



Les sols, l'eau et la production agricole : des ressources de base face à l'étalement urbain et aux changements climatiques

Fabienne Trolard, Marie-Lorraine Dangeard

► To cite this version:

Fabienne Trolard, Marie-Lorraine Dangeard. Les sols, l'eau et la production agricole : des ressources de base face à l'étalement urbain et aux changements climatiques. Penser une démocratie alimentaire Volume II – Proposition Lascaux entre ressources naturelles et besoins fondamentaux, Vol.2, INIDA, 487 p., 2014, Série Obras Colectivas (INIDA), 9782918382096. hal-01084483

HAL Id: hal-01084483

<https://hal.science/hal-01084483>

Submitted on 19 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Les sols, l'eau et la production agricole : des ressources de base face à l'étalement urbain et aux changements climatiques*

Fabienne Trolard

Directrice de Recherches à l'INRA dans l'UMR Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes à Avignon
Responsable scientifique du programme ASTUCE & TIC et lead du projet européen PRECOS

Marie-Lorraine Dangeard

Juriste et project manager du projet européen PRECOS,
Ingénieur d'Etudes à l'INRA dans l'UMR Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes à Avignon.

L'indéfini médiatique a tendance à affirmer que les progrès scientifiques permettront de répondre aux besoins de la population en 2050 par l'amélioration des rendements et la conquête de nouvelles terres agricoles dans des zones encore sous-exploitées (e.g. l'Afrique). Mais dernièrement, les experts et économistes des organisations internationales qui avaient souvent assez directement contribué à propager ce type d'idées reçues, s'en distancient de façon croissante. De fait, les travaux de recherche prospectifs (AGRIMONDE¹ et certains META programmes² de l'INRA et européens sur le sujet) et les épisodes de crise apparus sur certains grands marchés ont confirmé ces dernières années, que ces prévisions optimistes, reflets d'une vision mécaniciste de la nature ne cadraient tout simplement pas avec les faits.

Bien que de nombreux aspects des cycles de la nature et de la vie restent encore mystérieux, certaines des lois physico-chimiques qui les caractérisent sont incontournables. Ainsi, aucun organisme vivant (végétal, animal ou humain) ne peut fonctionner sans :

* *In Penser une démocratie alimentaire* Volume II – Proposition Lascaux entre ressources naturelles et besoins fondamentaux, F. Collart Dutilleul et T. Bréger (dir), Inida, San José, 2014, pp. 113-123. Le programme Lascaux est un programme européen entant dans le cadre du 7e PCRD - Programme spécifique "IDEES" – ERC (Conseil Européen de la Recherche) – *Grant agreement for Advanced Investigator Grant* (Sciences sociales, 2008). Il porte sur le nouveau droit agroalimentaire européen, examiné à l'aune des problématiques de la sécurité alimentaire, du développement durable et du commerce international. Il est dirigé par François Collart Dutilleul, professeur à l'Université de Nantes et membre de l'Institut universitaire de France (pour plus d'informations, consulter le site de Lascaux : <http://www.droit-aliments-terre.eu/>).

Les recherches menant aux présents résultats ont bénéficié d'un soutien financier du Centre européen de la recherche au titre du septième programme-cadre de la Communauté européenne (7e PC / 2007-2013) en vertu de la convention de subvention CER n° 230400.



Le document est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 2.0 France (CC Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.0 France License)

¹ Agrimonde : scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050 (2011) S. PAILLARD, S. TREYER, B.DORIN coord., Edition QUAE., 296 pp.

² Les métaprogrammes de l'INRA au nombre de huit ont pour objectifs de regrouper et/ou d'initier des travaux de recherche élargis, à la confluence de plusieurs disciplines, pour mieux répondre aux défis sociétaux. Par rapport à notre propos, trois d'entre eux sont plus directement impliqués ; il s'agit de ACCAF (Adaptation de l'agriculture de la forêt au changement climatique) et en gestation GLoFoods (Etude des transitions pour la sécurité alimentaire mondiale) et ECOSERV (pratiques et services des écosystèmes anthropisés).



- un espace définissant un milieu aux propriétés physiques et chimiques suffisamment stationnaires dans le temps pour permettre aux mécanismes biologiques de s'organiser ;
- des éléments chimiques différents et nombreux qui combinés entre eux détermineront leurs structures, leurs fonctions métaboliques et de reproduction ;
- des ressources pour ces êtres vivants, lesquelles sont le produit de dynamiques et transformations intra-ou extra milieu de matière ou d'énergie entre compartiments hétérogènes.

