

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 45 (1992)  
**Heft:** 2: Archives des Sciences

**Artikel:** Réseau genevois d'observation du sol (GEOS)  
**Autor:** Celardin, F. / Chatenoux, L. / Meylan, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740338>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## RÉSEAU GENEVOIS D'OBSERVATION DU SOL (GEOS)

PAR

**F. CELARDIN\*, L. CHATENOUX\* & G. MEYLAN\***

### ABSTRACT

A soil observation network GEOS is established in Geneva canton, with the purpose of long term monitoring of pollutants and allround fertility factors. The 102 sites of this network cover cultivated land and forests. Results of the analysis of samples collected at 4 different depths, down to 80 cm every 20 cm, were interpreted by mapping. It appears that, in certain regions, cadmium may be of geological origin, a tendency to chromium and zinc accumulation in the superficial layers and the relatively high level of phosphorus in the top layers of cultivated soils may result from prolonged agrochemical inputs. Otherwise, in accordance with previous observations, high copper pollution in vineyards, geological origin of high nickel levels and ubiquity of lead, are observed.

Integrated crop management techniques are expected to contribute to the improvement of the observed tendencies.

### RÉSUMÉ

Un réseau genevois d'observation du sol (GEOS), ayant pour objectifs l'estimation à long terme de la charge du sol en polluants et plus généralement de la fertilité du sol, couvrant l'ensemble des sols cultivés et des sols forestiers du canton, a été constitué à partir de 102 sites de prélèvements à 4 niveaux de profondeur (tous les 20 cm jusqu'à 80 cm).

La représentation cartographique des résultats a permis de signaler une éventuelle origine géogène du cadmium dans certaines régions, les accumulations superficielles de chrome et de zinc dues aux apports agrochimiques et la richesse en phosphore de réserve des sols cultivés, et de confirmer les conclusions d'études antérieures, à savoir: la pollution des sols viticoles par le cuivre, l'origine géogène du nickel, la présence diffuse du plomb.

La pratique des techniques de «culture intégrée» devrait contribuer à l'amélioration des tendances observées.

Dans le cadre de l'application de l'Ordonnance fédérale sur la protection du sol (Osol), un réseau genevois d'observation du sol (GEOS) a été constitué dans le but d'estimer à long terme l'évolution de la «santé» du sol et d'identifier les causes principales des éventuelles atteintes à sa fertilité.

Ce réseau est constitué de 102 sites, dont 6 dans l'enclave de Céligny et 4 sur les hauteurs de la France voisine, couvrant l'ensemble des sols cultivés, des sols forestiers et des prés. La zone urbaine, les régions soupçonnées d'être polluées (décharges

---

\* Laboratoire cantonal d'agronomie, Case postale 7 - CH-1254 Jussy, Suisse.

anciennes ou en cours d'exploitation, gravières) ou situées à proximité de sources d'émissions ponctuelles (usine d'incinération, abords immédiats de routes) feront l'objet d'études futures. La superficie couverte est d'environ 140 km<sup>2</sup>.

La répartition des emplacements selon le couvert végétal (bois 10%, cultures 67%, vignes 9%, prés 14%) est approximativement proportionnelle à la situation des cultures actuelles.

Afin de minimiser les effets de l'hétérogénéité du sol sur l'évaluation des charges à long terme, les coordonnées des sites de prélèvement ont été définies avec précision, en prenant comme référence les bornes de triangulation cadastrales et en effectuant des relèvements avec une boussole à lunette (Meridian MI-4009, erreur moyenne:  $\pm 10$  cm à 25 m). La facilité d'accès est un autre critère qui a été pris en considération dans le choix des sites.

Les prélèvements sur chaque site ont été effectués avec une tarière, à 4 niveaux de profondeur, soit tous les 20 cm jusqu'à 80 cm, qui est la limite extrême des interventions agricoles, les interventions courantes se situant au maximum à 40 cm.

Les échantillons pour cette étude ont été prélevés en automne 1990, après récolte et avant apport d'engrais.

Dans le but de créer une base de données aussi complète que possible pour l'évaluation de la fertilité et afin de disposer d'éléments de prévision en plus des critères d'état du sol, le protocole analytique a été élargi pour inclure à part les teneurs totales de métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn), la granulométrie, le carbone organique, la capacité d'échange cationique, les taux de saturation (Ca, Mg, K, Na), le carbonate, le pH, les éléments nutritifs (P, K, Mg, Ca) «immédiats» et de «réserve».

L'appréhension et l'interprétation d'ensemble des résultats des 4 niveaux de mesure ont été rendues possibles par représentation cartographique. Les cartes ont été réalisées au Département de géographie de l'Université de Genève (Ch. Hussey) à l'aide d'un logiciel UNIRAS-UNIMAP qui, à partir de données à coordonnées irrégulièrement espacées, crée un réseau régulier sur lequel par interpolation bilinéaire sont générées les lignes de contour. La précision des cartes est de l'ordre de la maille du réseau soit environ 1,5 km<sup>2</sup>. Sur les cartes de métaux lourds, les dépassements des valeurs indicatives Osol sont représentées par des nuances de rouge.

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU SOL

On observe d'une manière générale que la matière organique est concentrée jusqu'à 40 cm de profondeur, tandis que l'image dégagée pour l'argile est l'inverse de celle-ci. Ceci montre bien l'influence bénéfique de la matière organique sur la texture du sol. Il en va de même pour la capacité d'échange cationique qui dépend essentiellement de la présence du complexe argilo-humique, qui a la propriété de fixer les métaux lourds.

Dans les régions à pH acide (forêts, terrains sablonneux de Champagne), cette capacité de rétention des éléments se trouve considérablement diminuée, ce qui entraîne un lessivage possible vers les couches profondes.

## CADMIUM

On relève plusieurs régions où les valeurs indicatives totales Osol sont dépassées. Les profils de concentration observés en certains endroits sont typiques d'une contamination géogène.

Dans le Mandement, à Perly-Certoux, les concentrations élevées sont en surface. Dans la Champagne, à Laconnex-Soral, la situation est inverse. Ceci est compréhensible si l'on considère que le cadmium dont les principales sources de pollution dans les régions considérées sont les engrais phosphatés naturels, est fixé par le complexe argilo-humique ou lessivé là où ce complexe fait défaut. Ceci n'explique cependant pas les fortes concentrations relevées en profondeur dans la région de Bernex.

La question de l'origine géogène du cadmium étant posée, des études de profils plus serrées seront entreprises pour mieux comprendre cette situation. La part de mobilisation du cadmium en profondeur par les vers de terre qui présentent un coefficient de bioaccumulation très élevé pour cet élément serait également à considérer.

## CHROME

Les valeurs pour le chrome restent en-dessous de la valeur indicative. Les apports agricoles de chrome se font sous forme d'impuretés des scories Thomas qui sont utilisées comme engrais phosphorés, ce qui pourrait expliquer la relative richesse des couches superficielles compte tenu de la fixation par la matière organique du sol. Cependant, l'homogénéité des concentrations en profondeur dans plusieurs régions est attribuable à la présence naturelle de cet élément.

## CUIVRE

Les études précédentes avaient montré que les dépassements des valeurs indicatives se situaient en zone viticole, et que l'emploi du cuivre dans des buts phytosanitaires en était la cause principale (sulfatage). Les profils observés confirment cette situation.

Dans les «Commentaires concernant l'ordonnance Osol», les sols pollués par le cuivre sont déclarés impropres à la culture autre que la vigne et «on peut estimer que leur fertilité est atteinte puisqu'il serait impossible de les assainir».

## NICKEL

L'origine essentiellement géogène du nickel dans les sols genevois, qui avait été démontrée par les études antérieures, se remarque d'emblée sur la représentation cartographique. Cette situation semble être typique de l'ancien lit du glacier du Rhône qui est riche en serpentines (roches vertes).

