

INVENTAIRE MINIER NATIONAL (1)

Prospection géochimique stratégique (BRGM)

- De 1975 à 1992 programme national de prospection systématique multi-éléments avec comme OBJECTIF : **déceler des gisements MINIERS** peu apparents.
- Grand nombre d'analyses faites pour 22 ou 34 éléments chimiques MAJEURS et TRACES (**> 300.000 échantillons**).
- Mode d'échantillonnage particulier, ADAPTÉ à l'objectif initial mais de faible intérêt dans une optique pédo-géochimique : le prélèvement de **SÉDIMENTS de RUISSEAUX** (*stream sediments*) à 20 cm de profondeur + quelques prélèvements de "SOLS" (?).
- Cette prospection n'a été réalisée que sur les **MASSIFS CRISTALLINS et MÉTAMORPHIQUES** (voir carte).

INVENTAIRE MINIER NATIONAL (BRGM) (2)

- Les analyses ne portent que sur une **fraction FINE < 125 µm** (séparée par tamisage) et non sur l'ensemble de la terre fine (< 2 mm).
- Méthode analytique unique pour mise en solution et dosages - grande séries (34 éléments) - peu précise, avec **seuils de détection élevés**.
- Un essai d'application de cette démarche aux terrains sédimentaires (région d'Amboise) n'a pas donné de résultats probants.
- Résultats non publiés mais qui peuvent être consultés au BRGM à Orléans.

BONNE APPROCHE des FONDS GÉOCHIMIQUES dans CERTAINES RÉGIONS SEULEMENT MAILLAGE DENSE mais TECHNIQUES ANALYTIQUES ANCIENNES... Intérêt pour attirer l'attention sur des secteurs présentant des anomalies géochimiques en tel ou tel élément trace.

INVENTAIRE MINIER NATIONAL 1975 - 1992

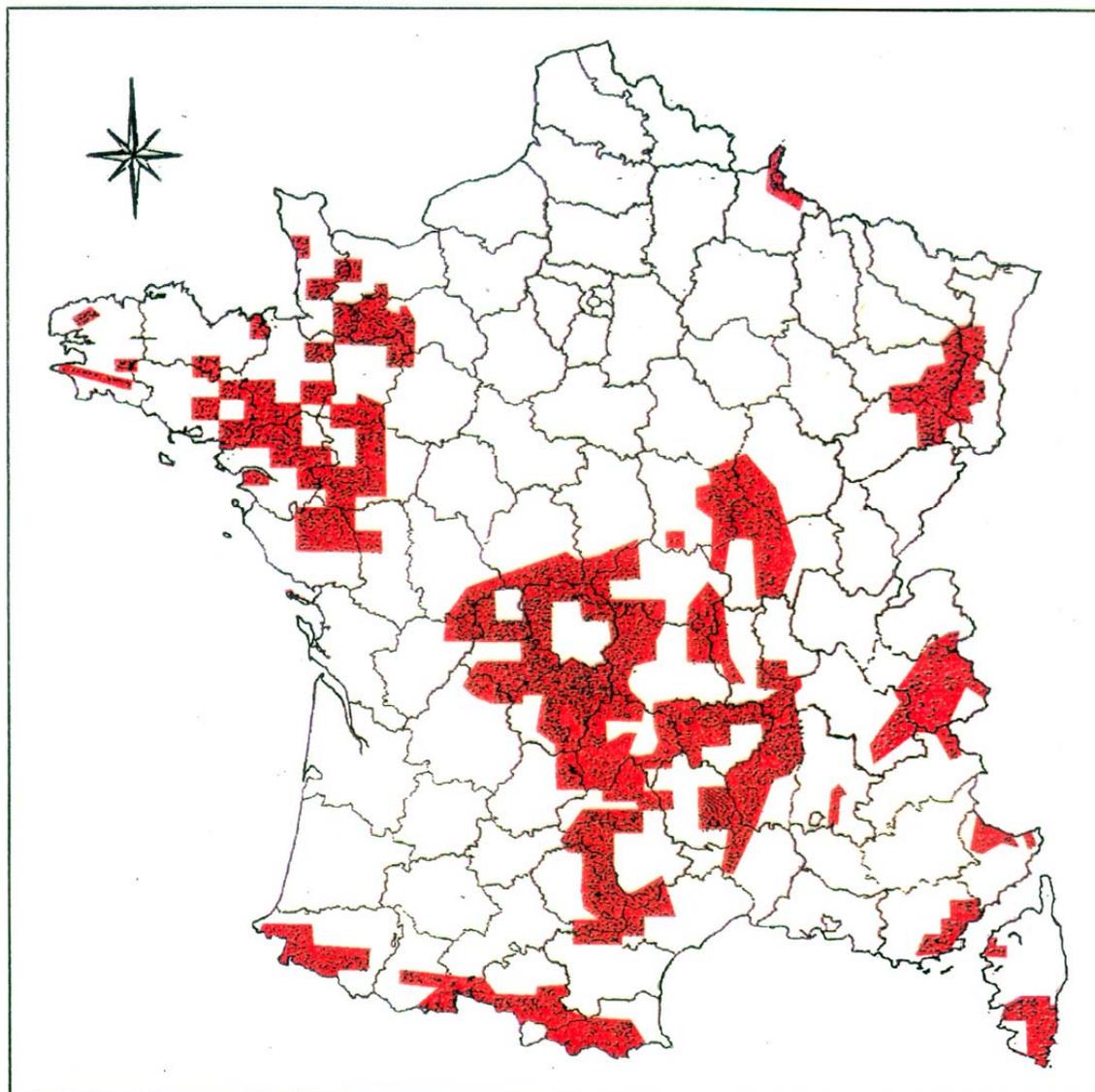


Fig. 1 - Localisation des informations acquises lors de l'inventaire minier national.

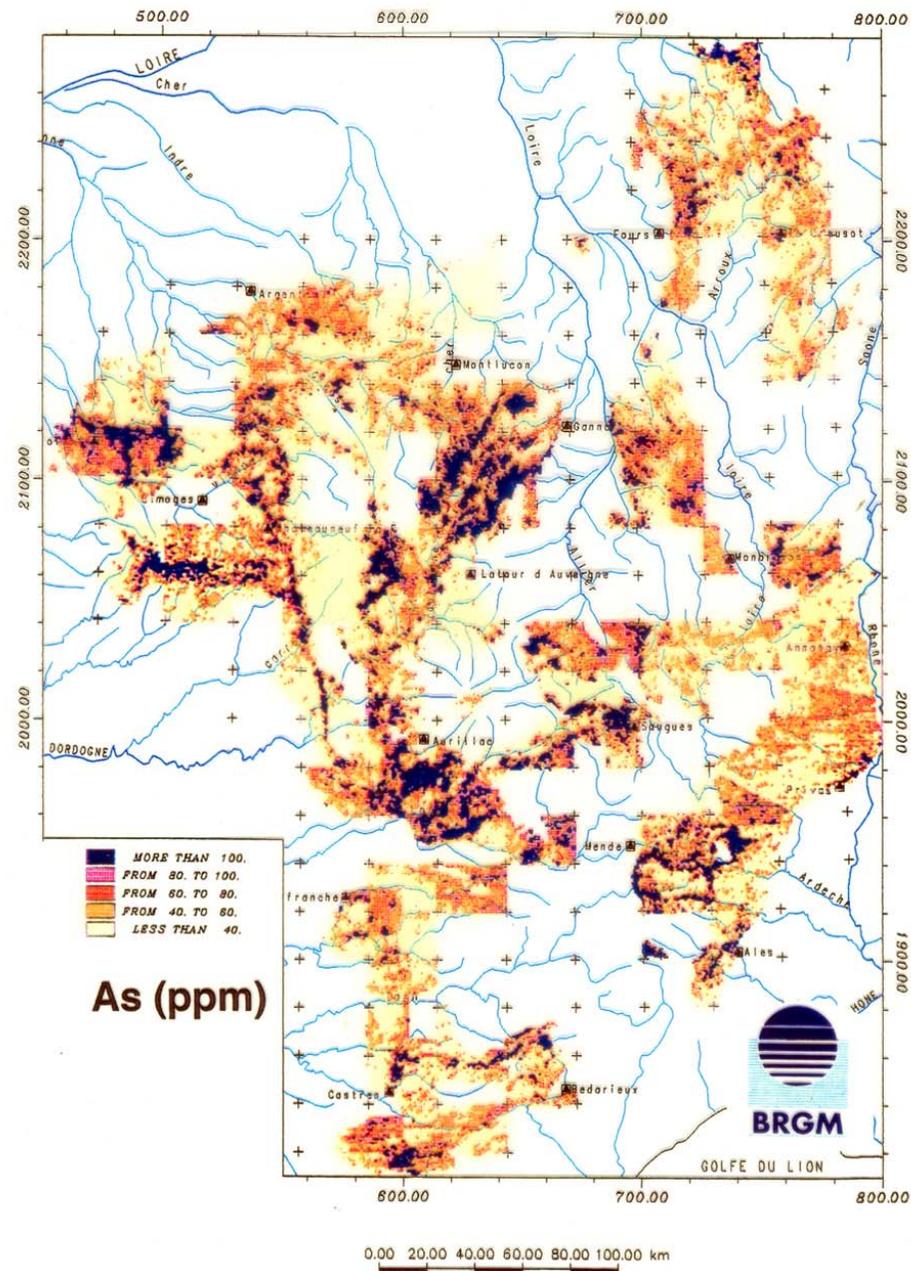


Fig. 5 - Carte de synthèse des teneurs en As dans les sols et sédiments de ruisseaux du Limousin.

