

DERIVATION DE PARAMETRES TOPOGRAPHIQUES ET INFLUENCE SUR LA SPATIALISATION STATISTIQUE DE LA TEMPERATURE

Rémi LHOTELLIER¹ et Cristian-Valeriu PATRICHE²

¹ *Université Joseph Fourier, Grenoble, France*
remi.lhotellier@yahoo.fr

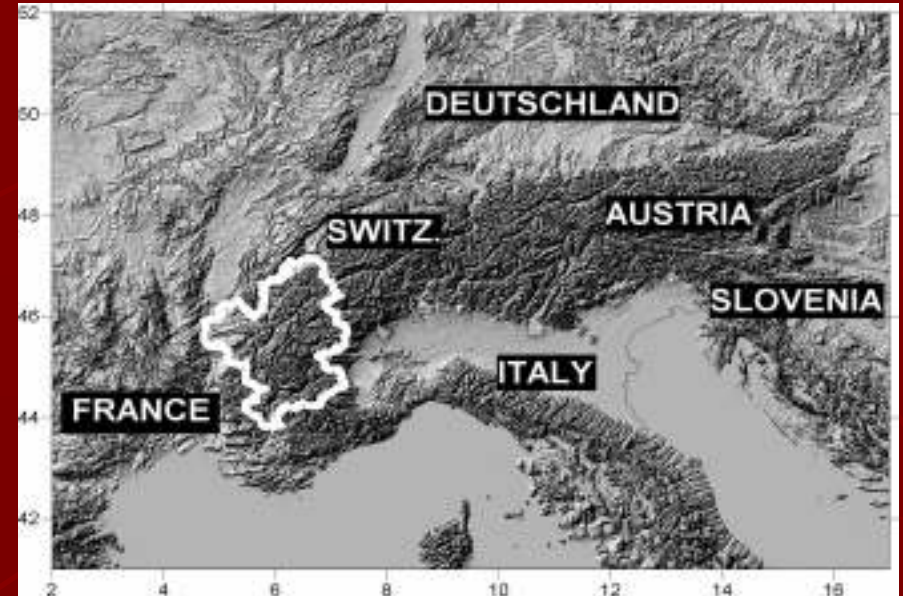
² *Académie Roumaine, Collectif de Géographie, Iasi, Roumanie*
pvcristi@yahoo.com



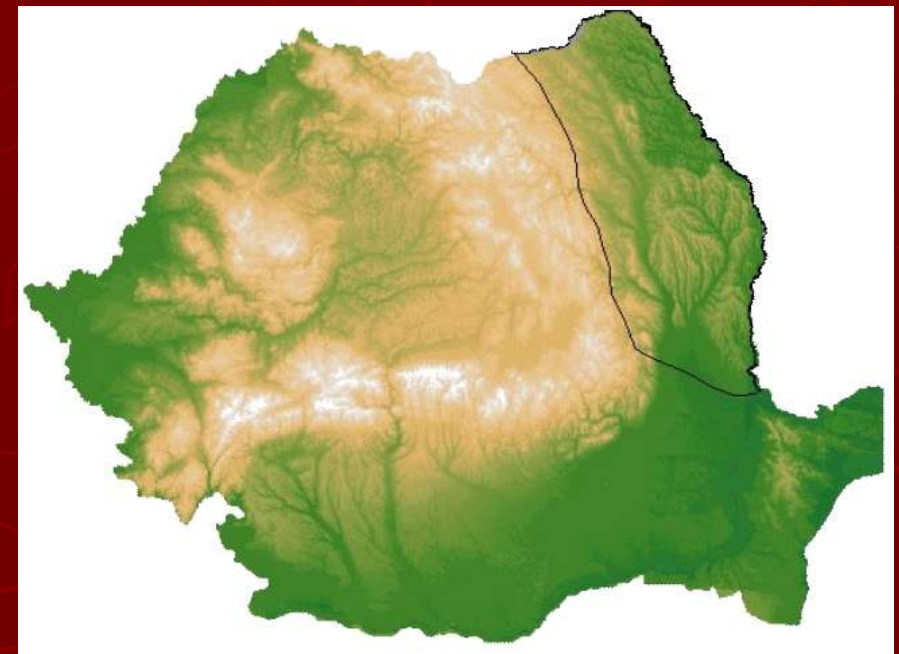
Introduction

- ▶ Spatialisation des températures
- ▶ Relief contrasté : Alpes, Moldavie
- ▶ 2 grands types de modèles statistiques
 - Interpolation spatiale (distance)
 - Corrélation avec des paramètres explicatifs
- ▶ Paramètres modélisés par SIG

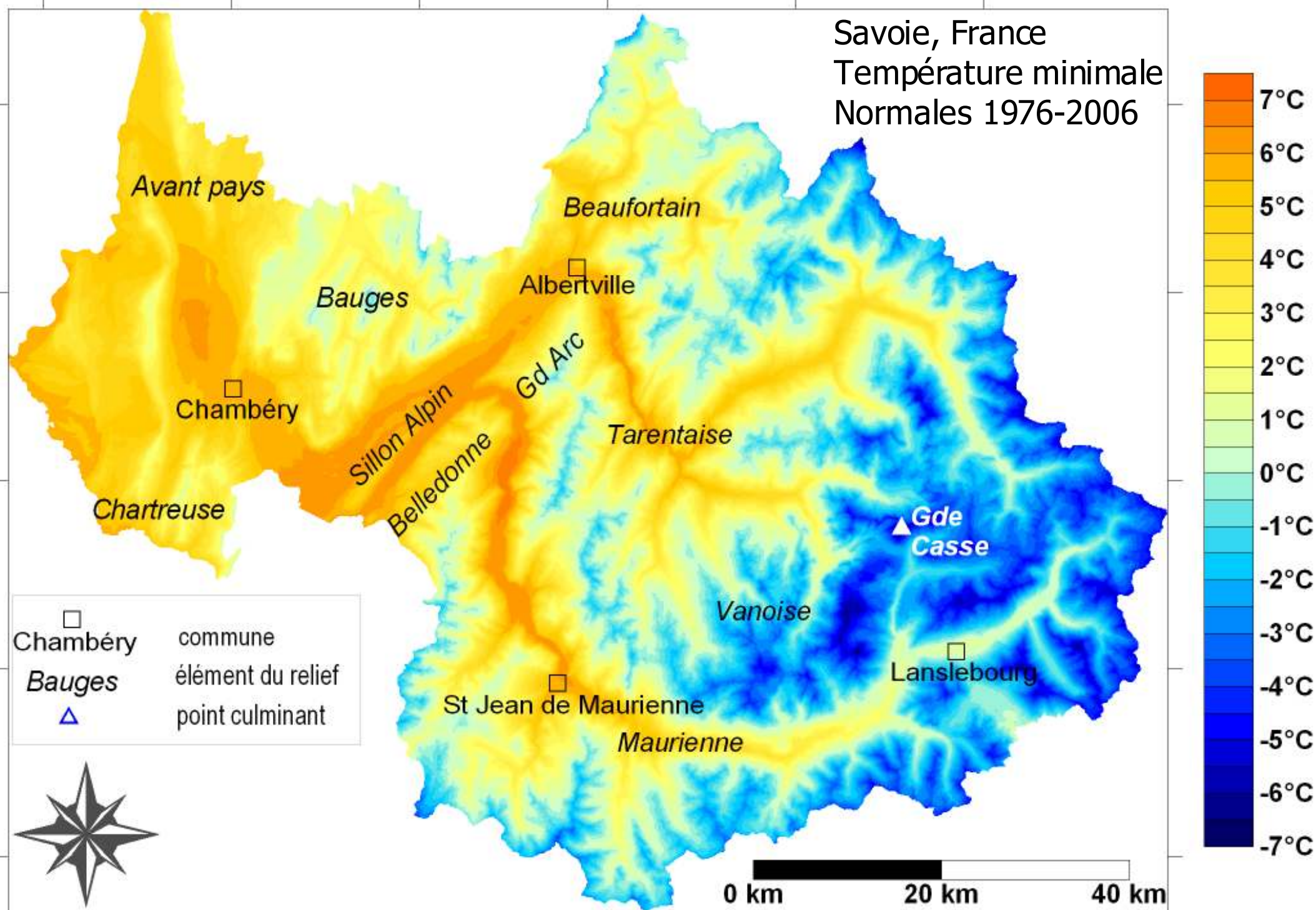
Quatre départements alpins français
(environ 24000km²)



La région de Moldavie (32636km²)



Spatialisation des températures



Méthodes de spatialisation

Méthodes stochastiques

Ex: krigeage ordinaire :

estimation = combinaison linéaire des valeurs mesurées, dont le poids dépend de la corrélation spatiale entre les données

Méthodes déterministes

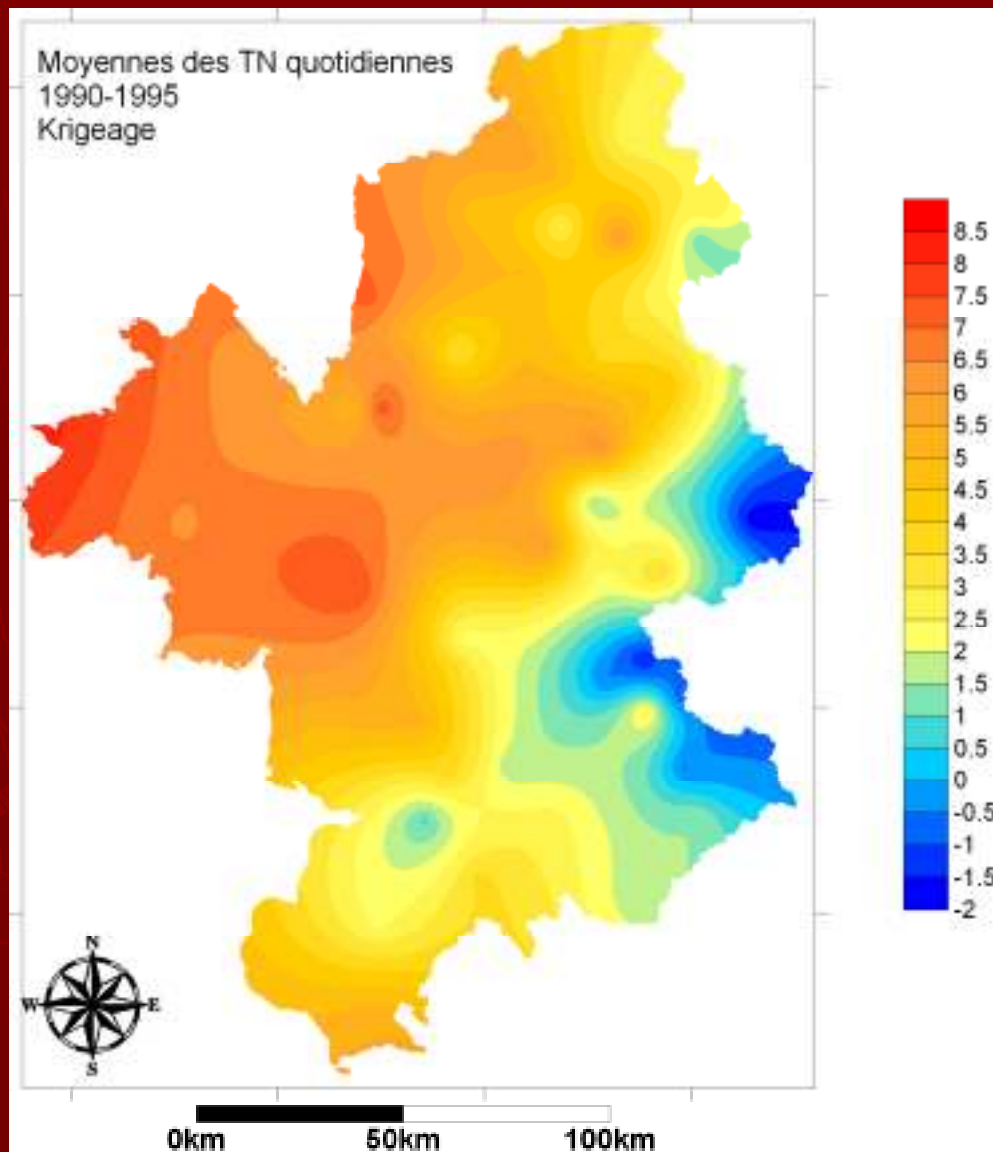
Ex: Régression multiple

Méthodes combinées (parts stochastiques et déterministes)