## PLOMB

A l'exception de quelques sites, la concentration du plomb diminue en profondeur. Les dépassements ponctuels peuvent être dus à l'apport de compost de gadoue à une époque où cette pratique avait été encouragée. Dans ces sites, on constate un parallélisme avec des dépassements de cuivre en profondeur.

Pour le reste, la présence diffuse de cet élément est attribuable aux émissions des moteurs à essence avec plomb.

## ZINC

Les concentrations de zinc décroissent en profondeur. Cet élément est apporté au sol en tant qu'oligo-élément essentiel à la croissance des plantes et également en tant que produit phytosanitaire.

On constate que ces pratiques ne donnent lieu à aucun dépassement, à l'exception d'un site qui, ayant reçu des composts de gadoue, présente des teneurs élevées en cadmium également.

Néanmoins, la relative richesse des niveaux 0-20 et 20-40 cm est indicative d'accumulation et invite à une certaine vigilance dans l'usage à plus long terme des produits agricoles à base de zinc.

## PHOSPHORE

Il s'agit là d'un élément nutritif principal. La concentration jugée satisfaisante, déterminée par extraction à l'acétate d'ammonium EDTA 1:5, est de 1-3 mg/100 g.

On remarque que les sols agricoles sont, dans leur ensemble, bien pourvus ou riches en cet élément jusqu'à 40 cm de profondeur. Dans deux régions, la richesse s'étend jusqu'à 80 cm.

Dans les sols forestiers où il n'y a pas d'apport d'engrais, les concentrations sont très faibles et ne proviennent que de la décomposition de la matière végétale.

## CONCLUSIONS

La constitution d'une banque de données de paramètres de fertilité du sol à l'échelle cantonale constitue le point de départ d'observation à long terme.

Les méthodes relativement simples de définition de coordonnées fixes sur le terrain, jointes à une visualisation cartographique des résultats en 3 dimensions, rendent aisées la réalisation et l'interprétation d'ensemble des mesures.

Les résultats obtenus confirment les conclusions des campagnes de mesures précédentes en ce qui concerne l'origine géogène du nickel, la pollution par le cuivre des sols viticoles, la présence diffuse du plomb; ils soulèvent la question de l'origine probablement géogène du cadmium dans certaines régions.

Bien que le chrome et le zinc ne présentent pas de dépassements, leur richesse en surface par rapport aux couches profondes devrait rendre attentif à une accumulation par apport de produits agrochimiques (Cr par scories Thomas, Zn par oligo-éléments et produits phytosanitaires).

La situation riche à satisfaisante du phosphore de réserve pour l'ensemble des sols agricoles devrait motiver un apport futur plus rationnel.

D'une manière générale, la pratique des méthodes de «culture intégrée» en voie de développement constitue une démarche qui va dans le sens d'une amélioration des tendances observées.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement Monsieur Charles Hussy du Département de géographie de l'Université de Genève, qui a mis à contribution son temps et son savoir pour la réalisation des cartes, ainsi que R.L. Bagaglio pour sa contribution technique.

## BIBLIOGRAPHIE

Déjà au stade d'élaboration de l'ordonnance Osol, les services responsables du canton de Genève ont effectué des campagnes de mesure sur le terrain afin de dégager des critères d'interprétation et de validation des résultats et afin d'établir les niveaux actuels des polluants.

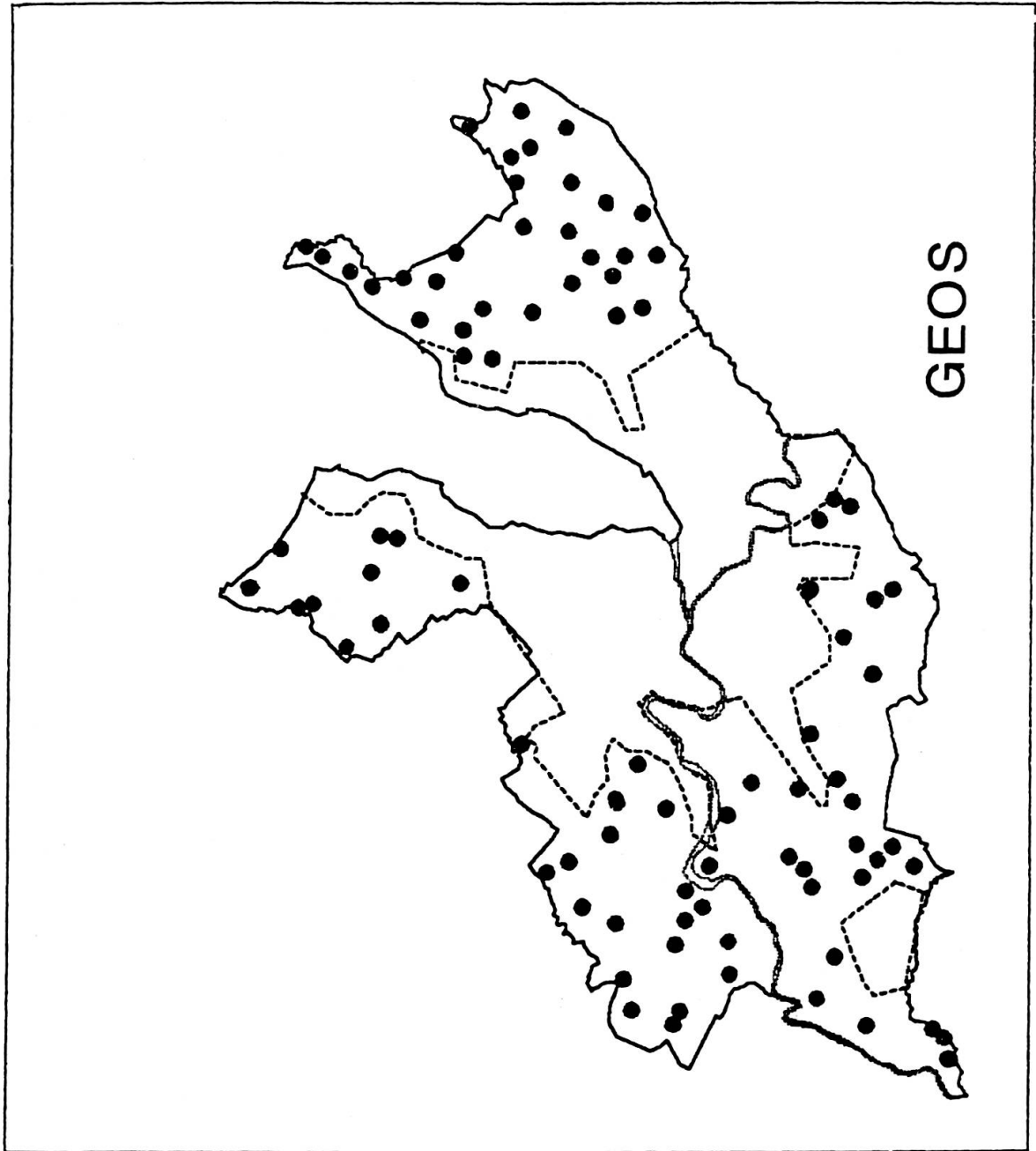
Les résultats de ces études effectuées de 1986 à 1990 ont fait l'objet de quatre publications:

- 1) CELARDIN F. & J.-CL. LANDRY. «Métaux lourds dans les sols du bassin genevois: état de la question». *Archives des Sciences*, Genève 41 (2) 199-223 (1988).
- 2) CELARDIN F. & J.-CL. LANDRY. «Bio-indicateurs de pollution: vers de terre et métaux lourds dans les sols». *Archives des Sciences*, Genève 41 (2) 225-228 (1988).
- 3) CELARDIN F., L. CHATENOUX & P. D'ERSU. «Métaux lourds dans les sols du bassin genevois: état de la question (II)» *Archives des Sciences*, Genève 42 (3) 493-498 (1989).
- 4) CELARDIN F. & L. CHATENOUX. «Répartition en profondeur des métaux lourds dans les sols genevois». *Archives des Sciences*, Genève 43 (2) 265-272 (1990).