ATLAS PÉDO-GÉOCHIMIQUE ENGLAND & WALES (1)

- Échantillonnage systématique basé sur une grille régulière à maille carrée de 5 km de côté (pour raisons de coût). Pixels de 25 km².
- Point pré-déterminé, respecté à 10 m près. Décalage de 100 m selon un plan précis si prélèvement impossible au point théorique.
- En chaque site, prélèvement de 25 carottes de sol → 15 cm de profondeur, à l'intérieur d'un carré de 20 m x 20 m centré sur le point de la grille. Échantillon composite de 450 grammes mini.

AVANTAGES :

- le très grand nombre de valeurs obtenues (5692) permet d'établir des corrélations, des courbes de fréquence, etc. très fiables.
- l'échantillonnage est homogène et systématique,
- couvrant l'ensemble du territoire, tous les types de roches et de situations pédo-géologiques sont probablement rencontrés, des cartes par pixels sont facilement dessinées.
- de nombreuses données analytiques ont été mesurées : carbone organique et pH, 17 éléments pseudo-totaux (eau régale) ainsi que 10 éléments extractibles.

ATLAS PÉDO-GÉOCHIMIQUE ENGLAND & WALES (2)

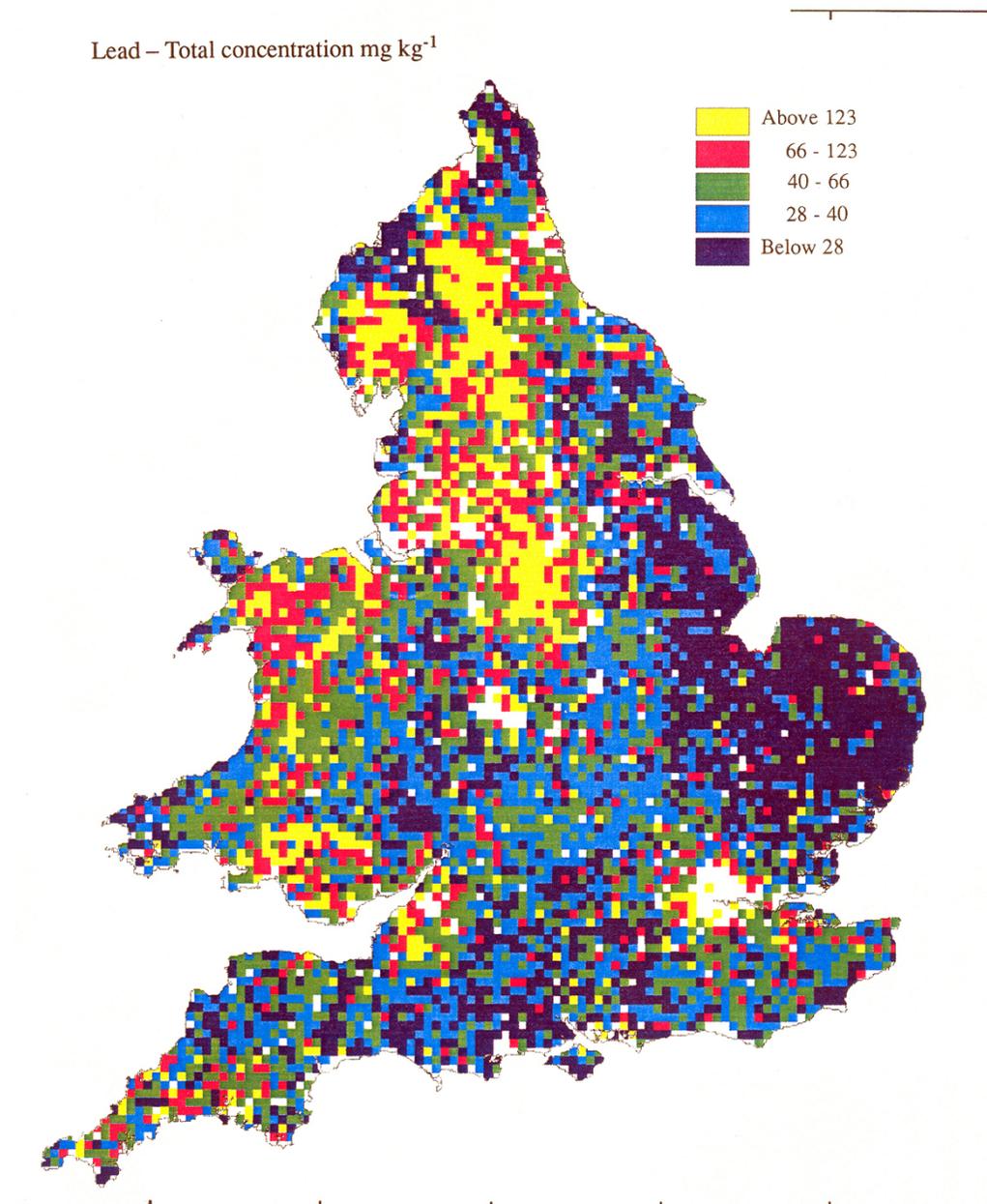
- C'est une "photographie" instantanée. Il est prévu de revenir aux mêmes points, tous les X années.

DÉFAUTS :

- l'échantillonnage n'est guidé par aucun raisonnement, il est "aveugle".
- les prélèvements ont été limités aux 15 premiers cm donc à des horizons très divers, n'ayant en commun que 2 caractères : être en surface et plus ou moins humifères. Des horizons tourbeux H, des horizons A forestiers, des horizons labourés L, des horizons éluviaux, des horizons fortement anthropisés, etc.
- l'échantillonnage mêle zones rurales, secteurs péri-urbains et sols urbains. Il n'est donc pas "nettoyé" des effets des contaminations humaines (agricoles, urbaines, minières ou industrielles), directes (pollutions locales) ou indirectes (retombées atmosphériques diffuses), d'intensité très diverses selon les lieux.
- Quelle est la **représentativité** du site prélevé et analysé par rapport au territoire de 25 km² qu'il est censé représenter ?

MÊME SYSTÈME lancé en FRANCE depuis 2000 : Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS). Grille de 16 x 16 km.

Extrait de : The Soil Geochemical Atlas of England and Wales
par McGrath et Loveland (1992).



Geochemical Atlas of Swedish Forest Soils

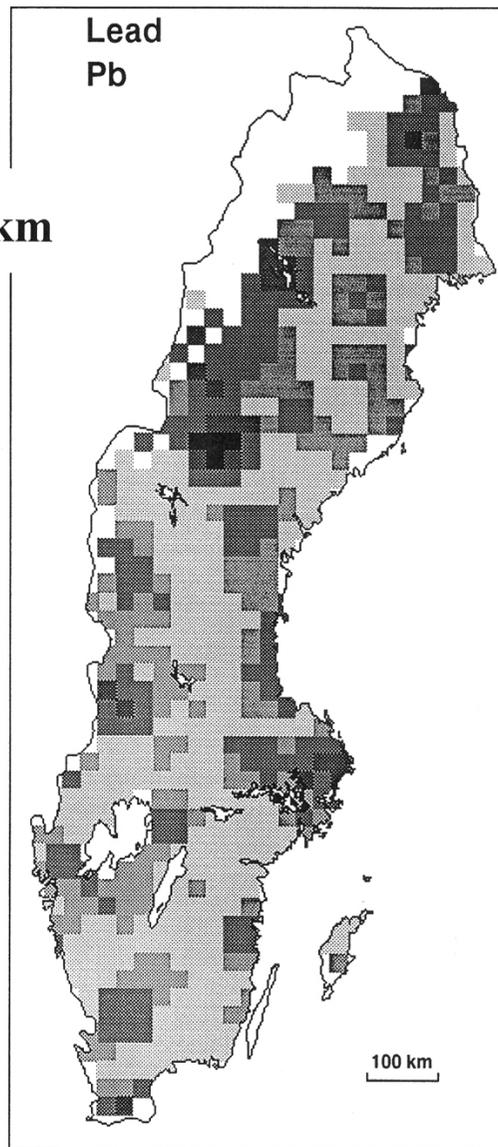
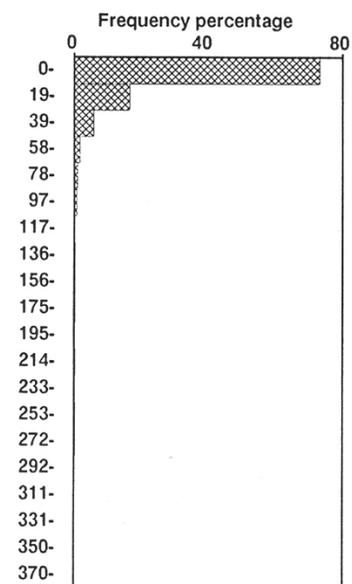
Based on total geochemistry
of 1508 samples from till
under forests.
Material <2.0 mm
Method of analysis: ICP

