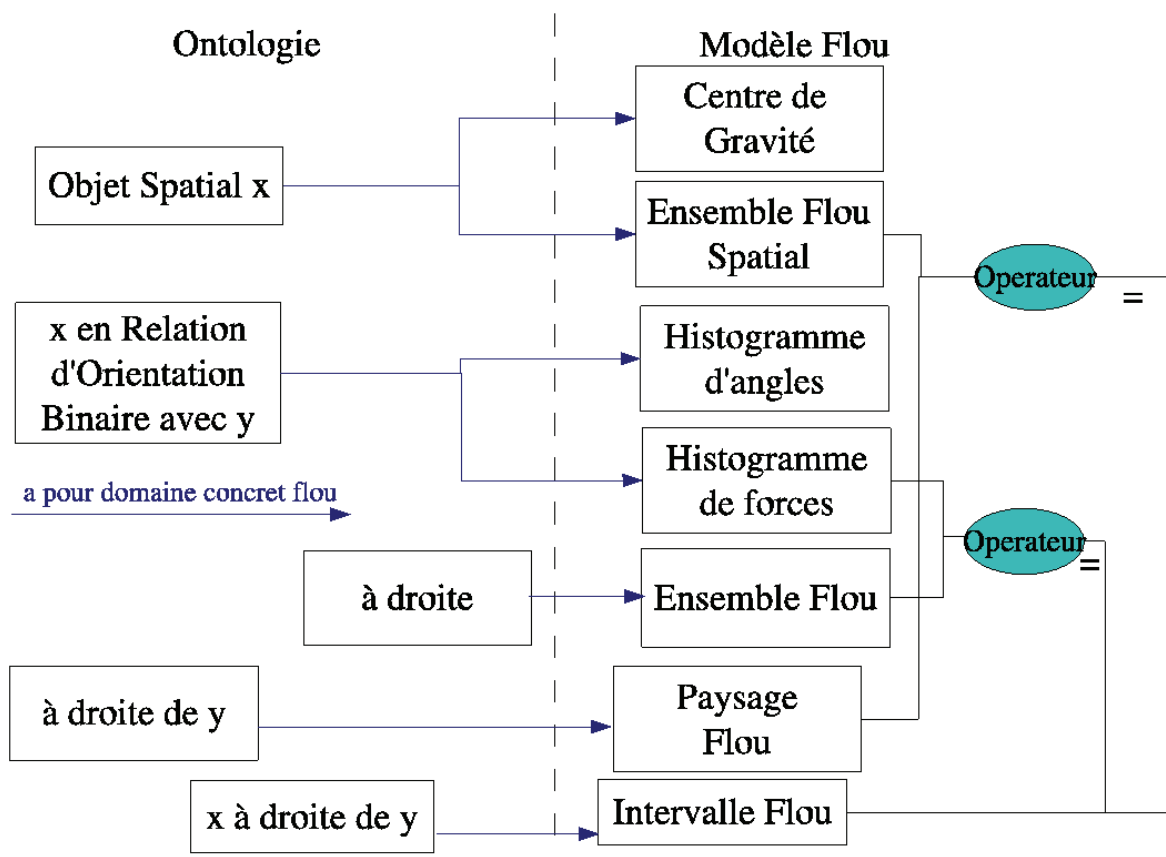


Spatial relation ontology concepts

Spatial relations between anatomical concepts

Brain anatomy concepts

Fossé sémantique : ontologie enrichie par des modèles flous



Logique de description et morphologie mathématique

- Instanciation de la logique de description $\mathcal{ALCF}(\mathcal{D})$ avec le domaine concret $\mathcal{S} = (\Delta_{\mathcal{S}}, \Phi_{\mathcal{S}})$
- $\Delta_{\mathcal{S}} = \mathcal{S}$ est un espace 2D ou 3D (espace de l'image, \mathbb{Z}^2 ou \mathbb{Z}^3)
- $\Phi_{\mathcal{S}}$ contient :
 - les prédicats unaires $\perp_{\mathcal{S}}$ et $\top_{\mathcal{S}}$ (\emptyset et $\Delta_{\mathcal{S}}$)
 - deux prédicats unaires flous μ et ν avec :
 - pour un objet spatial X , $\mu(X) = \mu_X$ et $\forall x \in \mathcal{S}$, $\mu_X(x)$ est le degré avec lequel x appartient à la représentation spatiale de l'objet X dans l'image
 - pour une relation spatiale R , $\nu(R) = \nu_R$ et ν_R représente l'élément structurant flou défini sur \mathcal{S} , i.e. la représentation floue spatiale de la relation spatiale R dans l'espace de l'image
 - deux prédicats flous binaires δ et ε avec
 - $\delta_{\nu_R}^{\mu_X}$ dilatation floue :
$$\forall x \in \mathcal{S}, \delta_{\nu_R}(\mu_X)(x) = \delta_{\nu_R}^{\mu_X}(x) = \sup_{y \in \mathcal{S}} t(\nu_R(x - y), \mu_X(y))$$