Les systèmes agricoles sont régis par certaines règles intangibles dont le marché ne peut s'abstraire. Ils forment une synthèse entre les caractéristiques spécifiques des ressources locales, les conditions climatiques et le mode d'exploitation pratiqué sur ces territoires.

Pour un espace donné, les caractéristiques du sol (pH, épaisseur, constituants minéraux, teneur en matière organique...) et du climat (température, précipitation, fréquence des événements extrêmes) définissent le potentiel de production primaire de l'écosystème et la performance des chaînes alimentaires qui peuvent s'y développer. Ces conditions dites « pédoclimatiques » sont dynamiques dans le temps. Elles dépendent d'abord du climat et de son évolution et de la géologie en particulier, de la durée d'altération et de la formation des sols sur les surfaces continentales.

Ainsi, dans les zones tempérées de la Terre ayant connues la dernière période glaciaire, les sols sont jeunes et contiennent une importante fraction argilo-limoneuse capable de fournir les principaux éléments nécessaires à la croissance des plantes (éléments dits organophiles comme e.g. calcium, magnésium, sodium, fer, silice...). L'apport d'engrais (N, P et K)³ par l'Homme, quant à lui, vient compenser les déficits chroniques des sols en ces éléments.

Dans la zone intertropicale, les sols sont très différents. Les couches de surface sont très pauvres en éléments organophiles du fait d'une altération et d'une pédogénèse de plusieurs millions d'années. La biomasse s'auto-entretient mais l'enrichissement minéral de ces sols n'est assuré que par des apports éoliens (e.g. vent de sable saharien sur la forêt amazonienne, ou les dépôts de cendres volcaniques sur les rizières en Indonésie qui permet d'assurer trois récoltes par an). En d'autres termes, chaque espèce de plantes, qui sont les producteurs primaires de la chaîne alimentaire, ne peut pas se développer sur n'importe quels sols et/ou hémisphères.

L'action de l'Homme d'une part, les pressions climatiques de l'autre vont impacter le fonctionnement des écosystèmes de manière plus ou moins radicale et redéfinir en un lieu donné de nouveaux états stationnaires. Ces pressions annoncent des évolutions inéluctables des fondamentaux naturels, mais aussi socio-économiques des territoires qu'il convient d'anticiper et de gérer aux mieux de l'intérêt collectif.

Les pressions accrues qui pèseront sur les milieux en liaison avec l'accroissement des événements extrêmes et des modifications du climat, permettent d'ores et déjà de prévoir l'apparition, la disparition, la prolifération ou la migration des espèces animales et végétales et un accroissement sensible des risques liés au manque d'adaptation des infrastructures. Une telle évolution aura aussi probablement pour conséquence une requalification de certains espaces, y compris d'espaces protégés (Natura 2000⁴, Convention de Ramsar⁵, ZNIEFF⁶...),

³ N, P et K représentent la principale trilogie des fertilisants utilisée en agriculture. Ce sont respectivement des composés à base d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K)

⁴ Natura 2000 est un réseau européen regroupant l'ensemble des sites naturels, terrestres et marins, dits d'intérêt communautaire. Ils sont identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de



et leur réappréciation et réaffectation dans une perspective dynamique. L'hypothèse de telles modifications de la vocation initiale de l'usage des terres semble d'autant plus probable que, face au risque anticipé de pertes économiques significatives dues à un amoindrissement des services de production et de régulation des écosystèmes, la préservation d'espaces naturels est identifiée comme une action d'adaptation au changement climatique pour les espèces comme pour les milieux ^[1].

Toutefois, et bien que la modélisation globale du climat connaisse des progrès manifestes grâce à la convergence d'études conduites par des spécialistes inscrits chacun dans leur champ disciplinaire et malgré d'importants efforts de synthèse ^[2], l'aperçu de ce que ces processus vont impliquer pour les sociétés demeure encore un des aspects fragiles et relativement discutables de ces travaux, tant les schémas proposés pèchent par leur caractère à la fois spéculatif et prospectif. Assises sur un déterminisme immédiat dans l'interprétation donnée des relations sociétés – environnement, ces lectures conduisent le plus souvent à des projections catastrophistes dont beaucoup relèvent de l'improbable. Elles gagneront en réalisme même pour un futur aux contours imprécis, lorsque des approches holistiques deviendront la règle d'analyse de la réactivité des sociétés face à un cadre climatique et environnemental changeant dans un contexte de ressources rares.

