

REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES DE PARAMÈTRES CLIMATOLOGIQUES DANS UNE TOPOGRAPHIE COMPLEXE

Pierre-Alain BAERISWYL*

RÉSUMÉ Dans le cadre d'une étude de la ventilation et de la qualité de l'air dans une grande vallée alpine suisse (vallée du Rhône), un logiciel de cartographie permettant de représenter graphiquement différentes variables météorologiques, hydrographiques et toponymiques a été développé. Dans cet article, sont présentés quelques exemples illustrant les possibilités d'application de ce logiciel à des études topoclimatologiques.

ABSTRACT As part of a study on ventilation and air quality evaluation in a large Swiss alpine valley (Rhône valley), a mapping software has been elaborated for the production of different meteorological, hydrographical and toponymic variables. This paper presents some applications of this software to topoclimatological problems.

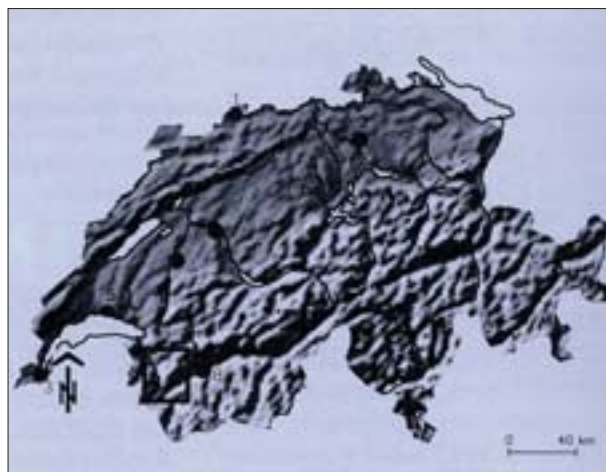
ZUSAMMENFASSUNG Im Rahmen einer Studie über die Durchlüftung eines grossen Alpentales in der Schweiz (Rhonetal) haben wir ein Kartographieprogramm entwickelt, das es uns erlaubt, meteorologische, hydrographische und toponymische Variablen graphisch darzustellen. In dieser Arbeit möchten wir einige Beispiele vorstellen, um Ihnen mögliche Anwendungen unseres Programms in Studien über die Topographie und die Klimatologie zu zeigen.

• PARAMÈTRES CLIMATOLOGIQUES • REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE • TOPOGRAPHIE • UNIRAS • VALAIS (Suisse)

• CLIMATOLOGICAL PARAMETERS • GRAPHICAL REPRESENTATION • TOPOGRAPHY • UNIRAS • VALAIS (Switzerland)

• KARTOGRAPHISCHE DARSTELLUNG • KLIMATOLOGISCHE PARAMETER • TOPOGRAPHIE • UNIRAS • WALLIS (Schweiz)

Un groupe de chercheurs de l'IGUF (1) soutenu par le FNRS (2) s'intéresse actuellement à l'étude de la météorologie et de la pollution atmosphérique le long de la transversale alpine de la vallée du Rhône en Suisse (Fallot et al., 1991). La base de données est gérée et stockée soit sur PC, soit sur Macintosh ou sur de gros ordinateurs (système d'exploitation VAX/VMS). Afin d'obtenir une cartographie claire et précise, le produit du traitement statistique des données est exploité par l'entremise d'un logiciel de cartographie. Ce dernier, programmé en FORTRAN, a été élaboré dans un premier temps par des chercheurs de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, puis amélioré par nos soins dans le but de représenter un plus grand nombre de paramètres climatologiques. Ce logiciel fait appel à de nombreuses routines graphiques élémentaires contenues dans différentes bibliothèques (FGL_Graphics, AGL_Contours, AGL_Grids, AGL_Charts) regroupées dans le logiciel graphique UNIRAS (version 6.2A). Ce dernier est installé sur VAX au centre de calcul de l'université de Fribourg.



1. Localisation de la région d'étude (encadré)

1 Bâle - 2 Zurich - 3 Genève - 4 Berne - 5 Lausanne - 6 Fribourg - 7 Lugano - 8 Sion.

Source: IGUF, février 1992.

* Institut de Géographie, Université de Fribourg, Suisse. Cet article a été réalisé sous la direction du professeur M. Roten.

