

# LES POLLUTIONS DANS LE BASSIN-VERSANT DU DANUBE: SIMULATION PAR LES SOURCES D'EFFLUENTS

Jean-Paul CHEYLAN\*

Nicole MARCEL\*\*

**RÉSUMÉ** Les niveaux de pollution dans l'ensemble du bassin du Danube sont simulés à l'aide d'un modèle de production d'effluents par source (population, agriculture, industrie), et par intégration spatiale de ces productions par sous-bassins-versants, à l'aide des fonctions spatiales d'un SIG.

**ABSTRACT** Pollution levels in the whole Danube basin are simulated. Pollutants are evaluated by source (population, agriculture and industry) through an exportation model. The spatial operators of a GIS allow spatial integration by sub-basins.

**RESUMEN** Se simulan los niveles de polución en la totalidad de la cuenca del Danubio merced a un modelo de producción de efluentes por origen (población, agricultura, industria), y por integración espacial de dichas producciones en las cuencas secundarias, merced a las funciones espaciales de un SIG.

• BASSIN-VERSANT • DANUBE • EFFLUENTS  
• POLLUTION • SIG

• DANUBE • EFFLUENTS • GIS • POLLUTION  
• WATERSHED

• CUENCA • DANUBIO • EFLUENTES • POLU-  
CIÓN • SIG

Dans le cadre du programme environnement lancé par la BERD et la Fondation Cousteau, une étude globale des pollutions dans le bassin du Danube a été réalisée à l'aide d'un SIG. En l'absence de mesures de qualité des eaux, homogènes et fiables pour l'ensemble du bassin du Danube (817 000 km<sup>2</sup>, 12 pays), l'évaluation, ou plutôt la simulation, des pollutions repose sur l'analyse des sources d'effluents. Cette approche intégrée dans un SIG fournit des éléments d'aide à la décision en matière d'investissements de lutte contre la pollution et d'évaluation des impacts des politiques.

## Modèle d'émission des sources de pollution

Les principales sources de pollution proviennent de l'industrie et de l'agriculture (fig. 1) et des rejets domestiques. Un modèle d'émission, basé sur la définition d'un ensemble de coefficients d'exportation, permet d'évaluer les quantités de polluants produites par chacune de ces sources de pollution. Quatre polluants ont été pris en compte: les matières azotées (fig. 2), les matières phosphorées, les matières en suspension et les matières organiques. D'autres polluants comme par exemple les hydrocarbures pourront également être quantifiés par la suite. Les coefficients d'exportation ont été définis par source et par polluant:

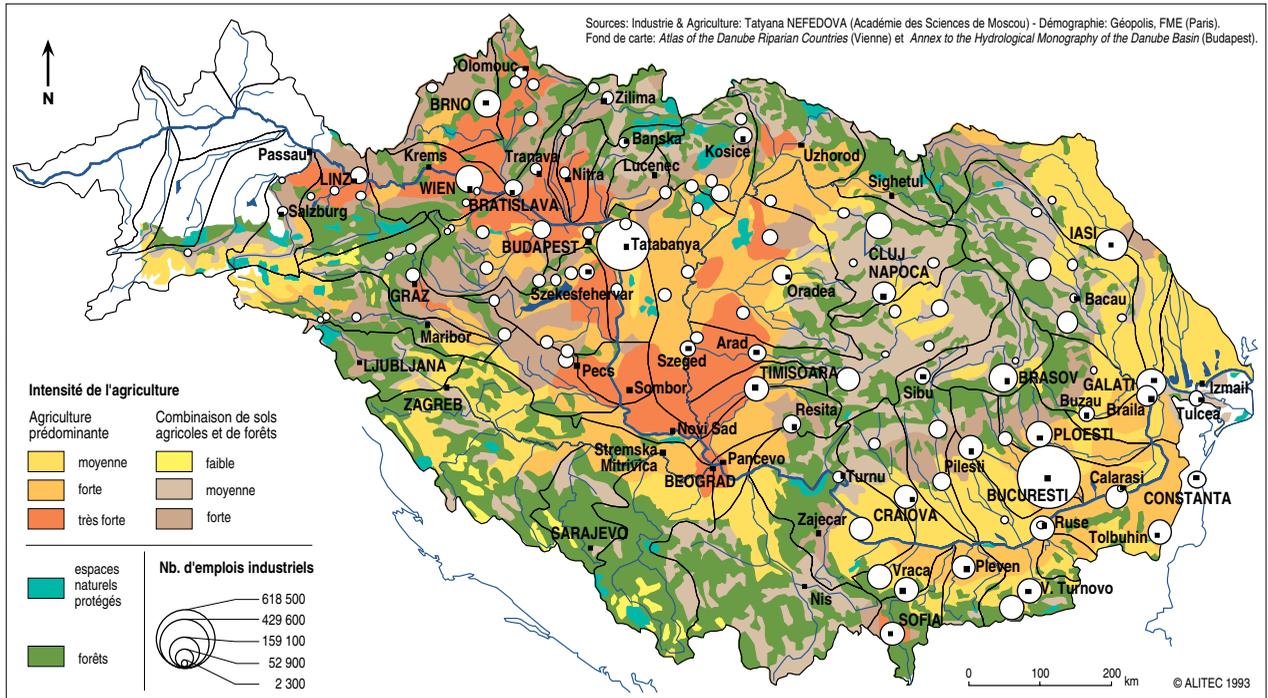
- la pollution agricole est saisie à travers les intensités d'usage des sols, qui varient d'un pays à l'autre et selon les systèmes agraires;
- la pollution industrielle est évaluée à partir du nombre d'emplois par branche d'activité. Les coefficients tiennent compte du type de technologie industrielle rencontré dans la région ou le pays;
- les coefficients d'exportation de polluants domestiques sont distincts pour l'urbain et les zones rurales.