($t = t$ -norme)
 - $\varepsilon_{\nu_R}^{\mu_X}$ érosion floue :
$$\forall x \in \mathcal{S}, \varepsilon_{\nu_R}(\mu_X)(x) = \varepsilon_{\nu_R}^{\mu_X}(x) = \inf_{y \in \mathcal{S}} T(1 - \nu_R(y - x), \mu_X(y))$$

($T = t$ -conorme)

Inférence spatiale

- Prédicat d'existence : $\exists f.P$
- Toute relation spatiale abstraite et tout objet spatial abstrait sont associés à leur représentation floue dans le domaine concret par **hasFR**
- $\exists \text{ hasFR}.\mu_X$ restreint la région concrète de l'objet X à μ_X
- $\exists \text{ hasFR}.\nu_R$ restreint la région concrète de la relation R à ν_R
- $\exists \text{ hasFR}.\delta_{\nu_R}^{\mu_X}$ restreint la région concrète de la relation spatiale R_X à l'ensemble flou spatial obtenu par dilatation de μ_X par ν_R

Inférence spatiale

Concept R_X défini par :

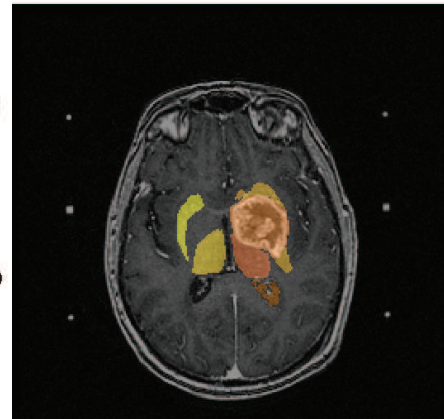
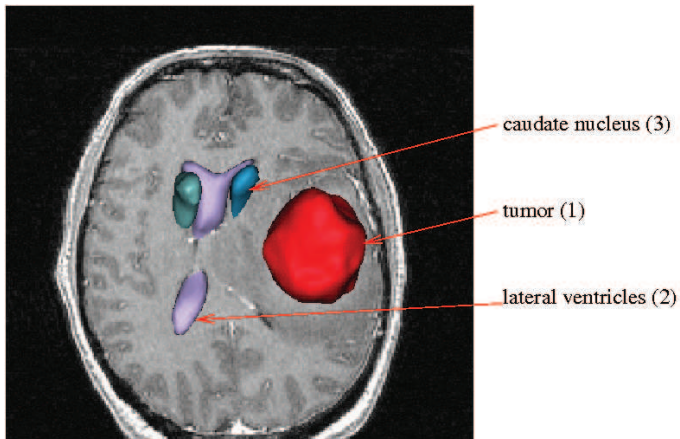
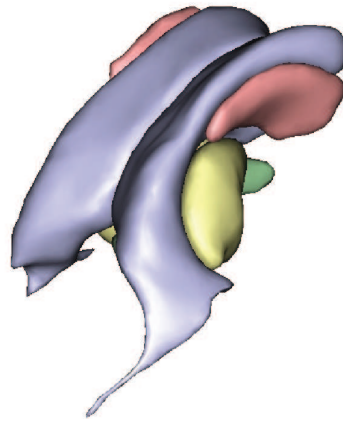
- $R_X \doteq \text{SpatialRelation} \sqcap \exists \text{hasRO}.X \sqsubseteq \text{SpatialRelationWith}$
- $R_X \equiv \text{SpatialRelation} \sqcap \exists (\text{hasFR}, \text{hasRO}. \text{hasFR}). \lambda$ où λ est un prédicat binaire défini par les opérateurs de morphologie mathématique floue δ et ε
- $(\text{hasFR}, \text{hasRO}. \text{hasFR}). \delta \equiv \text{hasFR}. \delta_{\nu_R}^{\mu_X}$

