




## Extraits adaptés de la soutenance de thèse de Lotfi Bejaoui

**Relations topologiques qualitatives pour les  
objets à forme vague:  
impacts sur la définition des contraintes  
d'intégrité topologiques dans les bases de  
données transactionnelles et les cubes de  
données spatiales**

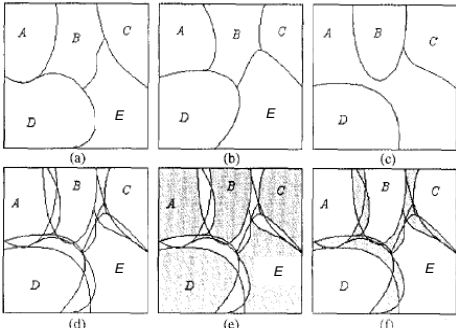
Présenté par Yvan Bédard  
5 mars 2010




Introduction
Problématique
Objectifs
Resultats
Conclusions

### Introduction: mise en contexte

Objets vagues




**Interprétations de photos aériennes  
pour peuplements forestiers**  
(Source: De Groeve et al. 2000)

Description des objets vagues dans  
les bases de données spatiales

```

graph TD
    Geometrie[Géométrie] --> GeometrieSimple[Géométrie simple]
    Geometrie --> Collection[Collection]
    GeometrieSimple --> Point[Point]
    GeometrieSimple --> Ligne[Ligne]
    GeometrieSimple --> Polygone[Polygone]
    
```

**Primitives géométriques  
crisp**

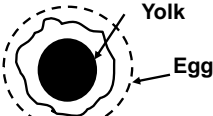
 **Ignorer le vague de forme** des objets du monde réel → Un **décalage**  
entre la réalité spatiale et sa description

2

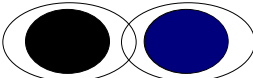
Introduction	Problématique	Objectifs	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	-----------	-------------

## Introduction: modèles existants

- **Modèles exacts : réutilisation** de la modélisation des objets spatio-temporels crisp



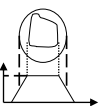
Théorie Egg-Yolk (Cohn et Gotts 1996)



$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Relation "Meet" selon le modèle de (Clementini et Di Felici 1997)

- **Modèles possibilistes : modélisation sur la logique floue**



$$Disjoint(\mu, \nu) = 1 - \sup_x (\mu \sqcap \nu)(x).$$

- **Modèles probabilistes : quantification de l'incertitude des données en se basant sur une approche probabiliste**

3

Introduction	Problématique	Objectifs	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	-----------	-------------

## Problématique générale

**Limites des modèles exacts existants** concernant la spécification des **contraintes d'intégrité topologique** impliquant des objets ayant des **formes vagues** dans les **bases de données transactionnelles** à référence spatiale et dans les **bases de données spatiales**

4

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	-------------

## Objectifs




- 1- Proposer un modèle spatial permettant de représenter différents niveaux de vague (partiellement vague, complètement vague)
- 2- **Adapter** l'approche proposée à la vérification des contraintes d'intégrité topologique pour des géométries vagues résultant d'une intégration verticale
- 3- **Enrichir** un langage de contraintes existant pour exprimer les contraintes d'intégrité pour des objets spatiaux vagues et des relations topologiques entre eux
- 4- Implémenter l'extension du langage de contrainte




5




Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	-------------



## Résultats: représentation des objets vagues en utilisant le modèle QMM (Qualitative Min-Max)

- 1- Un objet spatial vague  $A = A_{max}$  inclut  $A_{min}$ 

Région vague		Ligne vague		Point vague	
--------------	---	-------------	---	-------------	---
- 2- Le vague de forme = **Différence géométrique ( $A_{min}$ ,  $A_{max}$ )**
  - A- La différence est **vide partout** → **objet crisp**

Région		Ligne		Point	
--------	---	-------	---	-------	---
  - B- La différence est **non-vide partout** → **objet complètement vague**

Région		Ligne		Point	
--------	---	-------	---	-------	---
  - C- La différence est **vide dans certains endroits et non-vide dans d'autres** → **objet partiellement vague**