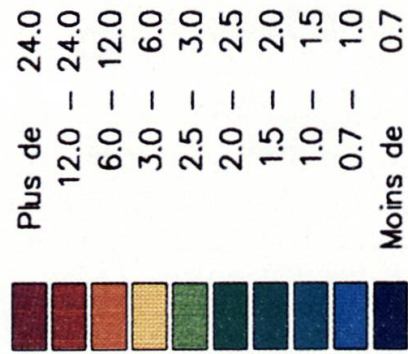
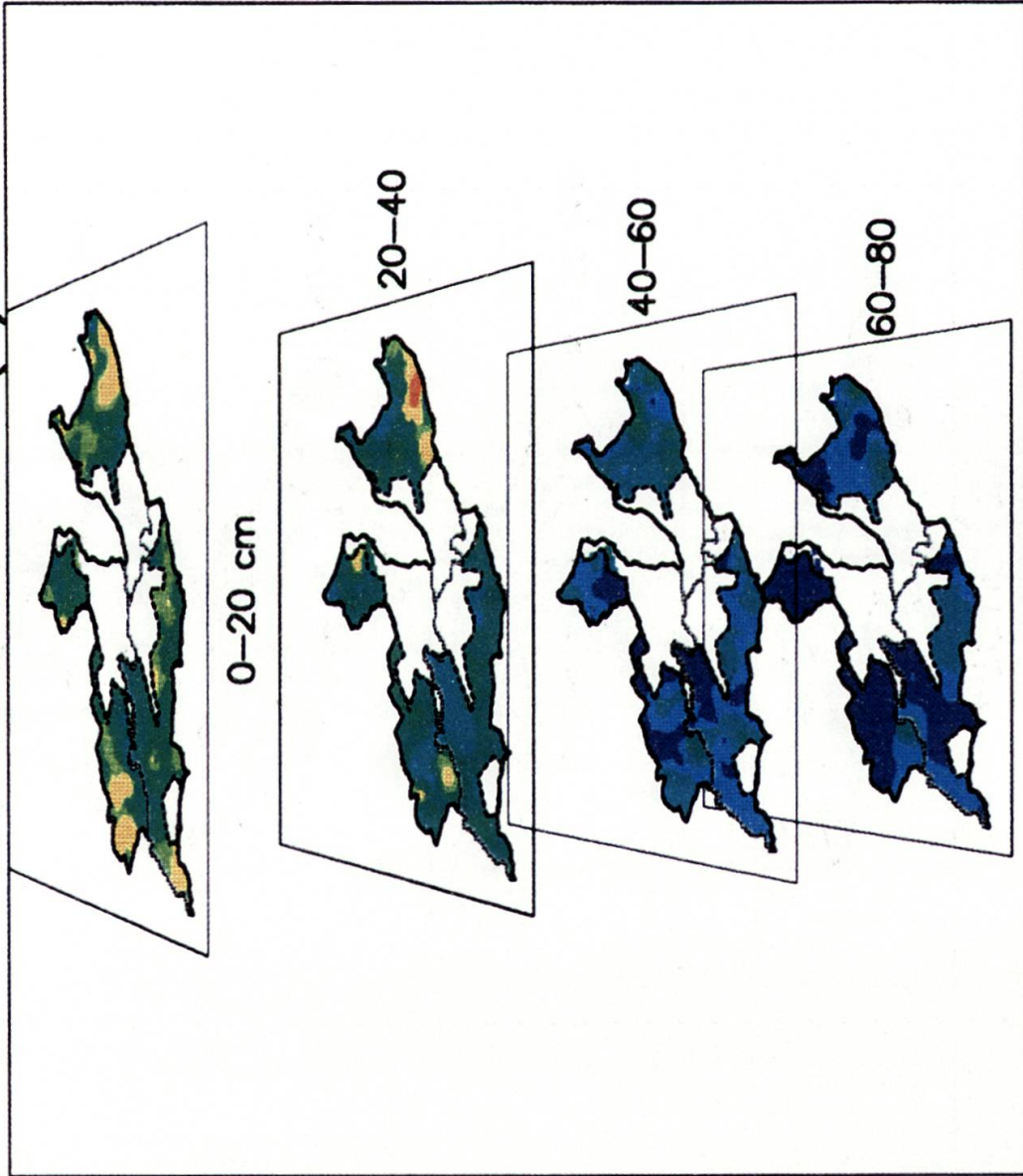
Signalons également quatre travaux visant des sources de pollutions localisées (tracé d'autoroute, usine d'incinération):

- 5) SCHMIDT M., J.-CL. LANDRY & F. CUPÉLIN. «Métaux lourds dans les sols genevois: état de la question». Etude prospective de quelques aspects de l'influence d'une autoroute sur son environnement. Rapport spécial. *Archives des Sciences*, Genève 33 (1): 73-87 (1980).
- 6) MARTIN M., D. ROBIN, S. RAMSEIER & W. HAERDI. «Etude des immissions autour de l'usine d'incinération des Cheneviers: métaux lourds dans le sol et le vignoble genevois. *Archives des Sciences*, Genève 41 (2) 229-244 (1988).
- 7) MARTIN, D. ROBIN & W. HAERDI. «Les feuilles de chêne, indicateurs de contamination en métaux lourds émis par une usine d'incinération». *Trav. chim. aliment.* 80, 58-65 (1989).
- 8) ROBIN D., M. MARTIN & W. HAERDI. «Les feuilles de chêne, bio-indicateur des immissions en cadmium. Application au voisinage d'usines d'incinération d'ordures». *Archives des Sciences*, Genève 44 (2) 253-264 (1991).

