes économiques. Comparer les évolutions des PIB et celles des pertes attribuées aux catastrophes dans les bases de données internationales permet de relativiser leur intensité à ces échelles et pour les acteurs économiques qui les déclarent. Les déclarations de pertes dans l'absolu ne sont pas sans arrières pensées institutionnelles, aussi vieilles que l'Humanité. Mais la publicité de ces pertes justifie aussi la nécessité de toujours plus les gérer, afin d'espérer pouvoir les réduire. On identifie alors une coévolution entre la reconnaissance institutionnelle des catastrophes accrues dans l'absolu, l'intensification des actions politiques ainsi justifiée et celle des peuplements humains, l'urbanisation accrue. L'intensification de ce type de coévolution, de tendance positive au sens systémique, a été démontrée et formalisée à l'échelle locale (Pigeon, 2005 ; Dupont et Pigeon, 2008).

Les croûts démographiques et économiques mondiaux relativisent donc l'augmentation des fréquences mondiales de catastrophes dites naturelles, affaiblissant considérablement le paradoxe de Weichselgartner. L'augmentation des fréquences de catastrophes dites naturelles ne peut être dissociée de l'urbanisation intensifiée que l'Humanité a connue au cours du 20^{ème} siècle, et c'est ce qui la relativise. L'approche immédiate, qui s'appuie sur les valeurs absolues des pertes, s'étonne que l'urbanisation puisse se renforcer malgré les politiques de prévention et leurs échecs, les catastrophes. Mais la relativisation économique et démographique de ces pertes sur la durée incite à défendre que l'urbanisation s'intensifie aussi en s'appuyant sur la prévention des catastrophes.

Tout en n'oubliant pas que ce sont généralement les plus pauvres qui perdent comparativement le plus lorsque les catastrophes se produisent (Lopez, 2008). Cet élément attire l'attention sur les facteurs structurels de la vulnérabilité, qui contribuent à préparer les catastrophes sur la durée et à échelle locale, comme la pauvreté des ménages (Les « root causes » du modèle PAR, *pressure and release*, in Wisner et al., 2007, p. 51). C'est précisément sur cette échelle que les programmes internationaux visant à prévenir les catastrophes insistent aujourd'hui.

Mais le paradoxe de Weichselgartner tombe surtout grâce à l'identification du fait que gestion des risques et urbanisation coévoluent. La gestion préventive des catastrophes favorise l'intensification de l'urbanisation, recomposée, précisément parce qu'elle ne permet jamais d'éliminer totalement les risques. C'est précisément ce que montre la courbe de Farmer. Par exemple, à Nîmes (Gard, France), la volonté politique de lever le blocage partiel de l'urbanisation sur des secteurs reconnus à risques d'inondation par l'Etat français à la suite de la catastrophe d'octobre 1988 incite à trouver des solutions (Martin et al., 2006).

A échelle locale, cette recherche de solutions se voit. Le fond de vallée que constitue le cadereau de Camplanier, au NW du centre historique de Nîmes et à l'amont de ce dernier, accueille le terrain de golf de Vacquerolles. Créé en 1989, il sert aussi de bassin collectant les eaux pluviales. Il s'agit d'éviter le plus possible les effets en retour non désirés de l'urbanisation à l'amont du centre historique de Nîmes, tels qu'ils furent révélés par les inondations catastrophiques d'octobre 1988. Le stockage d'une partie des précipitations doit ralentir l'onde de crue comme diminuer les cotes maximales atteintes. On retrouve les principes qui figurent sur la Fig. 3. La volonté de prévenir les futures catastrophes favorise la poursuite de l'urbanisation, toutefois infléchie. La présence du golf contribue à justifier l'intensification de l'urbanisation sur les versants, par des lotissements. La mairie de Nîmes reconnaît implicitement cette rétroaction. Elle a organisé le 3 octobre 2008 une exposition « du PPCI -Plan de Prévention Contre les Inondations- au programme CADEREAU, 20 ans après le 3 octobre 1988 ». Il est

révélateur que la plaquette officielle² présentant l'exposition utilise, à la page 13, une photographie du golf, du bassin de rétention et du lotissement associés. Sur la même page, on peut lire : « le programme CADEREAU apporte des réponses structurées pour vivre mieux le risque d'inondation et son intégration dans le développement du territoire nîmois ». Et l'acronyme signifie : « Choix d'Aménagement Durable d'Évitement du Risque d'Écoulement Aérien Urbain ». On retrouve ici les tendances qui ont été identifiées avec l'effet escalier (Sauri-Pujol et al, 2001).