Région		Ligne		N/A	
--------	---	-------	---	-----	--

6

Introduction    Problématique    Objectifs    Méthodologie    **Resultats**    Conclusions

## Résultats: Représentation des objets vagues

- Application aux régions ayant des limites vagues :

- Une région **A** ayant une limite vague = deux sous-régions crisp simples **Amin** et **Amax** / **Equal(Amin, Amax)** or **Contains(Amax, Amin)** or **Covers(Amax, Amin)**

Région crisp		<b>Amin</b> 	<b>Amax</b> 	<b>Equal (1)</b>
Région avec une limite complètement vague				<b>Contains (2)</b>
Région avec une limite partiellement vague				<b>Covers (3)</b>

7

Introduction    Problématique    Objectifs    Méthodologie    **Resultats**    Conclusions

## Résultats: identification des relations topologiques

Application aux régions avec des limites vagues :

- Une matrice de 4-Intersections pour décrire les sous-relations topologiques entre les extensions des objets impliqués:

???

→  $8^4 = 4096$  matrices possibles!!

→ La majorité des matrices ne peuvent pas être dessinée

	<b>Bmin</b>	<b>Bmax</b>
<b>Amin</b>	Overlap	Overlap
<b>Amax</b>	Contains	Overlap

8

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	-------------

### Résultats: échantillon des 242 relations

181  [ Inside Inside ] [ Contains Overlap ]	182  [ Inside Inside ] [ Overlap Overlap ]	183  [ Inside Inside ] [ Covers Overlap ]	184  [ Meet Inside ] [ Contains Overlap ]
185  [ Meet Inside ] [ Covers Overlap ]	186  [ Meet Covered by ] [ Contains Overlap ]	187  [ Meet Covered by ] [ Covers Overlap ]	188  [ Meet Inside ] [ Overlap Overlap ]
189  [ Meet Overlap ] [ Contains Overlap ]	190  [ Meet Overlap ] [ Overlap Overlap ]	191  [ Meet Covered by ] [ Overlap Overlap ]	192  [ Meet Overlap ] [ Covers Overlap ]
193  [ Disjoint Inside ] [ Contains Overlap ]	194  [ Disjoint Inside ] [ Covers Overlap ]	195  [ Disjoint Covered by ] [ Contains Overlap ]	196  [ Disjoint Covered by ] [ Covers Overlap ]
197  [ Disjoint Inside ] [ Overlap Overlap ]	198  [ Disjoint Overlap ] [ Contains Overlap ]	199  [ Disjoint Overlap ] [ Overlap Overlap ]	200  [ Disjoint Covered by ] [ Overlap Overlap ]

9

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	-------------

### Résultats: classification des relations topologiques

➔ 8 classes de base: **Disjoint, Contains, Inside, Meet, Overlap, Covers, Covered by**

