

# MISE AU POINT D'UNE CLASSIFICATION AUTOMATIQUE DES CARTES SYNOPTIQUES D'ALTITUDE ET APPLICATION A L'ETUDE DES INCENDIES DE FORETS

G. MABILLE, J. M. GERON, P. FUNCKEN, M. FREDERIC, M. ERPICUM

Université de Liège, Département de Géographie Physique, Laboratoire de Climatologie,  
*2, Allée du 6 juin, 4000 LIEGE*

## Résumé:

Une série de programmes informatiques pour l'étude des circulations synoptiques à partir des cartes d'altitude du Bulletin Météorologique Européen (BME), a été mise au point par le Laboratoire de Climatologie de l'Université de Liège. Ces programmes permettent la numérisation des isohypses à partir d'un scanner A4 et l'interpolation des altitudes géopotentielles suivant un réseau de points répartis régulièrement.

L'utilisation de ces outils a conduit à une classification des circulations synoptiques propices aux développements des incendies sur le plateau des Hautes-Fagnes (Belgique).

## Abstract:

In order to study the synoptic circulations from the maps of the European Meteorological Bulletin, the Laboratory of Climatology of the University of Liège has designed several computer softwares. The softwares allow a very easy numerization of the altitude maps from an A4 scanner and the interpolation of the geopotential altitudes from these maps.

The use of these tools has allowed a classification of the synoptic circulations favourable to fire development on the Hautes-Fagnes Plateau (Belgium).

**Mots-dés:** Circulations synoptiques, classification automatique, Belgique, incendies de forêts.

**Key-words:** Synoptic circulations, automatic classification, Belgium, forest fires.

## Introduction

La typologie des circulations atmosphériques intéresse depuis longtemps le Laboratoire de Climatologie qui y consacre une part non négligeable de ses travaux et recherches. Alexandre et Erpicum (1992) ont mis au point une typologie subjective basée sur la localisation des centres de haute et basse pression influençant le temps sur la Belgique. Le but de cette typologie était d'associer les types et les quantités d'hydrométéores ainsi que les températures relatives (écarts aux températures attendues) aux circulations atmosphériques synoptiques.

Erpicum (1984) a mis au point une classification automatique des masses d'air à partir de l'analyse de leur profil vertical, du sol à 500 hPa. Pour ce faire, diverses variables ont été extraites informatiquement des données des sondages aérologiques de 00H00 TU à Uccle (Bruxelles, Belgique).

Afin de rendre une dimension spatiale supplémentaire aux travaux précités, Meunier (1987) a réalisé une analyse objective des circulations synoptiques à par-

tir des données provenant de la digitalisation des isohypses des cartes d'altitude (850 hPA) du BME. Les altitudes géopotentielle ont ensuite été calculées aux intersections de mailles de dimensions de 5° ou de 2.5° en latitude et longitude. La méthode de classification adoptée dans ce cas est basée sur les données extraites d'une analyse en composantes principales.

Les résultats obtenus par Meunier (1987) ont encouragé Geron (1993) à développer une autre méthode dont l'objectif principal était d'élaborer une classification objective et fiable des circulations atmosphériques synoptiques. Celle-ci a été utilisée afin de repérer les différentes circulations atmosphériques d'altitude qui engendrent des conditions propices aux développements d'incendies sur le plateau des Hautes-Fagnes (Belgique).

### 1. IsoWin, un système d'aide pour la digitalisation d'isolignes

IsoWin est un logiciel particulièrement convivial qui fonctionne dans l'environnement Windows. Il a été entièrement conçu et développé au Laboratoire de Climatologie.

Les cartes d'altitude du BME étant numérisées à l'aide d'un scanner A4. IsoWin, permet de sélectionner de manière contrôlée sur le bulletin digitalisé, chacune des isohypses. Suite à un pointage à l'aide de la souris, un curseur se déplace sur la courbe à traiter grâce à un algorithme de suivi de contours. Les sinuosités de la courbe sont repérées et encodées automatiquement dans un fichier BNA, compatible avec le logiciel AtlasGis (Stratégie Mapping).