Objets spatiaux qui satisfont une relation spatiale R par rapport à un objet de référence X

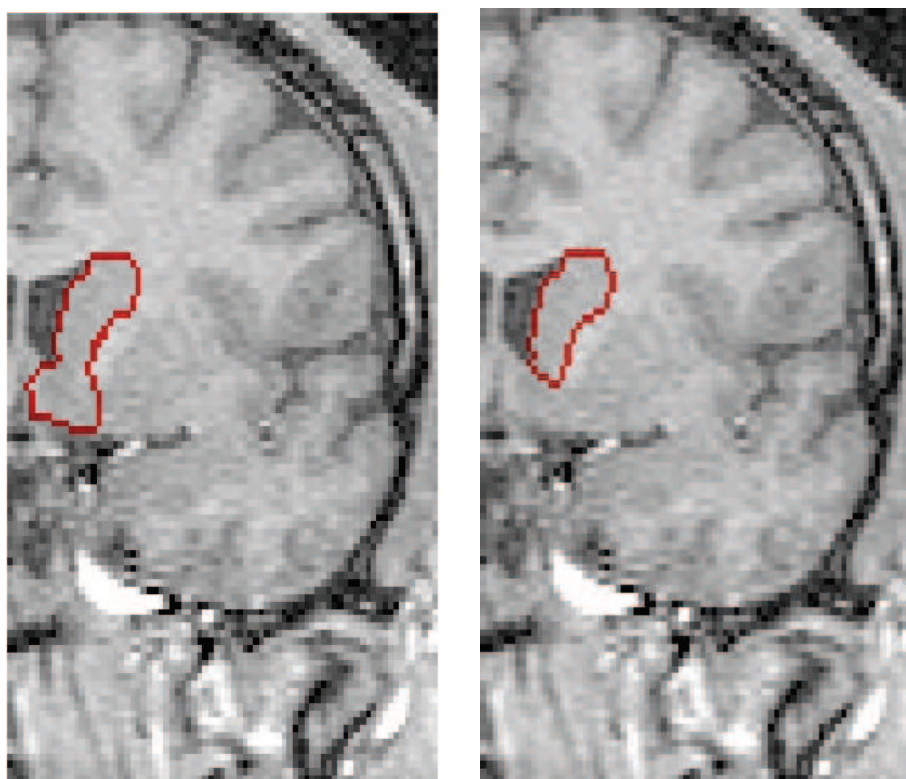
- $C \doteq \text{SpatialObject} \sqcap \text{hasSR}.R_X$
- axiomes : $C \sqsubseteq \exists \text{relationTo}.X$ et $C \sqsubseteq \text{SpatiallyRelatedObject}$

