

Localisation de stations de mesure automatisée du couvert nival

Stéphane Alarie,
Charles Audet,
Sébastien Le Digabel,
Quentin Lequy,
Odile Marcotte,
Mohamed Sylla

October 2008

1 Introduction

Sommaire

1 Introduction

2 Modélisation

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Méthode de résolution

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Méthode de résolution
- 4 Résultats numériques

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Méthode de résolution
- 4 Résultats numériques
- 5 Discussion

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Méthode de résolution
- 4 Résultats numériques
- 5 Discussion

But :

Déterminer un positionnement de GMON de façon à avoir le meilleur modèle prédictif du couvert nival sur un territoire donné.

But :

Déterminer un positionnement de GMON de façon à avoir le meilleur modèle prédictif du couvert nival sur un territoire donné.

Difficultés :

- i- Le terme “*meilleur*” n’est pas formellement défini.
- ii- Les endroits potentiels du territoire où l’on peut placer des GMON forment un ensemble discret fragmenté.

But :

Déterminer un positionnement de GMON de façon à avoir le meilleur modèle prédictif du couvert nival sur un territoire donné.

Difficultés :

- i- Le terme “*meilleur*” n’est pas formellement défini.
- ii- Les endroits potentiels du territoire où l’on peut placer des GMON forment un ensemble discret fragmenté.

Outils :

- i - Cartes du territoire donnant les emplacements potentiels.
- ii- Le couvert nival peut être estimé via un krigeage.
- iii- Le krigeage donne une carte des erreurs d’estimation sur le territoire.

- 1 Introduction
- 2 **Modélisation**
 - Fonction-objectif
 - Domaine
- 3 Méthode de résolution
- 4 Résultats numériques
- 5 Discussion

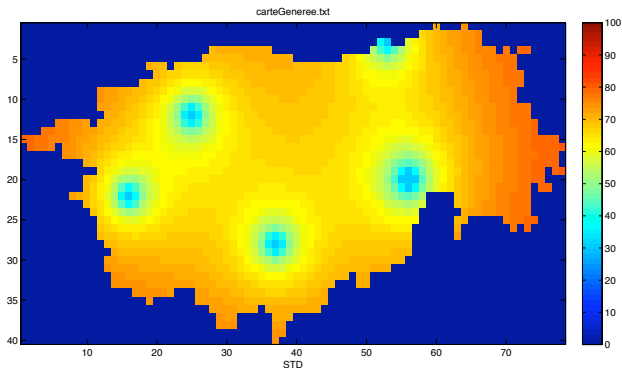
Formulation sous forme d'optimisation

$$\min_{x \in \Omega^n} f(x)$$

- $x \in \mathbb{R}^{2n}$ représente les coordonnées des n GMON.
- $f(x)$ est une fonction-objectif retournant le score accordé à la carte des erreurs d'estimations pour des GMON placés aux coordonnées x .
- $\Omega \subseteq \mathbb{R}^2$ représente les sites du territoire où il est possible de poser un GMON.

Fonction-objectif $f(x)$ - première partie

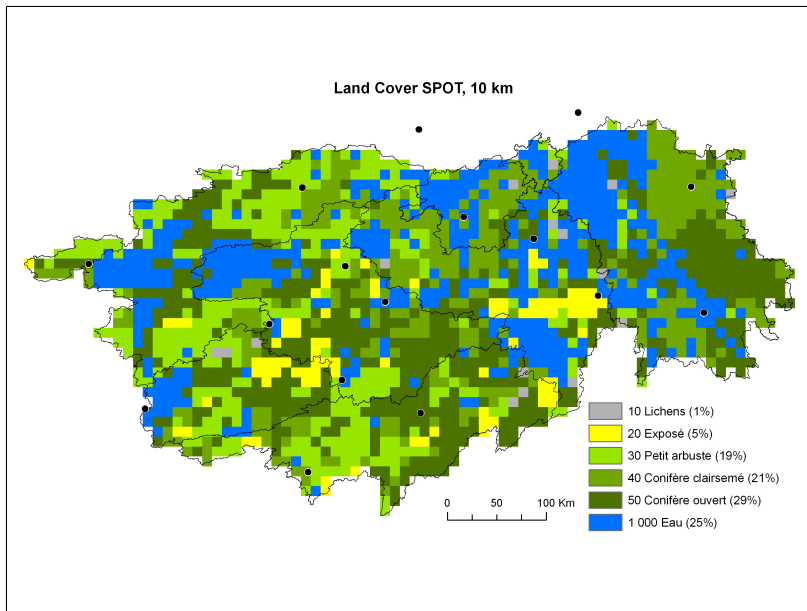
Le krigeage fournissant la carte d'écarts ne nous était pas disponible.
On a donc créé une carte d'écarts basée sur la distance aux GMON:



Afin de mesurer la qualité d'une carte d'écarts $E(x)$, nous avons proposé au partenaire industriel les critères suivants:

- la norme $\|\cdot\|_1 = \sum_{x \in \mathcal{C}} E(x)$,
- la norme $\|\cdot\|_2 = \left(\sum_{x \in \mathcal{C}} E(x)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$,
- la norme $\|\cdot\|_\infty = \max_{x \in \mathcal{C}} E(x)$ et
- $\frac{\sum_{x \in \mathcal{C}} E(x)}{|\mathcal{C}|} + \max_{x \in \mathcal{C}} E(x)$.

Après consultation des chercheurs de l'IREQ, nous avons retenu le deuxième critère pour nos expériences.



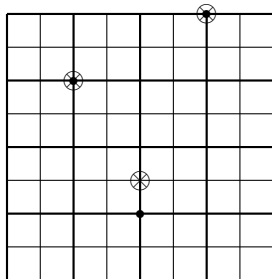
Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Méthode de résolution**
- 4 Résultats numériques
- 5 Discussion

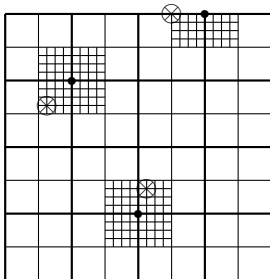
MADS a été choisi pour notre problème car:

- c'est un algorithme de recherche directe adapté aux problèmes non-lisses et coûteux
- le domaine Ω a une structure discrète facilement exploitable par la structure discrète sur laquelle MADS dirige sa recherche
- nous pouvons concevoir une instance de MADS spécialisée pour ce problème
- nous voulons montrer que cette méthode est adaptée pour explorer Ω

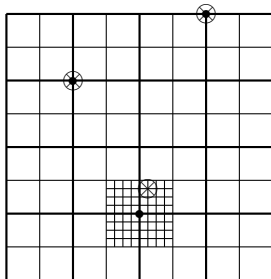
Sonde modifiée



GPS



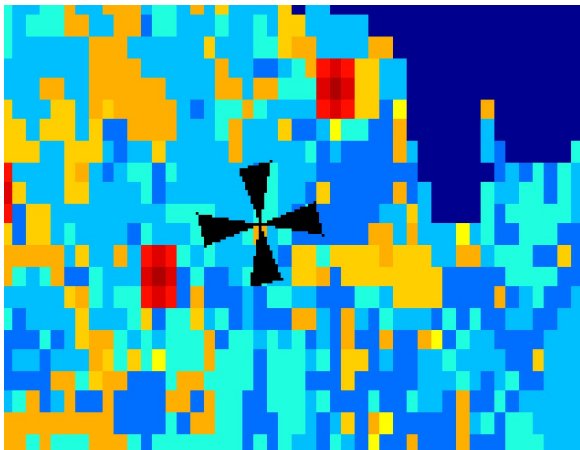
MADS



MADS ajusté

(Generalized Pattern Search)

Elargissement de la sonde de MADS



- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Méthode de résolution
- 4 Résultats numériques
 - Positionnement de 5 à 12 GMON sur LG
 - Positionnement de 8 GMON sur LG4
- 5 Discussion