➔ Quatre degrés d'appartenance: **Weakly, Fairly, Strongly, Completely**

- Synoptique de la classification:

```

graph TD
    Root[Root] --> Disjoint[Disjoint]
    Root --> Contains[Contains]
    Root --> Inside[Inside]
    Root --> Covers[Covers]
    Root --> Coveredby[Covered by]
    Root --> Overlap[Overlap]
    Root --> Equal[Equal]
    Root --> Meet[Meet]
    
    Disjoint --> DisjointWeakly[Weakly]
    Disjoint --> DisjointFairly[Fairly]
    Disjoint --> DisjointStrongly[Strongly]
    Disjoint --> DisjointCompletely[Completely]
    
    Contains --> ContainsWeakly[Weakly]
    Contains --> ContainsFairly[Fairly]
    Contains --> ContainsStrongly[Strongly]
    Contains --> ContainsCompletely[Completely]
    
    Inside --> InsideWeakly[Weakly]
    Inside --> InsideFairly[Fairly]
    Inside --> InsideStrongly[Strongly]
    Inside --> InsideCompletely[Completely]
    
    Covers --> CoversWeakly[Weakly]
    Covers --> CoversFairly[Fairly]
    Covers --> CoversStrongly[Strongly]
    Covers --> CoversCompletely[Completely]
    
    Coveredby --> CoveredbyWeakly[Weakly]
    Coveredby --> CoveredbyFairly[Fairly]
    Coveredby --> CoveredbyStrongly[Strongly]
    Coveredby --> CoveredbyCompletely[Completely]
    
    Overlap --> OverlapWeakly[Weakly]
    Overlap --> OverlapFairly[Fairly]
    Overlap --> OverlapStrongly[Strongly]
    Overlap --> OverlapCompletely[Completely]
    
    Equal --> EqualWeakly[Weakly]
    Equal --> EqualFairly[Fairly]
    Equal --> EqualStrongly[Strongly]
    Equal --> EqualCompletely[Completely]
    
    Meet --> MeetWeakly[Weakly]
    Meet --> MeetFairly[Fairly]
    Meet --> MeetStrongly[Strongly]
    Meet --> MeetCompletely[Completely]
    
    subgraph BottomLevel [242 relations in the bottom level]
        DisjointWeakly
        DisjointFairly
        DisjointStrongly
        DisjointCompletely
        ContainsWeakly
        ContainsFairly
        ContainsStrongly
        ContainsCompletely
        InsideWeakly
        InsideFairly
        InsideStrongly
        InsideCompletely
        CoversWeakly
        CoversFairly
        CoversStrongly
        CoversCompletely
        CoveredbyWeakly
        CoveredbyFairly
        CoveredbyStrongly
        CoveredbyCompletely
        OverlapWeakly
        OverlapFairly
        OverlapStrongly
        OverlapCompletely
        EqualWeakly
        EqualFairly
        EqualStrongly
        EqualCompletely
        MeetWeakly
        MeetFairly
        MeetStrongly
        MeetCompletely
    end
    
```

10

Introduction    Problématique    Objectifs    Méthodologie    **Resultats**    Conclusions

## Résultats: exemple de classification de relations

- Exemples de relations appartenant aux classes de base **Disjoint** et **Contains**:

<p>[ Disjoint Disjoint ] [ Disjoint Disjoint ]</p> <p>Completely disjoint</p>	<p>[ Disjoint Disjoint ] [ Disjoint Overlap ]</p> <p>Strongly disjoint</p>	<p>[ Disjoint Disjoint ] [ Contains Overlap ]</p> <p>Fairly disjoint</p>	<p>[ Disjoint Overlap ] [ Contains Overlap ]</p> <p>Weakly disjoint</p>
<p>[ Contains Contains ] [ Contains Contains ]</p> <p>Completely contains</p>	<p>[ Contains Overlap ] [ Contains Contains ]</p> <p>Strongly contains</p>	<p>[ Covers Overlap ] [ Contains Contains ]</p> <p>Fairly contains</p>	<p>[ Disjoint Overlap ] [ Contains Covers ]</p> <p>Weakly contains</p>

**11**

Introduction    Problématique    Objectifs    Méthodologie    **Resultats**    Conclusions

## Résultats: modélisation des lignes vagues

Line with	Crisp interior	Partially broad	Completely broad
-----------	----------------	-----------------	------------------

Root

Disjoint    Touch    In    Cross    Overlap

Weakly    Fairly    Strongly    Completely    Weakly    Fairly    Strongly    Completely

Relations between lines with vague shapes in the bottom level

Introduction	Problématique	<b>Objectifs</b>	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	------------------	--------------	-----------	-------------

## Objectifs

- 1- Proposer un modèle spatial permettant de représenter différents niveaux de vague (partiellement vagues, complètement vagues)
- 2- Adapter l'approche proposée à la vérification des contraintes d'intégrité topologique pour des géométries vagues résultantes d'une intégration verticale
- 3- **Enrichir** un langage de contraintes existant pour exprimer les contraintes d'intégrité pour des objets spatiaux vagues et des relations topologiques entre eux
- 4- Implémenter l'extension du langage de contrainte