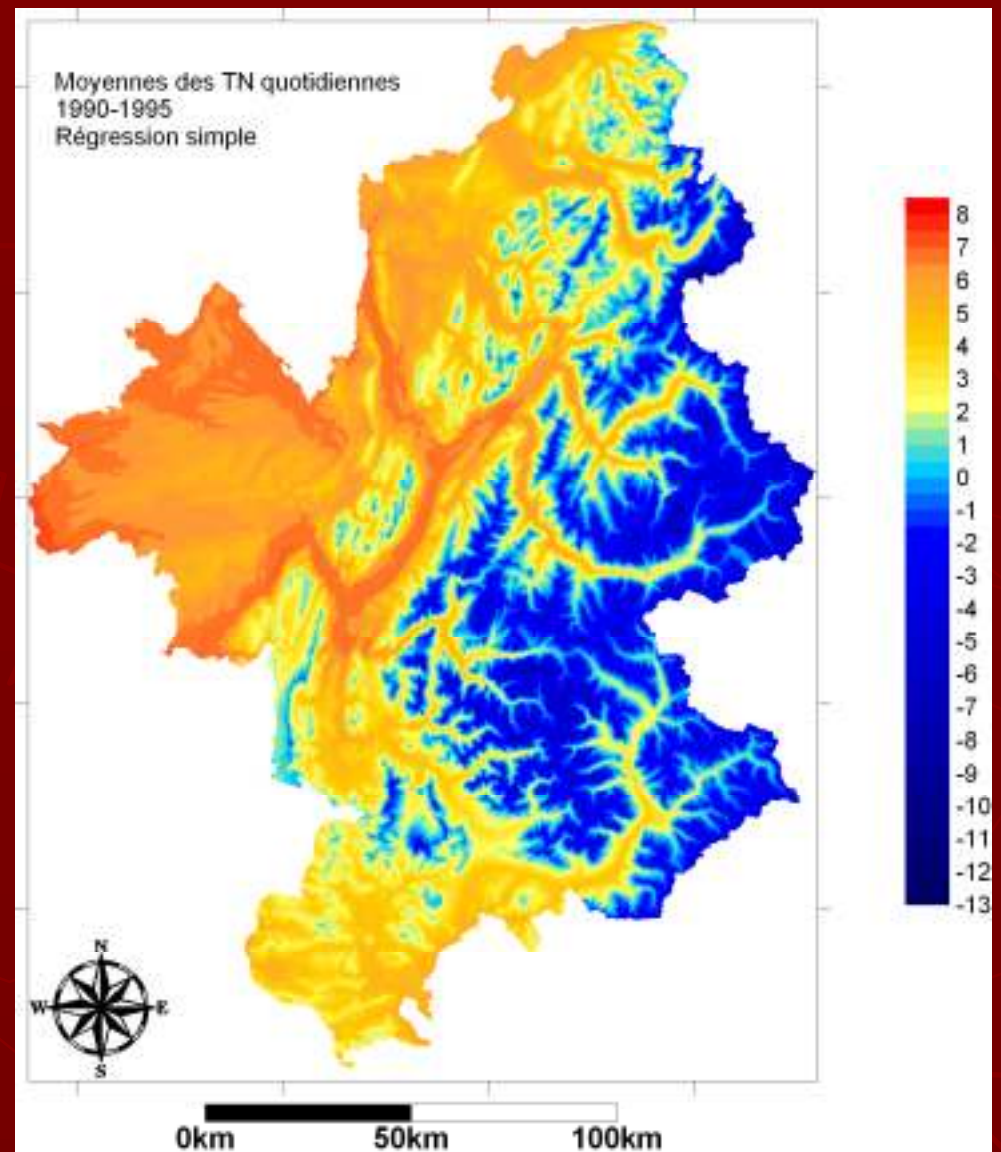
- krigeage universel
- krigeage avec dérive externe
- krigeage « résiduel »



• Le krigeage



• La régression



$$T' = 7,75 - 0,00413 \text{ ALTI}$$

$$R^2 = 78,8\%$$

Région d'étude : quatre départements alpins français.

• Le krigeage

Avantages

- garde, sans modifications, les valeurs dans les points connus
- capable de mettre en évidence les anomalies spatiales

Inconvénients

- n'explique pas la distribution spatiale du paramètre étudié, l'effet des prédicteurs étant implicite

↓

L'approche locale est *meilleure pour rendre des éléments et phénomènes climatiques à variabilité spatiale plus accentuée* (précipitations, vent etc.), qui dépendent en principal des facteurs dynamiques

• La régression

Avantages

- la *quantification du rôle* des facteurs explicatifs dans le contrôle de la variabilité spatiale du paramètre étudié.

Inconvénients

- le *lissage* de la variation spatiale réelle, la *modification* des valeurs réelles dans les points connus
- incapable de mettre en évidence des *anomalies* dans la distribution spatiale du paramètre analysé.

↓

Le modèle de régression est *mieux adapté aux éléments climatiques à variation spatiale plus faible* (température, humidité, insolation etc.), qui dépendent plus des facteurs radiatifs.

↓

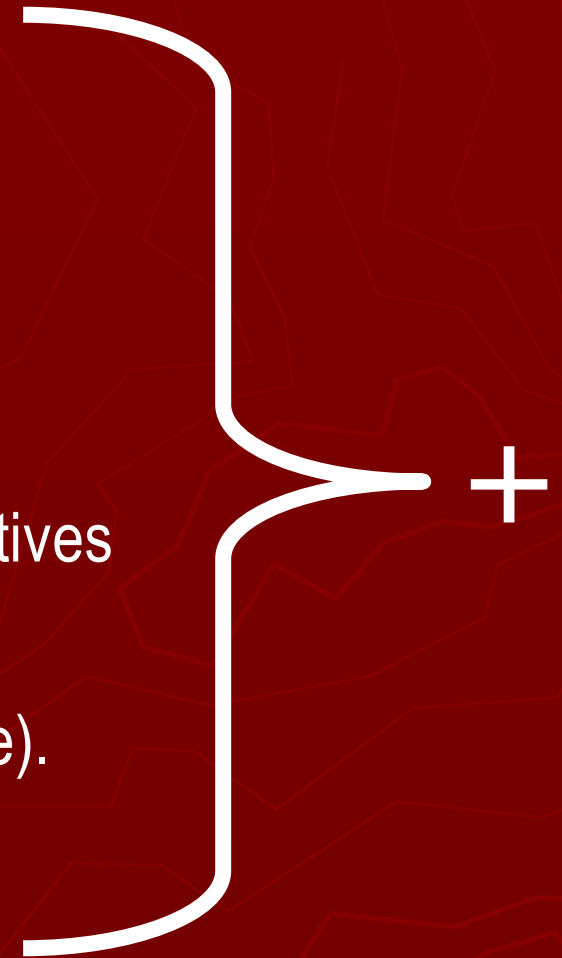
Le meilleur système d'interpolation est probablement le système mixte du **krigeage des résidus**

Méthode

1/ Régression multiple pas à pas

- ▶ $y(s) = \beta_0 + \beta_1 x_1(s) + \dots + \beta_n x_n(s) + \varepsilon(s)$
- ▶ avec $y(s)$: variable dépendante
- ▶ $x_1(s)$ à $x_n(s)$: variables indépendantes ou explicatives
- ▶ β : coefficients
- ▶ $\varepsilon(s)$: résidus à la régression (différence au modèle).

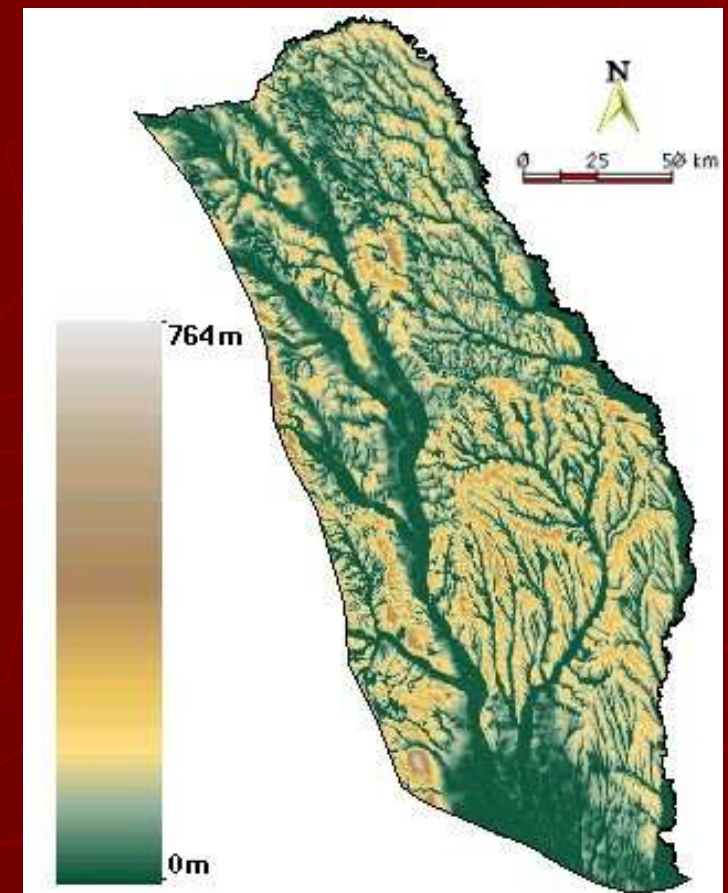
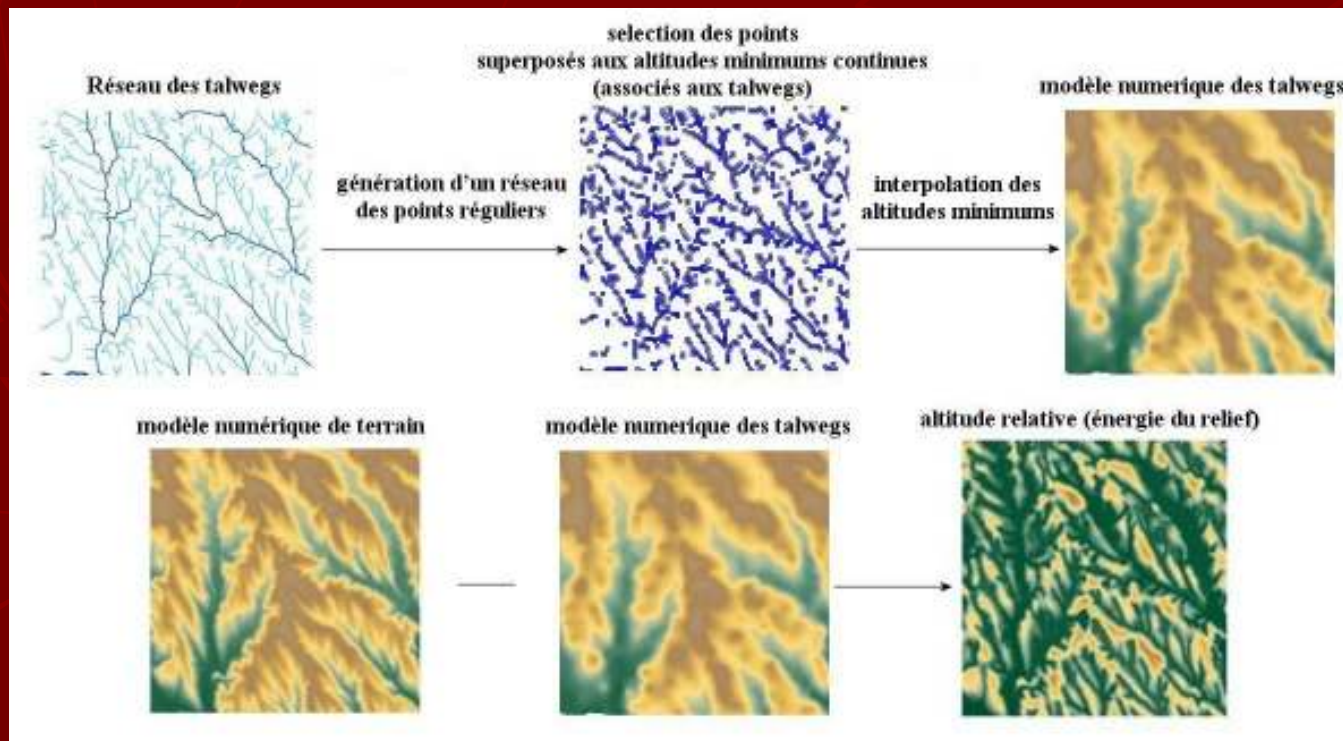
2/ Résidus interpolés par krigeage



