



HAL
open science

Approche expérimentale du lessivage : quantification et mécanismes

Laurence Quenard, Isabelle I. Cousin, Anatja Samouëlian, Sophie S. Cornu

► To cite this version:

Laurence Quenard, Isabelle I. Cousin, Anatja Samouëlian, Sophie S. Cornu. Approche expérimentale du lessivage : quantification et mécanismes. 12. Journées d'Etude des Sols (JES), Association Française pour l'Etude du Sol (AFES). FRA., Jun 2014, Le Bourget du Lac, France. 350 p. hal-02744098

HAL Id: hal-02744098

<https://hal.inrae.fr/hal-02744098v1>

Submitted on 3 Jun 2020

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.

Approche expérimentale du lessivage : quantification et mécanismes

QUENARD, Laurence¹, COUSIN, Isabelle¹, SAMOUËLIAN, Anatja², CORNU,
Sophie³

- 1- UR0272 SOLS, INRA Centre Val de Loire, F-45075 Orléans Cedex 2
- 2- UMR 1221 LISAH (INRA-IRD-SupAgro), 2 place Pierre Viala F- 34060 Montpellier, France LISAH, France
- 3- INRA, UR1119 Géochimie des Sols et des Eaux, F-13100 Aix en Provence, France

1. Introduction

Le lessivage est décrit dans de nombreux types de sols, mais son existence est toujours sujet à questionnements quant à son importance dans la formation des sols et à la hiérarchisation des mécanismes qui le régissent. Des expérimentations en laboratoire de transfert de particules dans les sols permettent d'apporter des éléments de réponse à ces questions, mais les données disponibles dans la littérature montrent qu'elles n'ont pas été acquises dans des conditions expérimentales favorables au lessivage du sol : i) les protocoles expérimentaux choisis ne permettaient généralement pas de quantifier l'éluviation (départ de particules) ; ii) ces expériences ne simulent souvent qu'un ou quelques épisodes pluvieux et ne sont donc pas représentatives d'un processus long-terme comme le lessivage ; iii) aucune de ces expériences ne permet de mesurer l'illuviation (accumulation de particules en subsurface). Dans ce contexte, nous proposons deux expériences originales de pédogenèse in vitro sur des colonnes de sol, afin de quantifier l'éluviation et l'illuviation au cours du temps pour des conditions expérimentales favorables au lessivage et aussi près que possible des conditions de terrain. Les objectifs de ces expériences sont : i) la quantification de l'éluviation et de l'illuviation, ii) l'analyse des mécanismes agissant dans ces processus, et iii) l'impact de l'intensité de la pluie sur ces processus et sur les mécanismes qui les gouvernent.

2- Matériel et méthodes

Pour ces expériences, deux horizons E de Luvisols développés dans des Lœss différant par leur pH et leur minéralogie des argiles ont été choisis : un horizon E dit « L1 », d'un pH de 6,2 et contenant des smectites, donc a priori favorable à l'éluviation, et un horizon E dit « L2 », d'un pH de 7 donc a priori favorable à la rétention de particules, et ne contenant pas de smectites pour que d'éventuelles smectites entrantes dans cet horizon puissent être détectées. Des cylindres décimétriques (15 x 15 cm), non perturbés, ont été échantillonnés dans ces horizons. Des colonnes, consistant soit en un cylindre L1 seul pour caractériser l'éluviation, soit en une superposition d'un cylindre L1 sur un cylindre L2 pour caractériser l'illuviation, ont ensuite été construites. Elles ont subi chacune vingt-huit épisodes de pluie de 30 mm à l'aide d'un simulateur de pluie. Deux intensités de pluie ont été appliquées, 20 mm h⁻¹ et 6 mm h⁻¹, choisies pour représenter respectivement une pluie d'orage et une pluie fine d'hiver (chaque colonne n'étant soumise qu'à une intensité). Après chaque événement pluvieux, une succion de -30 hPa a été appliquée à la base des colonnes jusqu'à la disparition du flacage à la surface du sol. Les colonnes ont ensuite séché jusqu'à ce que le potentiel matriciel à 5 cm de profondeur soit égal à -300 hPa, et qu'un nouvel événement pluvieux soit alors déclenché. Après chaque pluie ont été mesurés la quantité d'eau drainée, sa concentration en particules ainsi que la minéralogie et la distribution granulométrique des particules lessivées, et la composition chimique de la solution du sol.