Pb ppm

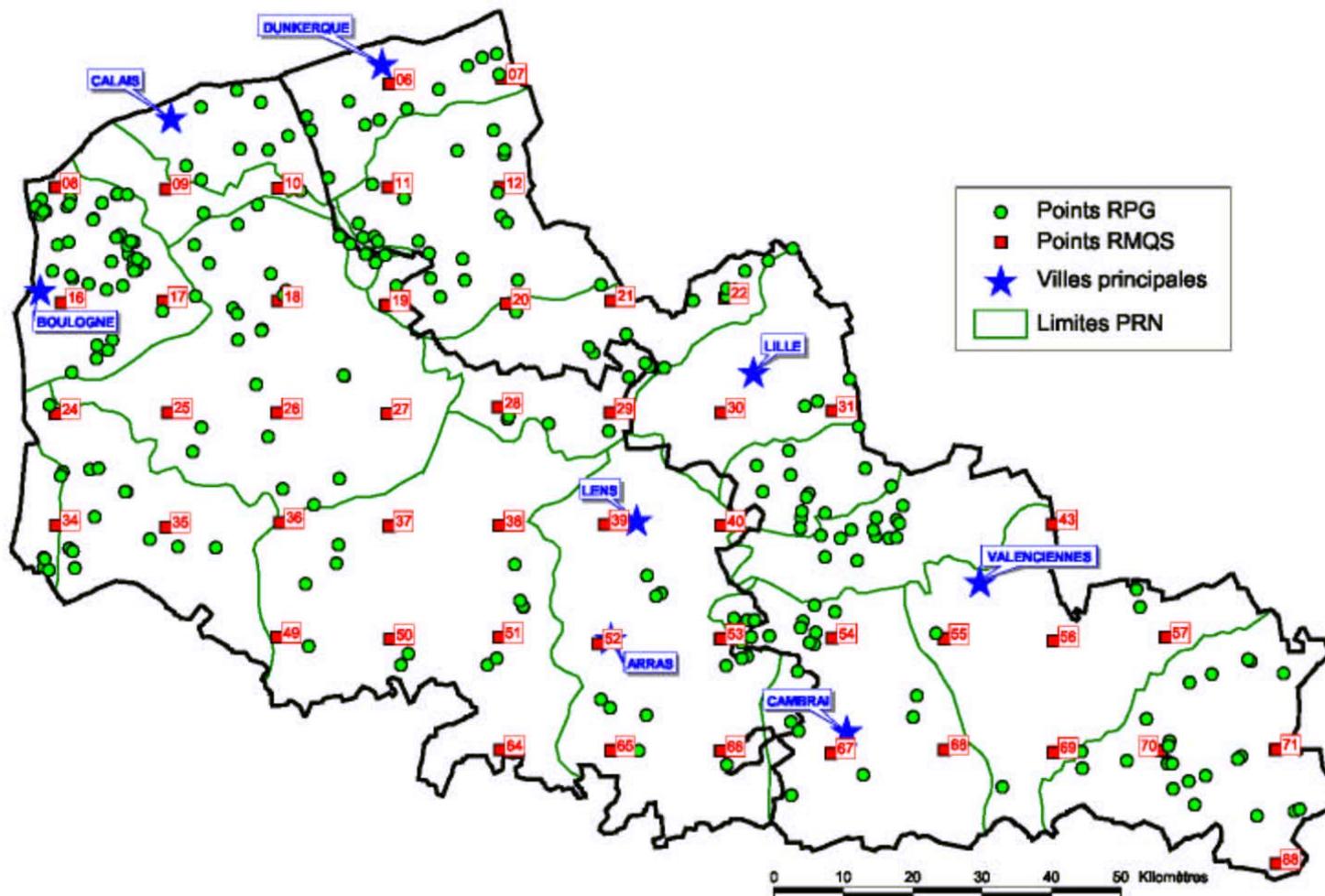
- n. d.
- < 13
- 13-18
- 18-33
- 33-60
- > 60

25 x 25 km

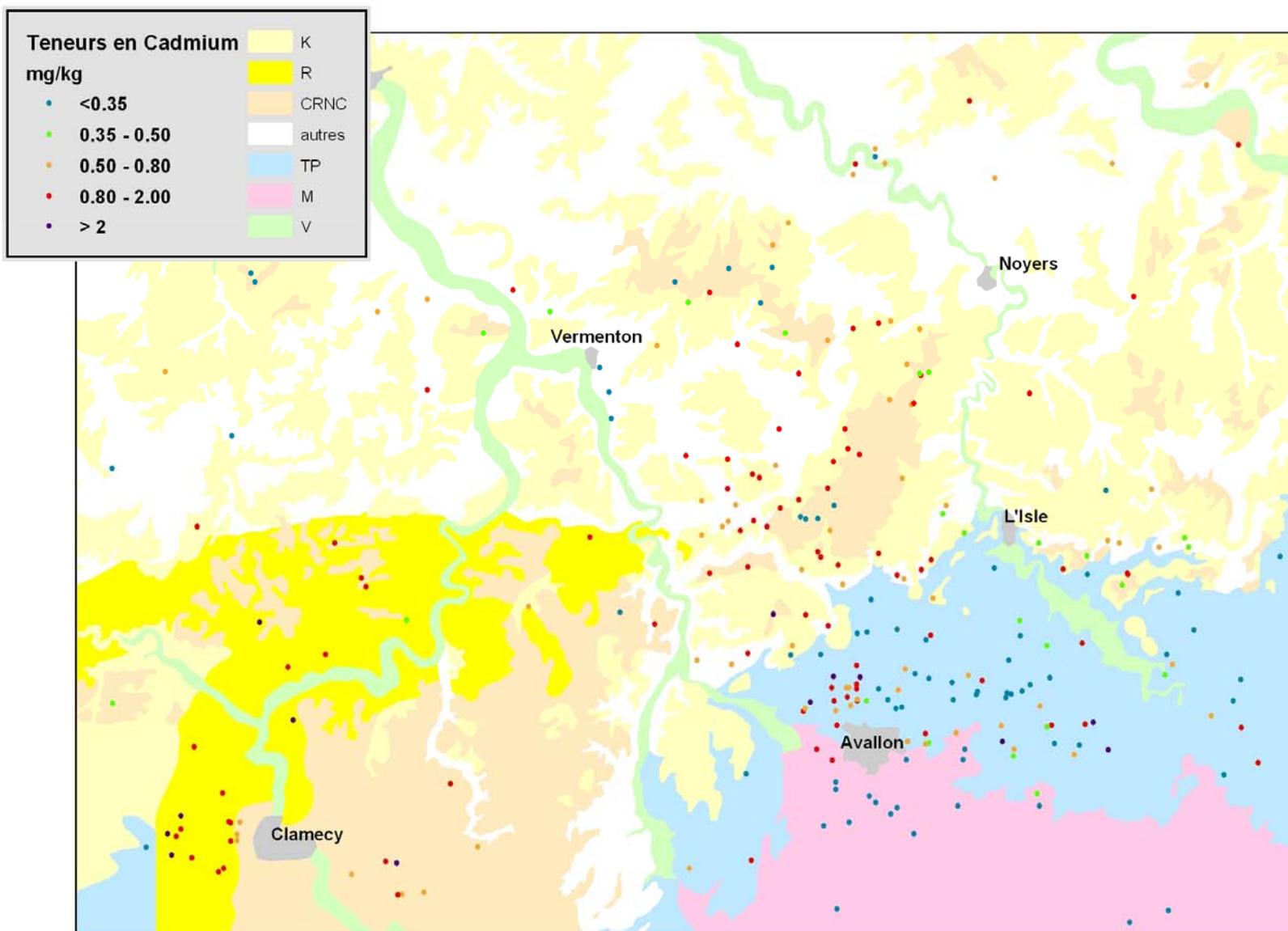
Minimum value	0
Arithmetic mean	14
Maximum value	389



