

# Référencement spatial indirect : modélisation à base de relations et d'objets spatiaux vagues

---

Mattia Bunel, Ana-Maria Olteanu-Raimond, Cécile Duchêne

8 novembre 2018

Univ. Paris-Est, LASTIG COGIT, IGN, ENSG

- ANR Choucas : *Intégration de données hétérogènes et raisonnement spatial pour l'aide à la localisation des victimes en montagne* (Olteanu-Raimond et al., 2017)
- Sollicitation du peloton de gendarmerie de haute-montagne de Grenoble (PGHM)



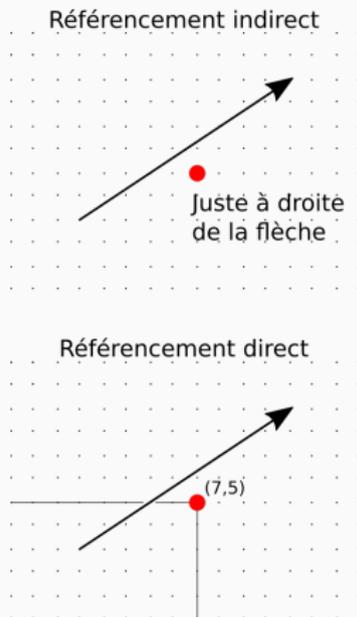
**IGN**  
INSTITUT NATIONAL  
DE L'INFORMATION  
GÉOGRAPHIQUE  
ET FORESTIÈRE



AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE  
**ANR**

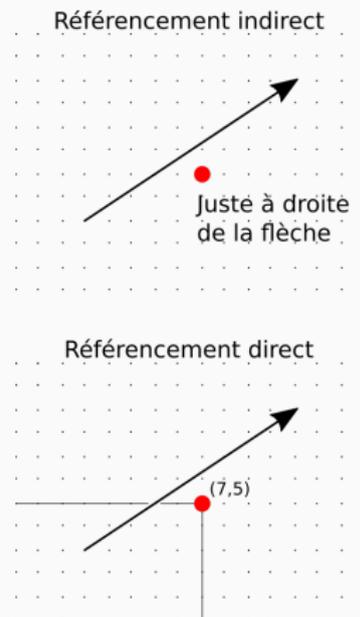
# Contexte de recherche

- Thèse : *Modélisation et raisonnement spatial flou pour l'aide à la localisation de victimes en montagne*
- Objectif principal : Passage d'une position exprimée dans un *référentiel indirect* à un *référentiel direct*
- Objectifs intermédiaires :
  - Modélisation individuelle de relations spatiales
  - Agrégation de plusieurs relations spatiales



# Contexte de recherche

- Thèse : *Modélisation et raisonnement spatial flou pour l'aide à la localisation de victimes en montagne*
- Objectif principal : Passage d'une position exprimée dans un *référentiel indirect* à un *référentiel direct*
- Objectifs intermédiaires :
  - Modélisation individuelle de relations spatiales
  - Agrégation de plusieurs relations spatiales



Comment :

- formaliser un élément de localisation indirect ?
- spatialiser un élément de localisation indirect ?
- l'appliquer à un cas concret ?

1. Introduction
2. Modélisation d'un élément de localisation dans un référentiel indirect
  - 2.1 Formalisation des éléments de localisation
  - 2.2 Principe de décomposition
  - 2.3 Principe de non-bivalence
3. Spatialisation d'un élément de localisation dans un référentiel indirect
4. Comparaison des implémentations
5. Conclusion et perspectives

- Le requérant exprime une position à l'aide d'un ensemble de phrases  
e.g « Je suis sur un chemin qui croise une route »
- Travail à partir *d'éléments de localisation*, i.e. la réinterprétation du secouriste

Décomposition des *éléments de localisation* avec des triplets (Vasardini *et al.*, 2013) :

e.g « Je suis juste à côté d'un chalet »

$$E = (S, RSE, O) \text{ avec } RSE = (V, mod, R)$$

Avec *S* le sujet, *RSE* une relation spatiale étendue (Gaio et Moncla, 2017), *O* l'objet de référence, *V* le verbe, *R* une relation spatiale et *mod* le ou les modifieurs.