IsoWin, qui est doté de nombreux outils permettant un travail précis et rapide, ne nécessite que 5 minutes d'encodage par carte, alors que l'encodage manuel à partir d'une table de digitalisation en exige au moins 20. La précision de l'encodage automatique des courbes est bien plus grande et régulière avec IsoWin que l'encodage manuel qui reste très tributaire de la rigueur avec laquelle l'opérateur travaille.

### 2. Transformation de la structure vectorielle en structure raster

Puisque l'utilisation du logiciel Atlas-Gis était rendue nécessaire pour visualiser les résultats de l'encodage automatique des courbes de niveau, la structure du fichier "courbes de niveau" obtenu dans l'étape précédente a été basée sur une structure vectorielle. Chaque courbe de niveau y est mémorisée comme étant une suite de segments de droites la reproduisant au mieux.

Afin de réduire les calculs nécessaires aux interpolations, la structure vectorielle a été transformée en structure "raster". Cette structure "raster", ou mode image, correspond à la superposition des courbes de niveau sur une image préalablement initialisée. Cette initialisation consiste à créer une image définie par sa taille en nombre de lignes et de colonnes.

Afin de repérer automatiquement les pixels pour lesquels une altitude doit être calculée, les pixels ont été affectés d'une altitude de référence lors de l'initialisation de l'image. Afin d'éviter toute confusion lors des traitements informatiques, la

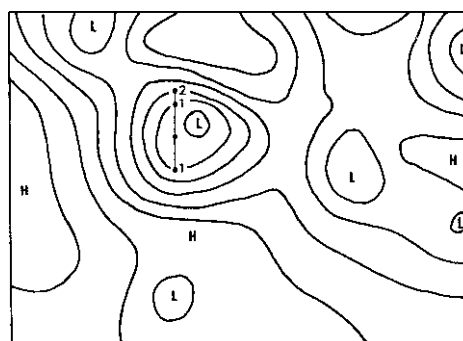
valeur de cette altitude caractéristique n'est évidemment pas rencontrée sur la surface isobare encodée. Les isohypses digitalisées sont superposées à cette image et les pixels concernés par la superposition sont affectés des altitudes des courbes de niveau.

L'image est alors soumise à l'interpolation des altitudes.

### 3. Méthode d'interpolation utilisée (fig. 1)

Les méthodes d'interpolations existent pour la réalisation et le traitement des modèles numériques de terrain en topographie. Celles-ci peuvent donc être utilisées pour les estimations des altitudes géopotentielle à partir des courbes isohypses des surfaces isobares.

Les calculs des interpolations ont été basés en postulant que le relief des surfaces géopotentielle est modélisable au moyen d'équations de paraboles. Ainsi, pour trois points alignés d'altitude connue, situés évidemment sur des courbes de niveau, on calcule l'équation de la parabole correspondant à la courbure de la coupe transversale. Cette équation permet de reconstituer les altitudes de tous les pixels alignés compris entre les courbes des altitudes géopotentielle encodées au préalable.



**Figure 1: Choix des pixels pour l'interpolation parabolique**

Le programme estime tout d'abord les altitudes des points situés le long des bords de l'image à traiter. Les pixels situés entre les pixels d'altitude connue sont affectés de leur altitude interpolée. Lorsque tous les pixels situés en bordure de l'image sont affectés de l'altitude à laquelle ils correspondent, le programme repère alors les pixels de l'image pour lesquels l'altitude n'a pas encore été calculée. Lorsqu'un tel pixel est détecté, le logiciel estime son altitude à partir de huit altitudes obtenues dans quatre directions par les équations paraboliques correspondantes:

- A partir du pixel concerné, pour chacun des sens des quatre directions N-S, E-O, NE-SO et SE-NO, deux courbes de niveau successives sont repérées dans un sens et une dans le sens opposé.
- Les trois altitudes des courbes de niveau, ainsi que leur distance les séparant du pixel en question, servent à mettre en équation l'unique parabole qui contient ces trois points. Une des huit altitudes du pixel est calculée à partir de cette équation.
- L'altitude interpolée des pixels est la moyenne des huit altitudes. Si une altitude estimée dans un sens et une direction diffère, par rapport aux courbes de niveau, de plus d'une équidistance, ce qui est impossible, le pixel est affecté de l'altitude la plus proche de la courbe de référence.