Prédicteurs potentiels

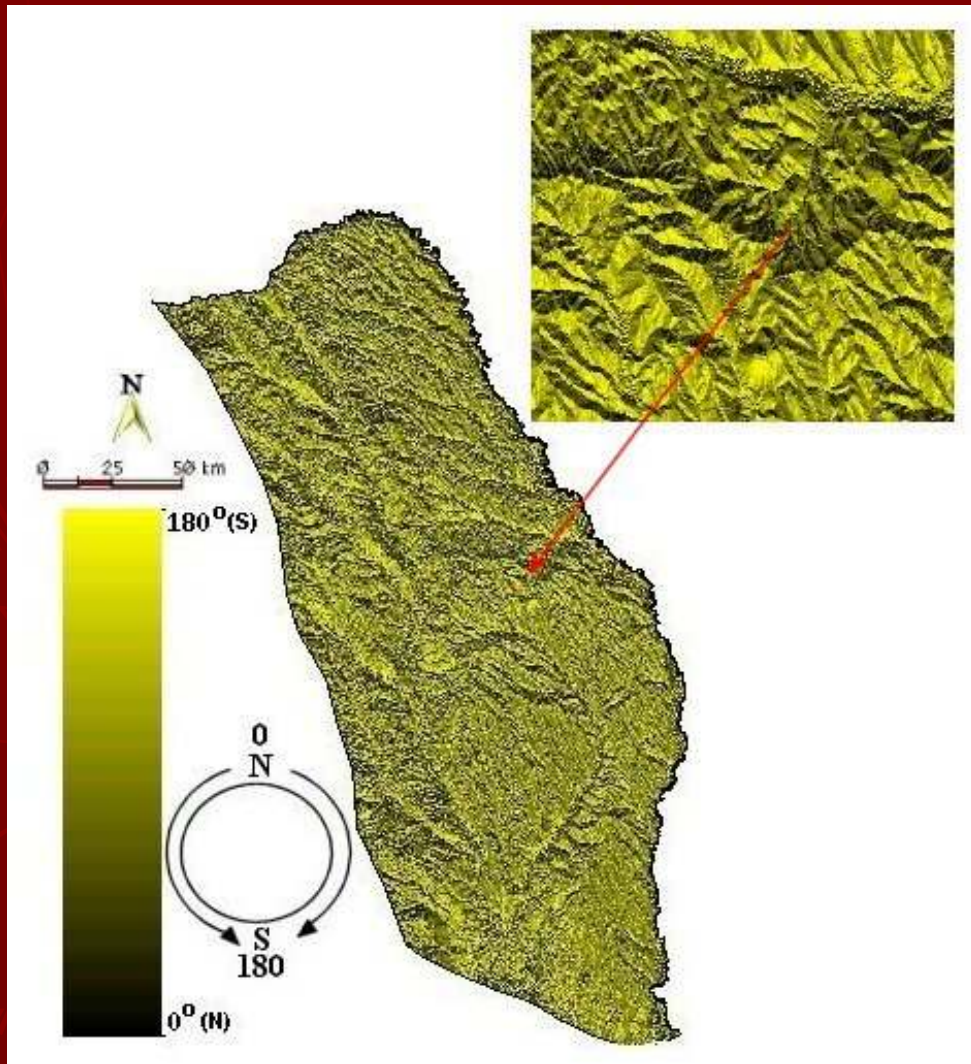
Quels paramètres inclure dans cette régression ?

Exemples pour la région de Moldavie (Roumanie)

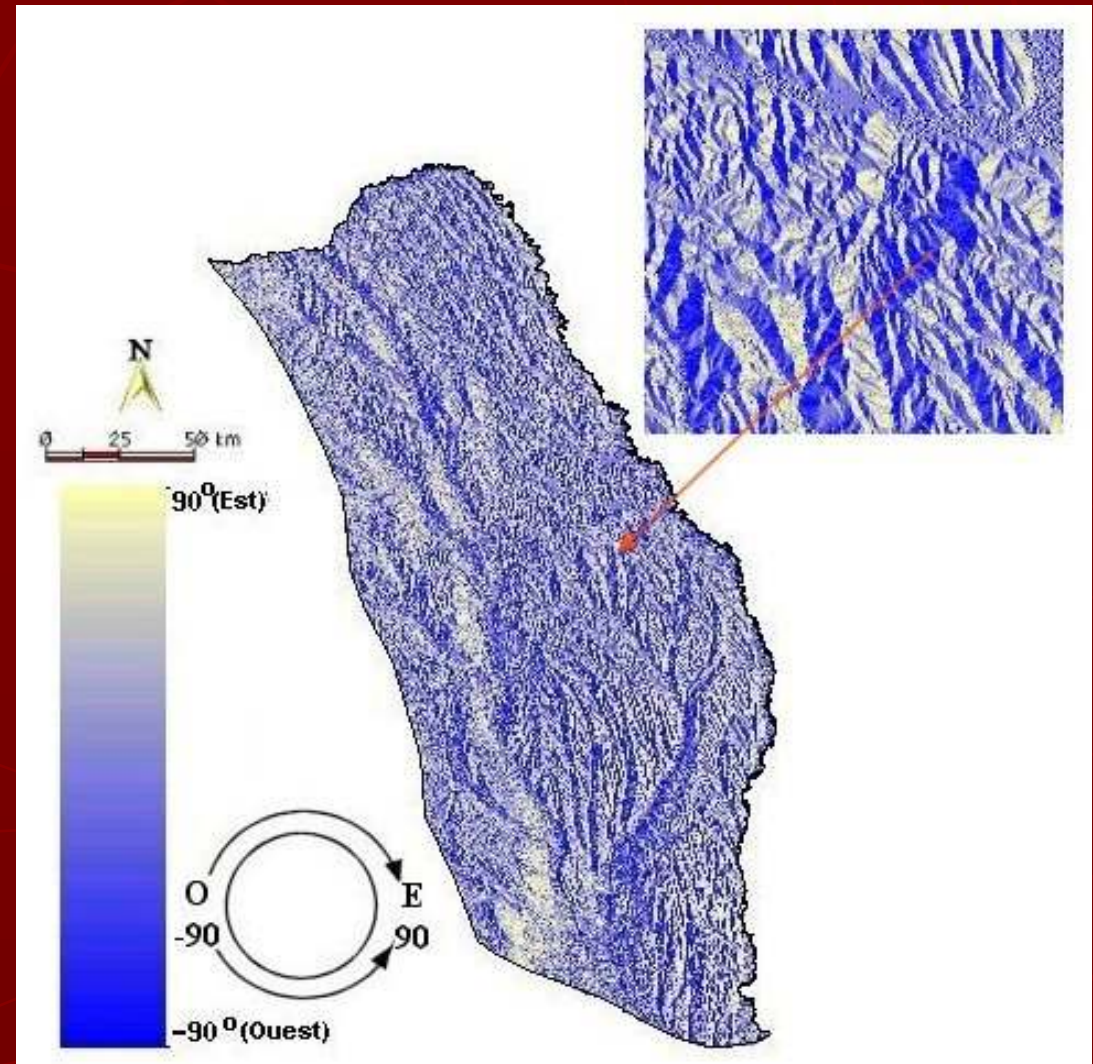


Prédicteurs potentiels

Exemples pour la région de Moldavie (Roumanie)