## Spatialisation du modèle d'émission d'effluents

La mise en œuvre de ce modèle exige l'analyse des relations spatiales entre les diverses informations qui concernent un même territoire. Les données sont associées à des objets divers de l'espace (polygones de densité de population, localisations ponctuelles des sites industriels, etc.) selon des découpages indépendants (unités administratives, bassins-versants, régions agricoles, zones sensibles). Par la suite, l'ensemble des données socio-économiques et celles décrivant le milieu ont été intégrées au sein d'un SIG, afin de bénéficier de ses capacités de traitement spatial d'unités géographiques diverses. Les bilans ont ensuite été réalisés selon les unités d'analyse les mieux appropriées, les sous-bassins-versants, et ce, en utilisant les opérateurs spatiaux (inclusion, intersection, etc.) du SIG *MapGraphix* lié à la BD 4D.

\* CNRS, GDR Cassini, GIP RECLUS, Maison de la Géographie, Montpellier.

\*\* Informaticienne, ALITEC, Maison de la Géographie, Montpellier.

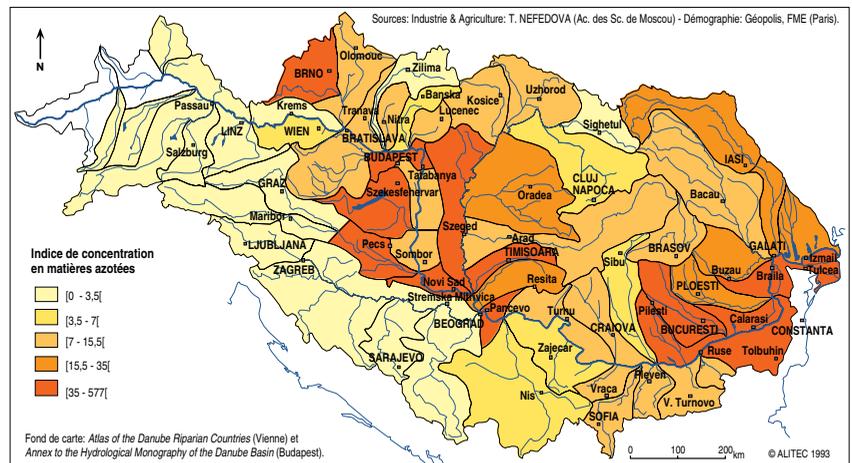


## 1. L'agriculture et l'industrie

Les zones à agriculture intensive occupent les plaines centrales, cette intensité décroissant d'ouest en est. L'utilisation la plus marquée (en rouge) se fait en Slovaquie, en Hongrie et Voïvodine, elle est globalement plus faible en Roumanie. La plaine danubienne bulgare et le delta restent cependant fortement utilisés.

Les activités industrielles sont concentrées dans les grandes villes (Budapest et Bucarest), et dans des centres spécialisés, situés généralement sur le fleuve ou ses affluents principaux. La Roumanie apparaît comme étant l'État le plus industriel de la zone avec principalement l'agglomération de Bucarest (industrie chimique).

Une simple modification des coefficients permet de réaliser des simulations d'hypothèses: installation de stations d'épuration, changements dans les rendements agricoles, évolution des activités industrielles. Des mises à jour, liées à l'acquisition de données plus précises ou plus récentes permettent d'améliorer le modèle. Il devrait, à terme, être validé par comparaison de ses résultats avec les mesures disponibles et travailler sur des sous-bassins beaucoup plus petits. L'intégration des fonctions de transfert amont-aval, qui conduirait à un modèle plus réaliste, est techniquement réalisable, mais, en revanche, l'établissement de certains coefficients, d'autoépuration en particulier, semble encore, à ces échelles, poser quelques problèmes aux hydrologues.



## 2. Indice de concentration en matières azotées (en milligrammes par litre)

Cet indice permet de prendre en compte les sous-bassins n'offrant pas de fortes pollutions, mais se trouvant en position dégradée du fait d'un débit moyen faible (Brno en Slovaquie et les bassins des plaines centrales). Quant aux plus fortes concentrations en azote, elles se situent dans les sous-bassins proches du delta.

Dans le cadre de l'expertise réalisée par la Fondation Cousteau, *The Danube... For whom and for what?*, le SIG Danube a été mis en place par trois équipes montpelliéraines: ALITEC, membre du GIP RECLUS, le GDR Cassini (J.-P. Cheylan), et le CRITT VERSEAU. Ont également participé à l'étude, l'Académie des Sciences de Moscou, le CEMAGREF de Montpellier, l'École des Mines d'Alès, et le GIP RECLUS.