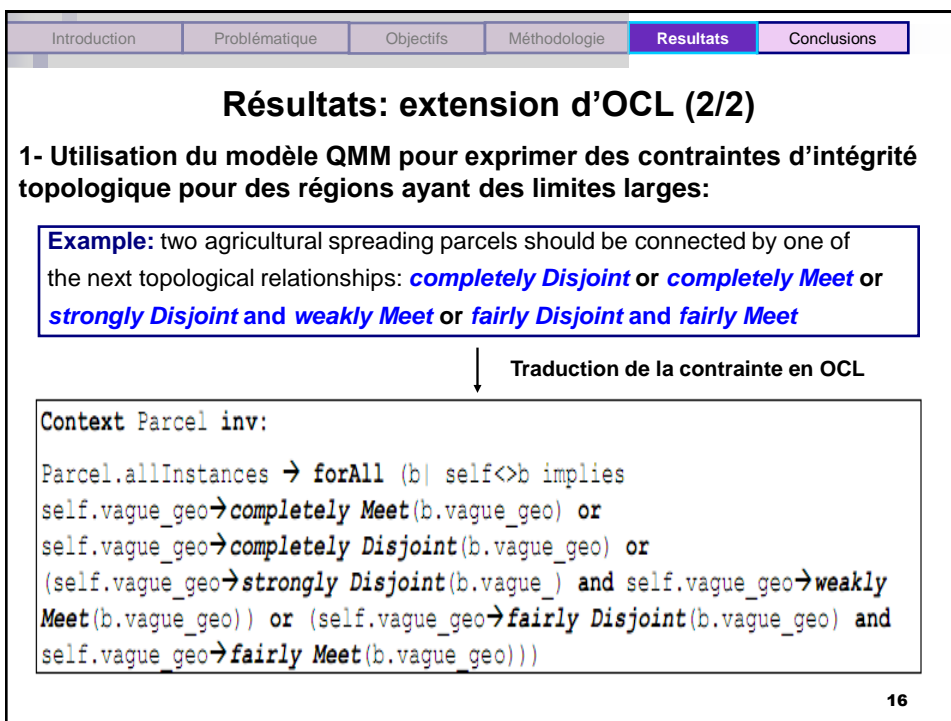
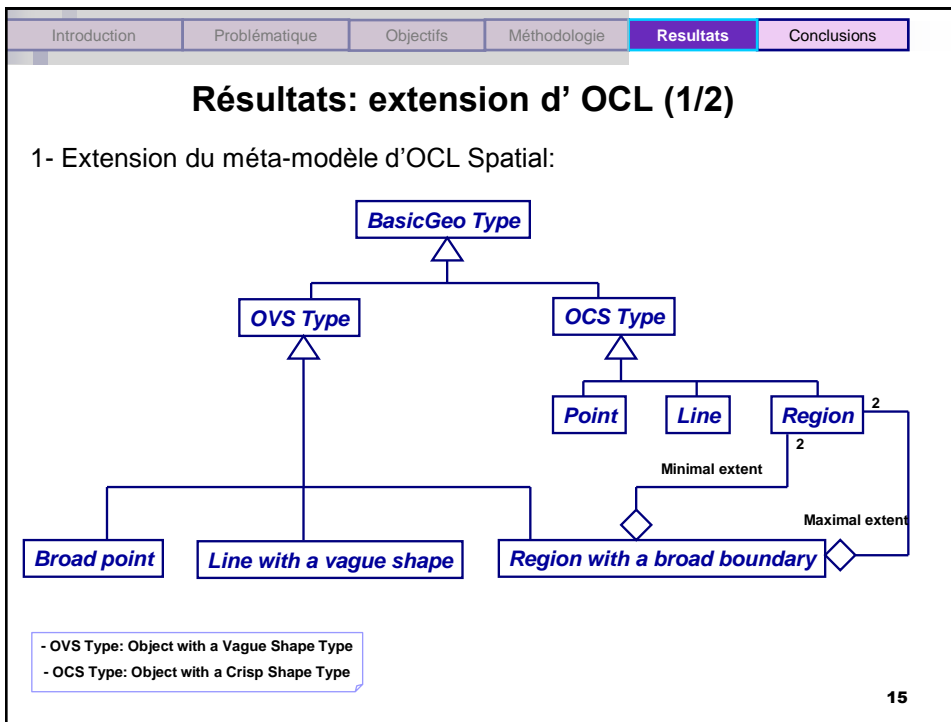
13