Composante N-S de l'exposition

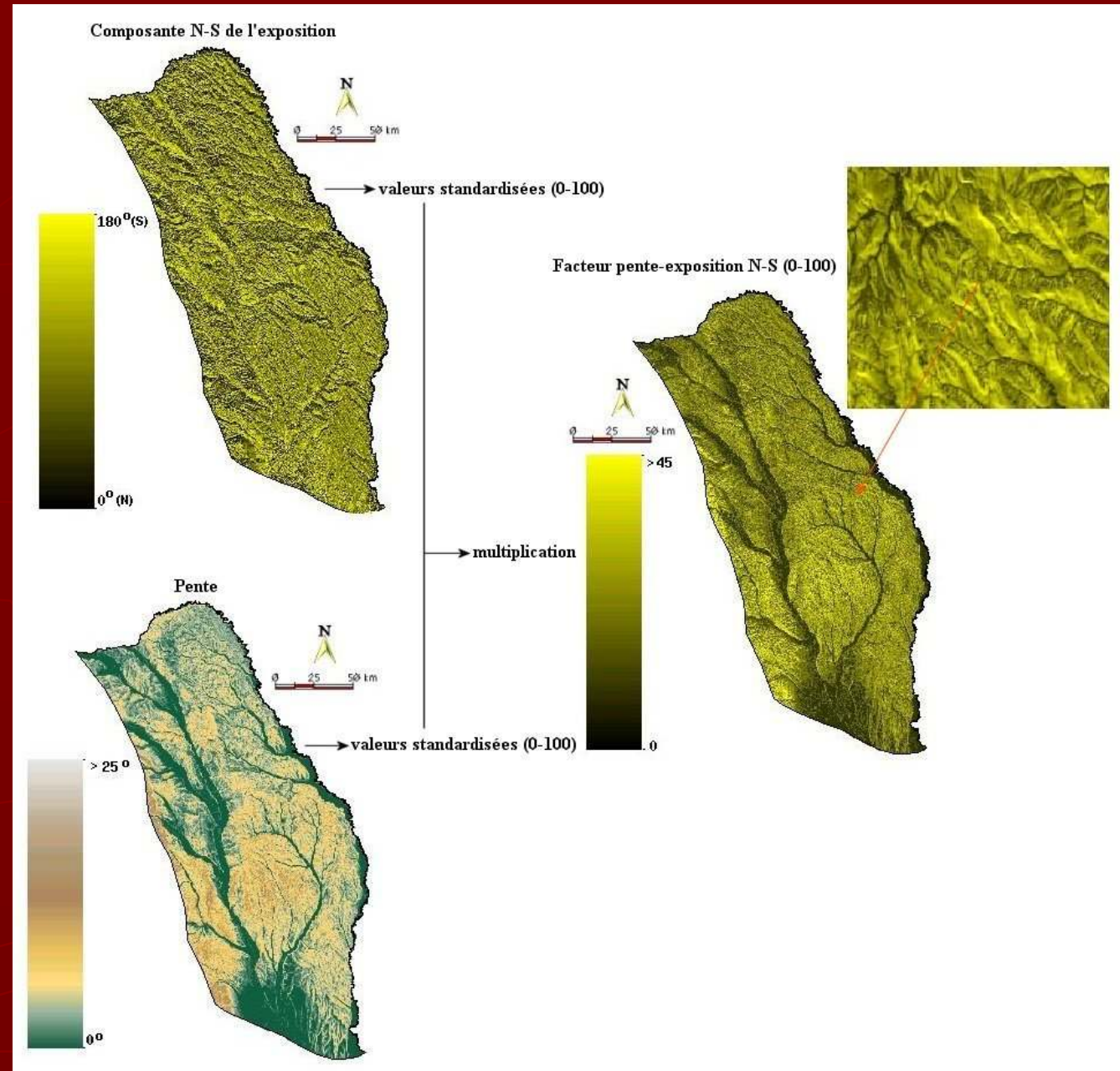


Composante O-E de l'exposition

Prédicteurs potentiels

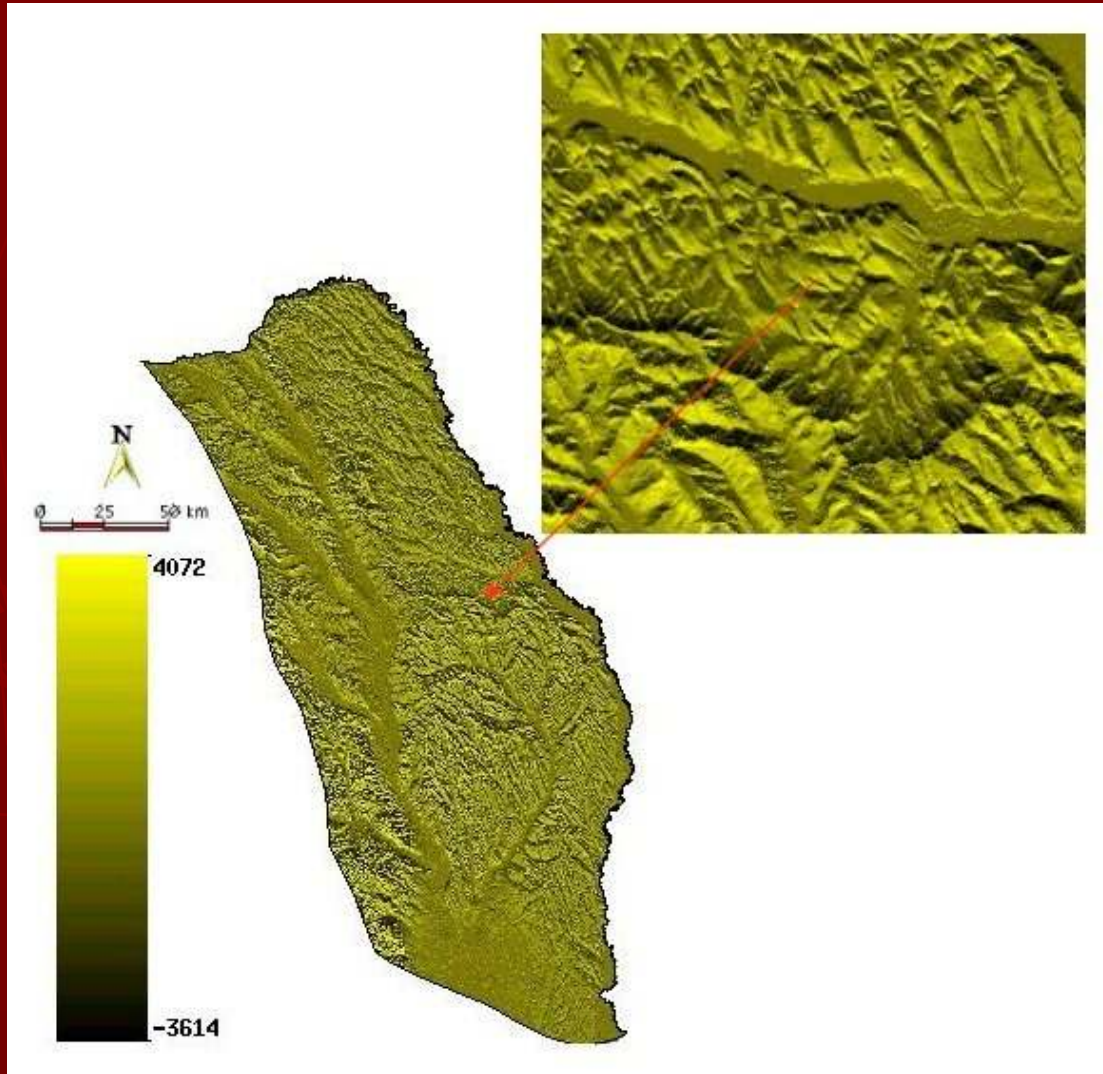
Exemples pour la région de Moldavie (Roumanie)

dérivation du facteur
pente-exposition
N-S (0-100)

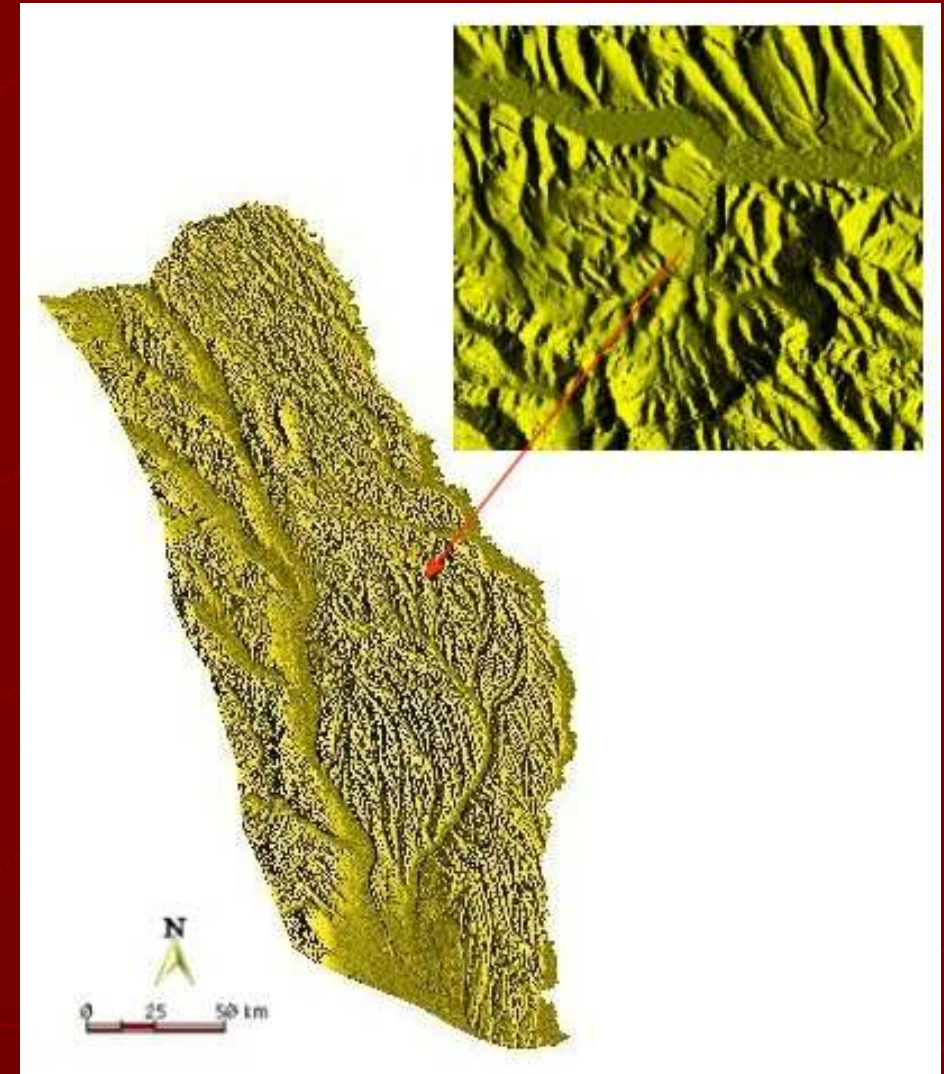


Prédicteurs potentiels

Exemples pour la région de Moldavie (Roumanie)



**facteur pente-exposition
N-S (-5000-+5000)**



illumination du terrain

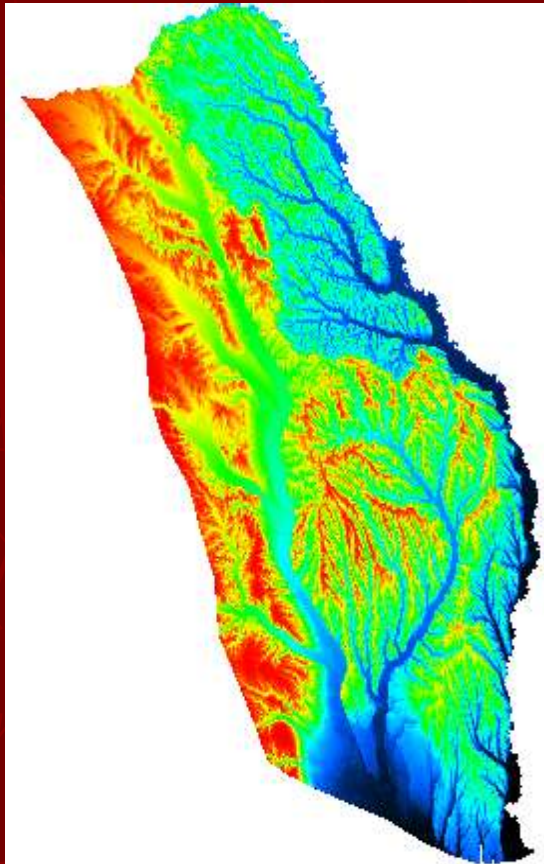
Prédicteurs potentiels

Exemples pour la région de Moldavie (Roumanie)

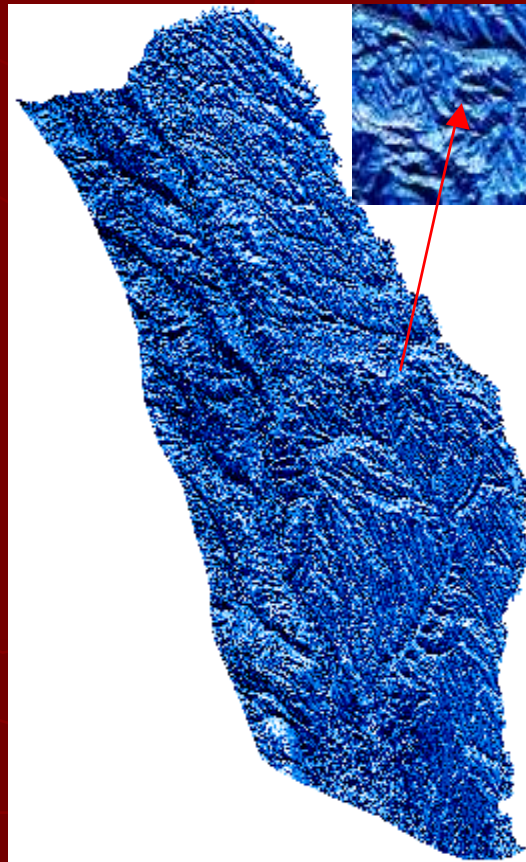
Synthèse de l'information par l'analyse en composantes principales

| MNT, latitude, longitude, illumination, altitude relative, orientation NS, pente-orientation NS |

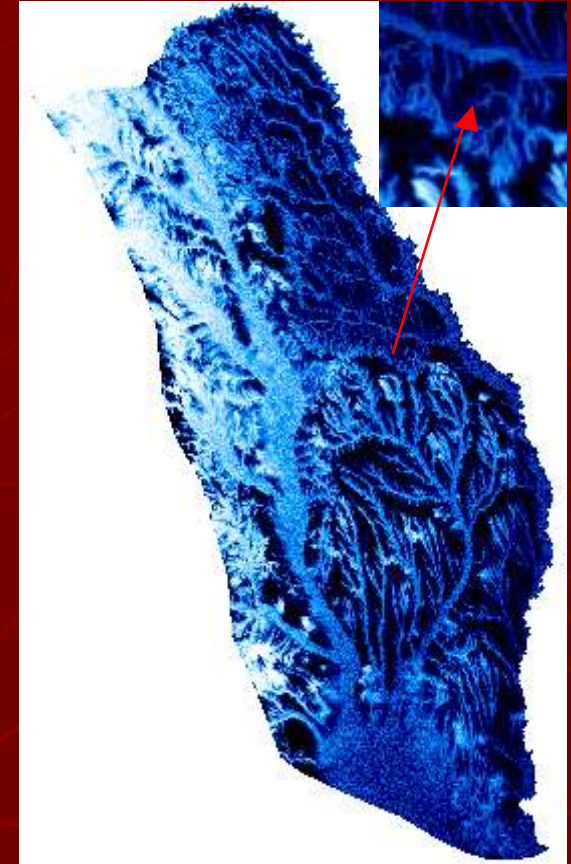
↓
CP 1 – 79,4%
altitude



↓
CP 2 – 10,3%
Composante N-S de l'exposition



↓
CP 3 – 9,2%
Facteur pente-exposition N-S



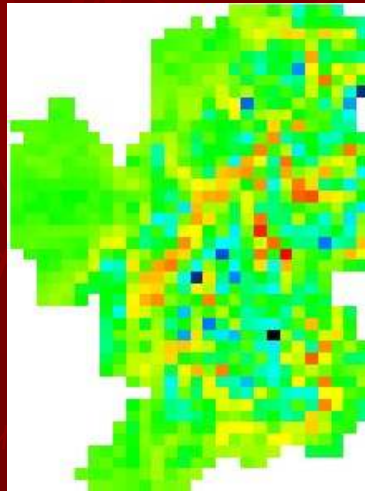
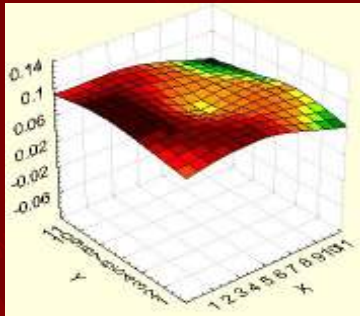
Prédicteurs potentiels