Toutefois, une fois de plus, ces travaux ne permettent aucunement d'éliminer les risques. C'est ce que reconnaît *in fine* la plaquette officielle de l'exposition. Sans aller jusqu'au renforcement de la sécurité civile, elle incite les Nîmois à conserver la mémoire locale du risque par l'affichage des cotes de crues atteintes en 1988. Le rapport Martin et al. (2006) va beaucoup plus loin, en reconnaissant que les travaux modifient les caractéristiques hydrauliques à l'aval³. Ils accentuent donc l'incertitude, en relativisant considérablement la valeur des enseignements tirés des événements passés, comme des calculs de probabilités qui pourraient en être déduits. L'intensification de l'urbanisation à l'aval des travaux de correction, quels qu'ils soient, contribue bien à préparer, comme le formalise la courbe de Farmer, une future catastrophe, dont les caractéristiques ne peuvent pas être totalement anticipées. On retrouve les limites de la gestion préventive par les seuls travaux de correction (Vinet, 2007).

Ces arguments font ressortir la tendance à l'intensification des interactions partielles entre plusieurs groupes de paramètres (systèmes), et à plusieurs échelles, qui peut signaler la complexité. Plus encore, on peut démontrer une

² Plaquette consultable le 22 mai 2009 sur le site : http://www.nimes.fr/fileadmin/directions/communication/telechargements/nimes_actualites/cadereau.pdf

³ « On lit page 14 : « *La poursuite isolée de l'aménagement des cadereaux amont peut avoir des répercussions très négatives sur les premiers quartiers de la ville situés juste à l'aval des aménagements et qui subiront de fait des arrivées d'eau de caractéristiques (vitesses et débits supérieurs) différentes de celles qu'ils recevaient dans la situation antérieure. La question de la dangerosité de certains de ces travaux entrepris et de la responsabilité des acteurs en cas de catastrophe se pose à l'heure actuelle* ».

tendance de fond à la coévolution positive : urbanisation et gestion des risques s'auto-augmentent, tout en contribuant à préparer de futures catastrophes, partiellement prédictibles. Rappelons que les théories de la complexité insistent sur la capacité de cette dernière à produire les conditions de sa propre évolution (Bak, 1999). C'est bien ce que nous observons avec l'impossibilité politique d'éliminer les risques, tout en visant le plus possible à limiter les dommages, c'est-à-dire, à réduire les fréquences et les intensités relatives des catastrophes. Cette tendance nous paraît très cohérente avec les formes de régulation politique qui se réclament du développement durable.

De ce fait, le développement durable ne peut se réduire à la seule territorialisation d'intentions politiques politiciennes. Il représente une composante fondamentale de la tendance des sociétés urbanisées à produire, et à chercher à contrôler, les conditions de leurs propres évolutions. Cela passe par la reconnaissance des effets non désirés de l'urbanisation qui favorise les risques, comme par la volonté de les réduire le plus possible, sans jamais pouvoir les éliminer totalement. L'historique du développement durable en Europe nous paraît très compatible avec cet effort de formalisation (Mancebo, 2009)⁴. Les limites des politiques gérant les risques deviennent un moteur essentiel de l'urbanisation, qui ne cesse de se recomposer en s'intensifiant. La courbe de Farmer permet de représenter synthétiquement ces processus (Figure 6).

Conclusion

Nous espérons avoir montré que catastrophe dite naturelle, risque et développement durable peuvent être intégrés aux efforts de réflexion, géographiques ou non, qui portent sur les peuplements humains, à toutes les échelles. L'intégration est justifiée, ici, par l'utilisation d'un outil

⁴ « Dans l'histoire européenne récente, une planification autoritaire et un urbanisme de zonage ont abouti à la construction massive de grands ensembles. Ces nouveaux espaces étaient salubres, clairs et confortables. Mais ils étaient aussi pauvres en espaces collectifs et coupés du tissu urbain traditionnel. Il s'y développa un sentiment croissant de malaise et de déshumanisation qui cristallisa dans les années soixante avec les premières demandes relatives au cadre de vie, préfigurant le débat qui conduisit, une vingtaine d'années plus tard, au développement durable ».

unique et simple d'apparence : la courbe de Farmer. Elle illustre le fait que les peuplements humains produisent essentiellement les conditions de leurs propres évolutions, en cherchant à en anticiper le plus possible les effets non désirés. Même s'il existe de fortes disparités entre les pays, et si la volonté de gérer les risques reste essentiellement associée aux mesures structurelles, notamment dans les Pays du Sud, la tendance mondiale reste vérifiable.