RMQS



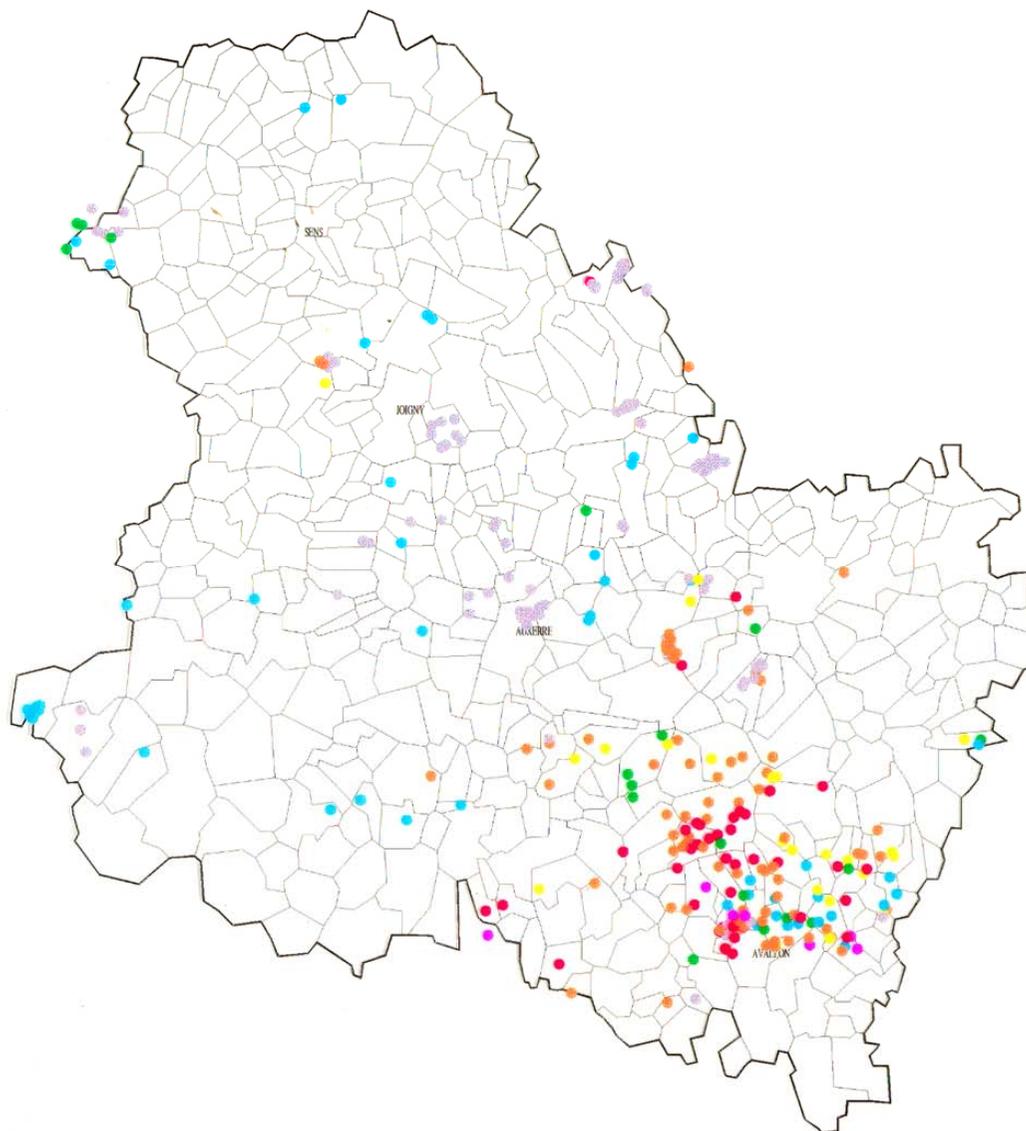
CARTOGRAMMES (pas de contours ni de prédiction)





DEPARTEMENT DE L'YONNE

Carte des teneurs en Cadmium



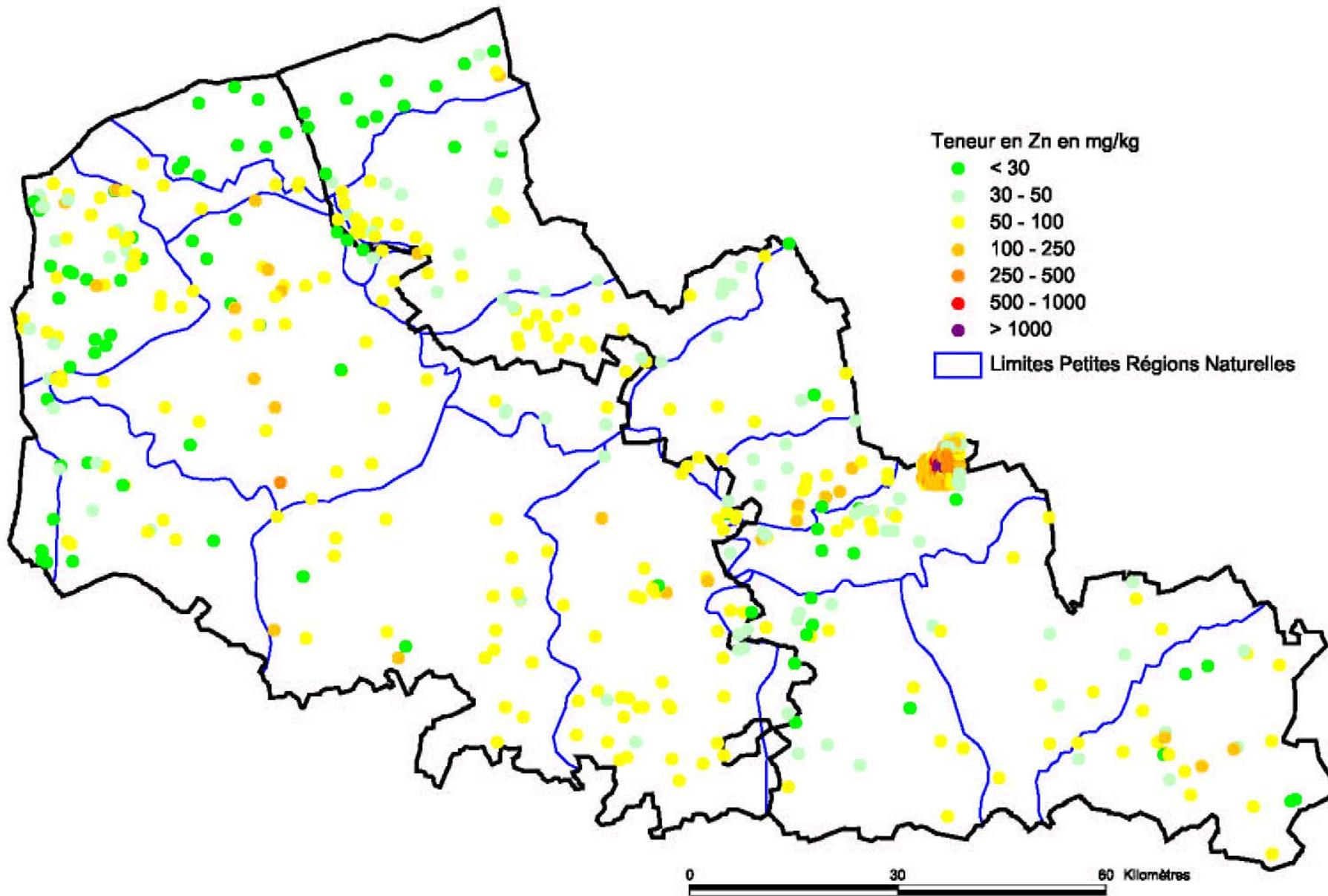
- LEGENDE
- Teneurs exprimées en mg/kg
- Valeurs inférieures au seuil de détection
 - moins de 0.25
 - de 0.25 à 0.35
 - de 0.35 à 0.50
 - de 0.50 à 1.00
 - de 1.00 à 2.00
 - de 2.00 à 6.99

Echelle 1 / 700 000

Document réalisé à partir de 319 échantillons

Carte réalisée par W. Deslais – Octobre 1997

Fosses ETM Nord - Pas de Calais : Teneur en Zn total HF



INTERPOLATION par KRIGEAGE

- **Prédiction en tous points par interpolation à partir des points expérimentaux (mesures).**
- **Prise en compte des valeurs mesurées dans un rayon de voisinage plus ou moins grand...**
- **Généralement pondération en fonction inverse de la distance...**
- **Parfois prise en compte également d'une "variable externe"...**
- **Plusieurs variantes techniques... fournissant des résultats différents à partir de données de départ identiques.**
 - **cartes très jolies, "hich-tech", plus ou moins fausses...**