Types de données représentées

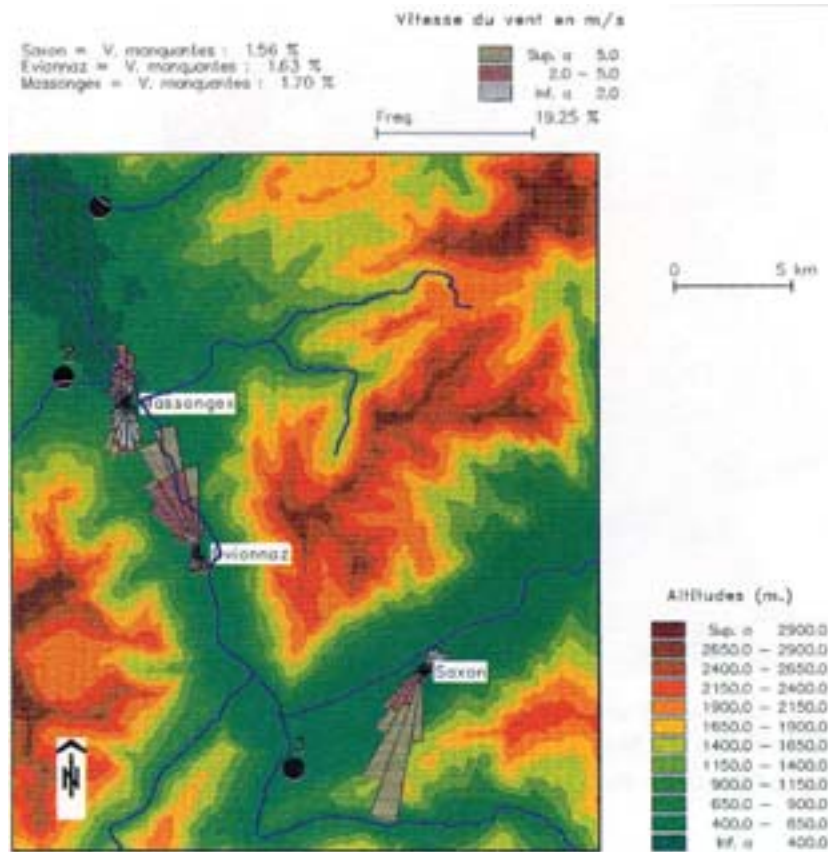
La méthodologie utilisée pour ce projet ne sera pas décrite ici en détail, mais il est bon de rappeler les méthodes d'investigation utilisées par l'équipe dans l'étude des courants. Dans un premier temps est mis en place un réseau fixe de mesures météorologiques qui complète celui installé par l'État du Valais (stations RESIVAL) (3). Des mesures du vent, des températures, des polluants atmosphériques sont ainsi enregistrés en continu en quelques endroits représentatifs de la région étudiée, afin de connaître leur évolution au gré des situations météorologiques. Des mesures intensives ponctuelles sur le terrain complètent les données du réseau fixe en prospectant l'ensemble de l'espace étudié et sa dimension verticale lors de certaines journées caractéristiques: des mesures complémentaires du vent et des températures près du sol ainsi que divers sondages atmosphériques verticaux ou lâchers de ballons stabilisés sont réalisés à cet effet. Ces différentes techniques de mesure ont déjà fait l'objet d'une description détaillée (Baeriswyl, 1989).

Modèle numérique d'altitude

On dispose actuellement de modèles numériques d'altitude (en mode raster) fournis par l'Institut de Géophysique à Lausanne. Certaines portions de territoire, la toponymie et le réseau hydrographique ont été numérisés par les soins de l'équipe: pour ces deux derniers, les données obtenues (coordonnées x et y) sont utilisées dans le programme comme «fond» géographique (fig. 1). Pour cette figure, a été préalablement calculé l'ombrage d'une matrice topographique avec une source lumineuse se situant au nord-ouest (315°) et une élévation de 30°. Le calcul de l'ombrage est réalisé sur un PC à l'aide de la procédure SURFACE du programme IDRISI (Eastman, 1990). Il en résulte une nouvelle matrice dont les valeurs indiquent un indice d'ombrage variant entre 0 et 15.