Exemples pour la région des Alpes françaises

Synthèse de l'information topographique par la méthode Aurelhy

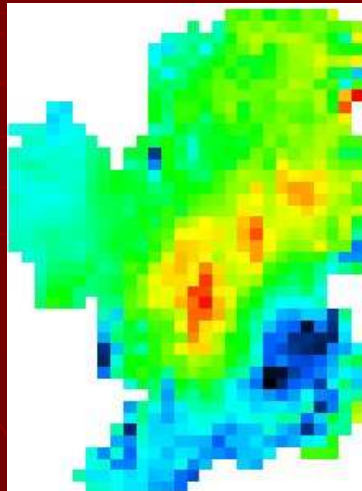
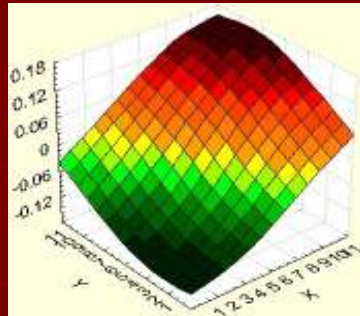
EOF 1

40,9%



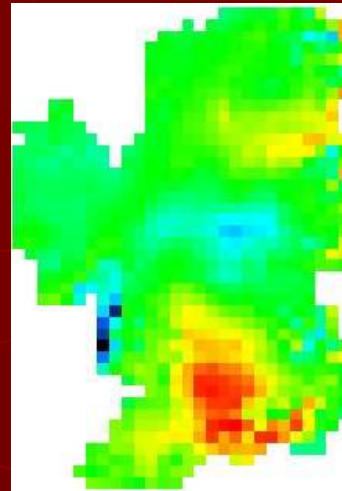
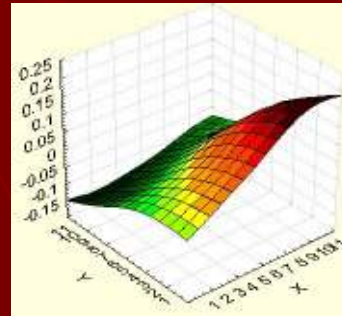
EOF 2

9,3%



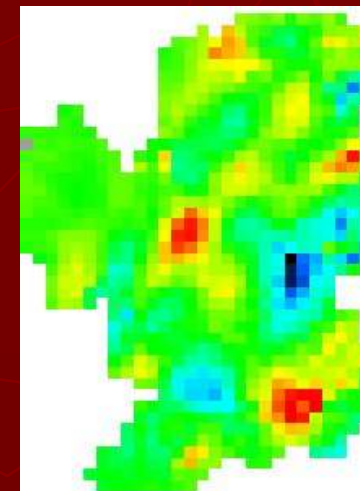
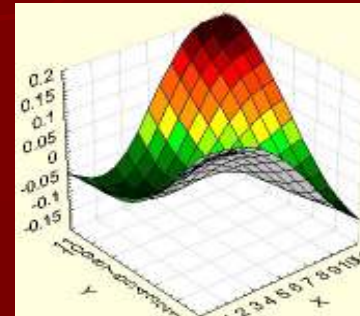
EOF 3

4,6%



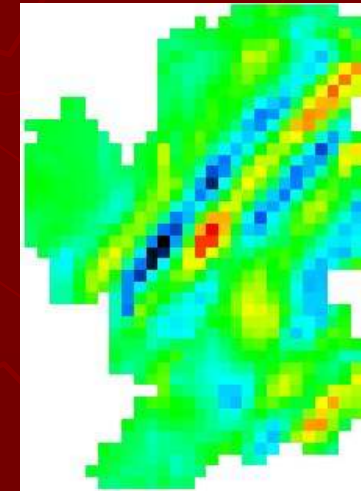
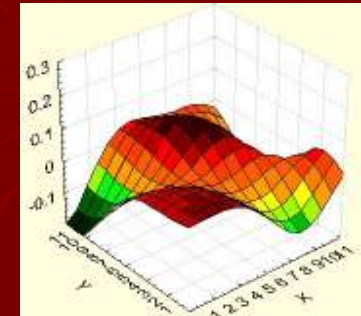
EOF 4

2,3%



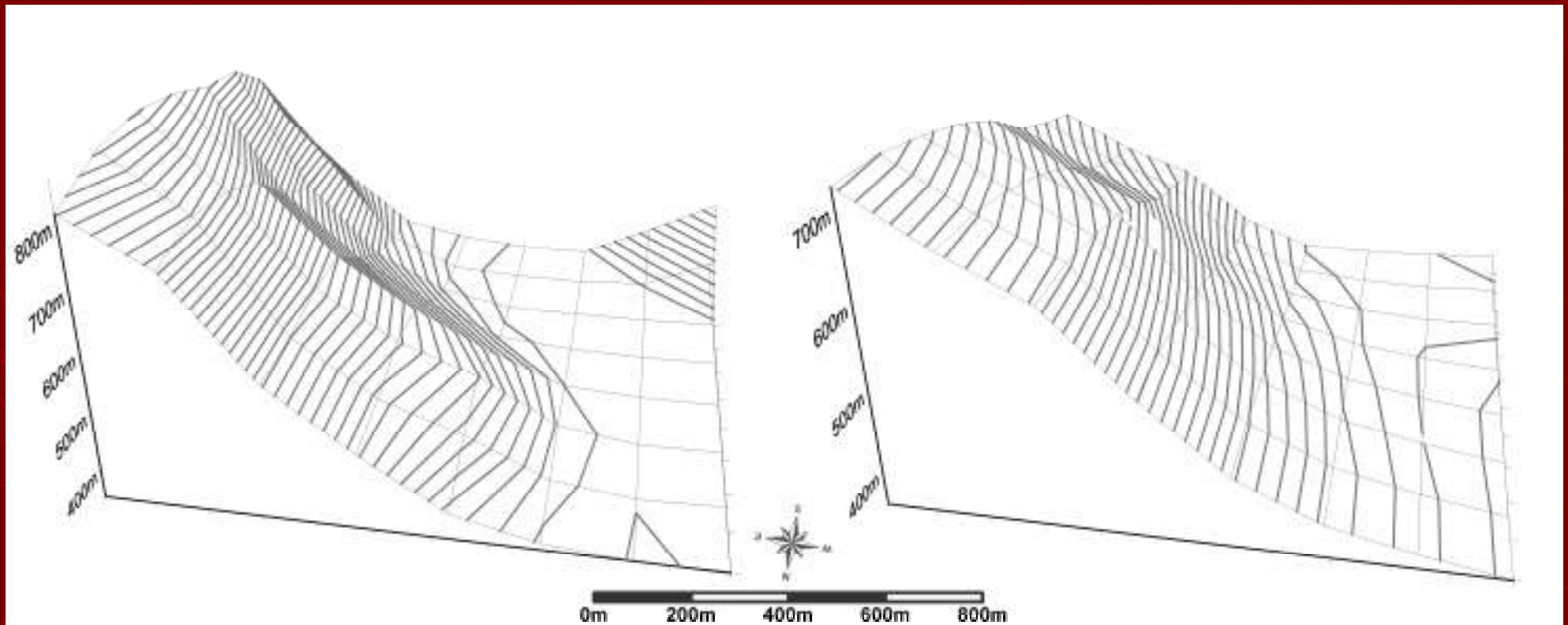
EOF 5

2,0%



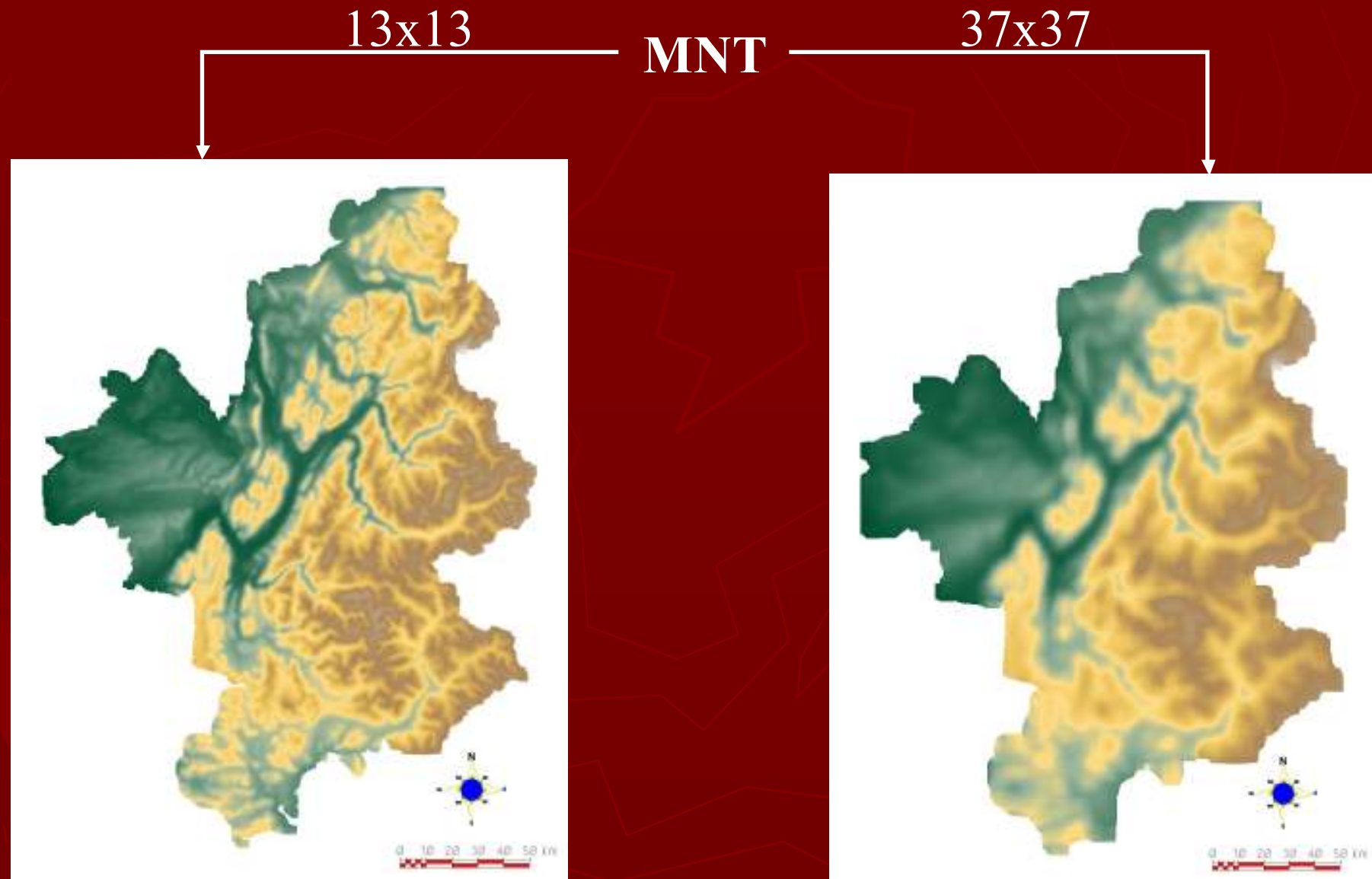
Filtrage des grilles

Les paramètres topographiques peuvent être calculés dans des fenêtres glissantes de largeur variable. D'autres estimateurs statistiques sont aussi paramétrables, comme l'écart type ou la différence entre valeurs extrêmes.