*Manuscrit reçu le 4 septembre 1992.*



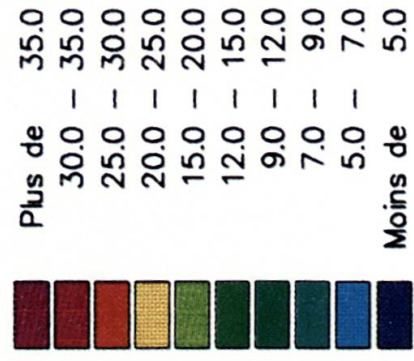
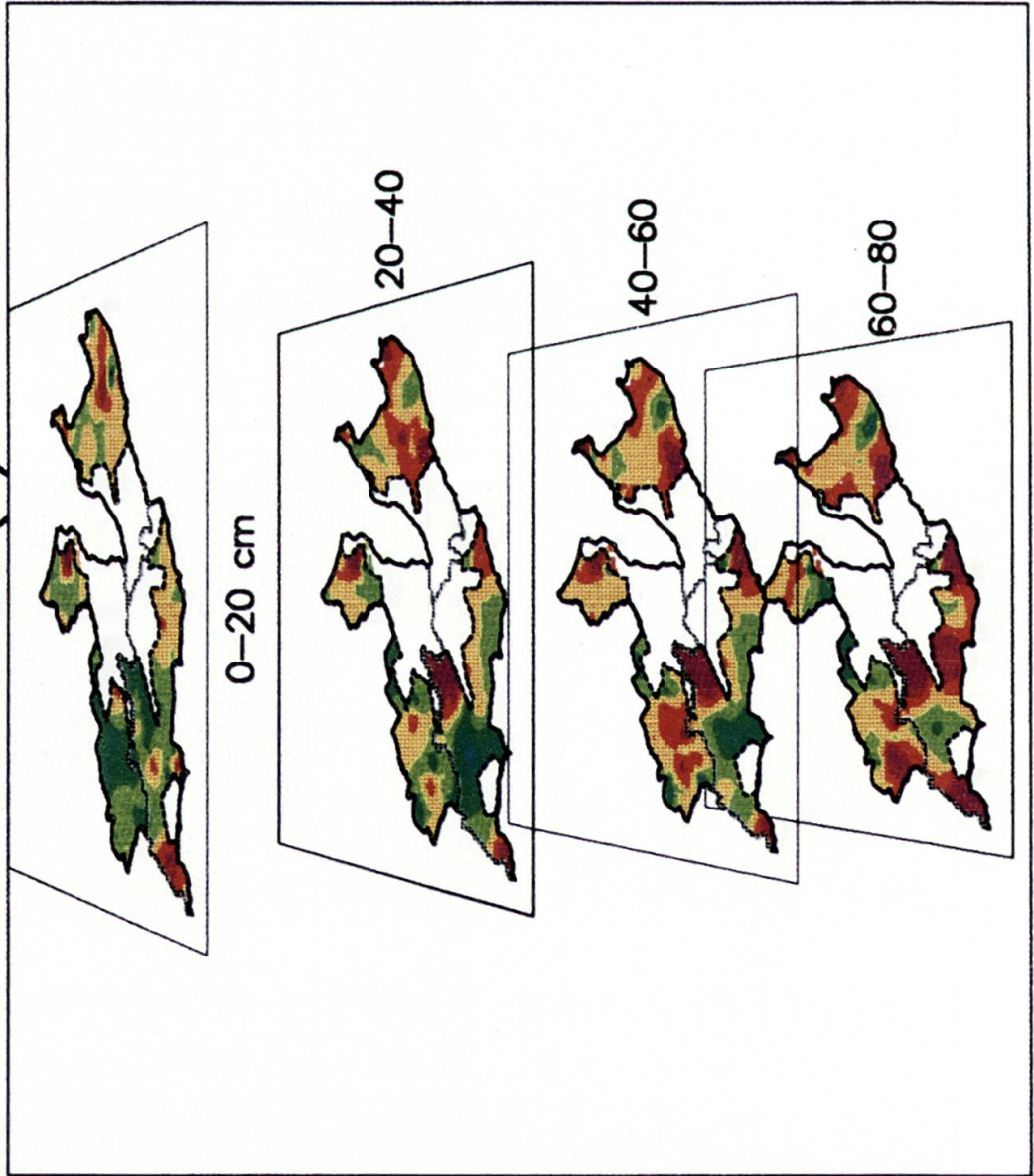
Niveaux de mesure  
MATIERE ORGANIQUE (%)



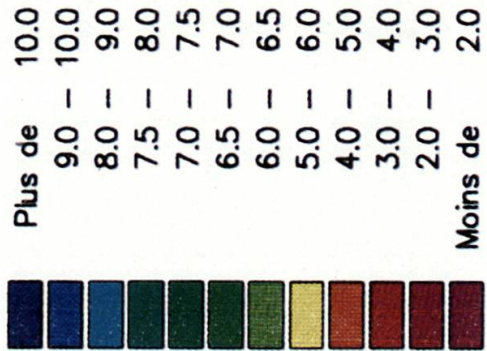
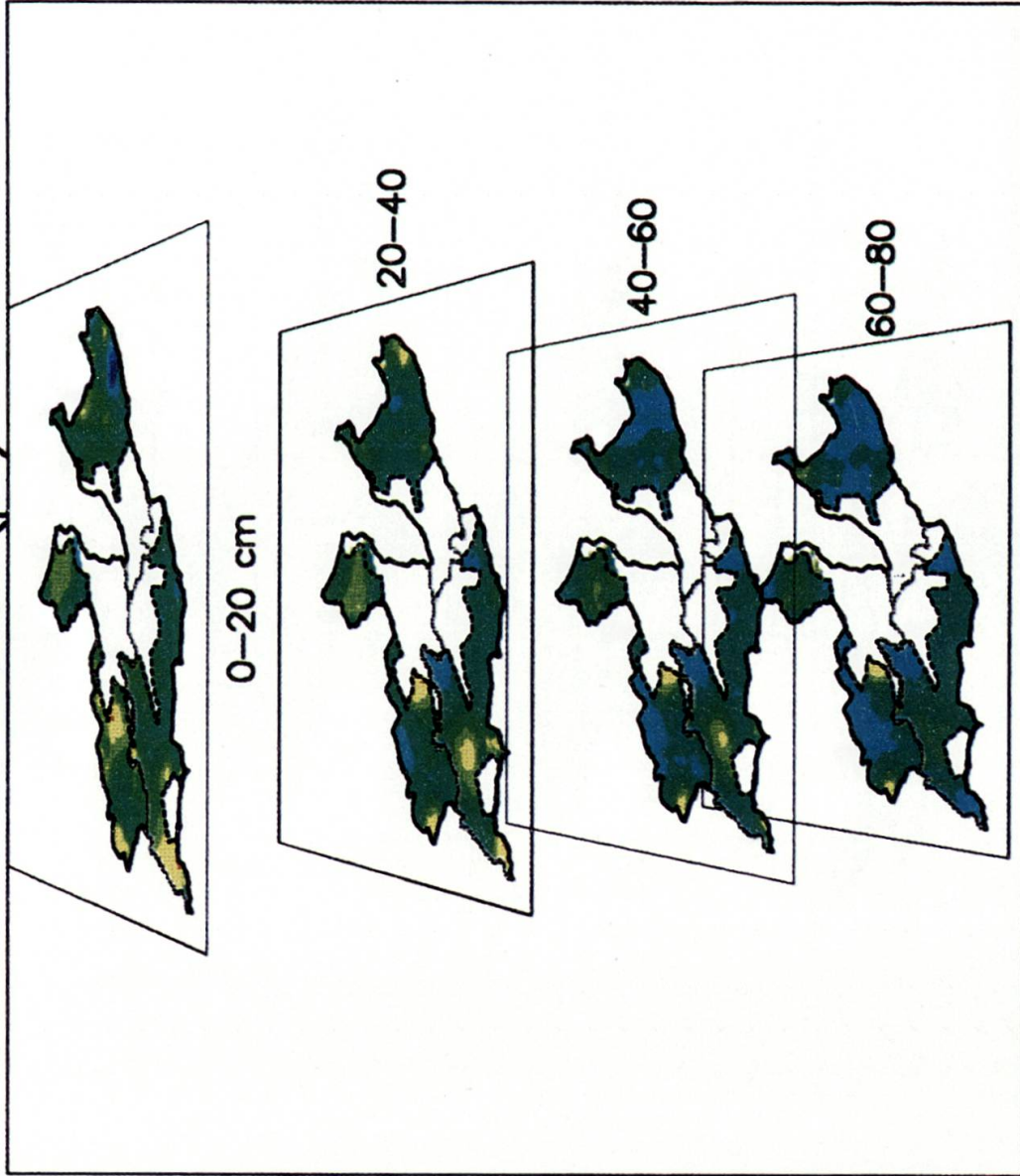
UNI - GEO

LABORATOIRE CANTONAL D'AGRONOMIE - GENEVE

Niveaux de mesure  
ARGILE (%)