Exemples en imagerie cérébrale

Jamal Atif, Olivier Colliot, Céline Hudelot, Hassan Khotanlou

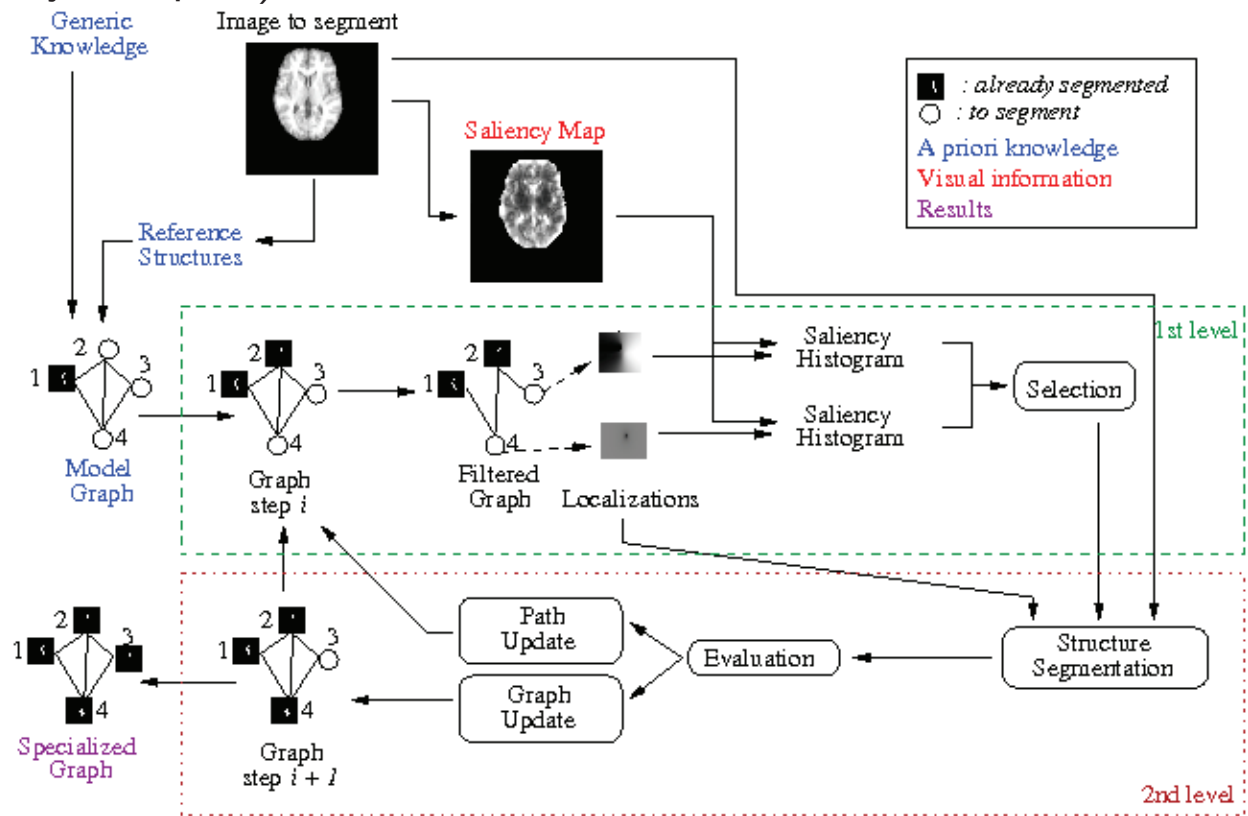