Les interventions de l'Homme sur son environnement elles aussi, ont tendance à entraîner volontairement ou non, la dégradation des milieux. Celle-ci se traduit par des pertes de qualité et/ou de quantité de la production agricole, l'érosion des sols arables, et l'émergence de situations conflictuelles pour l'accès à l'eau et aux terres. L'eau, la terre et la production agricole représentent les ressources de base essentielles pour le fonctionnement de la vie collective et sont des actifs stratégiques pour l'activité économique.

Aujourd'hui plus d'un Homme sur deux vit en ville. Une des dérives les plus inquiétantes pour la sécurité alimentaire est l'artificialisation des terres pour les besoins de l'expansion urbaine. Cette dernière est très imparfaitement comptabilisée (cf. Astuce et tic⁷) et d'autant plus difficile à maîtriser qu'outre les besoins liés à la croissance démographique et à ceux nécessaires au rattrapage des populations vivant actuellement dans l'habitat informel (World Urban Forum⁸), nombre de secteurs de l'économie restent fortement consommateur d'espaces (e.g. activité de logistique).

De plus, l'urbanisation se fait aux dépens des meilleures terres. Historiquement, la majorité de nos villes s'est implantée sur des lieux où la fourniture en denrées alimentaires et en eau était facilitée par les capacités intrinsèques des milieux à porter des activités agricoles et/ou à l'intersection de voies de communication et de transport ^[3]. Ainsi, en 2009, 10 % du territoire européen est devenu urbain ; cette urbanisation s'étant opérée le long des axes de transport et autour des grandes villes aux dépens des terres les plus arables. Il en va de même dans les autres régions du monde.

leurs habitats et couverts par les directives « habitats » (93/43/CE) et/ou « oiseaux » (2009/147/CE). En France le réseau Natura 2000 comprend 1753 sites.

⁵ La convention de Ramsar est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides d'importance internationale et de leurs ressources. Elle a été signée le 2 février 1971 à Ramsar en Iran.

⁶ ZNIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique. Les ZNIEFF constituent une base pour la constitution de zone conservation de la biodiversité.

⁷ Anticipation de l'aménagement Sécurisé des Territoires Urbanisés, des Campagnes et de leur Environnement par les Technologies de l'Information et de la Communication. Programme Fonds Unique Interministériel dans le cadre du pôle de compétitivité « Gestion des risques et vulnérabilité des territoires » qui a mobilisé dans un partenariat public/privé une trentaine de chercheurs et ingénieurs entre 2008 et 2011.

⁸ Forum international organisé par UN – Habitat, organisme des Nations Unies, tous les deux ans. Le thème du Forum en 2012 était « The Urban Future » et s'est tenu à Naples (Italie).



Combinés à ceux du climat, ces effets généreront de nouvelles dynamiques de transformations aboutissant à l'émergence de « nouveaux états » stationnaires plus ou moins de bonne qualité et/ou conduiront les milieux jusqu'à un point de bascule, seuil critique au-delà duquel la résilience du territoire deviendra difficile à envisager. Le risque de dépassement de ces seuils compromet la sécurité alimentaire et économique des populations et des territoires et plaide en faveur d'une veille continue et intégrée des indicateurs de basculement des grands équilibres des territoires.

Pour anticiper et prévenir les risques, encore faut-il avoir conscience de leur existence et se donner les moyens pour les définir. Les systèmes agraires conditionnent notre alimentation et sa qualité, permettent la gestion de la ressource en eau et fournissent, via les fibres et la biomasse, une partie de notre énergie ^[4]. Pourtant, l'Homme n'est plus aujourd'hui conscient de sa dépendance à l'égard de la terre nourricière. Le fossé entre l'urbain et le cycle de la nature se creuse de plus en plus et, nombre d'enfants ne font plus le lien entre leur carré pané servi à la cantine et le poisson vivant dans la mer ou la rivière ou entre leur fromage en portion et la vache qui broute dans les prés.

Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, les performances de l'agriculture contemporaine et la domestication des écosystèmes qu'elle a entraîné ont permis aux producteurs de prendre quelques distances avec les règles de culture normalement imposées par les conditions pédoclimatiques. Un nouveau modèle de production alimentaire s'est imposé. Cette « révolution agricole », fondée sur la mécanisation des tâches, l'amélioration et la sélection génétique de certaines des espèces animales et végétales les plus productives ainsi que le recours massif aux engrais et xénobiotiques (herbicides et pesticides) et à l'énergie, a conduit nos sociétés urbaines à oublier leur dépendance à l'égard des fondamentaux de la vie.