Introduction	Problématique	<b>Objectifs</b>	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	------------------	--------------	-----------	-------------

## Objectifs

- 1- Proposer un modèle spatial permettant de représenter différents niveaux de vague (partiellement vagues, complètement vagues)
- 2- Adapter l'approche proposée à la vérification des contraintes d'intégrité topologique pour des géométries vagues résultantes d'une intégration verticale
- 3- **Enrichir** un langage de contraintes existant pour exprimer les contraintes d'intégrité pour des objets spatiaux vagues et des relations topologiques entre eux
- 4- Implémenter l'extension du langage de contrainte

14





Introduction	Problématique	<b>Objectifs</b>	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	------------------	--------------	-----------	-------------

## Objectifs

- 1- Proposer un modèle spatial permettant de représenter différents niveaux de vague (partiellement vagues, complètement vagues)
- 2- Adapter l'approche proposée à la vérification des contraintes d'intégrité topologique pour des géométries vagues résultantes d'une intégration verticale
- 3- **Enrichir** un langage de contraintes existant pour exprimer les contraintes d'intégrité pour des objets spatiaux vagues et des relations topologiques entre eux
- 4- **Implémenter l'extension du langage de contrainte**

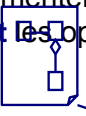
17

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	<b>Resultats</b>	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	------------------	-------------

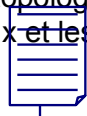
## Résultats: implémentation de l'extension

### Synoptique du système


Diagramme de classes (exporté dans un fichier xmi)



Méta-données géographiques pour les attributs géométriques



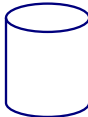
Contraintes d'intégrité topologique en utilisant les opérateurs spatiaux et les procédures stockées d'Oracle Spatial



1- Implémenter les opérateurs topologiques du modèle **GMM en utilisant les opérateurs spatiaux et les procédures stockées d'Oracle Spatial**

2- Extension de l'éditeur de contraintes OCL (**OCL4SQL**) pour spécifier les contraintes d'intégrité topologique impliquant des **régions ayant des limites vagues**