Solutions produites par MADS avec 5 GMON

	qualité	évaluations
Solution initiale	2807.48	
MADS classique	2701.71	693
MADS ajusté	2488.21	510
MADS ajusté avec 2 GMON fixes	2636.80	283

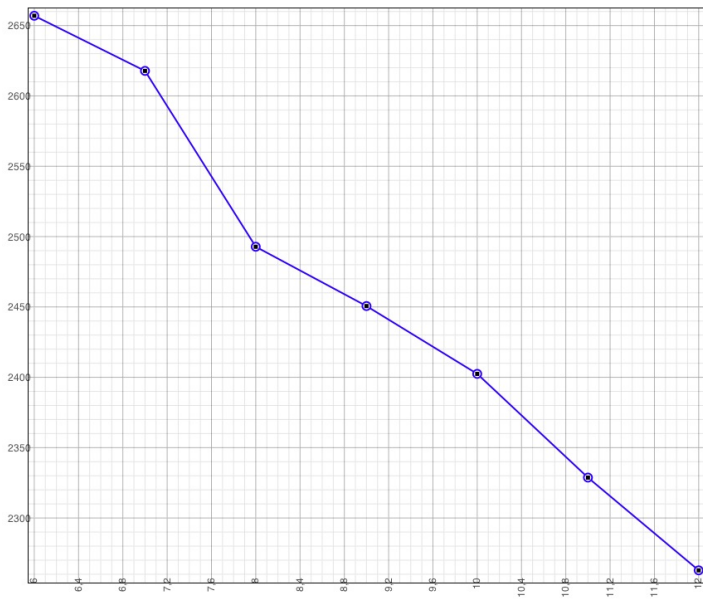
Table: Comparaison entre MADS et MADS ajusté

Les deux GMON fixes simulent des lignes de neige.

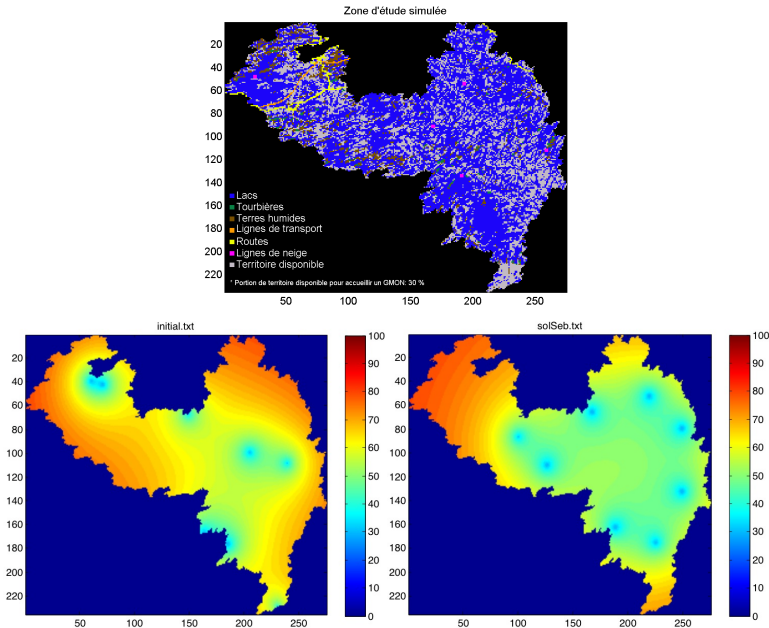
5 à 12 GMON sur LG (Qualité vs nb GMON)



5 lignes de neige plus 1 à 7 GMON sur LG



8 GMON sur LG4 - solution initiale et solution de MADS



- Utilisation d'une fonction substitut moins coûteuse pour le krigeage
- Prise en compte des coûts d'installation des GMON (nombre de GMON, coulage de béton, défrichage du site, etc.) via une formulation bi-objectif (BI-MADS)
- Utilisation du parallélisme
- Exploitation de la composante de recherche globale de MADS pour échapper aux optima locaux