Relief non filtré (gauche) et relief associé à la même grille filtrée par moyenne mobile 5×5 pixels.

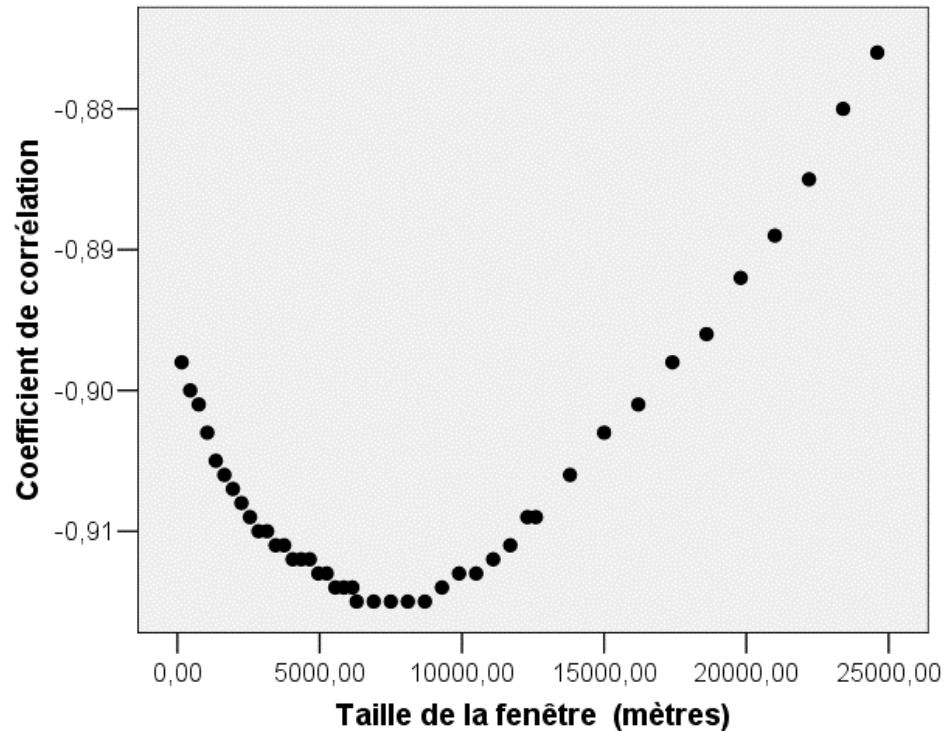
Filtrage des grilles



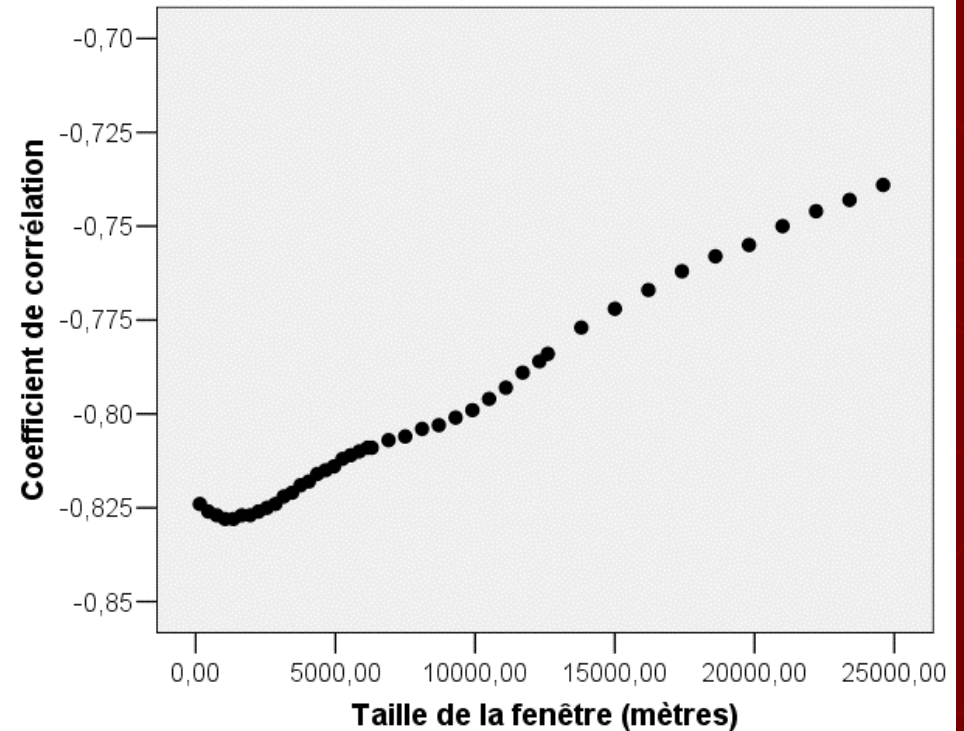
Région d'étude : quatre départements alpins français.

Filtrage des grilles

Evolution du coefficient de corrélation suivant la taille de la fenêtre (Janvier 1995 - Température minimale)

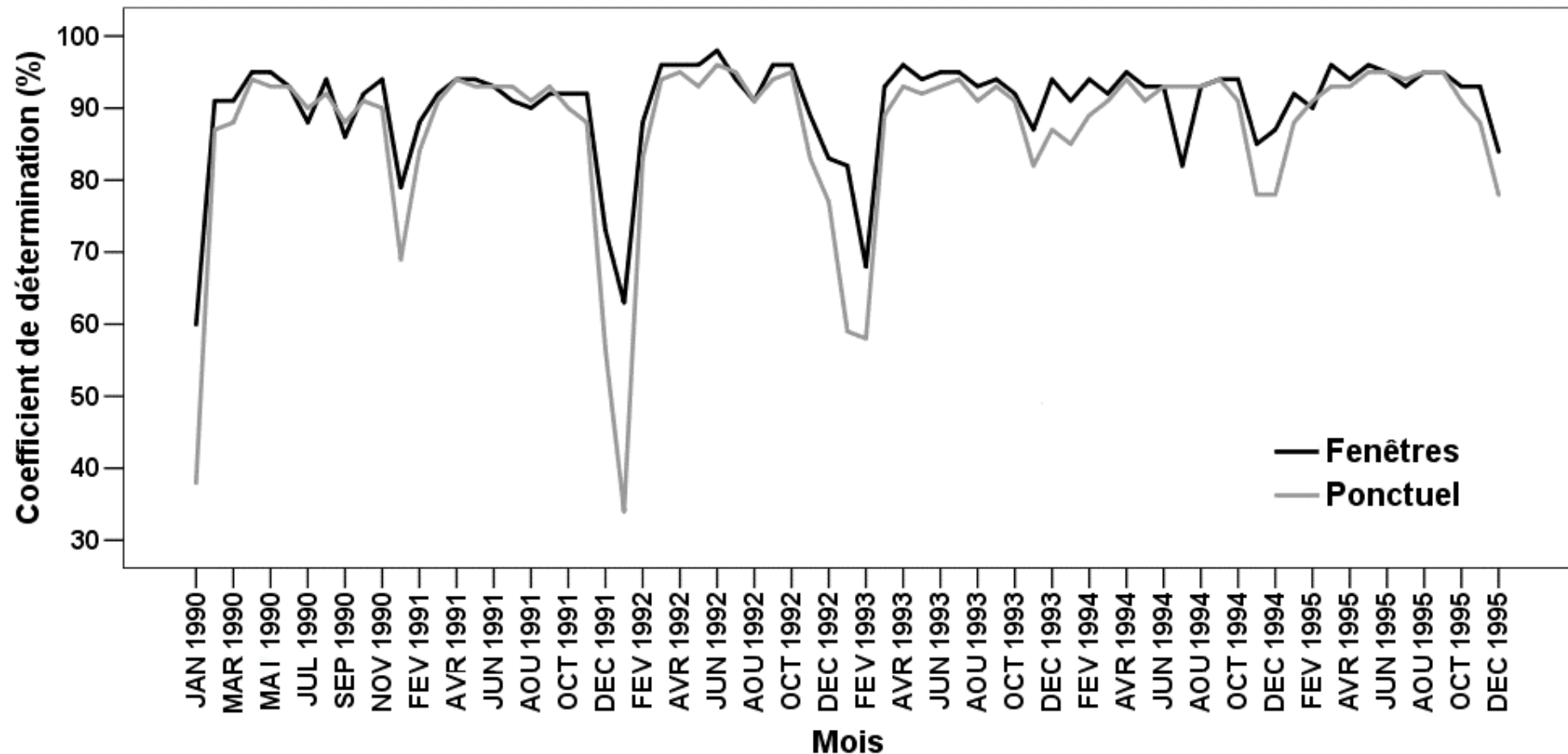


Evolution du coefficient de corrélation suivant la taille de la fenêtre (Décembre 1995 - Température minimale)



Evolution du coefficient de corrélation liant l'altitude à la température minimale de janvier et décembre 1995 selon la taille de la fenêtre utilisée.
Région d'étude : quatre départements alpins français.

