

***Initiation à la recherche***  
***Conception et réalisation d'un logiciel  
interactif de visualisation de pavages  
2D/3D***

A.MARGUERITE R.RINCÉ

Université de Nantes  
2 rue de la Houssinière,  
BP92208, F-44322 Nantes cedex 03, FRANCE



UNIVERSITÉ DE NANTES

# ***Présentation du LINA***

---



UNIVERSITÉ DE NANTES

# Présentation du LINA



- Laboratoire d'Informatique de Nantes-Atlantique :
- Effectif global proche de 170 membres
- 10 équipes de recherche



UNIVERSITÉ DE NANTES

# Présentation du LINA



- Laboratoire d'Informatique de Nantes-Atlantique :
  - Effectif global proche de 170 membres
  - 10 équipes de recherche
- Équipe Optimisation globale, optimisation multi-objectifs (OPTI)



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Reprise d'un projet de stage*

---

## **Création d'un outil de visualisation**

- État d'avancement



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Reprise d'un projet de stage*

---

## **Création d'un outil de visualisation**

- État d'avancement
- Cahier des charges



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Reprise d'un projet de stage*

---

## **Création d'un outil de visualisation**

- État d'avancement
  - Cahier des charges
  - Document de spécifications



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Reprise d'un projet de stage*

---

## **Création d'un outil de visualisation**

- État d'avancement
  - Cahier des charges
  - Document de spécifications
- Quelles problématiques à ce stade ?



UNIVERSITÉ DE NANTES



# *Reprise d'un projet de stage*

---

## **Création d'un outil de visualisation**

- État d'avancement
  - Cahier des charges
  - Document de spécifications
- Quelles problématiques à ce stade ?
  - Implémenter les entités à visualiser



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Reprise d'un projet de stage*

---

## **Création d'un outil de visualisation**

- État d'avancement
  - Cahier des charges
  - Document de spécifications
- Quelles problématiques à ce stade ?
  - Implémenter les entités à visualiser
  - Garantir un affichage fluide



UNIVERSITÉ DE NANTES

- Quelle orientation du projet choisir ?



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception
- Caractéristiques de l'outil



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception
- Caractéristiques de l'outil
  - Données en entrée



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception
- Caractéristiques de l'outil
  - Données en entrée
  - Fenêtre de visualisation





- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception
- Caractéristiques de l'outil
  - Données en entrée
  - Fenêtre de visualisation
  - Dimensions visualisées



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception
- Caractéristiques de l'outil
  - Données en entrée
  - Fenêtre de visualisation
  - Dimensions visualisées
  - Filtre



- Quelle orientation du projet choisir ?
  - Entamer la conception
  - Effectuer une étude des problématiques de conception
- Caractéristiques de l'outil
  - Données en entrée
  - Fenêtre de visualisation
  - Dimensions visualisées
  - Filtre
  - Données en sortie



**L'Arithmétique des intervalles**



UNIVERSITÉ DE NANTES

## **L'Arithmétique des intervalles**

- Extension des fonctions aux intervalles



## **L'Arithmétique des intervalles**

- Extension des fonctions aux intervalles
- Quelques opérations :



UNIVERSITÉ DE NANTES

## **L'Arithmétique des intervalles**

- Extension des fonctions aux intervalles
- Quelques opérations :

- Opérateur Plus :

$$[a \dots b] + [c \dots d] = [a + c \dots b + d]$$



## L'Arithmétique des intervalles

- Extension des fonctions aux intervalles
- Quelques opérations :

- Opérateur Plus :

$$[a \dots b] + [c \dots d] = [a + c \dots b + d]$$

- Opérateur Foix :

$$[a \dots b] \times [c \dots d] = \\ [min(ac, ad, bc, bd) \dots max(ac, ad, bc, bd)]$$





## **Définition d'un CSP**



## Définition d'un CSP

- Un ensemble de variables  $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ .



## Définition d'un CSP

- Un ensemble de variables  $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ .
- Un domaine de valeurs  $D_i$  pour chaque variable  $v_i$  avec  $D = D_1 \times \dots \times D_n$ . Chaque valeur du domaine  $D_i$  associée à la variable  $v_i$  est une valeur que peut potentiellement prendre  $v_i$  :  $D = D_1 \times \dots \times D_n$ .