- Enfin, les huit altitudes sont pondérées en fonction de l'éloignement des courbes de niveau qui ont servi aux calculs.

Lorsqu'il s'agit de classer des types de circulations atmosphériques, tous les pixels de l'image ne doivent pas nécessairement être affectés d'une altitude. Dans ce cas et afin d'accélérer les traitements informatiques, seuls les points d'un maillage de référence sont calculés.

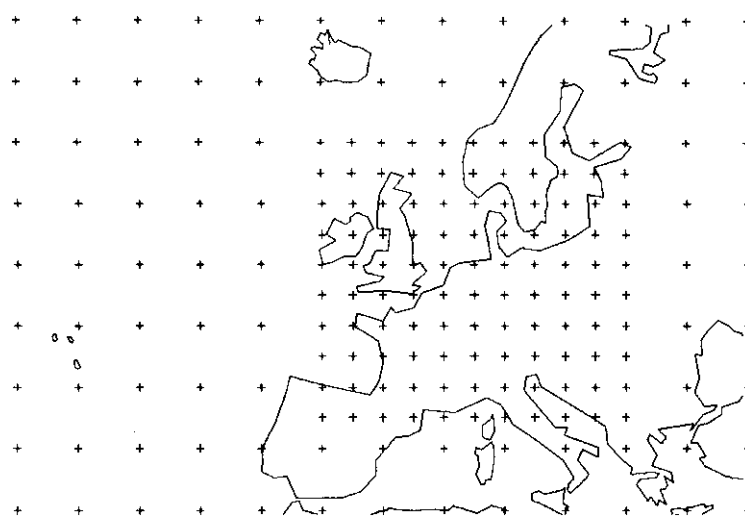
#### 4. Détermination de l'indice de similarité entre deux cartes

Afin de faciliter la comparaison et le groupement de circulations atmosphériques, un indice de similarité entre deux cartes est calculé. Cet indice correspond au coefficient de corrélation calculé pour les couples d'altitude des deux cartes correspondant aux noeuds communs du maillage de référence.

Plusieurs essais ont été effectués à partir des maillages différents en vue de déterminer la dimension optimale des mailles sur la région à analyser. Les résultats obtenus ne diffèrent pas très fort. Toutefois, ce maillage doit correspondre le mieux aux buts poursuivis après le calcul de l'indice de similarité.

Afin d'automatiser le classement des types de circulations sur la Belgique, un maillage de 470 km de côté a été suffisant pour rendre compte des variations du relief de la surface isobare de 850 hPa du BME

Toutefois, pour caractériser les circulations synoptiques influençant le temps sur la Belgique, une analyse plus fine doit être réalisée à partir d'une grille dont les mailles sont plus resserrées mais au sein d'une zone plus réduite, centrée sur le pays (fig. 2).