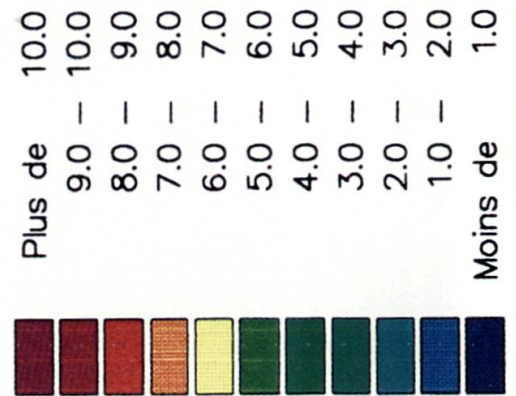
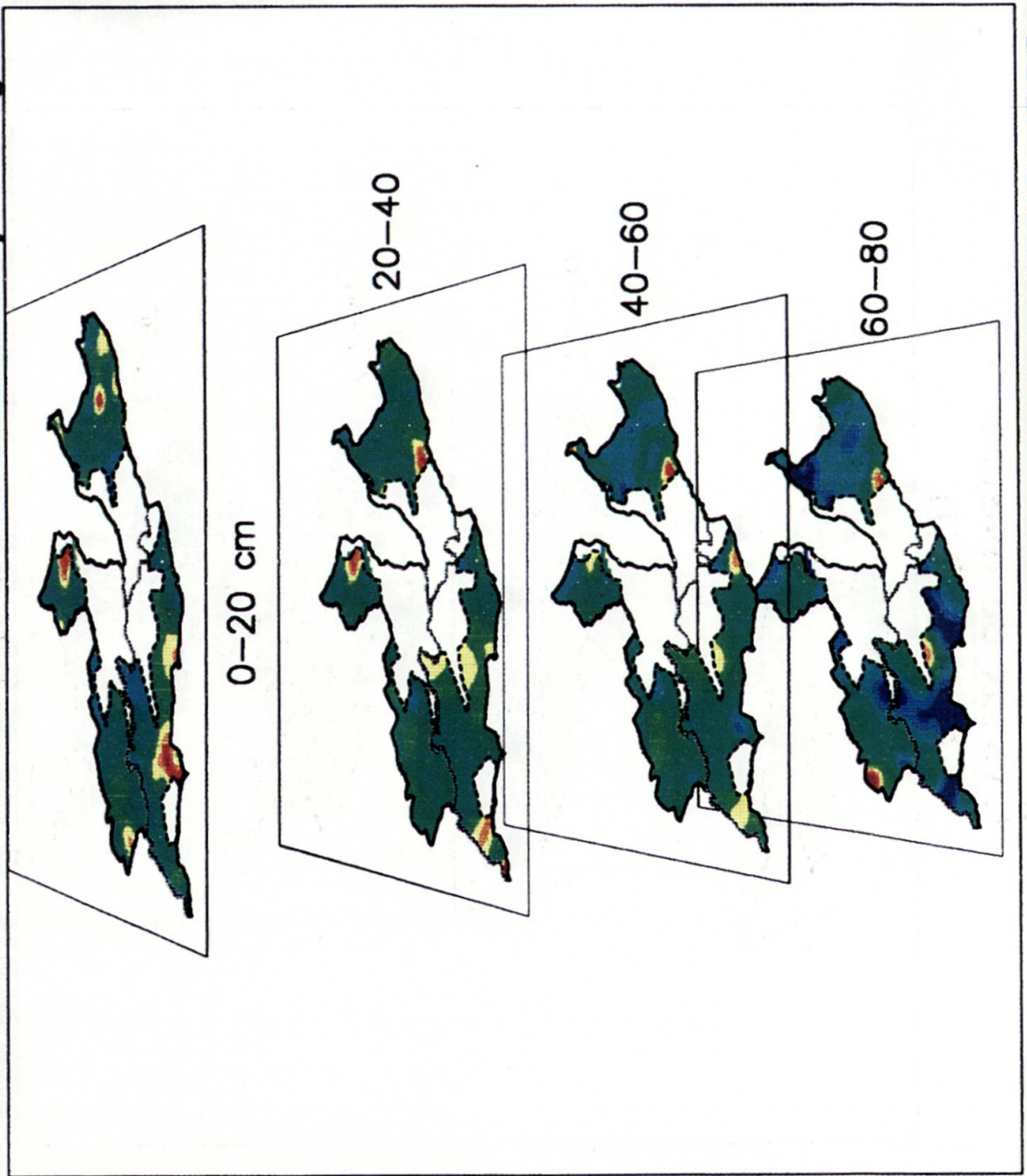
# Niveaux de mesure ACIDITE (pH)



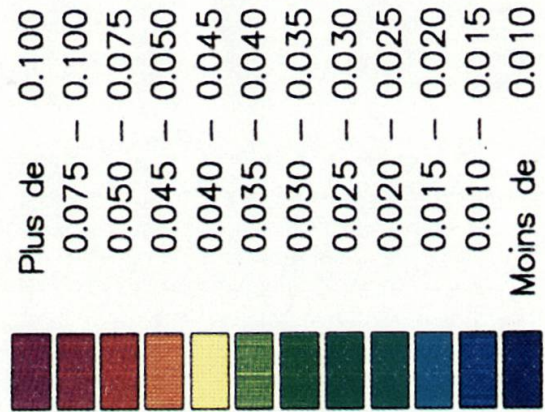
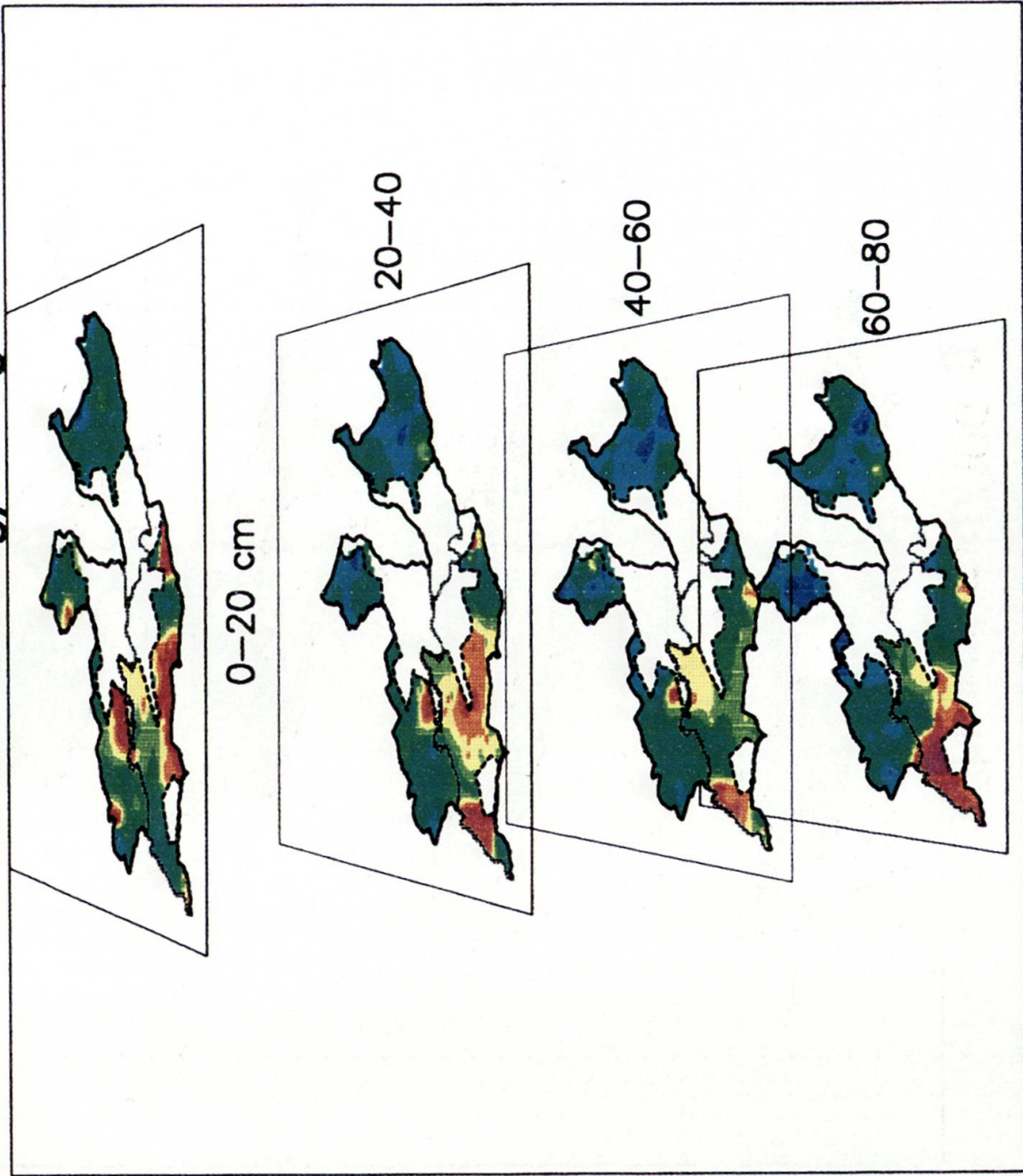
UNJ - GEO