3- Eluviation : quantification, sélectivité et mécanismes

Les concentrations en particules obtenues à la base des colonnes L1 sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans la littérature pour des dispositifs expérimentaux comparables, mais de natures de sol différentes. Ainsi, la libération des particules ne semble que peu dépendante du pH et tous les sols semblent libérer la même quantité de particules.

L'éluviation ne serait donc pas le mécanisme limitant le développement du lessivage. Par ailleurs, il est généralement considéré que le lessivage est sélectif des smectites. Cependant, dans notre expérience, les particules récupérées en sortie des colonnes L1 avaient une composition minéralogique proche de celle de la fraction 0-2 μm de l'horizon L1, un enrichissement en smectites n'ayant été observé que pour les premiers épisodes de pluie à 20 mm h^{-1} . Ainsi, la sélectivité de l'éluviation pour les smectites ne semble pas constante dans le temps, et ne se produirait qu'au début de l'expérience et pour de fortes intensités de pluie. Nous montrons également que la libération des particules est régie par i) l'intensité de la pluie pour les concentrations de base en particules, ii) le drainage rapide et les fortes succions pour les pics des concentrations et iii) la teneur en Ca^{2+} de l'eau de drainage. Nous confirmons donc que les processus physiques et physico-chimiques sont responsables de la libération des particules, sans toutefois pouvoir déterminer leur contribution relative. Enfin, une diminution de la concentration en particules a été observée au cours du temps pour deux colonnes de sol, alors que des pics de concentrations sont observés pour les six autres. Ces deux types de comportement, déjà observés dans la littérature, peuvent être interprétés respectivement comme un épuisement progressif ou une régénération du stock de particules disponibles pour l'éluviation. Nous montrons que le stock de particules disponibles pour l'éluviation est sans doute régénéré par le changement de fonctionnement hydrodynamique des colonnes au cours du temps.

4- Illuviation, quantification et mécanismes

Les quantités de particules retenues dans l'horizon L2 ont été estimées par bilan de masse, sur l'hypothèse que les quantités de particules perdues des colonnes de L1 sont représentatives de celles entrant dans l'horizon L2 des colonnes L1/L2. Pour cela nous avons apparié des colonnes L1 et L1/L2 présentant un drainage cumulé équivalent. Nous avons ensuite comparé, pour les colonnes L1 et L1/L2 appariées, les quantités de particules libérées afin de déterminer si une fixation de particules avait eu lieu dans l'horizon L2. Si l'on considère, sur des arguments minéralogiques, que seulement 40 % des particules perdues à la sortie des colonnes L1/L2 viennent du L1, on quantifie alors que 25 à 90 % des particules libérées par l'horizon L1 ont été fixées dans l'horizon L2. Enfin, nous avons analysé l'impact des différents mécanismes (dynamique de drainage et chimie de l'eau du sol) sur la fixation des particules. Trois groupes de colonnes L1/L2 ont été identifiés sur la base de leur drainage rapide et de l'énergie cumulée de succion. La plupart des colonnes présentent soit une diminution de la capacité de percolation au cours de l'expérience soit une augmentation de l'énergie de succion appliquée à leur base, soit les deux. Ces évolutions sont typiques d'un colmatage de la structure. Aucune tendance claire entre les concentrations en particules collectées à la sortie des colonnes et le drainage rapide ou les succions élevées n'a été identifiée ; par contre, une diminution exponentielle des concentrations en particules avec l'augmentation de la conductivité de la solution du sol a été observée au cours des 17 premières pluies, après quoi les pics de particules sont apparus liés à des succions élevées ou une contribution importante du drainage rapide. Cette évolution suggère un colmatage de la colonne après les 17 premières pluies. La relation entre les concentrations des particules et la conductivité de l'eau du sol est classique du processus de floculation des particules.

5- Conclusion

Ces travaux présentent une analyse simultanée des mécanismes physiques et physico-chimiques intervenant dans les processus d'éluviation et d'illuviation. Ces deux types de mécanismes agissent avec une succession temporelle dans certains cas. Par ailleurs une estimation, certes très large, des quantités de particules fixées dans l'horizon d'illuviation a pu être donnée pour la première fois à notre connaissance. Nous montrons enfin que la structure des colonnes est probablement le paramètre clé de la compréhension des transferts dans la mesure où les colonnes de sols présentent des fonctionnements très contrastés, tous les autres paramètres étant constants par ailleurs.

Remerciement : Ce travail a bénéficié d'un financement ANR 10 Blanc 605 - AgriPed.