Décomposition des *éléments de localisation* avec des triplets (Vasardini *et al.*, 2013) :

e.g « Je **suis juste à côté** d'un chalet »

$$E = (S, RSE, O) \text{ avec } RSE = (V, mod, R)$$

Avec  $S$  le sujet,  $RSE$  une relation spatiale étendue (Gaio et Moncla, 2017),  $O$  l'objet de référence,  $V$  le verbe,  $R$  une relation spatiale et  $mod$  le ou les modifieurs.

Décomposition des *éléments de localisation* avec des triplets (Vasardini *et al.*, 2013) :

e.g « Je suis juste à côté d'un chalet »

$$E = (S, RSE, O) \text{ avec } RSE = (V, mod, R)$$

Avec  $S$  le sujet,  $RSE$  une relation spatiale étendue (Gaio et Moncla, 2017),  $O$  l'objet de référence,  $V$  le verbe,  $R$  une relation spatiale et  $mod$  le ou les modifieurs.

Décomposition des *éléments de localisation* avec des triplets (Vasardini *et al.*, 2013) :

e.g « Je **suis** juste à côté d'un chalet »

$$E = (S, RSE, O) \text{ avec } RSE = (V, mod, R)$$

Avec  $S$  le sujet,  $RSE$  une relation spatiale étendue (Gaio et Moncla, 2017),  $O$  l'objet de référence,  $V$  le verbe,  $R$  une relation spatiale et  $mod$  le ou les modifieurs.

Décomposition des *éléments de localisation* avec des triplets (Vasardini *et al.*, 2013) :

e.g « Je suis juste à côté d'un chalet »

$$E = (S, RSE, O) \text{ avec } RSE = (V, mod, R)$$

Avec  $S$  le sujet,  $RSE$  une relation spatiale étendue (Gaio et Moncla, 2017),  $O$  l'objet de référence,  $V$  le verbe,  $R$  une relation spatiale et  $mod$  le ou les modifieurs.

Décomposition des *éléments de localisation* avec des triplets (Vasardini *et al.*, 2013) :

e.g « Je suis **juste** à côté d'un chalet »

$E = (S, RSE, O)$  avec  $RSE = (V, mod, R)$

Avec  $S$  le sujet, ***RSE*** une **relation spatiale étendue** (Gaio et Moncla, 2017),  $O$  l'objet de référence,  $V$  le verbe,  $R$  une relation spatiale et ***mod*** le ou les modifieurs.

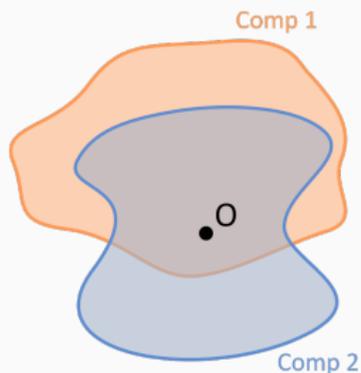
Une même relation spatiale peut avoir plusieurs significations :

- proximité, altitude inférieure  
*e.g* « Je suis *sous* le sommet »
- proximité, altitude inférieure et contact  
*e.g* « Je suis *sous* l'eau »
- proximité, altitude inférieure et recouvrement  
*e.g* « Je suis *sous* un pont »
- proximité, altitude inférieure, recouvrement et contact  
*e.g* « Je suis *sous* la couette »