Représentation de quelques paramètres météorologiques, hydrographiques et toponymiques

Une bonne représentation graphique des mesures des courants peut être obtenue à l'aide d'une rose des vents. Elle permet de repérer rapidement les directions majeures et la fréquence d'apparition de 36 secteurs de vent pour différentes classes d'intensité des flux. La figure 2 met en évidence la canalisa-



2. Roses des vents, pour les mois de juin, de juillet et d'août 1990, à Massongex, Evionnaz et Saxon

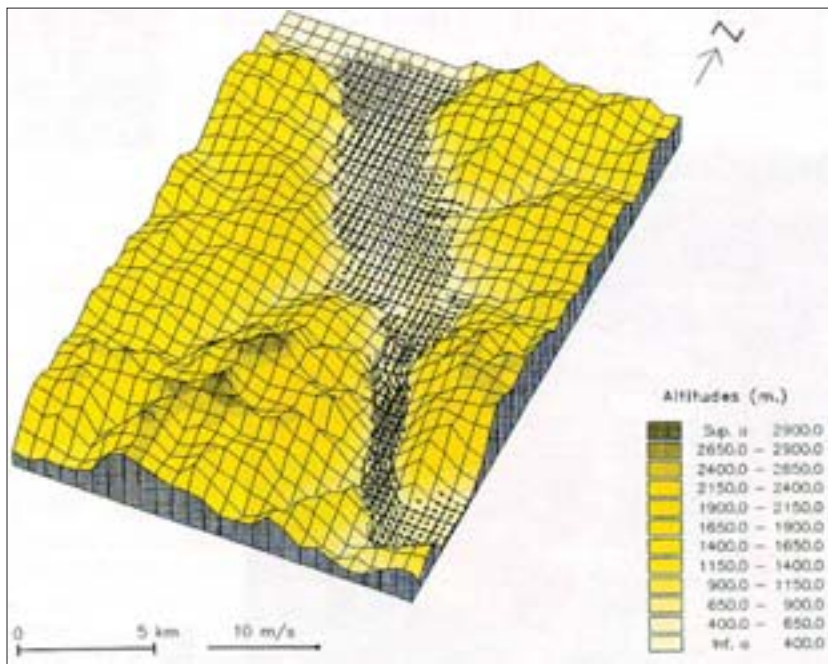
1 Aigle - 2 Monthey - 3 Martigny

Source: IGUF, février 1992.

tion des courants par la topographie durant les mois d'été en 1990. Il est également possible de représenter des roses de pollution (Baeriswyl, 1991).

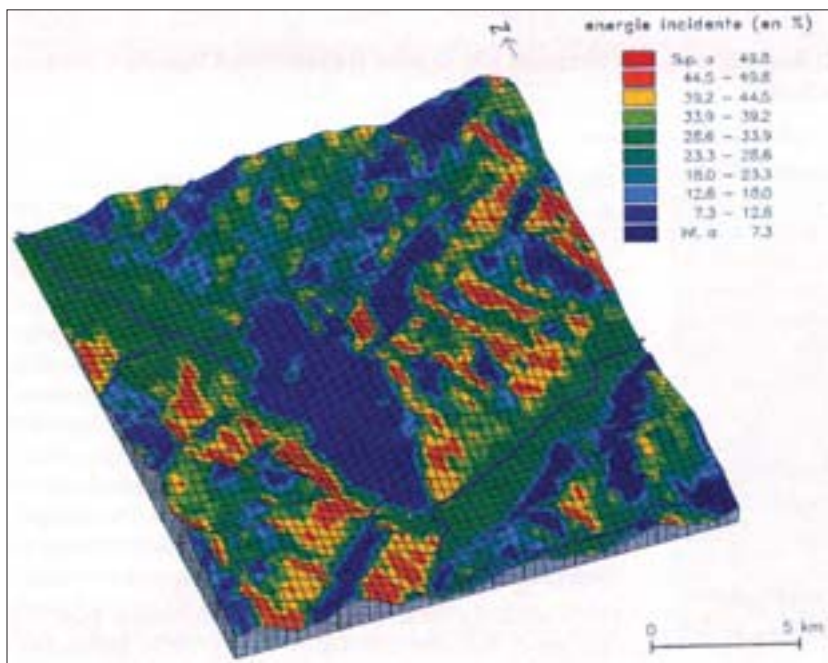
À partir des mesures ponctuelles du vent au sol, une interpolation mathématique, qui ne tient pas compte de la topographie, est réalisée. Cette méthode s'avère très efficace dans la mesure où les points de mesures choisis prennent en compte les particularités des courants rencontrés dans un espace donné. On obtient ainsi une grille régulière des composantes horizontales u et v du vecteur vent et, après application d'un masque, l'élimination de toutes les données dépassant le domaine d'interpolation concerné.