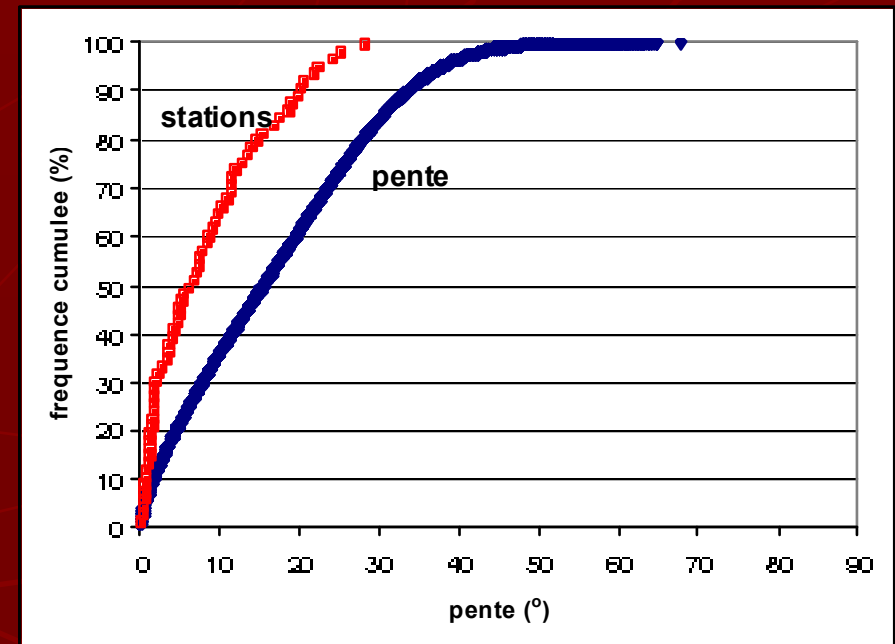
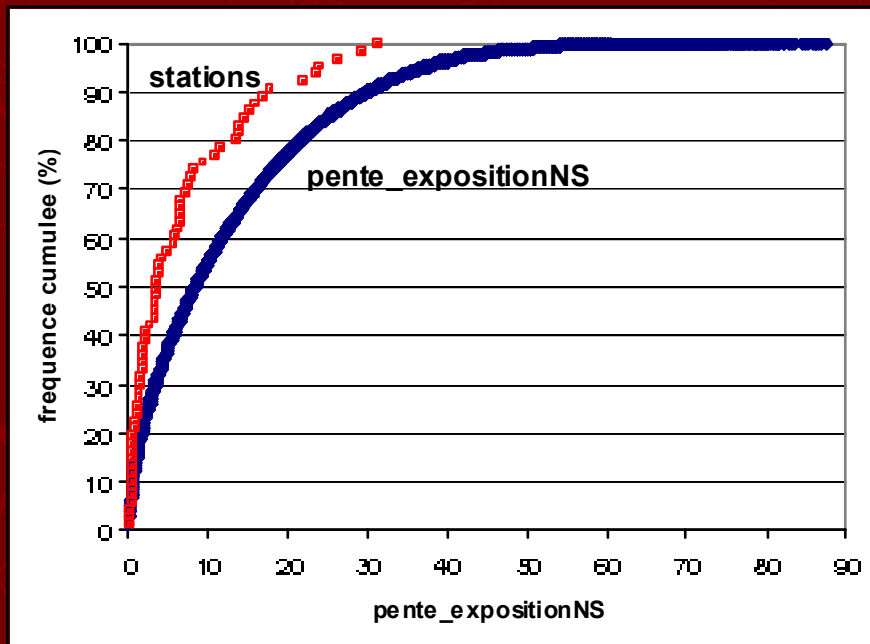
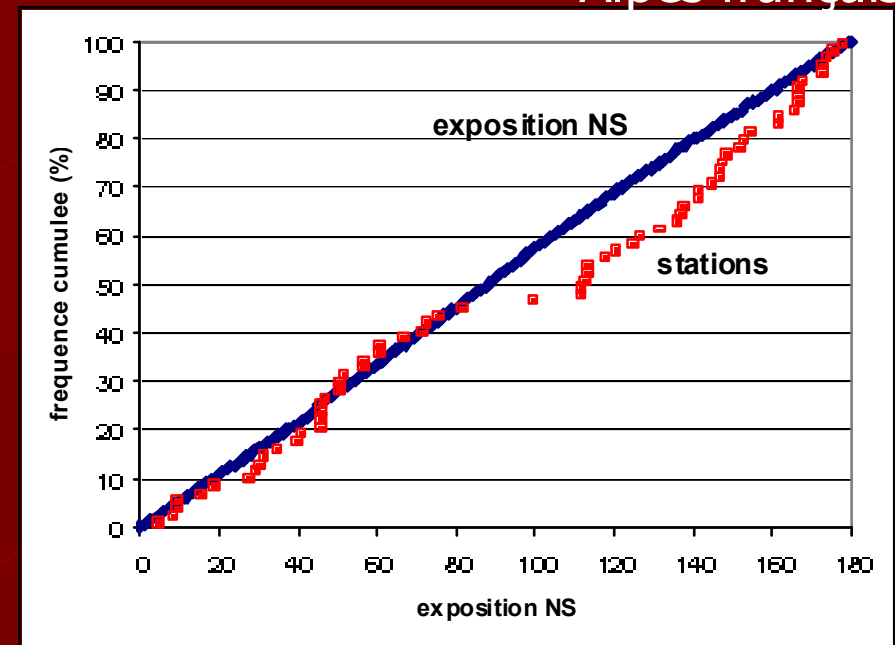
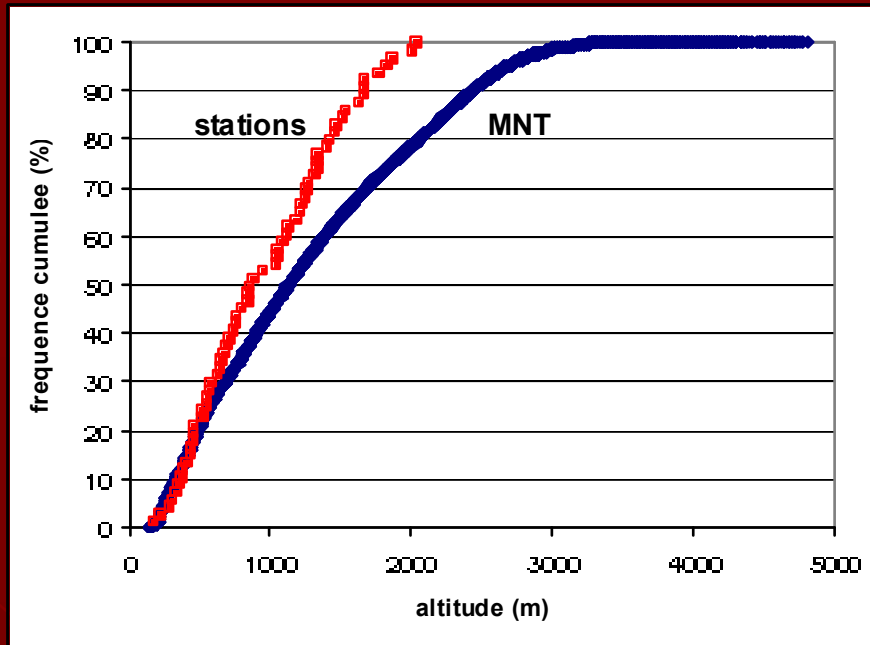
Filtrage des grilles



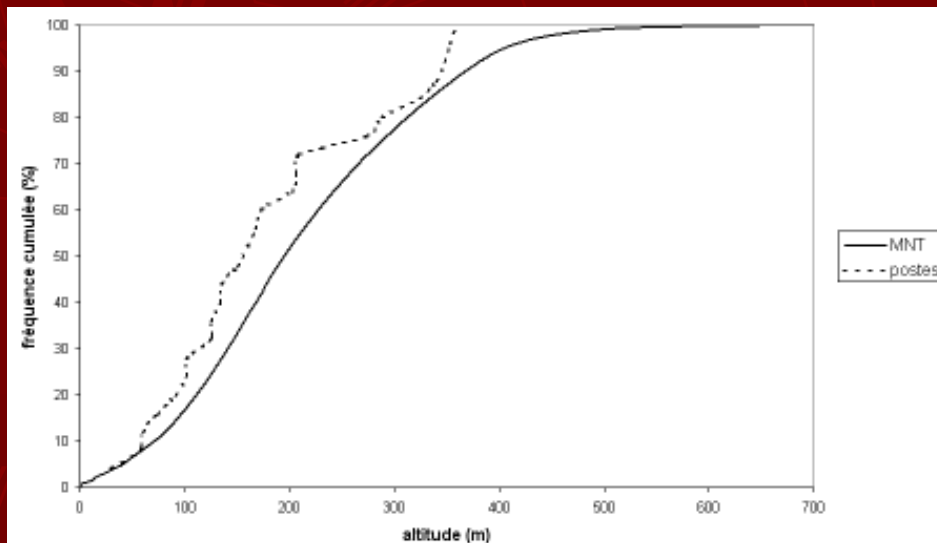
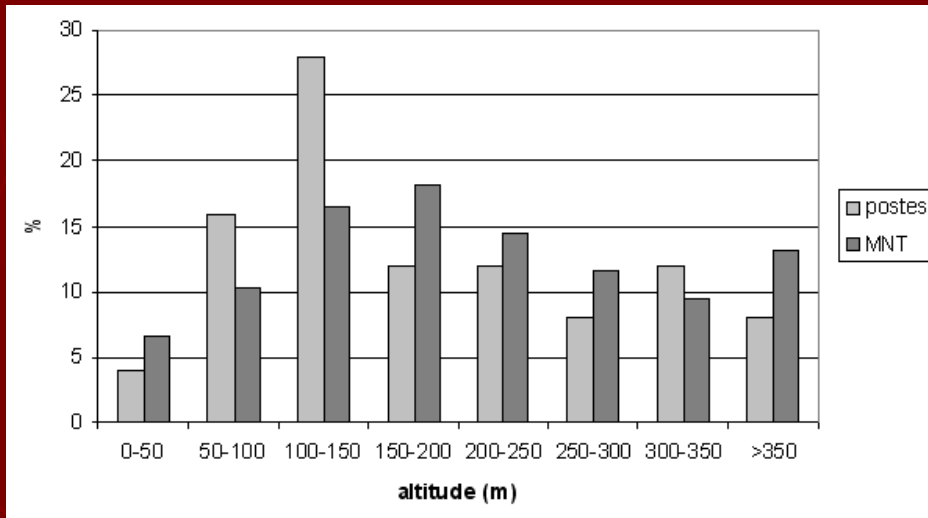
Amélioration du coefficient de détermination lors de l'utilisation de filtres sur les variables indépendantes, par régression multiple pas à pas, la variable expliquée étant la moyenne mensuelle des températures minimales. Région d'étude : quatre départements alpins français

Représentativité spatiale du réseau des stations météorologiques par rapport aux prédicteurs

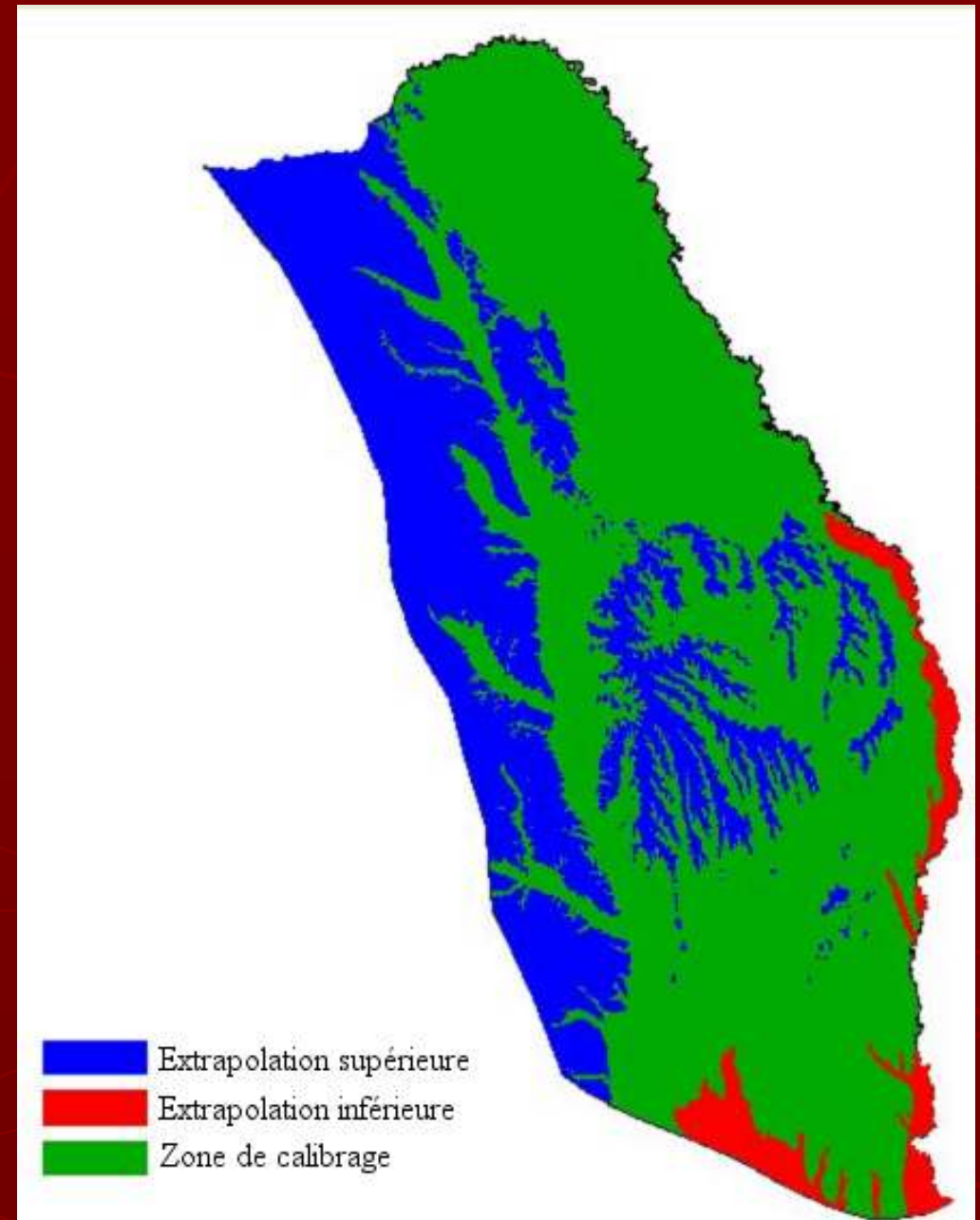
Résultats sur
Alpes françaises



Représentativité spatiale du réseau des stations météorologiques par rapport aux prédicteurs