# Modélisation des relations spatiales étendues

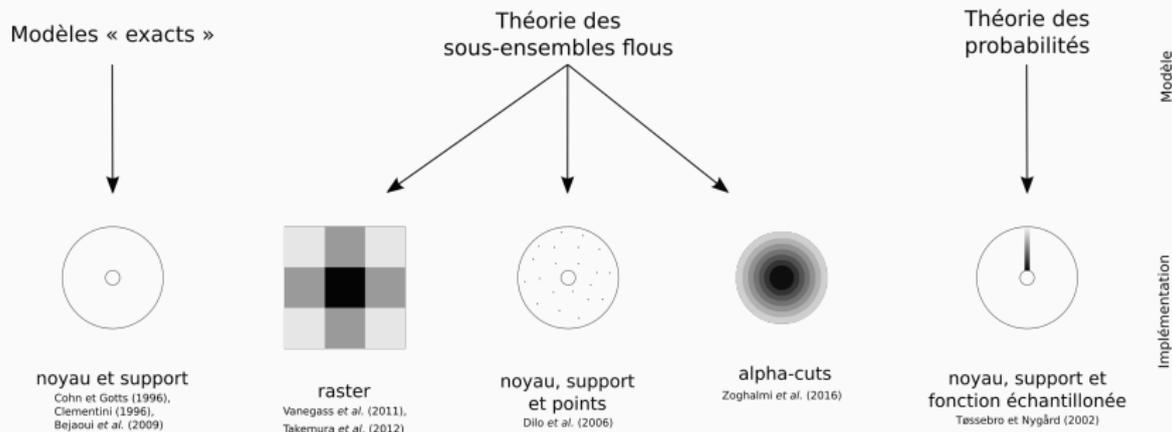
Propositions :

- Décomposition des relations spatiales étendues
- Modélisation non-bivalente des relations spatiales étendues



Principe de décomposition

# Comparaison des modèles et de leur implémentation



Objets spatiaux vagues et leurs implémentations d'après la typologie de Clementini (2008)

1. Introduction
2. Modélisation d'un élément de localisation dans un référentiel indirect
3. Spatialisation d'un élément de localisation dans un référentiel indirect
  - 3.1 Identification des relations spatiales atomiques
  - 3.2 Approche raster
  - 3.3 Approche *alpha-cuts*
4. Comparaison des implémentations
5. Conclusion et perspectives

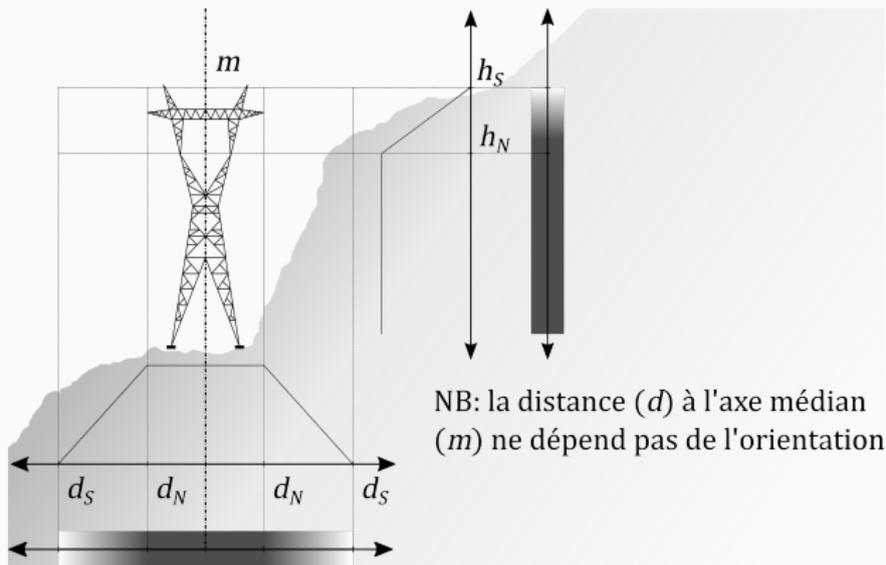
# Cas d'application

Modélisation de l'élément de localisation « *Je suis sous une ligne électrique* »