INTERPOLATION par KRIGEAGE

WHITE ET AL.: SOIL ZINC MAP OF THE USA

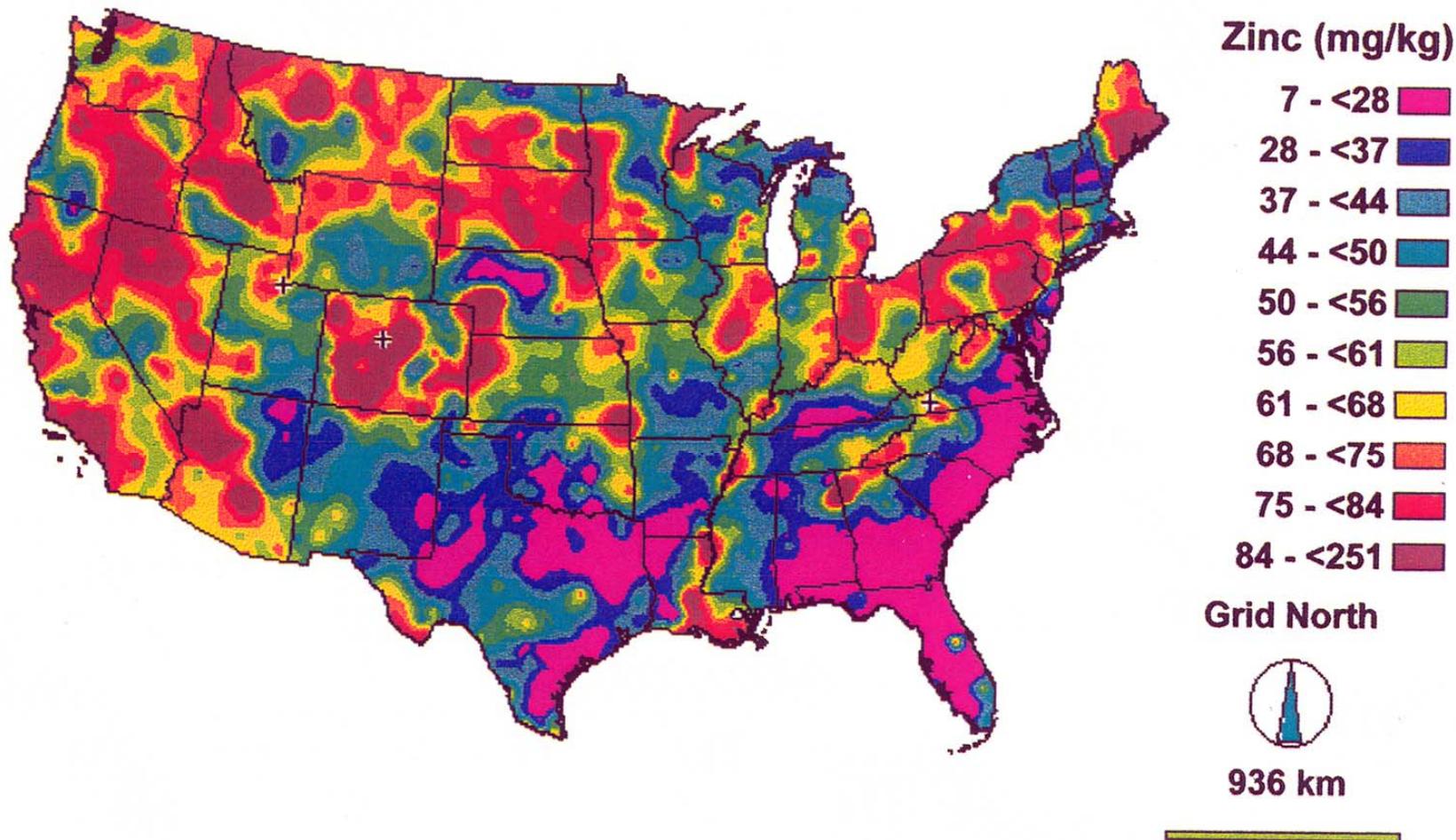
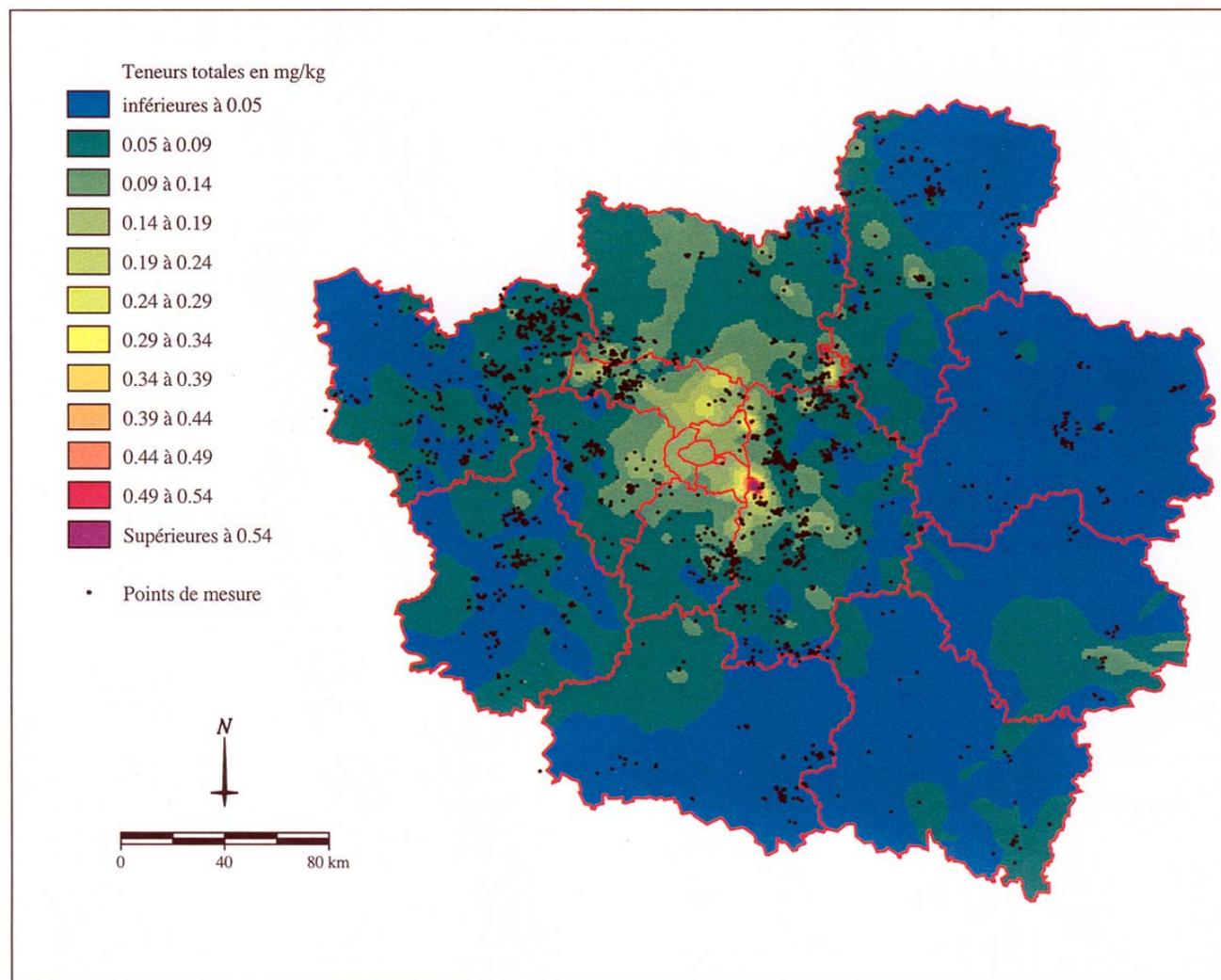


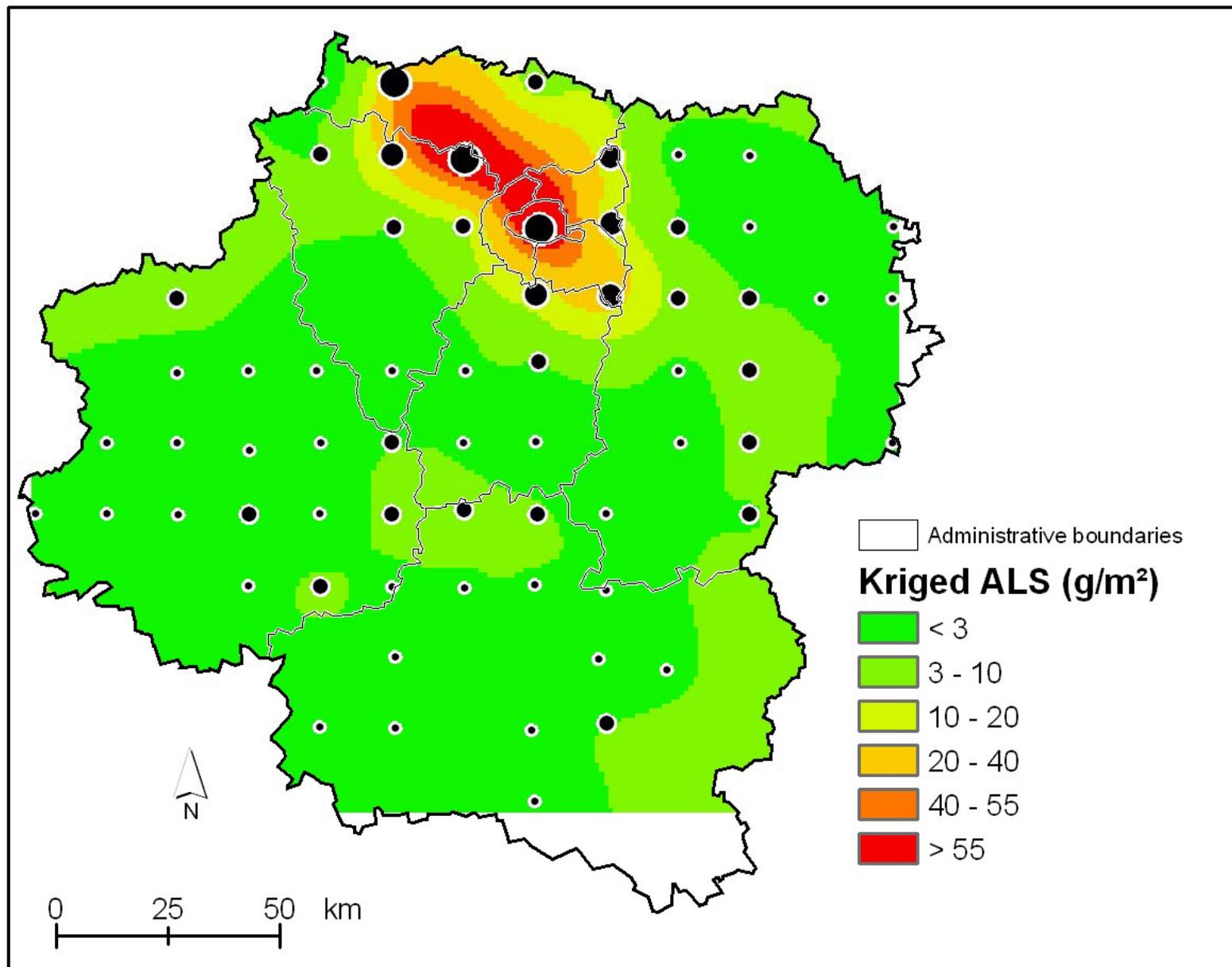
Fig. 4. Map of kriged estimates of total soil Zn for the conterminous USA, classed by deciles. The estimate for each 10 by 10 km cell was kriged from 32 neighboring data points using the adjusted least squares best-fit exponential semivariogram model calculated with a lag interval of 30 km to a maximum lag distance of 1000 km (Fig. 8). Crosses indicate the sites of the three high-Zn outliers excluded from the USGS data set.