Importance des relations spatiales



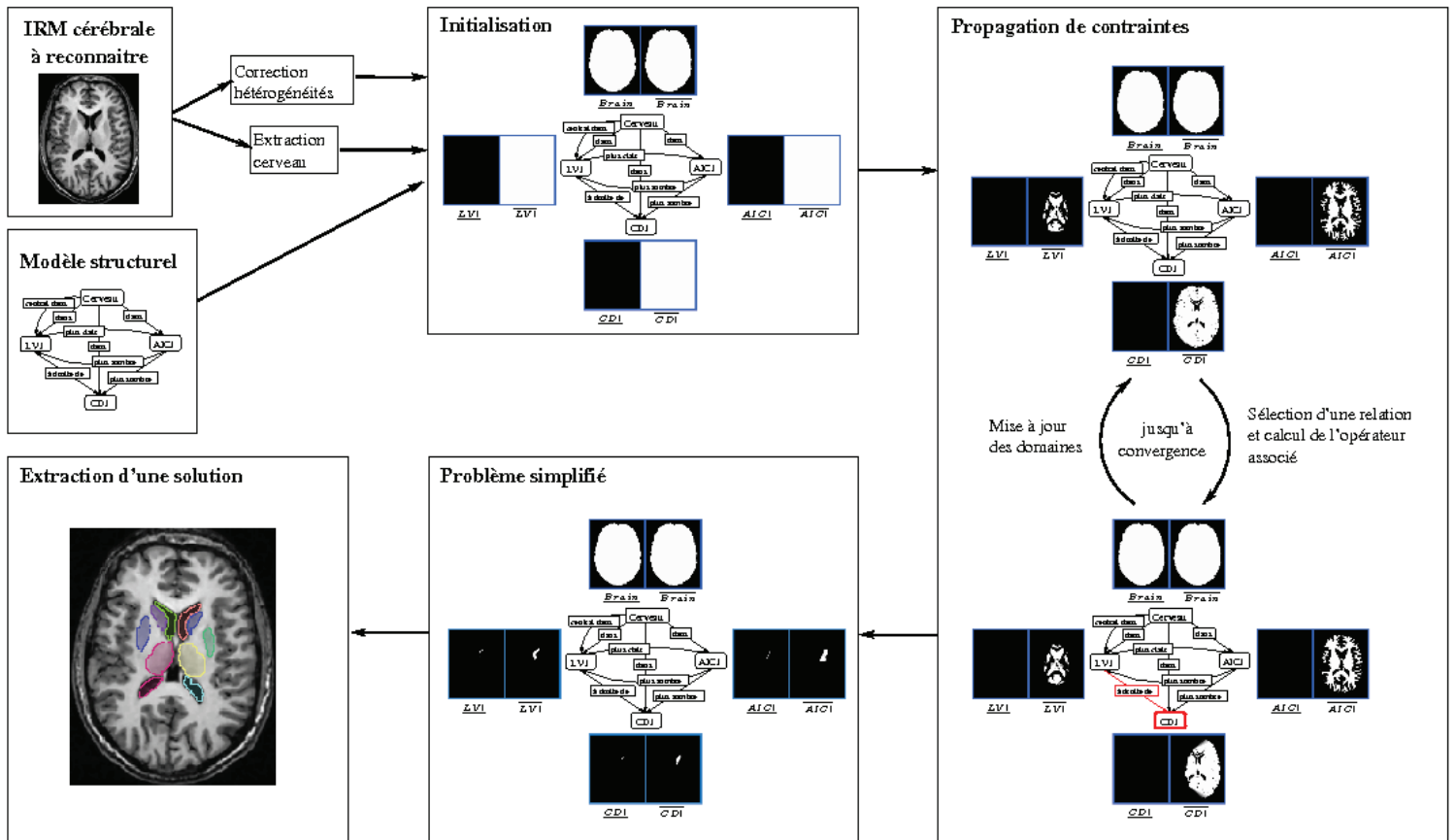
Optimisation du chemin de segmentation