La courbe de Farmer permet donc de comprendre le recours à la notion de développement durable. S'il est impossible d'éliminer les risques, les politiques qui se réclament du développement durable visent à réduire les futures catastrophes. Le fait que la gestion des risques provoquera nécessairement des effets non désirés se traduit par la volonté d'augmenter la résilience des systèmes locaux de peuplement. Pragmatiquement, les expériences en retour, post-catastrophes, démontrent les limites des travaux de correction, comme du recours à l'aide internationale d'urgence. Elles incitent à renforcer les capacités des systèmes locaux de peuplement à maintenir leurs structures fondamentales en cas d'événement potentiellement catastrophique. La volonté de renforcer la gestion locale de la sécurité civile, ou d'inciter à plus prendre en compte plusieurs types de risques reconnus dans l'aménagement foncier ou dans les structures des bâtiments, est poursuivie par plusieurs programmes de recherche internationaux. Comme le rappelle Mancebo (2009), elle ne peut représenter une solution définitive.

Bien que faux au sens des logiciens, le paradoxe de Weichselgartner permet de comprendre la nécessité de politiques gérant les risques forcément imparfaites, en ce sens où elles produiront nécessairement des effets non désirés, inattendus. Ce sont ces politiques qui visent à réduire préventivement, le plus possible, les intensités des dommages en cas de perturbation des systèmes de peuplements. Ce faisant, elles cherchent à conserver le plus possible les structures fondamentales de peuplement, afin de réduire le recours à une aide extérieure. Le renforcement de la résilience des systèmes de peuplement, identifiable par les enquêtes de terrain, nous paraît être une autre manière de comprendre la quête, apparemment utopique en première lecture, du développement durable. Tout comme une partie de ses matérialisations territoriales, qui le rendent éminemment géographique au-delà des apparences initiales.

Bibliographie

- Albouy, F.X., 2002, Le temps des catastrophes. Descartes et cie Ed., Paris, 172 p.
- Bak, P., 1999, Quand la nature s'organise. Flammarion, Paris, 283 p.
- Becerra, S., A. Peltier, (dir.), 2009, Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés, Paris, L'Harmattan, coll. Sociologies et Environnement, 578 p.
- Borraz, O., 2005, Vers une sociologie du risque ?, Cahiers du GIS risques collectifs et situations de crise, 3, pp. 21-67.
- Brodhag, C., F. Breuil, N. Gondran et F. Ossama, 2004, Dictionnaire du développement durable. AFNOR, Saint-Denis, 223 p.
- Cartier, S., F. Vinet et J.C. Gaillard, 2009, Maître du monde ou maître de soi ? In : Becerra, S., A. Peltier, (dir.), 2009, Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés, Paris, L'Harmattan, coll. Sociologies et Environnement, 578 p, pp. 9-20.
- CRED (Centre de recherches sur l'Epidémiologie des Désastres), 2007, The OFDA/CRED international disaster database. <http://em-dat.net>. Université catholique de Louvain.
- Dauphiné, A., 2003, Les théories de la complexité chez les géographes. Economica, Paris, 248 p.
- D'Ercole, R., 1994, Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse. Rev. Géogr. Alp., 82, 4, pp. 87-96.
- D'Ercole, R. et P. Metzger, 2009, La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain. Cybergéo, article 447, [En ligne] URL : <http://cybergeog.org/index22022.html>, consulté le 24 mars 2010.
- D'Ercole, R., S. Hardy et J. Robert, 2009, Balance de los accidentes y desastres ocurridos en La Paz, Lima y Quito (1970-2007). Bull. Instit. français d'études andines, 38, 3, à paraître.
- Domenichini, J., 2008, Calcul de la sinistralité relative à des aléas « naturels » et anthropiques rares : systèmes d'information géographique (SIG), retour d'expérience et méthodes prospectives pour l'évaluation de sinistres inondation et terrorisme en réassurance. Thèse Université Paris I, 255 p.
- Dupont, C. et P. Pigeon, 2008, Le Haut-Rhône et son bassin-versant montagneux : pour une gestion intégrée des territoires transfrontaliers. Institut de la Montagne, Chambéry, 117 p.
- Farmer, F.R., 1977, Today's risks : thinking the unthinkable. Nature, 267, pp. 92-93.
- Godard, O., C. Henry, P. Lagadec, et E. Michel-Kerjan, 2002. Traité des nouveaux risques. Gallimard, Paris, 620 p.
- Gollier, C., 2001, The Economics of Risk and Time. MIT, Boston, 440 p.
- Hiegel, C., 2003, Des risques urbains méconnus : les risques technologiques mineurs. Thèse univ. Strasbourg, 412 p.
- Hulbert, F. (Dir.), 2006, Villes du nord, villes du sud : géopolitique urbaine, acteurs et enjeux. Paris. L'Harmattan, 596 p.
- Jessua, C., C. Labrousse, D. Vitry et D. Gaumont, 2001, Dictionnaire des sciences économiques. Paris, Presses universitaires de France, 1069 p.
- Lopez, J., 2008, La construction sociale du risque à Medellín (Colombie) : gouvernance locale et représentations. Thèse EHESS, Paris, 443 p.
- Mancebo, F., 2007, Entre sécurité, peurs et catastrophes. In : Le développement durable, une idéologie ? Rev. Deux Mondes, oct-nov. 2007, pp. 128-139.
- Mancebo, F., 2009, Des développements durables. Quel référentiel pour les politiques de développement durable en Europe ? Cybergéo,