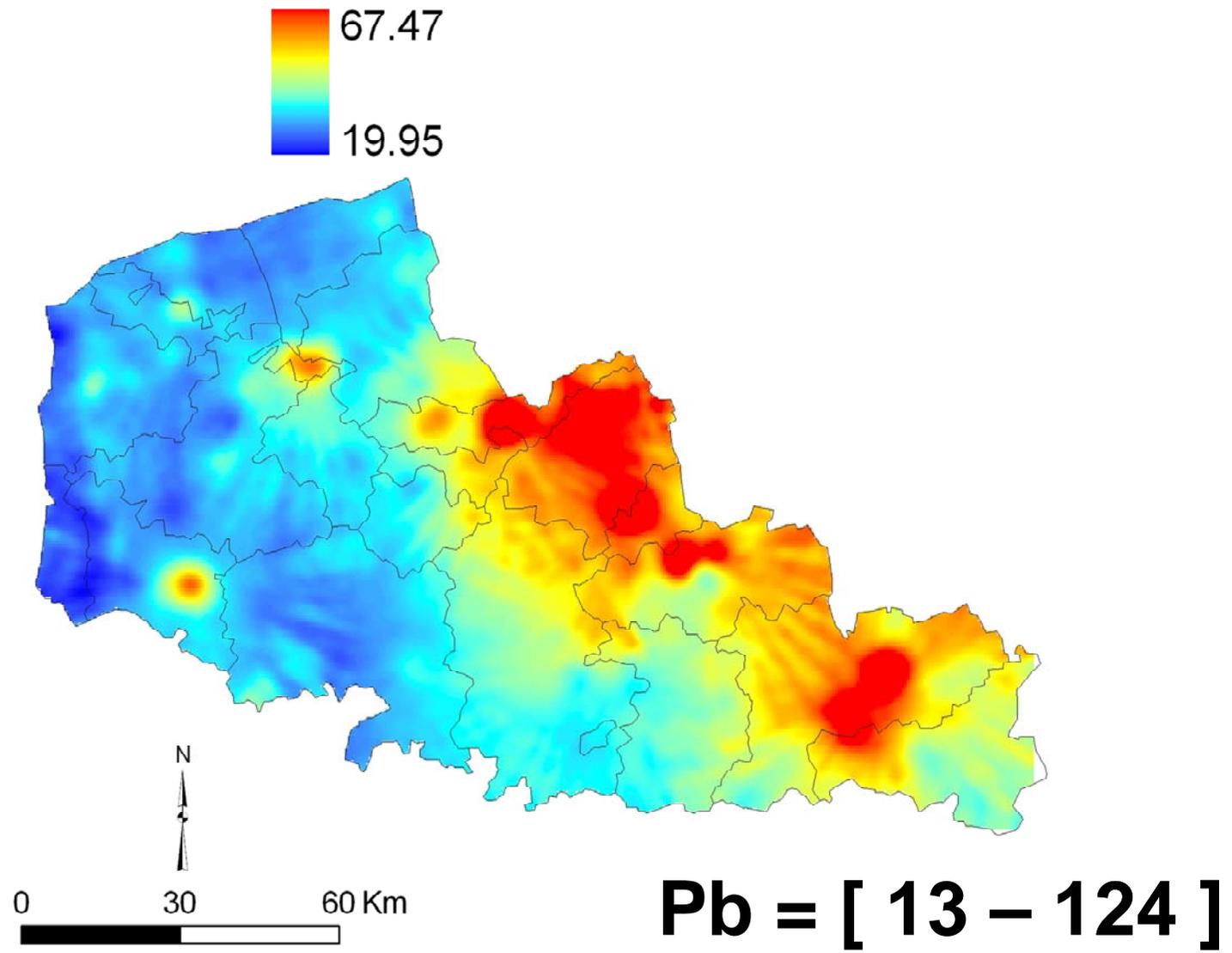
INTERPOLATION par KRIGEAGE – Hg – 2149 mesures

Figure 2 - Estimation des concentrations en mercure. Interpolation par la moyenne pondérée par l'inverse de la distance (IDW).
Résolution = 1 000 m. Rayon de voisinage = 5 000 m.

Figure 2 - Estimated mercury concentrations. Interpolation of averages with inverse distance weighting (IDW). Resolution = 1 000 m.
Neighbourhood = 5 000 m.