Ces progrès ont apporté des améliorations incontestables mais ont conduit également à des aberrations tant au plan social (monoculture intensive pour l'exportation) que du point de vue de ses conséquences pour la préservation du potentiel de production des sols sur le long terme. Ainsi des zones entières du grenier à blé de l'Inde, le Pendjab ont perdu une grande partie de ce potentiel du fait de l'épuisement des nappes phréatiques lié à la pratique excessive de l'irrigation ^[5]. Par ailleurs, aujourd'hui et en dépit de l'innovation technique, les rendements stagnent dans le monde ^[6].

Est-ce que la conquête de nouvelles terres pour l'agriculture pourra compenser cette stagnation des rendements et surmonter les obstacles que représentent à la fois, la lutte pour l'usage des terres face à l'urbanisation galopante et la perspective de tensions accrues sur la disponibilité des autres ressources essentielles à la croissance des plantes ? Il est certes devenu possible de faire pousser du maïs dans le désert ou du mil en Beauce, mais cela se fait nécessairement au prix d'un usage intensif de la ressource en eau et/ou en énergie et d'importants autres surcoûts. L'économie réelle a pu ne pas en tenir compte ces dernières décennies. Mais il sera de plus en plus difficile de faire fi de cette donne avec la montée des pressions et des surcoûts associés à la rareté des ressources et à la perspective de l'épuisement de certaines d'entre elles (*e.g.* engrais essentiels d'origine minière comme le phosphore et le potassium).

Dans une économie de marché, un bouleversement radical des critères d'appréciation du capital et des actifs environnementaux non délocalisables comme les sols et l'eau, va sans doute devoir s'imposer.

L'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) ^[7] a, par exemple, (mais le constat est pertinent pour le reste du monde) commencé d'alerter sur le coût des impacts négatifs de l'artificialisation sur la croissance européenne dans ses rapports sur l'extension urbaine. Dans le même sens les Fédérations d'Assurance et de Réassurance ^[8] commencent à s'inquiéter de



l'augmentation des coûts des dommages matériels et humains en rapport avec l'intensité et la récurrence de risques naturels et d'évènements extrêmes climatiques.

A ce jour, l'efficacité des mécanismes permettant d'intégrer les ressources et les services des écosystèmes dans l'économie réelle (écotaxes, mesures compensatoires, fiscalité environnementale et réglementation urbaine type PLU, SCOT etc.) peinent à être considérés. Des efforts de régulation et de mise en cohérence institutionnelle entre les différents niveaux territoriaux ont bien été engagés par l'Union européenne et les Etats membres mais, fragmentées et sectorielles, elles n'ont pas permis que la somme des initiatives locales, régionales, nationales, voire communautaires permette d'espérer la coexistence durable d'usage des sols et de la ressource. Au contraire sur des territoires contraints et généralement en crise, elles auraient plutôt tendance à favoriser des situations de distorsions de concurrence et/ou des pratiques d'évitement. La succession de projets d'infrastructure et la pression urbaine continuent de faire progresser la fragmentation des territoires qui multiplie les ruptures de continuité écologique et, avec elle, l'érosion des espaces agricoles et de la biodiversité. Force est de constater que ce millefeuille législatif relativement illisible se lit aussi comme l'aveu de l'impuissance du régulateur à maîtriser l'occupation des sols. Ainsi, c'est encore et toujours le marché foncier qui reste le principal indicateur de la valeur attachée aux sols et aux ressources. En l'état actuel du droit positif, les conditions de rémunération d'une gestion durable des sols ne suffisent pas à compenser l'absence de reconnaissance de la valeur économique des ressources contenues par le foncier, fût-il protégé. Aucune des mesures existantes en ce domaine ne peut soutenir la comparaison avec les bénéfices susceptibles d'être attendus par les propriétaires d'autres modes d'exploitation et/ou d'usage du foncier^[9].

Dans l'intervalle, l'érosion des actifs naturels se poursuit. C'est bien ce que confirme le dernier bilan de la Commission européenne sur la biodiversité^[10], et le rapport sur l'état de conservation des espèces et des habitats d'intérêt communautaire en France^[11] indique que les objectifs assignés pour 2010 ne seraient pas atteints, car les synergies et les compatibilités avec les autres politiques (développement régional, changement climatique...) sont très insuffisantes.