LABORATOIRE CANTONAL D'AGRONOMIE - GENEVE

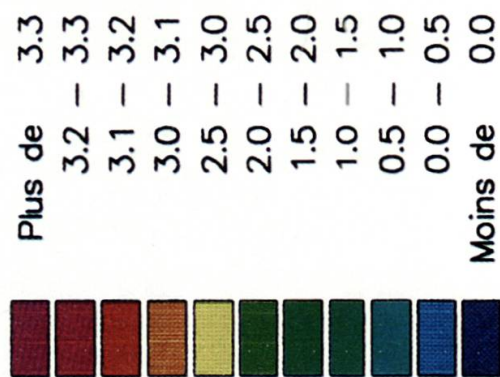
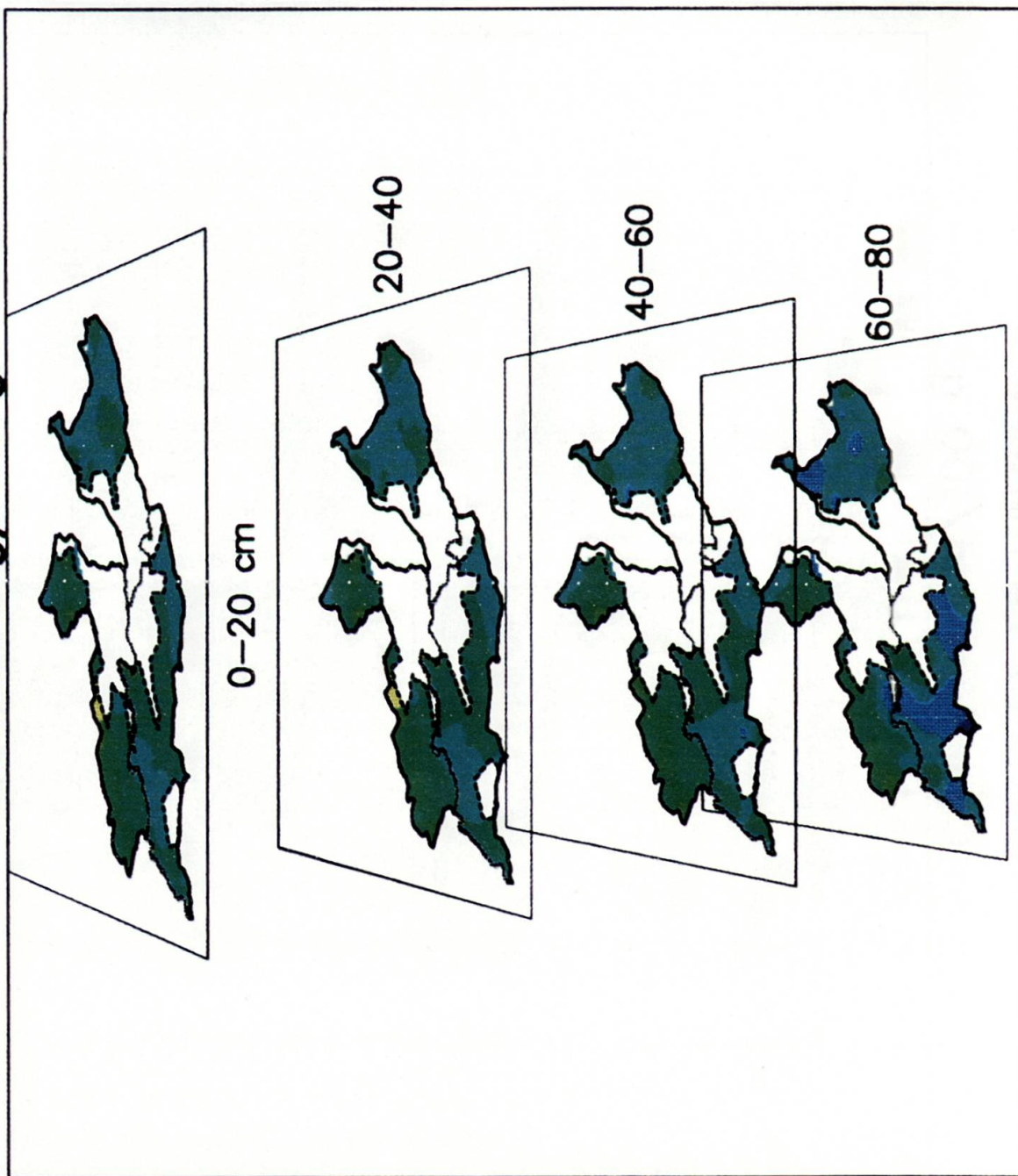
Niveaux de mesure  
CAPACITE D'ÉCHANGE CATIONIQUE me/100 g.



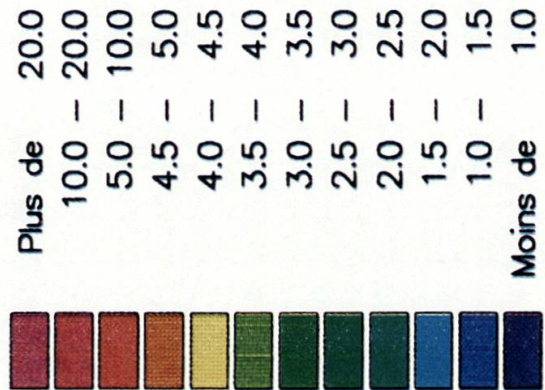
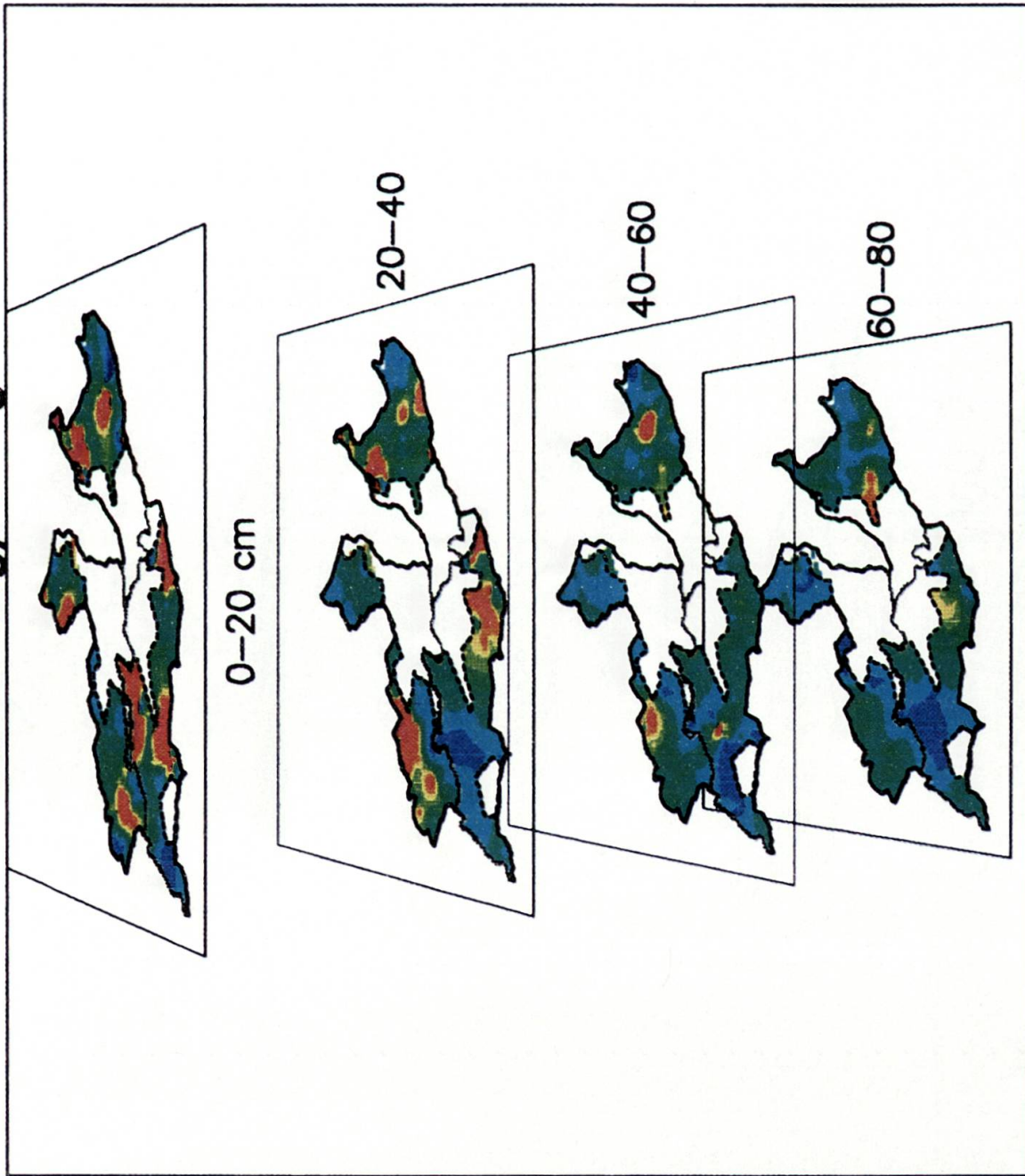
# Niveaux de mesure Cadmium mg/100 g