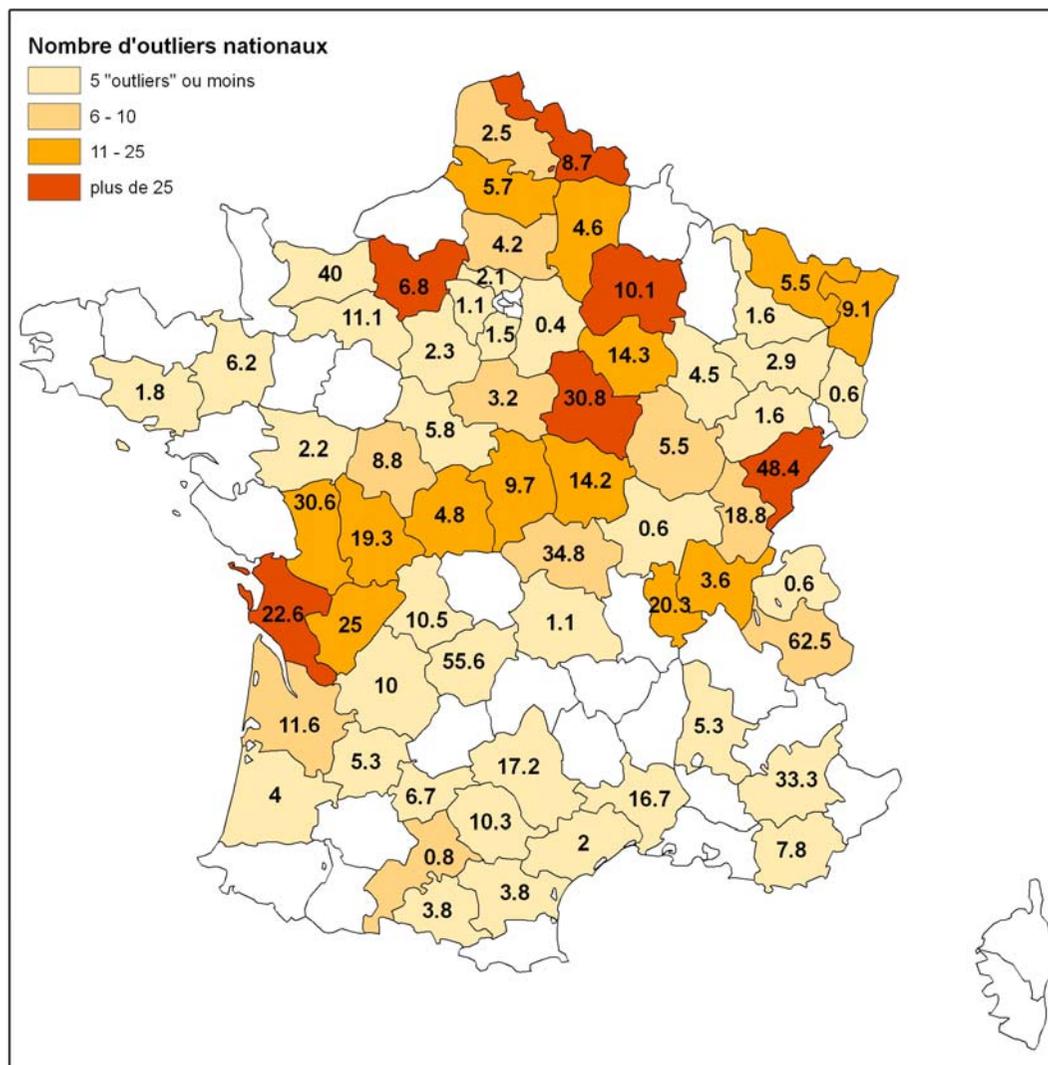




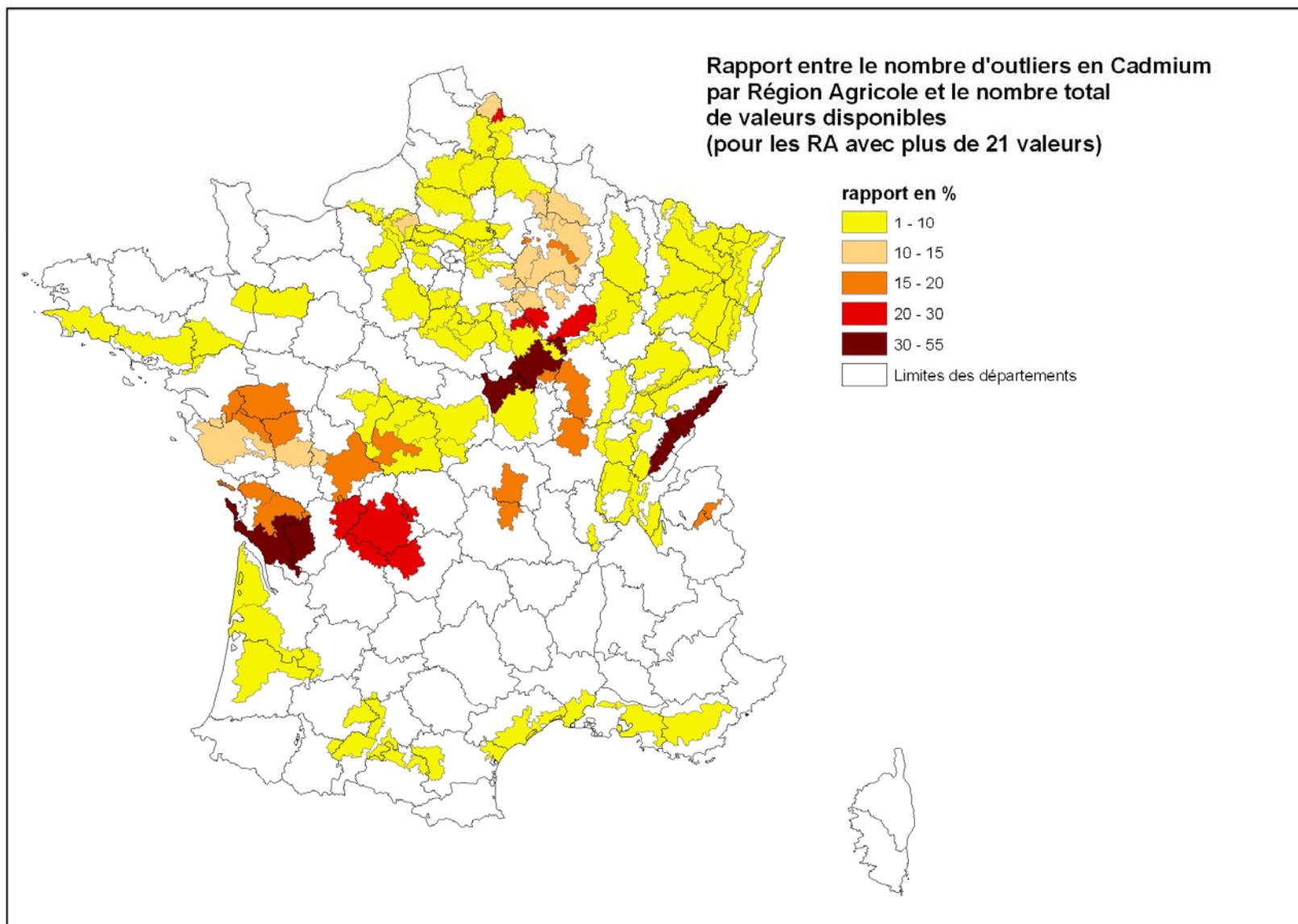


STATISTIQUES par UNITÉS TERRITORIALES

Cd / départements – Nb et % des "outliers" nationaux (> 0,80 mg/kg)



Cd / RA -% d' "outliers" (cf. définition p. 27)



SPATIALISATION par méthode TYPOLOGIQUE

Une fois que les FPGN (ou les TAH) sont déterminés sur la base des SÉRIES de SOL, il devient possible de **construire des CARTES PÉDO-GÉOCHIMIQUES** à partir de cartes de sols suffisamment détaillées (1/50.000 ou 1/100.000).

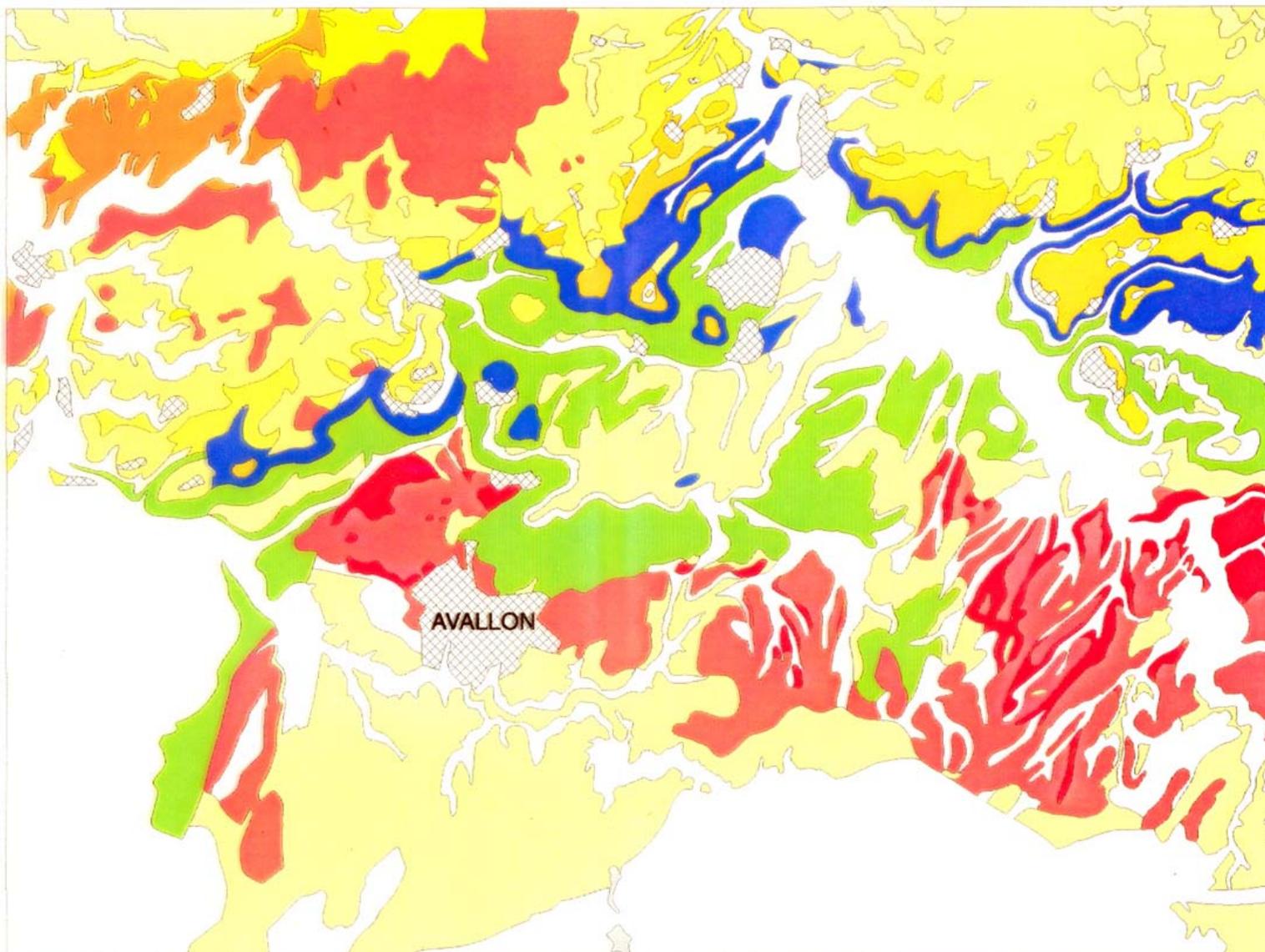
Voici le **raisonnement d'extrapolation spatiale**, basé sur les "séries de sols" et appliqué aux concentrations en ETM :