**Figure 2: Maillage retenu pour l'étude des circulations synoptiques influençant le temps en Belgique**

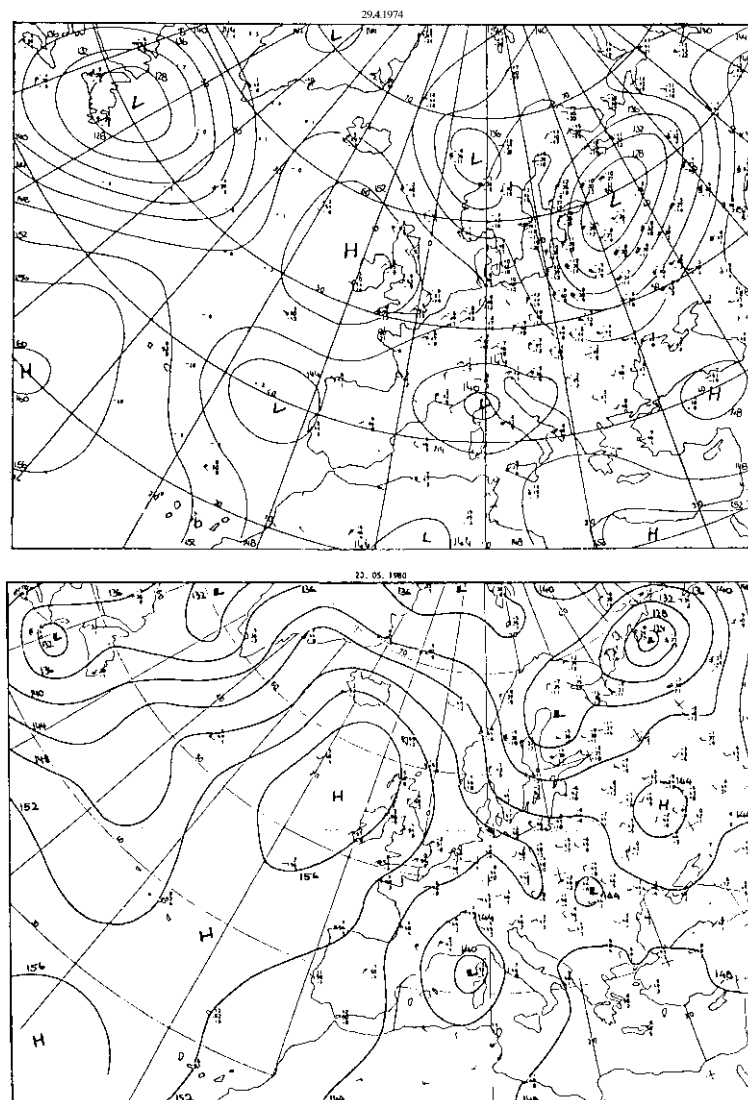


Figure 3: L'indice de similarité entre ces deux cartes d'altitude (850 hPa) est égal à 0.83

### 5. Classification des circulations synoptiques (fig. 3)

De nombreuses méthodes de groupement hiérarchique ascendant sont fondées sur les indices de similarité. La méthode du lien moyen (average linkage) a l'avantage de tenir compte de la structure interne des groupes et de leur moyenne. Elle évite l'obtention de groupes trop allongés causés par les effets de chaînage lors de leur élaboration. C'est la raison pour laquelle cette méthode a été préférée par le Laboratoire de Climatologie dans le cas présent.