- Extrait d'un cas réel
- Région de Bourg d'Oisans, Isère

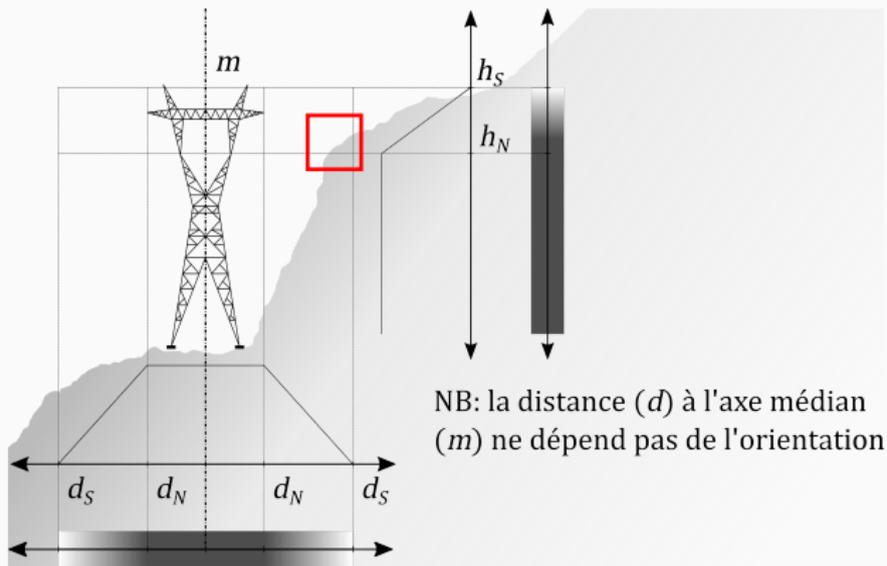


# Identification des relations spatiales atomiques



Définition de l'ensemble flou « *je suis sous une ligne électrique* »

# Identification des relations spatiales atomiques



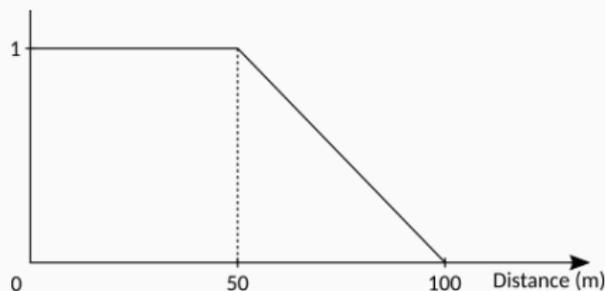
Définition de l'ensemble flou « *je suis sous une ligne électrique* »

## Définition des fonctions d'appartenance

Fonction d'appartenance à l'ensemble des positions *proches* d'une ligne à haute-tension :

$$f_1(d) = \begin{cases} 1 & \text{si } d < d_N \\ 0 & \text{si } d > d_S \\ 1 - \frac{d-d_N}{d_S-d_N} & \text{sinon} \end{cases}$$

La valeur de  $d_N$  est ici fixée à 50m et celle de  $d_S$  à 100m

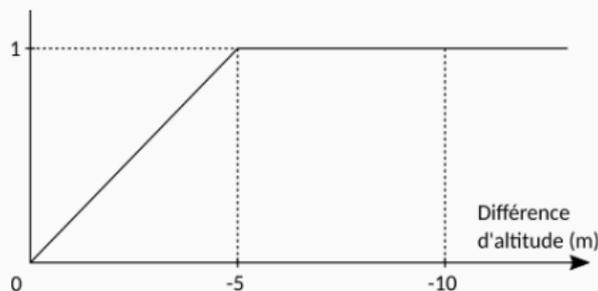


## Définition des fonctions d'appartenance

Fonction d'appartenance à l'ensemble des positions *plus basses* qu'une ligne à haute-tension :

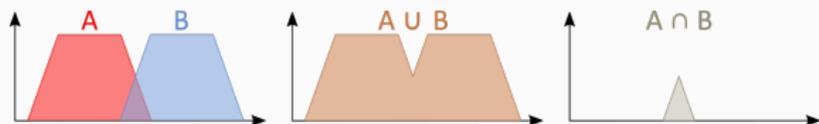
$$f_2(H, h) = \begin{cases} 1 & \text{si } H - h > h_N \\ 0 & \text{si } H - h < h_S \\ \frac{(H-h)-h_N}{h_S-h_N} & \text{sinon} \end{cases}$$

La valeur de  $h_N$  est ici fixée à -5m et celle de  $h_S$  à 0m (par rapport au sommet des pylônes)



## Définition des fonctions d'appartenance

Principe d'intersection d'ensembles flous selon Zadeh (1965) :