Cette méthode étant analogue à celle utilisée pour les champs de température (Fallot *et al.*, 1989; Baeriswyl, 1989), une représentation cartographique classique en deux dimensions peut être effectuée. Cependant, le programme a été amélioré afin de pouvoir représenter les champs de vent en 3D (fig. 3) avec la possibilité de faire varier le point de vue de l'observateur en modifiant l'azimut et l'élévation.



3. Les écoulements d'air diurne à 2 m du sol entre le lac Léman et Martigny le 11 juillet 1990 entre 14 h 20 et 16 h

Source: IGUF, février 1992.



4. Carte d'énergie incidente relative reçue à 9 h (local) le 20 juillet

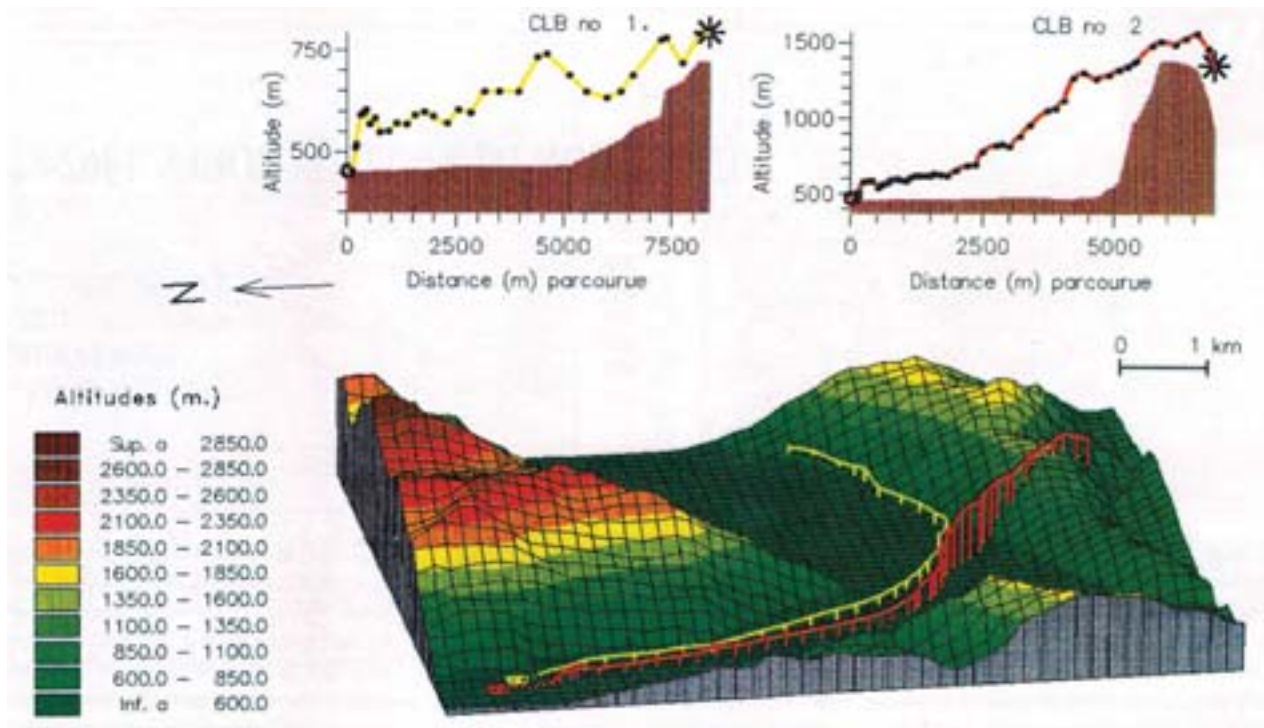
La surface est identique à celle de la figure 2.

Source: IGUF, février 1992.

L'intérêt de la représentation en 3D des champs de vent réside en une meilleure visualisation de certains phénomènes tels que l'accélération des courants, dans la cluse du Rhône, liée au resserrement de la vallée (effet dynamique de la topographie).