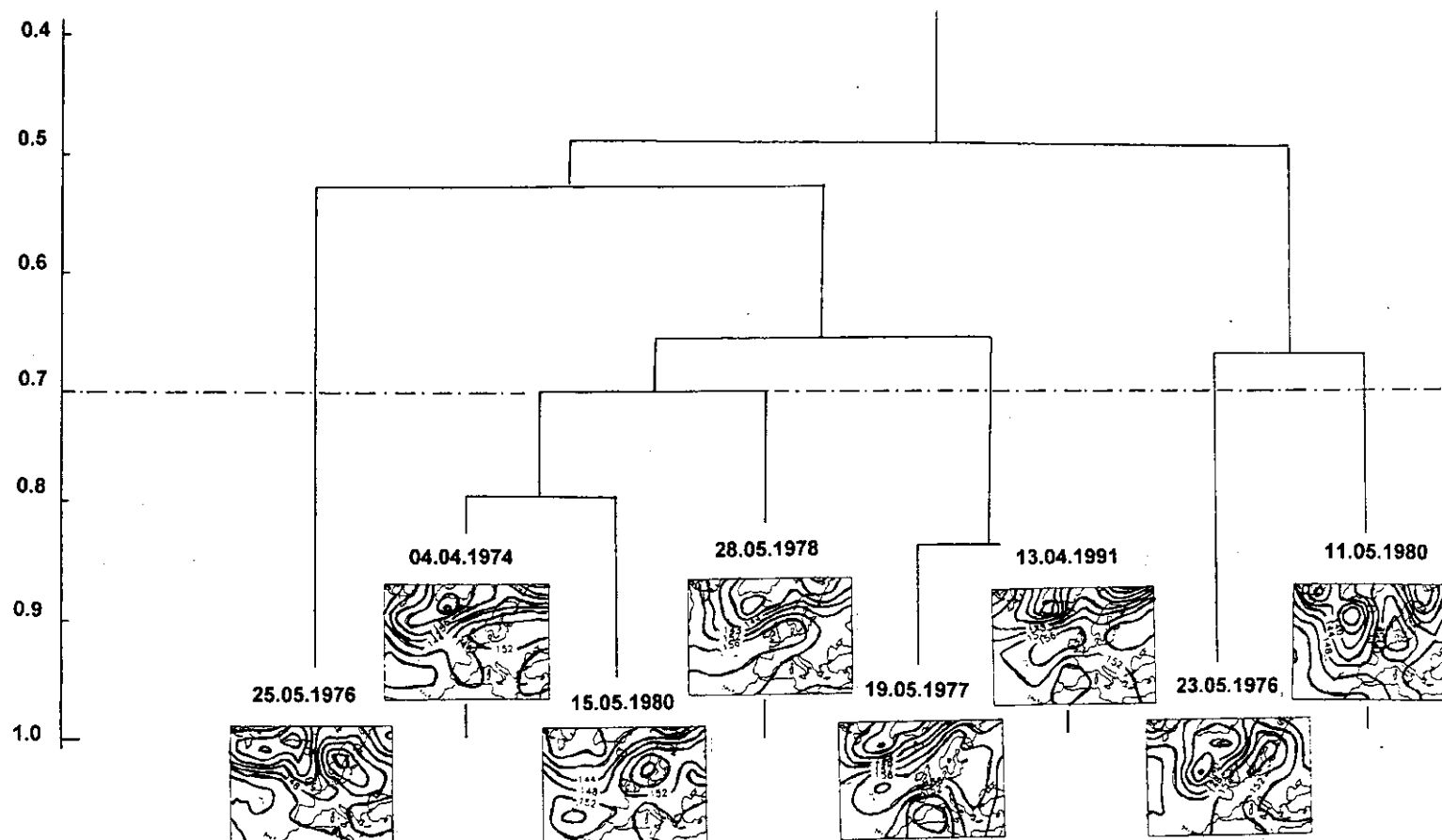
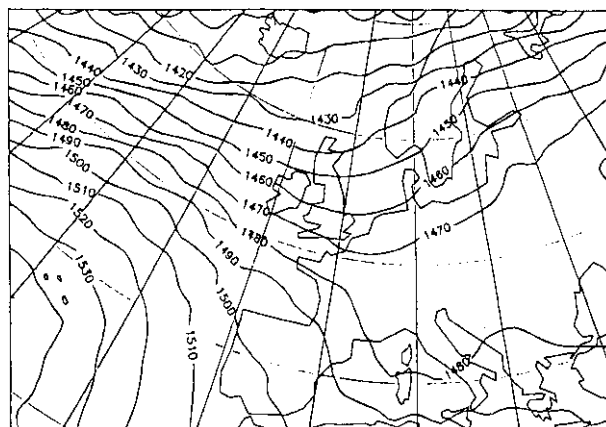


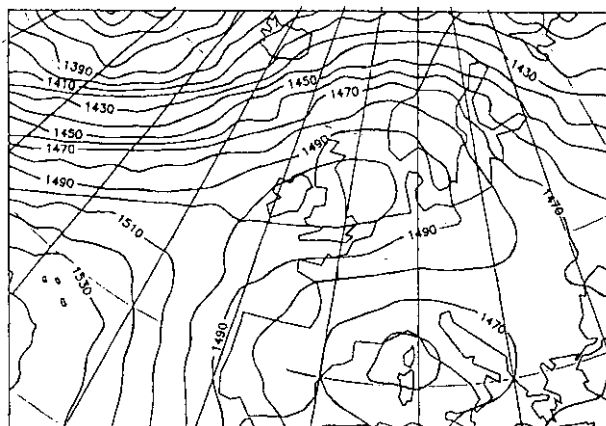
Figure 4: Dendrogramme obtenu par la méthode du lien moyen pour les situations météorologiques anticycloniques en avril et mai, lors des jours d'incendies