Se préparer à fonctionner dans une économie de la ressource rare passera nécessairement, par une réévaluation du poids des actifs naturels pour permettre aux acteurs locaux de fédérer leurs intérêts autour de stratégies de développement susceptible de surmonter collectivement les conflits d'usage des milieux et des ressources.

Face à ce qui s'apparente à un aveu d'impuissance des régulateurs et aussi, aux contraintes pesant sur les perspectives de développement dans les territoires, l'idée qu'il pourrait être de l'intérêt des acteurs locaux de reprendre en main la maîtrise de leur sort, par la co-construction d'une sorte de « filet de sécurité » fait son chemin. De fait, dans la mesure où aucun des cinq grands schémas prospectifs de développement⁹ actuellement proposés ne paraît durable^[12] (e.g. développement ouvert et mondialisée, repli régional etc.) et/ou réaliste (e.g. sobriété énergétique), les acteurs locaux auront tout intérêt à miser sur leur propres atouts pour essayer de se construire collectivement un horizon.

L'idée de développer des approches concertées et intégrées pour maîtriser la gestion d'une ou plusieurs ressources sur les territoires n'est pas neuve. On retrouve dans l'histoire,

⁹ Cinq familles de scénarios types décrivent un monde (1) donnant la priorité au développement durable (scénario SSP1); (2) caractérisé par la poursuite des tendances actuelles (SSP2); (3) fragmenté, affecté par la compétition entre pays avec une croissance économique lente et peu soucieuse de l'environnement (SSP3); (4) marqué par de grandes inégalités au service d'une petite minorité (SSP4); qui se concentre sur un développement traditionnel et rapide des pays émergents fondé sur l'usage d'énergie fossile (SSP5).



surtout dans le domaine de la ressource en eau, de nombreux dispositifs inventifs permettant une gestion des ressources raisonnée au quotidien et/ou de surmonter les crises (associations d'irrigants, contrats de Canaux, SDAGE¹⁰ etc.). Ce type de processus de concertation et les accords qui en découlent sont assis sur la reconnaissance et l'identification des intérêts communs des acteurs. Leurs avancées sont souvent bien plus tangibles que nombre de dispositifs législatifs (le processus de négociation du « contrat de nappe » en cours avec le SYMCRAU¹¹, dans les Bouches-du-Rhône en est une illustration). Souvent c'est une situation de crise liée à la tension sur un ou plusieurs actifs naturels et les difficiles conséquences qu'elles ont entraînées qui convainquent les acteurs locaux de la nécessité de recourir à ce type de dispositif. Le dispositif de concertation proposé par ECOLOC¹² dans diverses collectivités locales d'Afrique de l'Ouest^[13] suite au Sommet de Rio de 1992 en est un autre exemple. L'Union européenne avec la directive cadre sur l'eau¹³, reconnaît – pour ce qui est de la ressource en eau – le caractère indispensable de ces pratiques concertées au niveau des bassins versants et c'est déjà un grand progrès. Les avancées récentes de la science, en matière de technologie de l'information, de la communication et de modélisation ont permis la mise au point d'outils d'accompagnement particulièrement intégrés et accessibles pour les usagers. La démarche Astuce & Tic^[14] (maintenant en cours de dimensionnement pour l'échelle européenne sous le nom de PRECOS¹⁴) en est un exemple qui pourra considérablement aider à la mise en évidence des risques de points de bascule susceptibles de bloquer irrémédiablement la croissance des territoires. A différentes échelles d'un géo-territoire, il permet à la fois un suivi de l'évolution et des interactions entre actifs (eau, sol, climat, potentiel de production) et des conséquences sur eux des projets de développement en cours ou projetés (urbanisation, commerces et industrie) et ce, en temps réel et sur base de scénarios à horizon de 20/30 ans.

L'ambition de convaincre les acteurs locaux de préserver les actifs naturels pour les services éco-systémiques qu'ils rendent dans un marché ouvert se heurte à de nombreuses résistances aux changements. L'adoption de stratégies de développement en co-construction, permettra demain d'accroître la valeur ajoutée et la résilience et donc, la sécurité du territoire face aux risques. Ces stratégies doivent aussi pouvoir proposer des avantages hic et nunc comme celui, via l'optimisation, de maîtriser autant que faire se peut la montée des coûts liés à la raréfaction des ressources sur un territoire. Ainsi la conception collective de stratégies locales de développement peut ne pas être synonyme de décroissance et de repli sur soi mortifère. Elle peut aussi constituer la base de réflexion à partir de laquelle les acteurs locaux trouveront les moyens d'innover pour rebondir et affronter les défis formidables de production auxquels l'humanité sera confrontée à l'avenir en anticipant lucidement les contraintes sur la ressource.

