



Doctoral Thesis

Multi-level assessment of land degradation The case of Vietnam

Author(s):

Vu, Manh Quyet

Publication Date:

2014

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010289498> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 21980

**MULTI-LEVEL ASSESSMENT OF LAND DEGRADATION:
THE CASE OF VIETNAM**

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH
(Dr. Sc. ETH Zurich)

presented by
MANH QUYET VU
Master of Sciences, Bonn University, Germany

born on May 2, 1976
citizen of Vietnam

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Emmanuel Frossard, main supervisor
Dr. Quang Bao Le, co-examiner
Prof. Dr. Paul. L.G. Vlek, co-examiner
Prof. Dr. Rainer Schulin, co-examiner

2014

Summary

Land degradation, defined as a persistent decline of the biological productivity of the land, has attracted the attention of researchers and policy-makers worldwide. Today, about one-quarter of the global land mass is degraded. Agricultural and rural development without further land degradation is essential for nations whose economy relies heavily on agriculture such as Vietnam. As land degradation is driven by natural and human factors acting over multiple scales in time and space, understanding the phenomenon needs a multi-scale approach. Such an approach bears also the potential to inform scale-specific land management objectives. Very few works have assessed land degradation with a multi-scale approach.

The present study aims at assessing land degradation from national to farm scales through a multi-level framework. The general question is how can we organize scale-specific land degradation assessments and integrate them to generate knowledge for informing policies combating land degradation. This thesis addresses this question using Vietnam as a study case. The results of the research are reported in three chapters. The geographic hotspots of land degradation are identified and characterized at national level in the first chapter. The following chapter identifies the social, economic and biophysical factors affecting land degradation, and quantifies their directions and weights. At the level of identified hotspots it is necessary to understand what constrains farmers to adopt suitable management practices. Thus, the third main chapter evaluates social–ecological factors constraining the adoption of fertilizer and manure use at farm level.

The first chapter delineates the geographic hotspots of human-induced land degradation in the country and classifies the social–ecological characterization of each specific degradation hotspot type. The research entailed a long-term time-series of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to specify the extent of areas with significant biomass decline or increase in Vietnam. Annual rainfall and temperature time-series were then used to separate areas of human-induced biomass productivity decline from those driven by climate. Next, spatial cluster analyses identified social–ecological types of degradation for guiding further investigations at regional and local scales. The results show that about 19% of the national land mass experienced persistent declines in biomass productivity over the last 25 years. We identified six and five social–ecological types of degradation hotspots in agricultural and forested zones, respectively. These hotspot types exhibit different social and ecological conditions, suggesting that region-specific strategies are needed for the formulation of land degradation combating policies.

In the second chapter, we identified and characterized the biophysical and socio-economic factors that affect significantly land degradation across Vietnam. The hypothesized explanatory variables were common economic and demographic drivers and bio-physical factors such as soil constraints, and neighborhood land-use structures that are often neglected in large-scale land degradation assessments. Instead of using a single inferential statistic technique, we used multi-linear regression and binary logistic regression in a complementary manner to increase the detectability and credibility of the degradation causes. The results showed that agricultural production growth had strong and consistent effects on land degradation extent and intensity. The presence of a neighboring forest was shown to reduce land degradation intensity in abandoned, unproductive lands. The results have implications for national land management policies: i) internalizing land degradation costs in the farming system analysis and evaluation of payment for

ecosystem services policy, ii) restricting forest conversion, and iii) improving extension services and education in agrarian communities.

The third chapter selected the Yen Chau district of Son La province – located within the most degraded and poorest zone identified by the first chapter - as a study case. One of the main problems accounting for the degradation of agricultural land is prolonged nutrient mining by crops due to insufficient inputs of mineral fertilizers and manures. Thus, the chapter aimed at identifying socio-ecological types of households/farms and evaluating factors constraining/promoting smallholders' adoption of mineral fertilizer and manure uses. We defined six distinct smallholder farm types using Principal Component Analysis (PCA) and K-Means Cluster Analysis (K-CA). Then, we identified social, economic and ecological factors affecting farmers' decisions about mineral fertilizer (NPK compound) use and manure adoption, using regression analyses. We found that farmers' decisions with respect to mineral fertilizer and manure uses varied with the farm type. This implies that nutrient management policies need to be sensitive to specific farm types.

This thesis demonstrates that a multi-level assessment framework of land degradation combining complementary methods and data sources can deliver knowledge relevant to scale-specific policy/management needs. At each level, the framework focuses on different indicators of land degradation according to concerns of different stakeholder groups. The framework is flexible and can be adapted to other regions. It can also be incorporated in other assessments to develop an integrated tool for sustainable resource management. Since land degradation involves the combination of many complicated processes, further research should focus on different levels, indicators and the linkages between them to provide better and updated information as a basis for land degradation combating policy.

Résumé

La dégradation des terres, définie comme un déclin persistant de la productivité des terres induit par l'homme, a attiré l'attention des chercheurs et décideurs politiques à travers le monde. Aujourd'hui, près d'un quart de la masse totale des terres est dégradé. Un développement agricole et rural sans dégradation est particulièrement important pour les pays fortement dépendants de l'agriculture tels que le Vietnam. Comme la dégradation des terres est le résultat de facteurs naturels et humains s'exerçant à différentes échelles de temps et d'espace, la compréhension d'un tel phénomène nécessite une approche multi-niveaux. Une telle approche donne aussi la possibilité de renseigner les objectifs de gestion des terres propres à chaque échelle. Il existe très peu d'études faisant appel à une approche multi-niveaux pour évaluer la dégradation des terres.