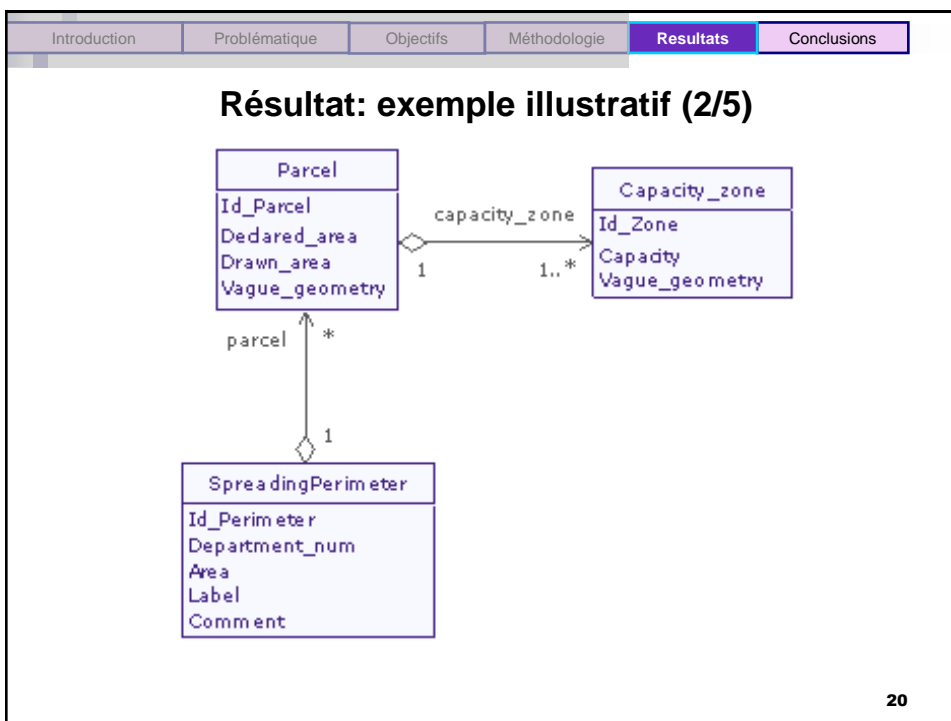
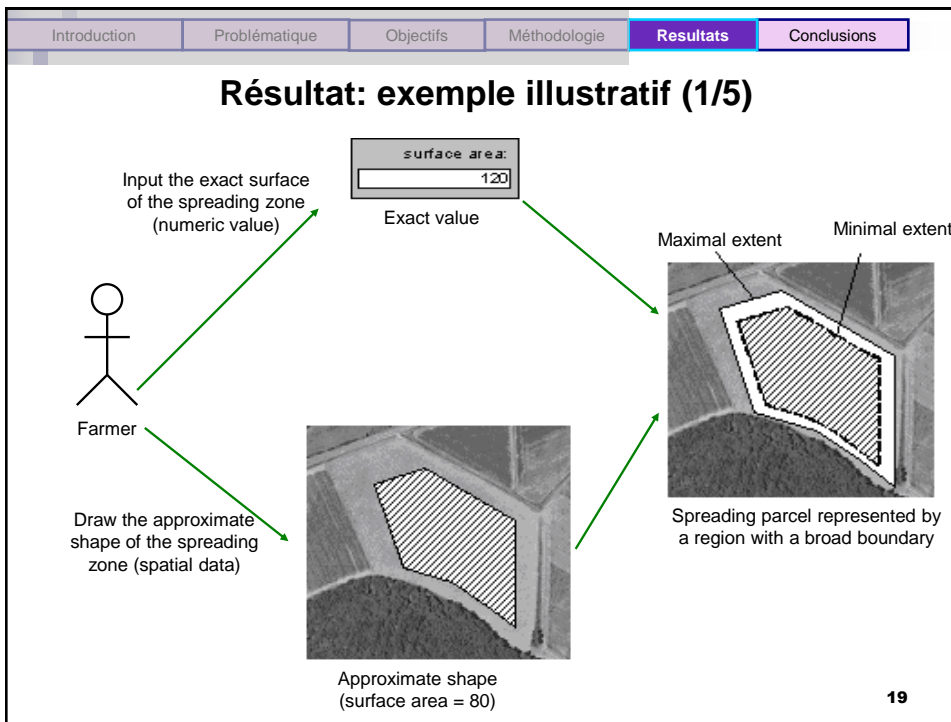
- Autres plateformes pour stocker les données et valider les contraintes d'intégrité topologique pour des régions ayant des limites vagues (MySQL, Postgress SQL, etc.)



- Requêtes SQL pour Oracle Spatial

- Définition de nouveaux opérateurs spatiaux SQL (ex. Fairly Disjoint, Strongly Meet, etc)

18



Introduction    Problématique    Objectifs    Méthodologie    **Resultats**    Conclusions

## Résultats: exemple illustratif (3/5)

The screenshot shows the OCL2SQL application interface. The 'Constraints' list on the left contains 'fDisjointZaptit...'. The 'Preview' window displays the following OCL expression:

```
context Zone_capacity inv:
Zone_capacity.allInstances -> forAll(self2, self<=>self2.implies(
self.id_fgeo.fMeet(self2.id_fgeo) or self.id_fgeo.completelyDisjoint(self2.id_fgeo))
```

The expression is enclosed in a red dashed oval. Below the preview are 'Load' and 'Save' buttons. At the bottom, the 'URL of XML file' is 'file:/P:/Private/exemple\_SIGEMO/exempleSigemo1.xml' with 'Parse' and '...' buttons.

21

Introduction    Problématique    Objectifs    Méthodologie    **Resultats**    Conclusions

## Résultats: exemple illustratif (4/5)

The screenshot shows the OCL2SQL application interface. The 'Constraints' list on the left contains 'fDisjointZaptit...' and 'fainsParcelZC'. The 'Preview' window displays the following OCL expression:

```
context Parcel inv:
self.id_fgeo.stronglyContains(self.contenu.id_fgeo)
```

The expression is enclosed in a red dashed oval. Below the preview is a 'Constraint expression preview' label and 'Load' and 'Save' buttons. At the bottom, the 'URL of XML file' is 'file:/P:/Private/exemple\_SIGEMO/exempleSigemo1.xml' with 'Parse' and '...' buttons.