## 6. Circulations synoptiques propices aux développements des incendies de fagnes

Les cartes de 850 hPa de la période du 1 au 15 mai, période pendant laquelle des incendies surviennent fréquemment sur le Plateau des Hautes-Fagnes, ont été encodées de 1972 à 1980 et de 1987 à 1993. Cette cartothèque a été complétée par celles des jours d'incendies survenus en dehors de la période d'analyse.



**Figure 5a: Topographie moyenne des surfaces isobares de 850 hPa du 1 au 15 mai (en mètres géopotentiels, de 1972 à 1980 et de 1987 à 1993)**



**Figure 5b: Topographie moyenne des surfaces isobares 850 hPa des jours d'incendies des mois d'avril et de mai. (en mètres géopotentiels, de 1972 à 1980 et de 1987 à 1993)**

Des groupements ont été réalisés afin de caractériser les types de circulations atmosphériques qui ont favorisé le développement d'incendies. La figure 4 permet de visualiser les résultats des groupements de situations lors des incendies survenus en avril et mai. Dans ce cas, en examinant les dendrogrammes obtenus, le seuil de similarité d'arrêt de procédure de groupement a été fixé à 0.7. La valeur de ce seuil signifie aussi qu'au moins la moitié de la variance totale d'une surface isobare doit être expliquée par une autre topographie de surface isobare pour que les deux circulations atmosphériques soient considérées comme semblables.

Deux cartes ont été réalisées en vue de faire ressortir le type de circulation qui correspond à des jours d'incendies (fig. 5a) par opposition à la circulation moyenne de la période étudiée (fig. 5b).

La carte de la topographie moyenne des surfaces isobares de 850 hPa est bien évidemment caractérisée par une circulation d'ouest. Par contre, la topographie moyenne de la surface isobare des jours d'incendies montre une circulation d'est sur la Belgique. Cette circulation est associée à une crête anticyclonique s'étendant des Açores aux Iles Britanniques et à une zone de basses pressions centrée sur le Golfe de Gênes.

### Conclusion

Le Laboratoire de Climatologie de l'Université de Liège dispose d'un outil informatique qui permet d'approfondir les recherches en vue de réaliser des typologies des processus climatologiques en fonction des circulations atmosphériques caractérisées automatiquement d'après les cartes d'altitude. Ce logiciel dont une application a été présentée ici est mis à la disposition des chercheurs intéressés.

### Remerciements:

Cette étude a été menée grâce à une contribution du projet CEE n° EV5V-CT91-0015 du programme Environnement (Climatologie) de la DG XII.

### Bibliographie

- ALEXANDRE J., ERPICUM M. & VERNEMMEN C, 1992: *Le climat, in Géographie de la Belgique*, Crédit Communal, 88-128.
- DONNAY J. P., 1988: Constitution d'un modèle numérique de terrain: Une approche en mode raster sur micro-ordinateur, Bulletin Trimestriel de la Société Belge de Photogrammétrie - Télédétection et catographie, 108 - 120.
- ERPICUM M., 1984: *Variation temporelle des disparités locales de la température en Haute-Belgique*, Université de Liège, Epreuve de doctorat en Sciences.
- MEUNIER G., 1987: *Essai de caractérisation objective des types de circulation synoptique à des fins climatologiques*, Université de Liège, Mémoire de licence en sciences géographiques, inédit, 139 p.
- ERPICUM M., MABILLE G., FUNCKEN P., GERON J. M., HELY C. & LEMAIRE V., 1995: *Modélisation des incendies de forêts*, Rapport final, Contrat européen DG XII n° EV5V-CT91-0015, 121 p.