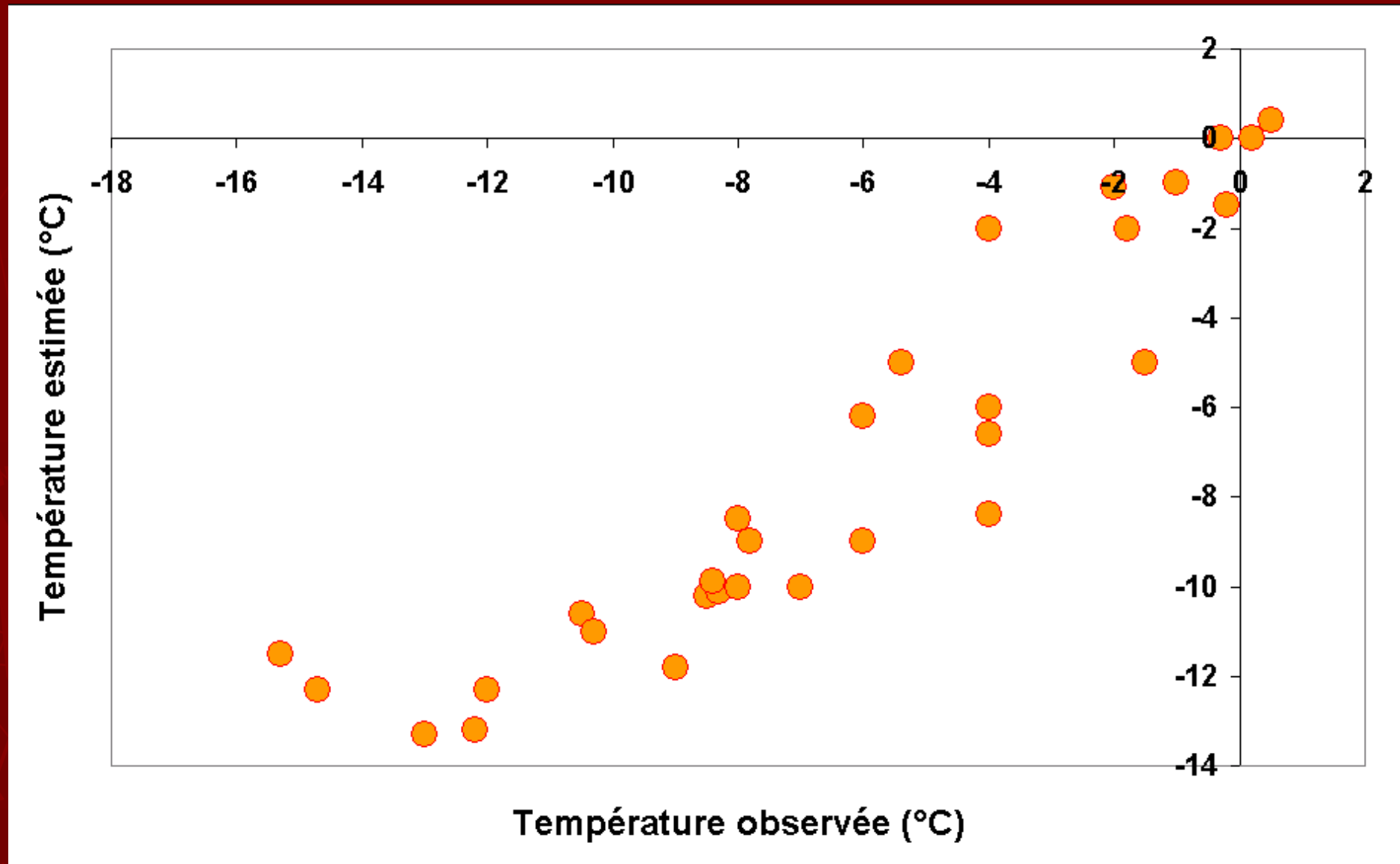


Moldavie (Roumanie)



Exemple de validation des résultats

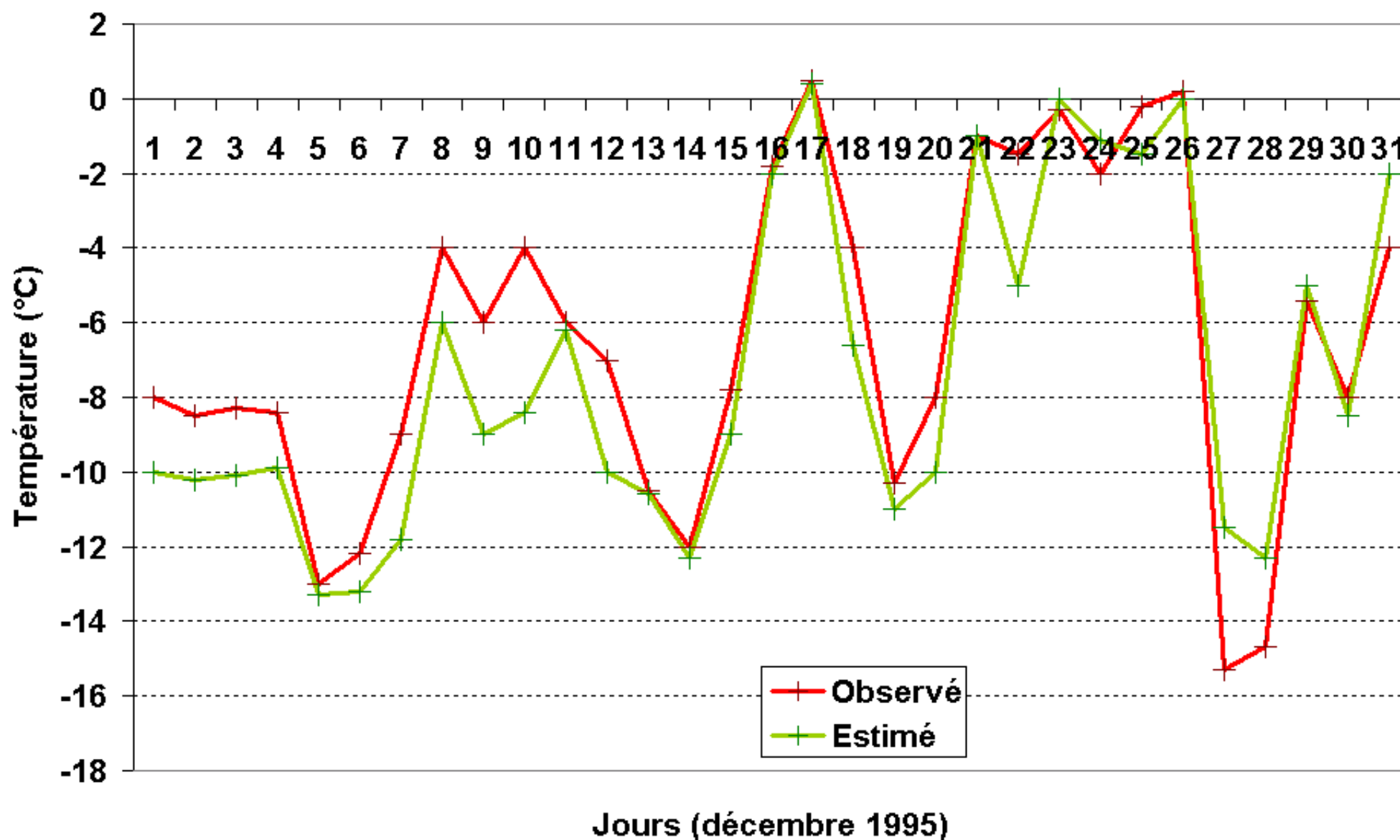
Résultats sur Alpes françaises



station de Val d'Isère - 1850 m – versant - décembre 1995
température minimale quotidienne

Exemple de validation des résultats

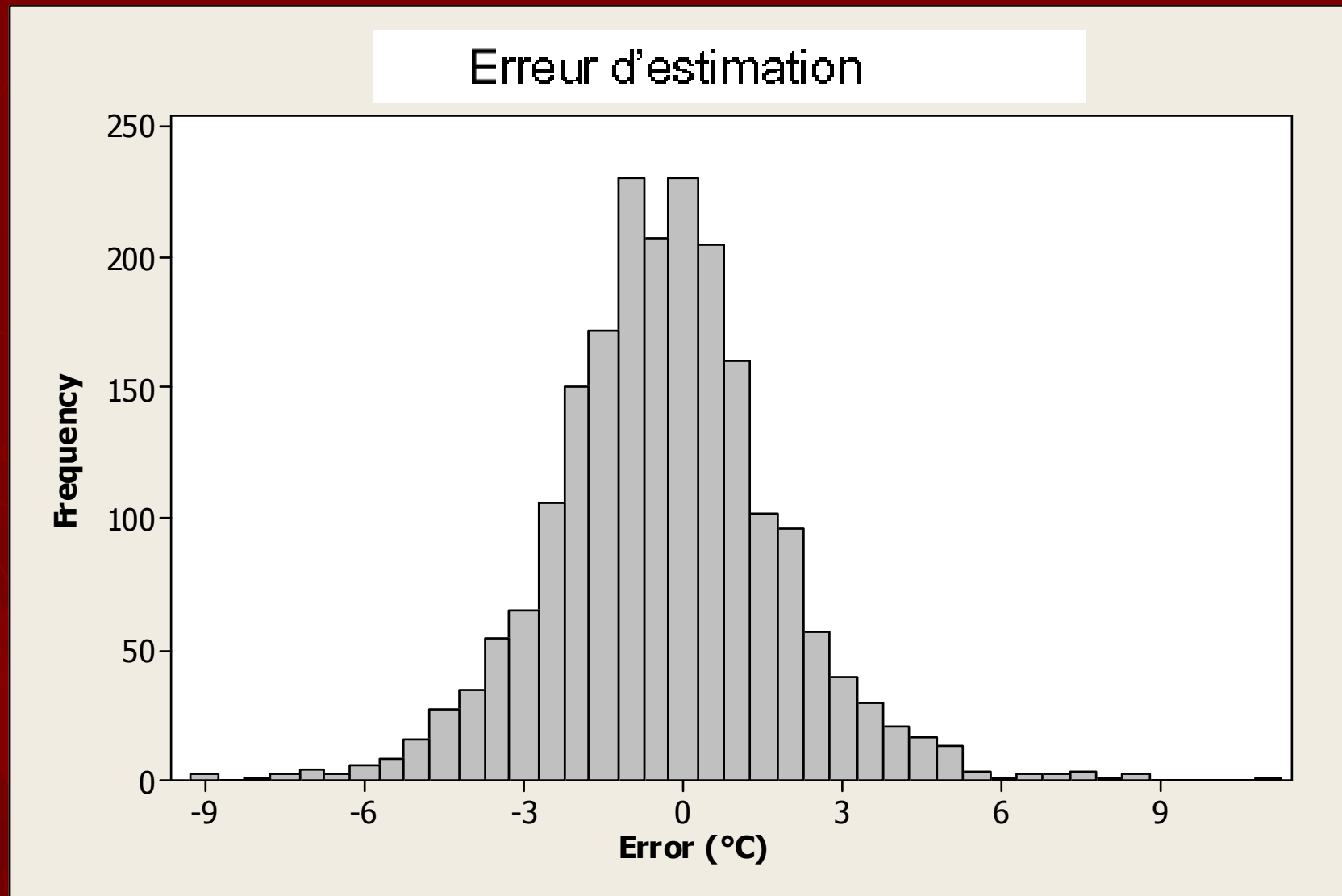
Résultats sur Alpes françaises



station de Val d'Isère - 1850 m – versant - décembre 1995
température minimale quotidienne

Exemple de validation des résultats

échantillons d'apprentissage et de validation différents
Données quotidiennes – novembre et décembre 1995



Résultats sur Alpes françaises

Conclusion

Des nombreux prédicteurs topographiques peuvent être dérivés à partir du MNT. L'information peut être intégrée par l'ACP ou la méthode Aurelhy. Ces prédicteurs, réels ou synthétiques, peuvent contribuer à l'amélioration des modèles statistiques destinés à l'explication des variations spatiales du champ thermique.

Cette recherche, à l'image d'études antérieures, démontre également l'utilité d'utiliser des fenêtres mobiles pour moyenniser les valeurs des variables topographiques incluses ultérieurement dans les modèles de régression, notamment lorsque la variable expliquée est la température minimale, ou à des échelles de temps quotidiennes.

L'utilisation du krigeage des résidus d'une régression multiple est probablement la méthode optimale pour la spatialisation des températures en relief contrasté, car elle permet la mise en évidence des anomalies dans la distribution spatiale de la température, associées par exemple aux régions soumises aux inversions thermiques, au foehn, ou à d'autres caractéristiques thermiques locales.