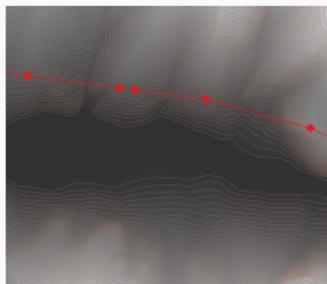
Fonction d'appartenance de l'intersection des ensembles précédents :

$$f_3(d, H, h) = \min(f_1(d), f_2(H, h))$$

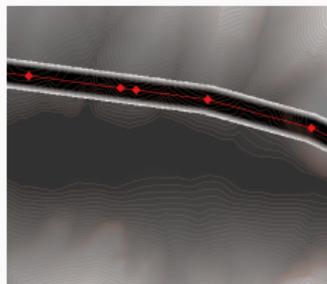
Comparaison de deux approches :

- Raster
  - Calcul par cellule
  - Notamment utilisé par Vanegas (2011) et Takemura (2012)
- *Alpha-cuts*
  - Calcul d'isolignes tridimensionnelles
  - Notamment utilisé par Zoghلامي (2016)

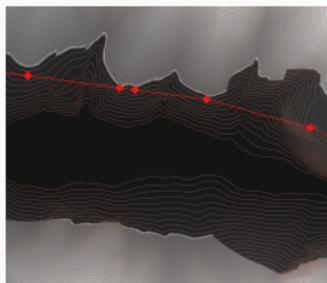
# Applications : Raster



(a) Aperçu du relief



(b) Zone proche

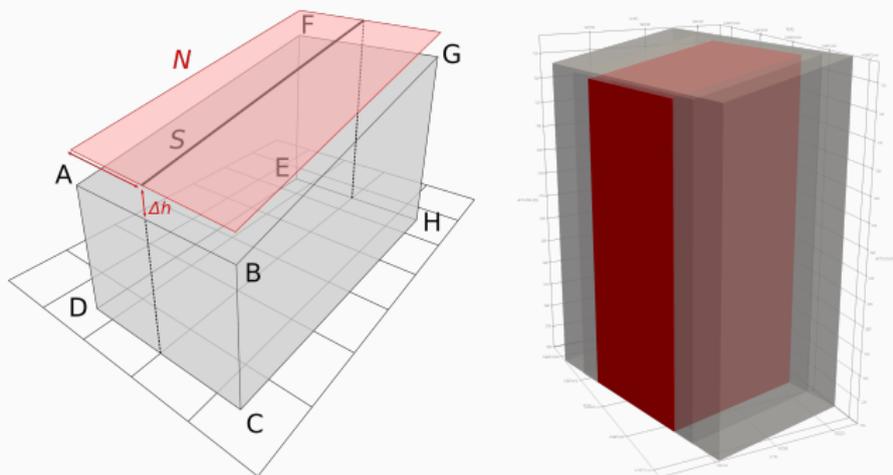


(c) Zone d'altitude inférieure



(d) Intersection des ensembles

## Applications : *Alpha-cuts*



Plans utilisés pour définir une alpha-cut

## Applications : *Alpha-cuts*



(a) Vue en perspective

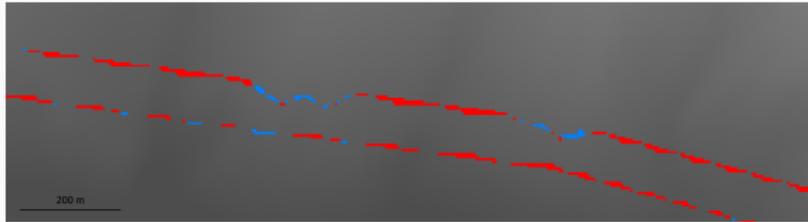


(b) Vue zénitale

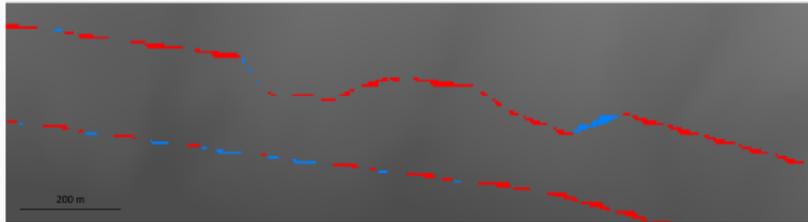
Résultats de l'approche par *alpha-cuts*