SI plusieurs aires (ou territoires) ont exactement

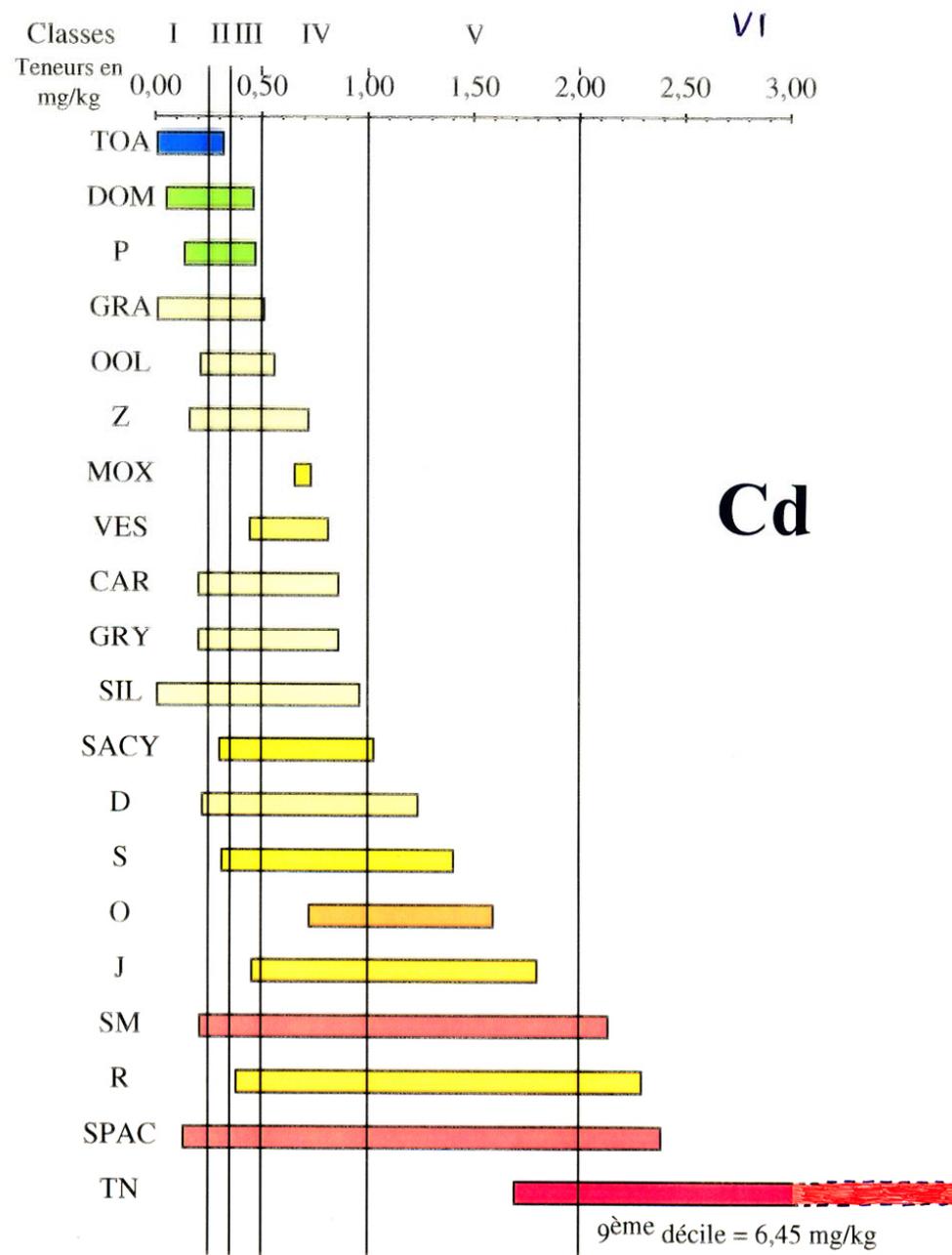
- le même MATÉRIAU PARENTAL (faciès, composition géochimique),
- une même POSITION dans le PAYSAGE,
- le même ÉVOLUTION PÉDOGÉNÉTIQUE,

ALORS

- leurs SOLS montrent la même SÉQUENCE d'HORIZONS, ils appartiennent à la **même "SÉRIE"**,
- donc ils présentent le **même FOND PÉDO-GÉOCHIMIQUE NATUREL.**



Carte des teneurs en cadmium



BASES de DONNÉES RELATIVES aux TENEURS TOTALES en ETM dans les SOLS de France

- **ASPITET** (cf. chap. 2) continue à s'enrichir (surface et prof. – agriculture et forêts) – sols non pollués. Mise en solution HF. A ce jour : > 2800 horizons.
- la **COLLECTE NATIONALE ADEME-INRA** : analyses faites pour plans d'épandage des boues d'épuration urbaines. Sols "épandables" seulement. Surface seulement – Mise en solution HF et ER. Aucun tri : TAH et diverses contaminations. Plus de 11.000 mesures – 8 ETM de la Norme AFNOR.
- **Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS)**. Grille **de 16 x 16 km**. Surface et sub-surface (30-50 cm). Toutes occupation du sol sauf forêts. Mise en solution HF – Nb déterminations (dont d. app). Monitoring : retour dans 8-10 ans. Aucun tri.
- **Référentiel Pédo-Géochimique du Nord-Pas de Calais**. Échantillonnage par types de matériaux et types de sols. Sites éloignés des sources polluantes. Surface, profondeur et matériau parental. Mise en solution HF. 18 ETM et 2 majeurs (Fe, Al). 267 sites – 768 horizons. Possibilité de déterminer le FPGN et les niveaux de contamination en chaque site.

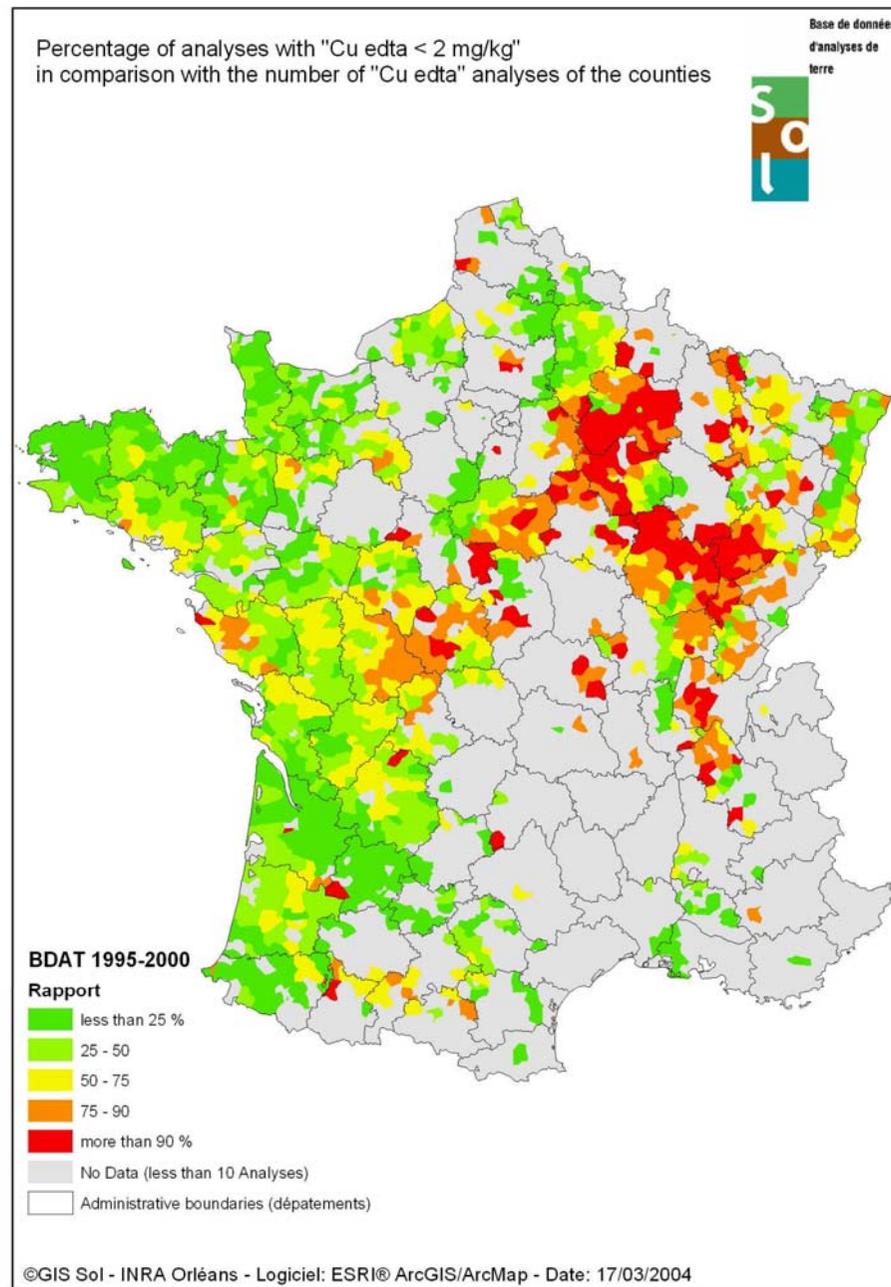
Site WEB à consulter : "Information sur les éléments traces dans les sols en France"

<http://etm.orleans.inra.fr/>

AUTRE BASE de DONNÉES relative aux ETM (teneurs partielles)

- **Base de Données d'Analyse de Terres (BDAT)**. Collecte nationale auprès des labos des analyses faites pour les agriculteurs, pour la gestion de leurs parcelles (caractérisation, fertilisation, carences). Sols cultivés, horizons de surface. Aucune teneur ETM totale ni pseudo-totale. Seulement **"oligo-éléments"** (Cu, Zn, Mn extraits à l'EDTA).

N x 100.000 analyses – 3 périodes de 5 ans comparables. Localisation et traitements par cantons.



Recherche des "outliers"

La méthode *Exploratory Data Analysis* selon Tukey (1977) est utilisée car très simple et ne reposant pas sur des hypothèses de normalité mais uniquement sur la structure inhérente des données traitées. Elle présente 2 avantages : i) description claire de l'étendue et de la dissymétrie des données ii) identification objective des valeurs anomaliques.

La distance interquartile (DI) est définie comme la différence arithmétique entre les valeurs des 1^{er} et 3^{ème} quartiles.

En ajoutant 1,5 fois la DI au 3^{ème} quartile, on définit la *vibrisse supérieure* (*upper whisker*). Toute valeur supérieure à la vibrisse supérieure est une *valeur outlier supérieure* (*upper outlier*).

En retranchant 1,5 fois la DI au 1^{er} quartile, on définit la *vibrisse inférieure* (*lower whisker*). Toute valeur inférieure à la vibrisse inférieure est une *valeur outlier inférieure* (*lower outlier*).

Un *outlier* est donc une valeur statistiquement "anomalique" par rapport à une certaine population et uniquement par rapport à la structure de **cette** population. Ainsi, une valeur qui s'avère *outlier* par

rapport à une population départementale, n'est pas forcément *outlier* par rapport à une autre population (par ex. population nationale).