22

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	<b>Resultats</b>	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	------------------	-------------

## Résultats: exemple illustratif (5/5)

```

create or replace view tud0clInv0 as
(select * from OV_ZONE_CAPACITY SELF
 where not (not exists (
      (select PK6 from OV_ZONE_CAPACITY)
      minus
      select PK6 from OV_ZONE_CAPACITY SELF2
      where (SELF.PK6
            = SELF2.PK6)
            OR Meet(SELF2.ID_FGEO
                  , SELF.ID_FGEO
                  , OV_ZONE_CAPACITY)=0
            OR completelyDisjoint(SELF2.ID_FGEO
                                  , SELF.ID_FGEO
                                  , OV_ZONE_CAPACITY)=0
            )))
;
create or replace view tud0clInv1 as
(select * from OV_PARCEL SELF
 where not ( StronglyContains(select ID_FGEO from OV_ZONE_CAPACITY where PK6 in
                              (select PK6 from OV_ZONE_CAPACITY where CONTENANT_PK5 in
                               (select PK5 from OV_PARCEL where PK5 = SELF.PK5))
                              , SELF.ID_FGEO
                              , OV_PARCEL)=0))
;

```

23

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	<b>Conclusions</b>
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	--------------------

## Conclusions: qualités de l'approche

- **Évaluation qualitative** de l'incertitude → pas besoin d'hypothèses quantitatives difficilement justifiables
- Distinction de **différents niveaux de vague** de forme (ex. Faiblement, moyennement, etc)
- **Simplicité de l'approche** due à l'utilisation d'un formalisme existant pour identifier les relations topologiques (matrice à 4-Intersections)
- Facilité de retenir un **nombre restreint** d'opérateurs topologiques
- **Facilité d'implémentation** dans des SGBD spatiaux existants et d'intégration dans des AGL
- **Applicabilité de l'approche** pour: différents types d'objets (point, ligne, région), différent types d'applications (épandage agricole, urbanisme, applications géo-décisionnelles, etc.)

24

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	<b>Conclusions</b>
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	--------------------

## Conclusions: limites de l'approche

- Une évaluation de l'incertitude **moins fine** que celle fournie par des approches quantitatives
- Nécessité de **mixage avec une approche quantitative** pour représenter le vague dans le cas de **données matricielles**
- Une extension est nécessaire pour **adapter** l'approche à des **géométries complexes** ainsi qu'à des **géométries composées**
- Nécessité d'une **extension supplémentaire** d'OCL pour **couvrir des objets spatiaux autres que** les régions ayant des limites vagues

25

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	<b>Conclusions</b>
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	--------------------

## Conclusions: principales contributions

- Proposition d'un modèle spatial pour représenter différents niveaux de vague de forme: le modèle QMM (Qualitative Min-Max)
- Distinction de 242 relations topologiques entre deux régions ayant des limites vagues
- Classification des relations topologiques dans des classes de base et des sous-classes exprimant l'incertitude
- Extension de l'approche pour représenter les lignes vagues et identifier leurs relations topologiques
- Adaptation des concepts de l'approche au problème du vague de forme dans le cas d'une intégration verticale
- Extension du langage de contraintes Spatial OCL et son implémentation pour des régions ayant des limites vagues


26

Introduction	Problématique	Objectifs	Méthodologie	Resultats	Conclusions
--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	-------------

## Remerciements

- 1- Université Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand, France**
- 2- Université Laval, Québec, Canada**
- 3- Cemagref, site de Clermont-Ferrand, France (unité de recherche TETIS)**
- 4- Le CRSNG ainsi que les 9 partenaires de la Chaire de recherche industrielle en base de données géospatiales décisionnelles**
- 5- La Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique**
- 6- Mission universitaire de la Tunisie en Amérique du Nord**
- 7- Le centre de recherche en géomatique à l'université Laval**
- 8- La Faculté des études supérieures de l'université Laval**

27



## Merci pour votre attention!

28