¹⁰ SDAGE = Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

¹¹ SYMCRAU = Syndicat Mixte en charge de la gestion de la nappe de la Crau

¹² ECOLOC est une méthode de concertation développée par le CGLUA (Conseils et Gouvernements Locaux Unis d'Afrique) en Afrique de l'Ouest. Elle combine des phases d'étude, de consultations de partenaires publics et privés, de débats publics et d'organisation d'actions de développement.

¹³ Directive cadre EAU = directive 2000/60/CE du 18 décembre 2000 (version codifiée de la directive 76/464/CEE du 4 mai 1976) fixe plusieurs objectifs : (1) atteindre un bon état des eaux en 2015 ; (2) réduire progressivement les rejets, émissions ou pertes pour les substances prioritaires ; (3) supprimer les rejets d'ici à 2021 des substances prioritaires dangereuses.

¹⁴ www.inra.fr/precos



Références

- [1] Grenelle II (2009) *Evaluation du coût des impacts du changement climatique en France*. Groupe II, Rapport Interministériel.
- [2] IPCC (2013) *Climate Change 2013 – The physical Science Basis*, Summary for policymakers, 5^{ième} Rapport du GIEC. Work Group 1 : Stocker T.F. & Qin D. co-chairs, 33 pp.
- [3] Trolard F. et le consortium Astuce & Tic (2010) Etalement urbain et changements globaux : l'urgence de considérer les sols et l'eau dans un modèle intégratif. *Liaison Energie – Francophonie*, **86**, 135-140.
- [4] Mazoyer M. et Roudart L. (1997) *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*. Ed. Seuil, Paris, 533 pp.
- [5] Prihar, S.S., Khepar, S.D., Singh, R., Grewal, S.S., Sondhi, S.K. (1990) *Water resources of Punjab – A critical concern for the future of its agriculture*. Punjab Agricultural University ed., 60 pp.
- [6] Spietz, J.H.J., Ewert, F. (2009) Crop production and resource use to meet the growing demand for food, feed and fuel: opportunities and constraints. *NJAS, Wageningen Journal of Life Science*, **56**, **4**, 281-300.
- [7] EEA (2006) *Urban sprawl: the ignored challenge*, Report n°10/2006.
- [8] FFSA (2009) *Synthèse de l'étude relative à l'impact du changement climatique et de l'aménagement du territoire sur la survenance d'évènements naturels en France*. Colloque Impacts du changement climatique, Paris, 29 avril 2009, 13 pp.
http://www.ffsa.fr/sites/upload/docs/application/pdf/2010-05/synthese_etude_changement_climatique.pdf
- [9] Bielsa, S., Chevassus-au-Louis, B., Martin, G., Pujol, J.L., Richard, D., Salles, J.M. (2009) *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes – Contribution à la décision publique*, Rapport CAS (Centre d'Analyse Stratégique), La Documentation Française éd., 399 pp.
- [10] European Commission (2008) « *Progress towards halting the loss of biodiversity by 2010: a first assessment of implementing the EC biodiversity action plan* ».
- [11] MEDAD DNP (2008) *Etat de conservation des espèces et des habitats d'intérêt communautaire : première évaluation*. Article 17, Report: National summary, France.
- [12] MEDDE (2013) Découvrir les nouveaux scénarios RCP et SSP utilisés par le GIEC – Synthèse, Paris, 12 pp.
- [13] ECOLOC handbook (2001) *Managing the economy locally in Africa. Assessing local economics and their prospects*, vol 1, Summary. Programme de développement municipal, Club du Sahel/OCDE, SAH/D, 511, Paris.
- [14] Trolard, F., Reynders, S., Dangerad, M.L., Bourrié, G., Descamps, B., Keller, C., de Mordant de Massiac, J.C. (2013) *Territoires, villes et campagnes face à l'étalement urbain et aux changements climatiques. Une démarche intégrative pour préserver les sols, l'eau et la production agricole*, Ed. Johanet, Paris, 156 pp.