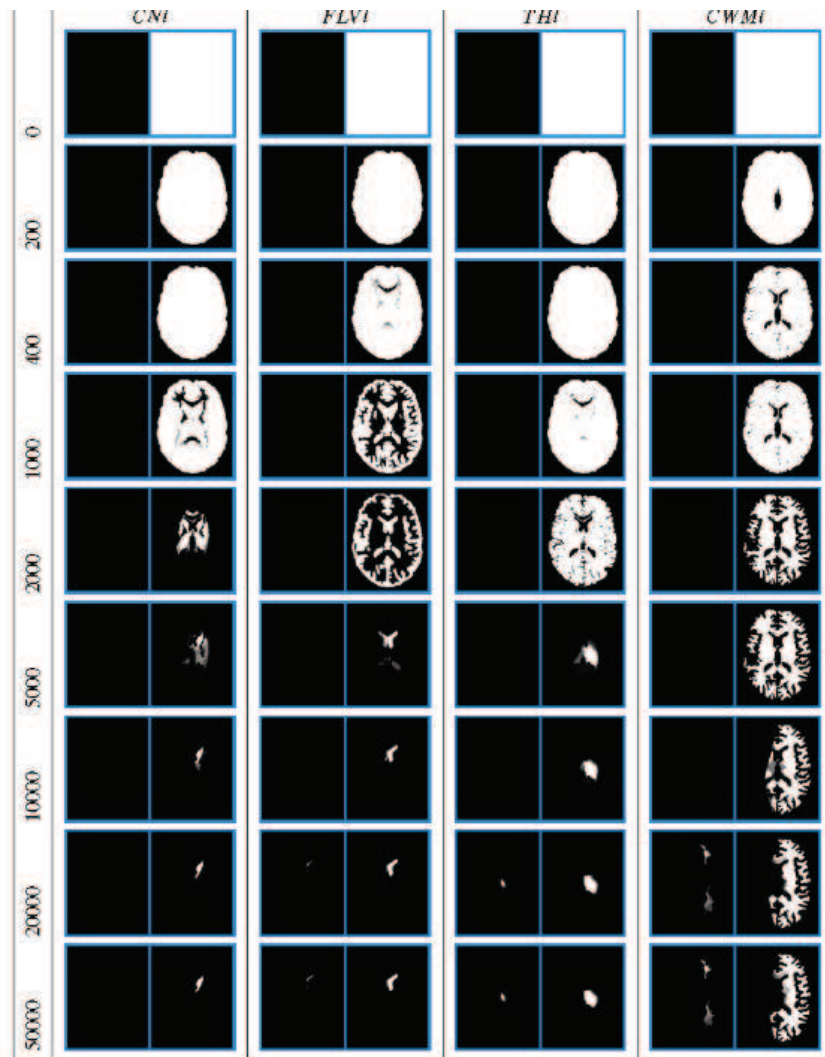
Raisonnement dans le graphe et fusion avec des informations de saillance (Geoffroy Fouquier)