Par la suite, cette méthode a été étendue à un plus vaste domaine comprenant aussi bien les paramètres thermique (champs de températures) qu'hydrographique (réseau de surface en 3D) ou énergétique (densité de l'énergie solaire incidente). Pour le 20 juillet, à 9 heures, heure locale, la densité de l'énergie solaire incidente a été calculée (fig. 4). Ce type d'opération ayant déjà fait l'objet d'une description détaillée (de Buman, 1988), il ne convient pas d'y revenir. Mais l'intérêt du calcul de l'énergie est qu'il permet de mieux saisir les particularités locales des courants thermiques existant dans un milieu topographique complexe.

Le parcours d'un ballon stabilisé (CLB ou Constant Level Balloon) constitue une autre possibilité de représentation cartographique. Dans un premier temps s'effectue le calcul de l'altitude du point survolé par le ballon, ce qui permet de représenter en 3D le cheminement du ballon le long d'une vallée. Afin de mieux représenter certaines caractéristiques dynamiques et thermiques des courants mises en évidence par la trajectoire du ballon, des zooms peuvent être réalisés de manière interactive sur un espace plus restreint. La figure 5 présente, en 3D, la région du coude de Martigny avec deux parcours de ballons lancés à des jours différents (8 mai et 22 août 1990). A été également représentée, en pointillé, la projection au sol de la trajectoire du ballon. Enfin, grâce au logiciel, une coupe verticale du cheminement de chaque ballon par rapport à la topographie survolée a pu être ajoutée. Ces deux trajectoires se différencient par une divergence dans la direction et dans l'altitude des ballons. On constate que le CLB n° 1 prend de l'altitude de manière constante, et



5. Trajectoires en 3D et coupes verticales des ballons stabilisés lancés l'après-midi des 8 mai et 22 août 1990, dans la vallée du Rhône, près de Martigny

Source: IGUF, février 1992.

continue sa trajectoire de manière plus ou moins rectiligne, alors que le second CLB reste dans les basses couches de l'atmosphère et voit sa direction obliquer sensiblement vers le nord-est: l'effet dynamique du relief sur les courants régionaux apparaît clairement.

La bibliothèque de programmes d'UNIRAS est un outil idéal pour le programmeur qui veut construire, en fonction de ses besoins, des systèmes élaborés de graphiques en tous genres. Ainsi, la représentation graphique de paramètres météorologiques permet, entre autres, de bien visualiser les contraintes dynamique et thermique sur les écoulements d'air et plus particulièrement l'influence dynamique des reliefs sur les courants régionaux.

-
- (1) Institut de Géographie de l'Université de Fribourg.
 - (2) Fonds National suisse de la Recherche Scientifique: subside n° 20-25504.88 auquel collaborent P.-A. Baeriswyl, M. Beniston, A.-M. de Buman, J. Ehinger, J.-M. Fallot et G. Sierro, et le professeur M. Roten.
 - (3) Réseau fixe de surveillance des immissions en Valais.
-

Références bibliographiques

- BAERISWYL P.-A., 1989, *Étude de la ventilation de la vallée de la Sarine entre Fribourg et le lac de la Gruyère*. Travail de diplôme, Institut de Géographie, Université de Fribourg, 248 p.
- BAERISWYL P.-A., 1991, «Ventilation et qualité de l'air par situation anticyclonique dans une grande vallée alpine: la vallée du Rhône en Valais (Suisse), Acte du colloque international de climatologie de Fribourg, 11-13 sept.1991, *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 4 (à paraître).
- BUMAN (de) A.-M., 1988, «Un modèle numérique de la densité de l'énergie solaire», Actes du colloque international de climatologie d'Aix-en-Provence, *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 1, pp. 23-30.
- EASTMAN J.-R., 1990, *IDRISI: A Grid-Based Geographic Analysis System*, version 3.2, Clark University, Graduate School of Geography, Worcester (Massachusetts), 363 p.
- FALLOT J.-M., BAERISWYL P.-A., BUMAN (de) A.-M., BENISTON M., ROTEN M., 1989, *Étude des brises nocturnes et diurnes d'une grande vallée préalpine en vue de l'établissement de modèles empiriques de ventilation applicables à d'autres vallées préalpines*. Rapport final destiné au FNRS (projet n° 2.838-0.88.), 186 p. + annexes.
- FALLOT J.-M., BAERISWYL P.-A., BUMAN (de) A.-M., SIERRO G., ROTEN M., EHINGER J. et BENISTON M., 1991, *Étude et modélisation des échanges d'air et de polluants atmosphériques sur la transversale alpine de la vallée du Rhône*. Rapport final destiné au FNRS (projet n° 20-25504.88), 219 p.