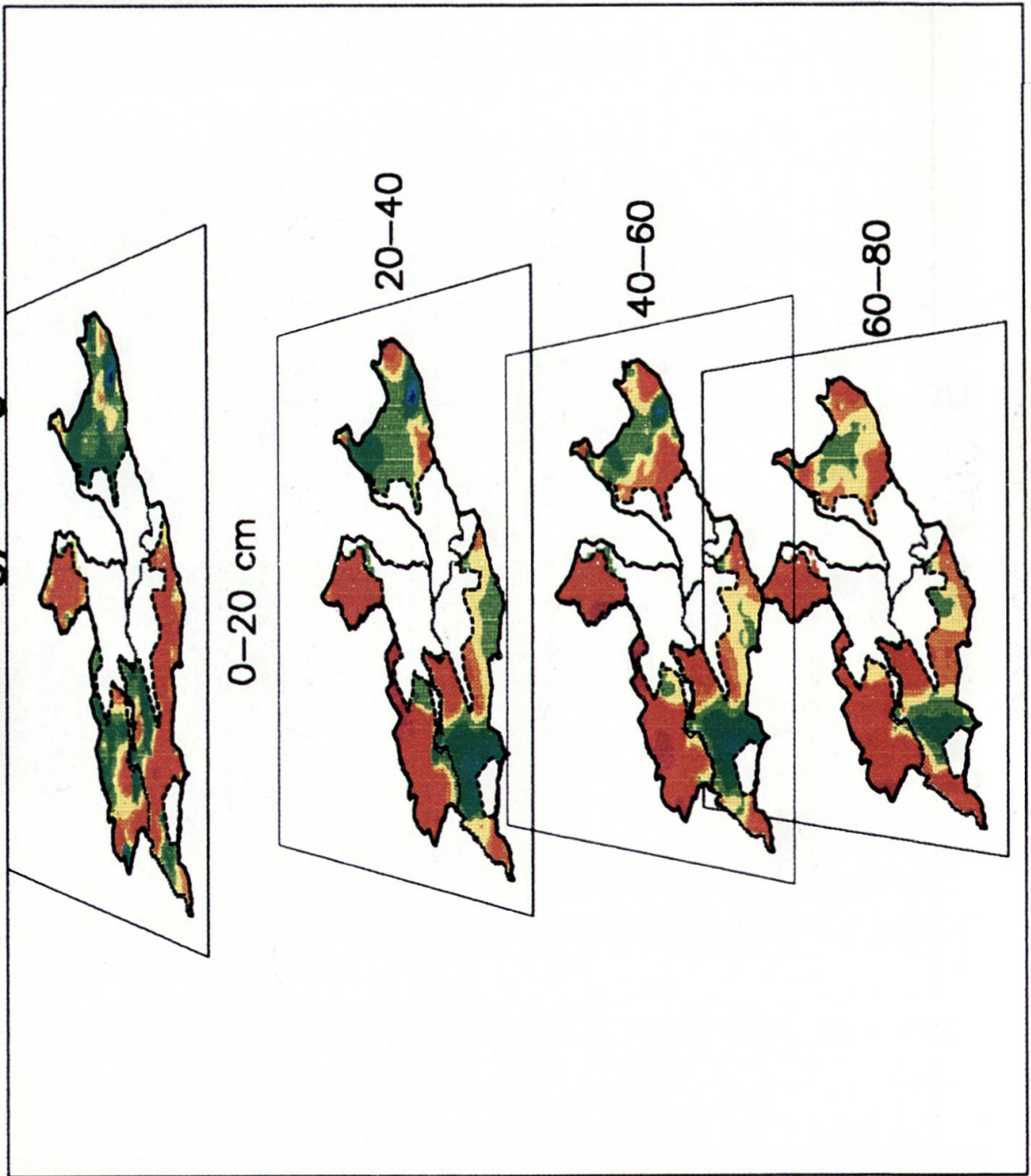
Niveaux de mesure  
Chrome mg/100 g



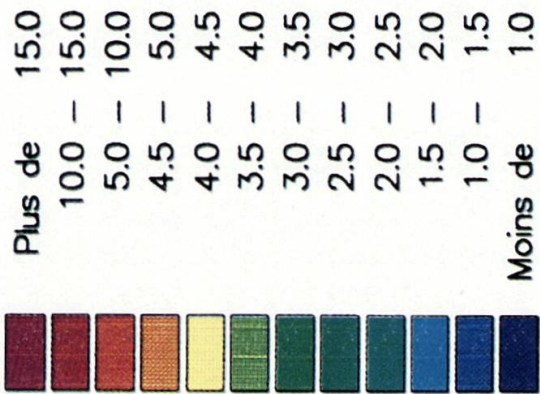
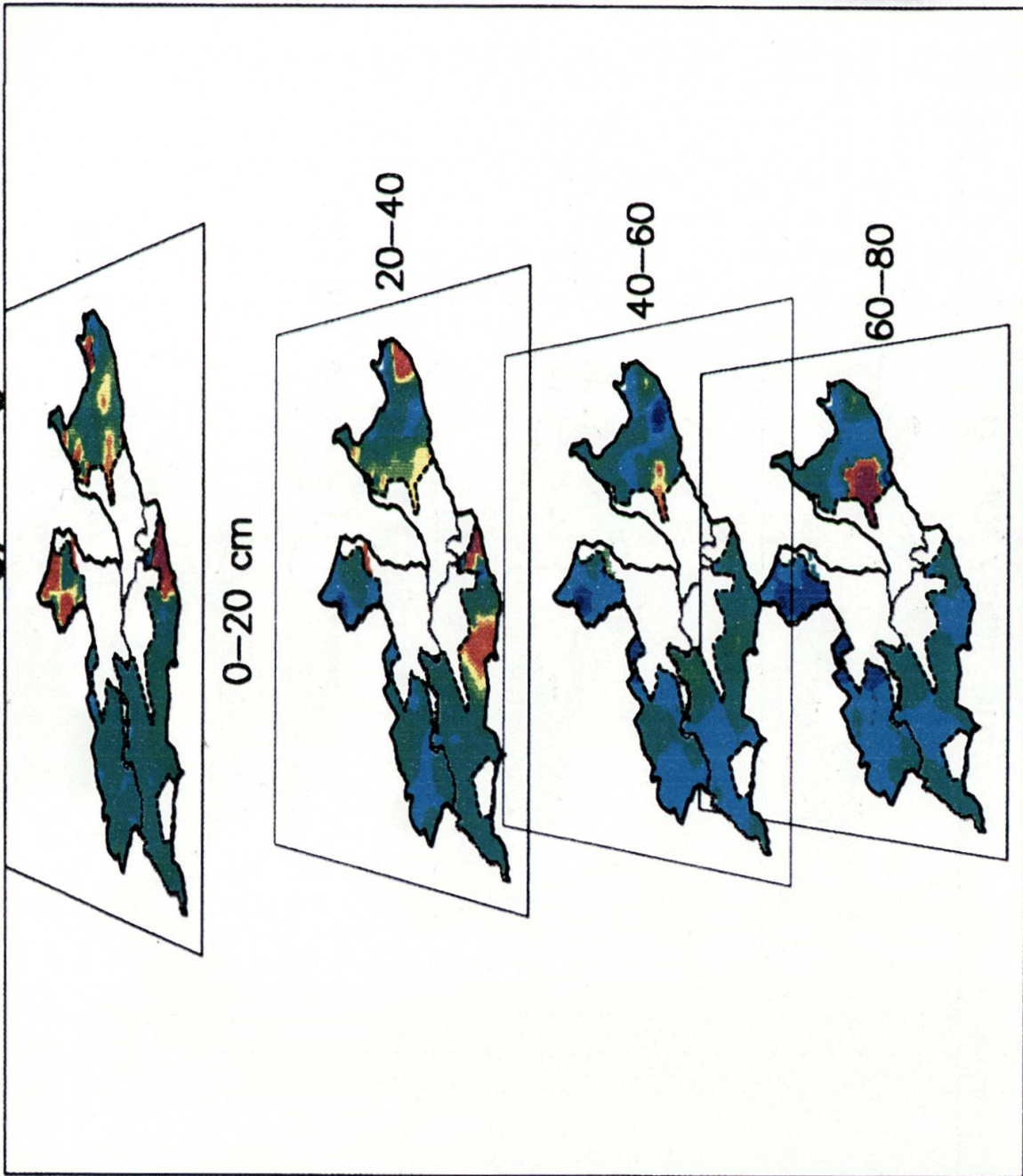
# Niveaux de mesure Cuivre mg/100 g



Niveaux de mesure  
Nickel mg/100 g