1. Introduction
2. Modélisation d'un élément de localisation dans un référentiel indirect
3. Spatialisation d'un élément de localisation dans un référentiel indirect
4. Comparaison des implémentations
5. Conclusion et perspectives

# Comparaison



Noyau



Support

 *Alpha-cuts uniquement*

 *Raster uniquement*

Comparaison des zones construites à l'aide des approches raster et alpha-cuts

# Comparaison

	Raster	<i>alpha-cuts</i>
Temps de développement	5 h	60 h
Temps d'exécution	2 min	5 min
Temps de développement à venir	+	+++

Comparaison des temps d'exécution et de développement

- Formalisation d'un élément de localisation indirect à l'aide d'un modèle en triplet
- Spatialisation d'un élément de localisation indirect suivant le principe de décomposition
- Implémentation de deux méthodes de spatialisation (raster et *alpha-cuts*)
- Comparaison des implémentations

## Conclusion : Apports

- Extension du modèle en triplet
- Principe de décomposition
- Spatialisation de relations spatiales sous la forme de sous ensembles flous
- Implémentation raster
- Validation (partielle) du principe de décomposition

## Conclusion : Perspectives

- Extension du modèle en triplets (temps, référencements chainés)
- Développer une méthodologie de décomposition des relations spatiales
- Automatiser la définition des seuils
- Travail sur l'agrégation

**Merci de votre attention**



L. Bejaoui, F. Pinet, Y. Bedard, and M. Schneider.

**Qualified topological relations between spatial objects with possible vague shape.**

23(7) :877–921.



E. Clementini.

***Objects with Broad Boundaries*, pages 793–798.**

Springer, 2008.



E. Clementini and P. di Felice.

***An Algebraic model for Spatial Objects with Indeterminate Boundaries*, chapter 11, pages 155–169.**

Taylor.



A. Cohn and M. Gotts.

*The 'egg-yolk' representation of regions with indeterminate boundaries*, chapter 1, pages 3–28.



A. Dilo.

*Representation of and reasoning with vagueness in spatial information : A system for handling vague objects.*  
phdthesis, 2006.



M. Gaio and L. Moncla.

**Extended named entity recognition using finite-state transducers : An application to place names.**

In *The Ninth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services (GEOProcessing 2017)*, 2017.



A.-M. Olteanu-Raimond, P.-A. Davoine, M. Gaio, e. gouarderes, M.-D. Van Damme, M. Villanova-Oliver, M. Brasebin, C. Domingues, C. Duchêne, O. Favre, S. Mustière, F. Devin, Y. Le Nir, L. Moncla, S. Bouveret, P. Genoud, J. Gensel, and D. Ziebelin.

**Projet CHOUCAS : Intégration de données hétérogènes et raisonnement spatial pour l'aide à la localisation des victimes en montagne.**

In *Spatial Analysis and GEOmatics 2017*, Rouen, France, Nov. 2017. INSA de rouen.



C. M. Takemura, R. Cesar, and I. Bloch.

**Modeling and measuring the spatial relation "along" :  
Regions, contours and fuzzy sets.**

45(2) :757–766.



E. Tøssebro and M. Nygård.

**An advanced discrete model for uncertain spatial data.**

In *Advances in Web-Age Information Management*, pages  
37–51. Springer Berlin Heidelberg.



M. C. Vanegas, I. Bloch, and J. Inglada.

**A fuzzy definition of the spatial relation "surround".**

In *EUSFLAT Conference*, pages 844–851. Atlantis Press.



M. Vasardani, S. Timpf, S. Winter, and M. Tomko.

**From descriptions to depictions : A conceptual framework.**

In T. Tenbrink, J. Stell, A. Galton, and Z. Wood, editors, *Spatial Information Theory*, pages 299–319, Cham, 2013. Springer International Publishing.



L. A. Zadeh.

**Fuzzy sets.**

8(3) :338–353.



A. Zoghلامي, C. de Runz, and H. Akdag.

**F-perceptory : an approach for handling fuzziness of spatiotemporal data in geographical databases.**

1(1) :30–62.