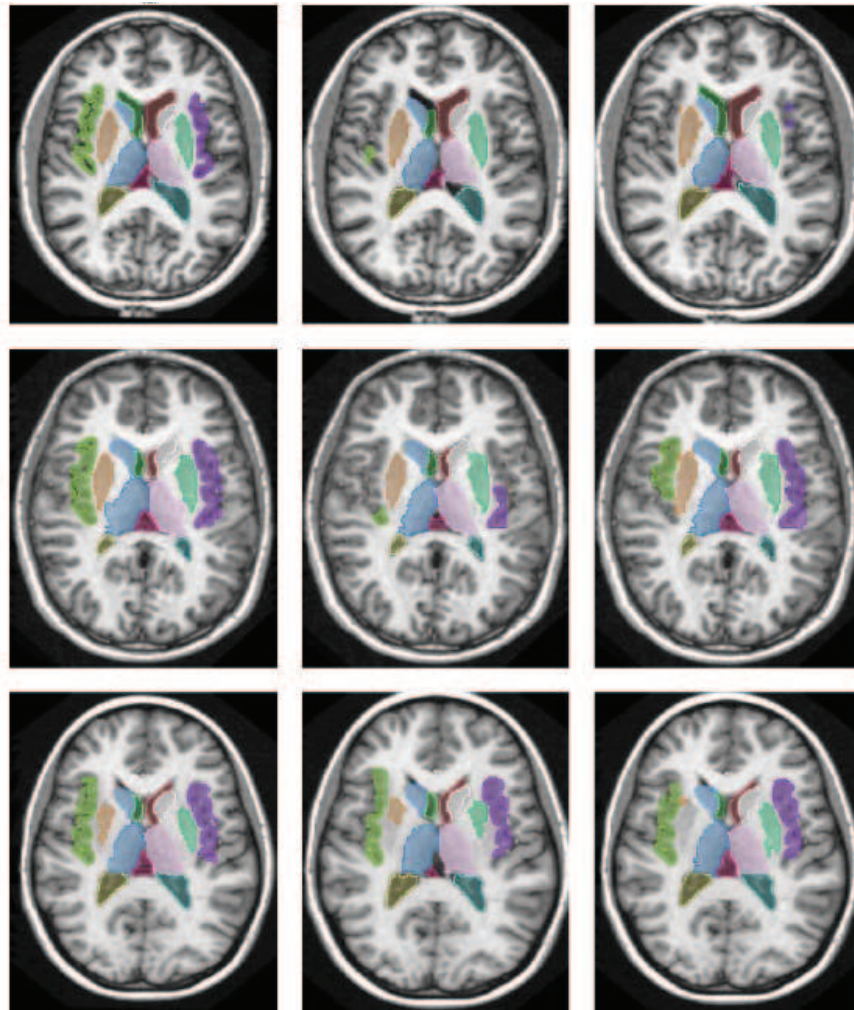


Modélisation et fusion par réseau de contraintes

Olivier Nempont

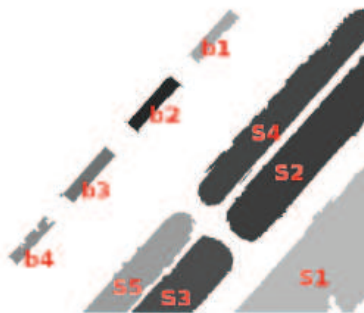




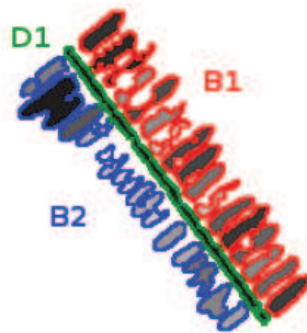
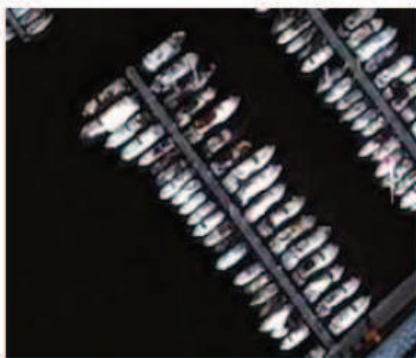


Interprétation d'images satellitaires

- Interprétation d'images satellitaires de haute résolution.
- Collaboration avec le CNES (thèse de Carolina Vanegas).
- Contributions :
 - modélisation de nouvelles relations spatiales (entoure, parallèle, traverse, aligné...),
 - utilisation en raisonnement spatial pour la description structurelle de scènes,
 - graphes conceptuels intégrant ces relations spatiales,
 - interprétation guidée par ces graphes conceptuels (problème exprimé comme un CSP flou).



A	B	$\mu_{ N}(A, B)$	$\mu_{ N}(B, A)$
b2	S4	0.94	0.55
b3	S5	0.97	0.87
b4	S5	0.89	0.66
S2	S4	0.97	0.97
S4	S1	0.87	0.94
S5	S3	0.90	0.95
S3	S1	0.78	0.43
b1	S4	0.90	0.69

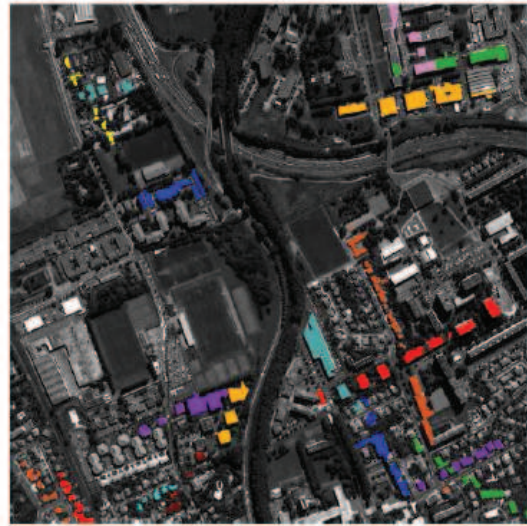


A	B	$\mu_{ N}(A, B)$	$\mu_{ N}(B, A)$
B1	D1	0.94	0.94
B2	D1	0.95	0.95
B1	B2	0.85	0.87