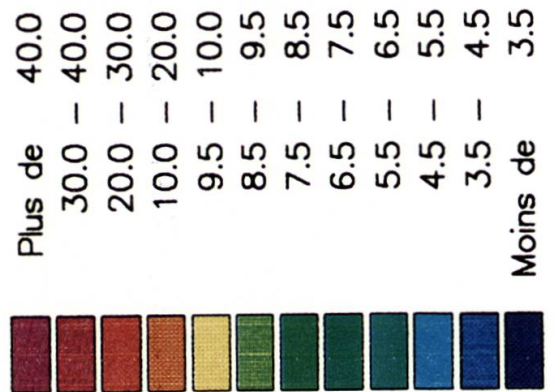
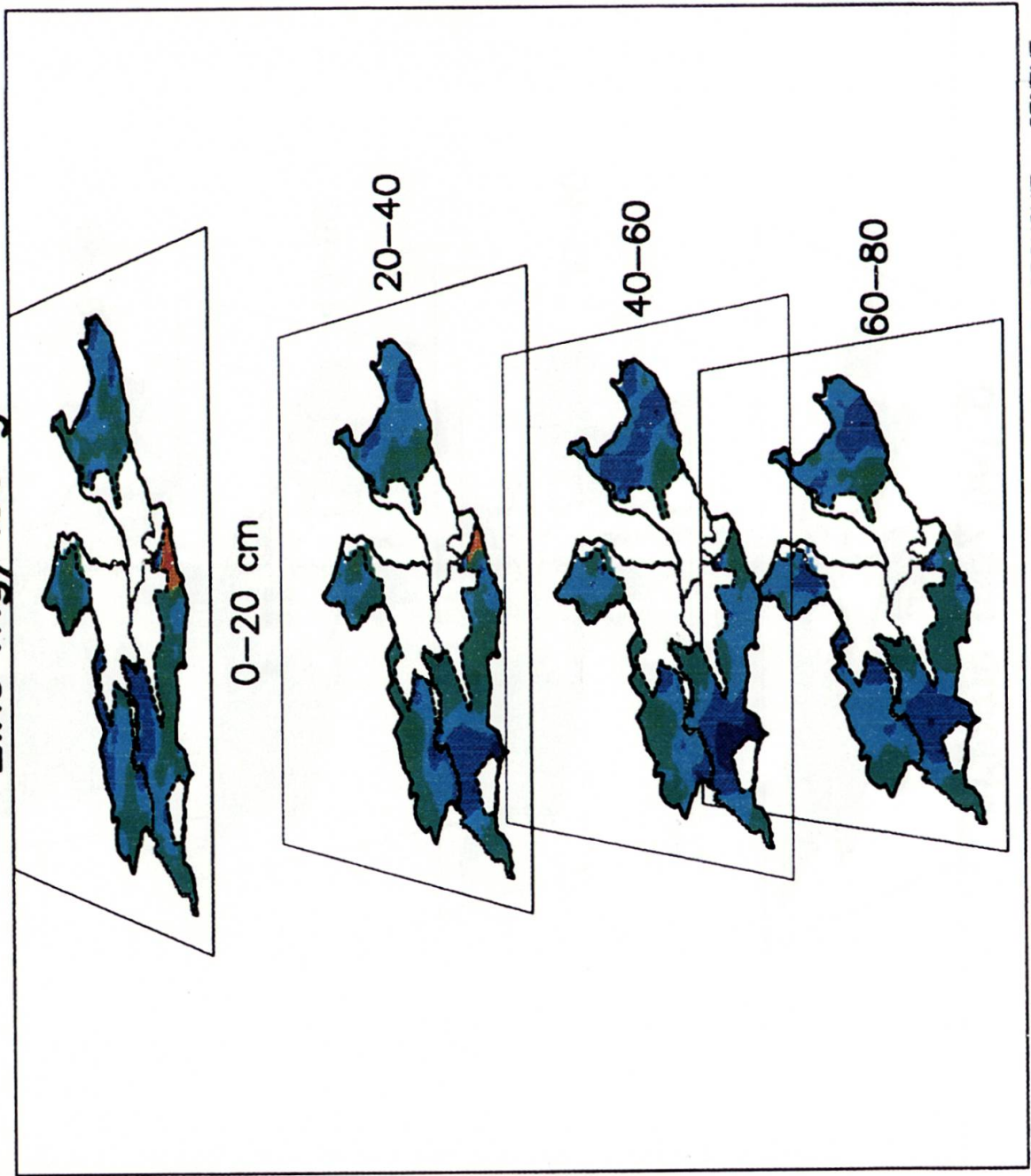
# Niveaux de mesure Plomb mg/100 g



UNI - GEO

LABORATOIRE CANTONAL D'AGRONOMIE - GENEVE

Niveaux de mesure  
Zinc mg/100 g



# Niveaux de mesure Phosphore (AAEDTA 1:5) mg/100 g