La présente étude vise à évaluer les phénomènes de dégradation des terres de l'échelon national à celui des exploitations agricoles au moyen d'une approche multi-niveaux. La question générale est comment peut-on organiser les évaluations propres à chaque niveau de la dégradation des terres et les intégrer pour générer un savoir à même de renseigner la formulation de politiques de réduction de la dégradation des terres. La thèse traite de cette question en utilisant le Vietnam comme cas d'étude. Les résultats de la recherche sont présentés dans trois chapitres. Les points chauds géographiques de la dégradation des terres sont identifiés et caractérisés à l'échelon national dans le premier chapitre. Le chapitre suivant met en avant les facteurs sociaux, économiques et biophysiques de la dégradation des terres et la quantification de leur direction et poids. Au niveau des points chauds identifiés, il est nécessaire de comprendre ce qui restreint les paysans dans l'adoption de pratiques de gestion appropriées. Ainsi, le troisième chapitre présente l'évaluation des facteurs socio-écologiques limitant l'utilisation d'engrais et de purin au niveau des exploitations agricoles.

Le premier chapitre délimite les points chauds géographiques de la dégradation des terres induite par l'homme au Vietnam et propose une classification des propriétés socio-écologiques de chaque type spécifique de point chaud de la dégradation. L'étude comprend une série chronologique à long terme de l'Indice de la Végétation par Différence Normalisée (NDVI) afin de révéler l'étendue des zones à déclin ou accroissement significatif de la biomasse. Les séries chronologiques de précipitations et températures annuelles ont ensuite permis de séparer les zones dont le déclin de la productivité était induit par l'homme de celles dont la dégradation résulte du climat. Ensuite, les classifications spatiales ont révélé les types socio-écologiques de la dégradation pour guider les investigations suivantes aux échelles régionale et locale. Les résultats montrent que, si l'on considère la productivité de la biomasse, le pays a vu quelque 19% de sa masse de terre se dégrader de manière persistante au cours des dernières 25 années. Nous avons identifié six et cinq types socio-écologiques de points chauds de la dégradation en zones agricoles et forestières, respectivement. Ces types de points chauds présentent différentes conditions sociales et écologiques, d'où la recommandation que des stratégies régionales sont requises pour formuler des politiques de lutte contre la dégradation des terres.

Dans le deuxième chapitre, nous avons identifié et caractérisé les facteurs biophysiques et économiques influençant de manière significative la dégradation des terres au Vietnam. Les variables explicatives testées étaient les éléments économiques et démographiques communs et les facteurs biophysiques tels que la pédologie, les contraintes topographiques et les structures d'affectation des terres avoisinantes qui sont souvent négligées dans de nombreuses évaluations à large échelle de la dégradation des terres. Au lieu d'utiliser une seule technique de statistique déductive, nous avons utilisé la régression linéaire multiple et la régression binaire logistique de manière complémentaire afin d'augmenter la détectabilité et la crédibilité des causes de la

dégradation. Les résultats ont montré que la croissance de la production agricole a eu des effets importants et cohérents sur l'étendue et l'intensité de la dégradation des terres. Il a été démontré que la présence d'une forêt avoisinante réduit l'intensité de la dégradation des terres dans les friches improductives. Les résultats sont autant d'implications pour la politique nationale de gestion des terres : (i) internalisation des coûts de dégradation des terres dans l'évaluation du système agricole en vue de la politique de paiement en contrepartie de services écosystémiques, (ii) limitation de la reconversion de la forêt en terres agricoles et de l'amélioration de l'extension des services et (iii) éducation dans les communautés agricoles.

Dans le troisième article, le district de Yen Chau de la province de Son La – située dans la zone la plus pauvre et présentant la plus forte dégradation identifiée dans le premier chapitre – a été sélectionnée comme cas d'étude. Une des causes principales de la dégradation des terres agricoles est l'extraction pérenne d'éléments nutritifs par des cultures du fait de l'insuffisance d'intrants d'engrais minéraux et de fumier. Ainsi, le chapitre visait à identifier les types socio-écologiques de ménages/exploitations agricoles et évaluer les facteurs de l'adhésion des petits propriétaires à l'utilisation d'engrais et de fumier. Nous avons défini six types de petites exploitations agricoles en utilisant l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et l'algorithme des k-moyennes. Ensuite, nous avons identifié les éléments sociaux, économiques et écologiques influençant les décisions des paysans en ce qui concerne l'utilisation d'engrais chimiques (composés NPK) et du fumier au moyen d'analyses de régression. Nous avons constaté que les décisions des paysans en matière d'utilisation d'engrais minéraux et de fumier varient en fonction du type d'exploitation. Cela implique que les politiques de gestion des éléments nutritifs doivent tenir compte des types d'exploitation.

Cette thèse démontre qu'une approche multi-niveaux d'évaluation faisant appel à des méthodes et des sources de données complémentaires peut générer un savoir pertinent pour les politiques (ou la gestion) propres à chaque échelle. A chaque échelon, l'approche permet de se concentrer sur différents indicateurs de la dégradation des terres relatifs à différentes parties intéressées. L'approche est flexible et peut être adaptée à d'autres régions. Il est aussi possible de l'inclure à d'autres évaluations afin de développer un outil intégré pour la gestion soutenable des ressources. Puisque la dégradation des terres implique les effets conjugués de nombreux processus complexes, la recherche à venir devrait se concentrer sur différents niveaux, indicateurs et liens entre ces derniers pour informer de manière plus complète et actualisée les politiques de lutte contre la dégradation des terres.