- article 438. [En ligne]
URL : <http://cybergegeo.revues.org/index21987.html>, consulté le 24 mars 2010.
- Martin, X., B. Maziere, P. Pierron, G. Le Goff, G. Doz et J. Rochard, 2006, Plan de protection contre les inondations de Nîmes. Rapp. Inéd. Minsitère écologie et développement durable, 51 p.
- Middleton, N., 2003, The global casino : an introduction to environmental issues. Hodder Arnold, Londres, 435 p.
- Miossec, A., P. Arnould et Y. Veyret, 2004, Développement durable : affaire de tous, approches de géographes. *Historiens et géographes*, 387, pp. 85-96.
- Parker, D. 1995. Floodplain development policy in England and Wales. *Applied geography*, 15, 4, pp. 341-363.
- Pigeon, P., 1998, Représentation cartographique du risque et vulnérabilité liée à la pression foncière touristique (Taconnaz, Les Houches et Vers-Le-Nant, Chamonix). *Rev. Géogr. Alp.*, 86, 2, pp. 101-113.
- Pigeon, P., 2005, Géographie critique des risques. *Economica*, Paris, 217 p.
- Pigeon, P., 2007a, Les Plans de Prévention des Risques (PPR) : essai d'interprétation géographique. *Géocarrefour*, 82, 1-2, pp. 27-34.
- Pigeon, P., 2007b, L'environnement au défi de l'urbanisation. Presses universitaires de Rennes, 192 p.
- Sauri-Pujol, D., D. Roset-Pagès, A. Ribas-Palom et P. Pujol-Caussa, 2001, The escalator effect in flood policy : the case of Costa Brava, Catalonia, Spain. *Applied geography*, 21, pp. 127-143.
- Serres, M., 2008, La guerre mondiale. Le Pommier, Paris, 197 p.
- Sierra, A., 2009, Espaces à risque et marges : méthodes d'approche des vulnérabilités urbaines à Lima et Quito , *Cybergegeo*, Vulnérabilités urbaines au sud, article 456, [En ligne]
URL : <http://cybergegeo.revues.org/index22232.html>, consulté le 24 mars 2010.
- Tallon, J.M. et J.C. Vergnaud, 2005, Incertitude et information en économie de l'environnement. Programme sciences économiques et environnement, rapport final, 101 p.
- Vidal-Rosset, J., 2004, Qu'est-ce qu'un paradoxe ? *Vrin*, Paris, 122 p.
- Vinet, F., 2007, Approche institutionnelle et contraintes locales de la gestion du risque. *Recherches sur le risque inondation en Languedoc-Roussillon*. H.D.R. Université de Montpellier III., 270p.
- Weichselgartner, J., 2004, Changer au rythme des changements : les défis s'adressant à la gestion des risques naturels. In : Veyret Y, G. garry et N. Meschinot de Richemond, (coord.), *Risques naturels et aménagement en Europe*, A. Colin, Paris, pp. 212-222.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon et I. Davis, 2007, *At risk*. London. Routledge, 471 p.