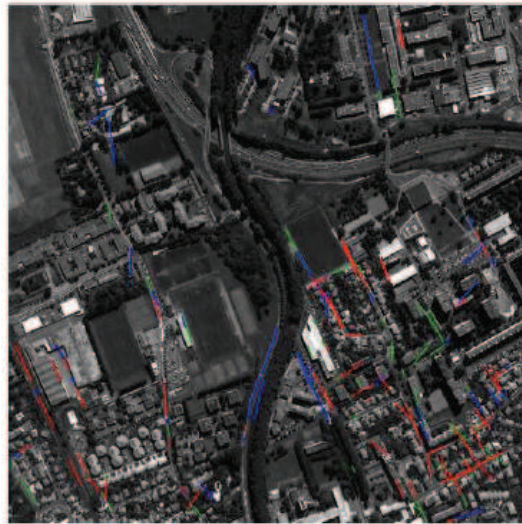




(a)



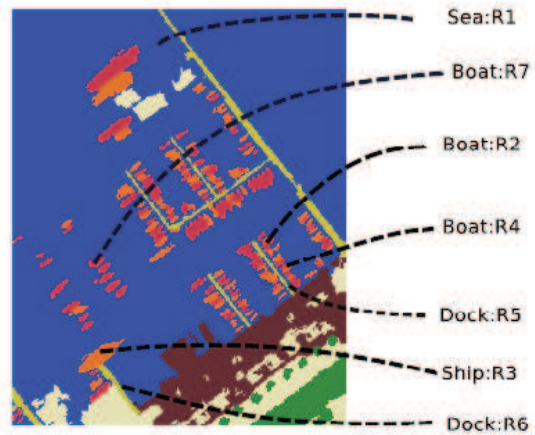
(b)



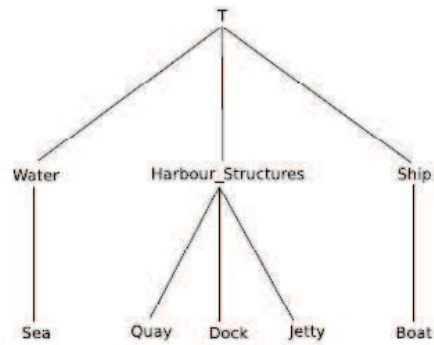
(c)



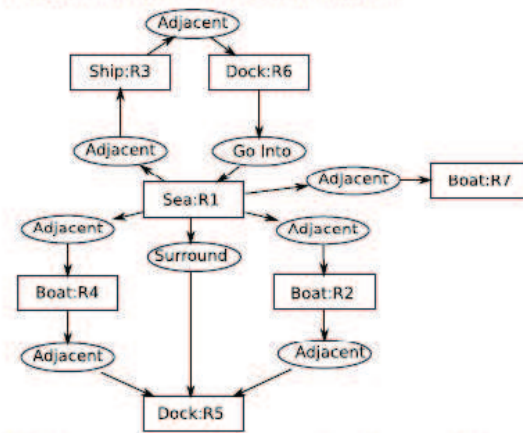
(a) Example image.



(b) Labeled image: The blue regions represent the sea, the red and orange represent ships or boats and the yellow regions represent the docks.



(c) Concept hierarchy T_C in the context of harbors.



(d) Conceptual graph representing the spatial organization of some elements of Figure 5.8(b).

Morphologie mathématique et raisonnement

- Chaînage des opérations (interprétation d'images, reconnaissance).
- Fusion de relations spatiales.
- Liens avec la logique :
 - logique propositionnelle :
 - outils pour la révision, la fusion, l'abduction...
 - liens avec la méréotologie, structures "egg-yolk", logique de distances, logique de proximité, logique linéaire, logique de la convexité...
 - logique modale :
 - $(\diamond, \square) = (\delta, \varepsilon)$
 - représentations symboliques et qualitatives de relations spatiales
 - logique floue
 - logique de description (floue)
- Liens avec l'analyse formelle de concepts.

Conclusion

- Morphologie mathématique floue et raisonnement spatial (cadre algébrique commun quantitatif / qualitatif (logique) / semi-quantitatif).
- Graphes, ontologies et graphes conceptuels pour le fossé sémantique et la reconnaissance de structures.
- Fusion d'informations structurelles.
- Raisonnement (graphes, ontologies, CSP...).
- Vers la représentation d'informations bipolaires (par exemple : préférences et contraintes).