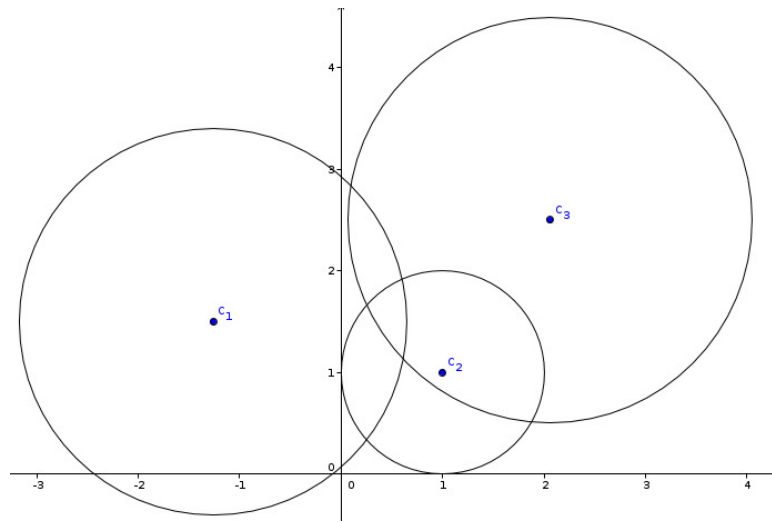
## Définition d'un CSP

- Un ensemble de variables  $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ .
- Un domaine de valeurs  $D_i$  pour chaque variable  $v_i$  avec  $D = D_1 \times \dots \times D_n$ . Chaque valeur du domaine  $D_i$  associée à la variable  $v_i$  est une valeur que peut potentiellement prendre  $v_i$  :  $D = D_1 \times \dots \times D_n$ .
- Un ensemble de contraintes :  $C = \{c_1, \dots, c_m\}$ .



# Intersection de 2 cercles

## Exemple de CSP



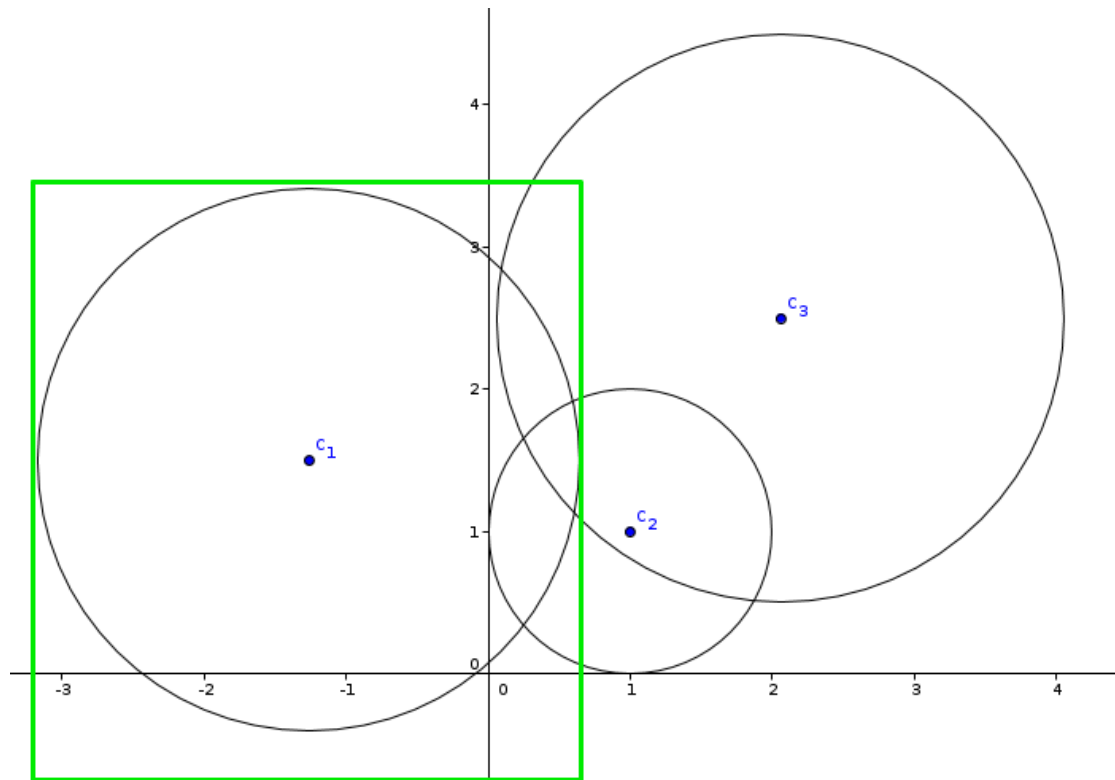
$$\begin{cases} (x - x_{c_1})^2 + (y - y_{c_1})^2 = r_{c_1}^2 \\ (x - x_{c_2})^2 + (y - y_{c_2})^2 = r_{c_2}^2 \\ (x - x_{c_3})^2 + (y - y_{c_3})^2 = r_{c_3}^2 \end{cases}$$



UNIVERSITÉ DE NANTES

# Intersection de 2 cercles

*Hull-consistance* : 1<sup>ère</sup> étape

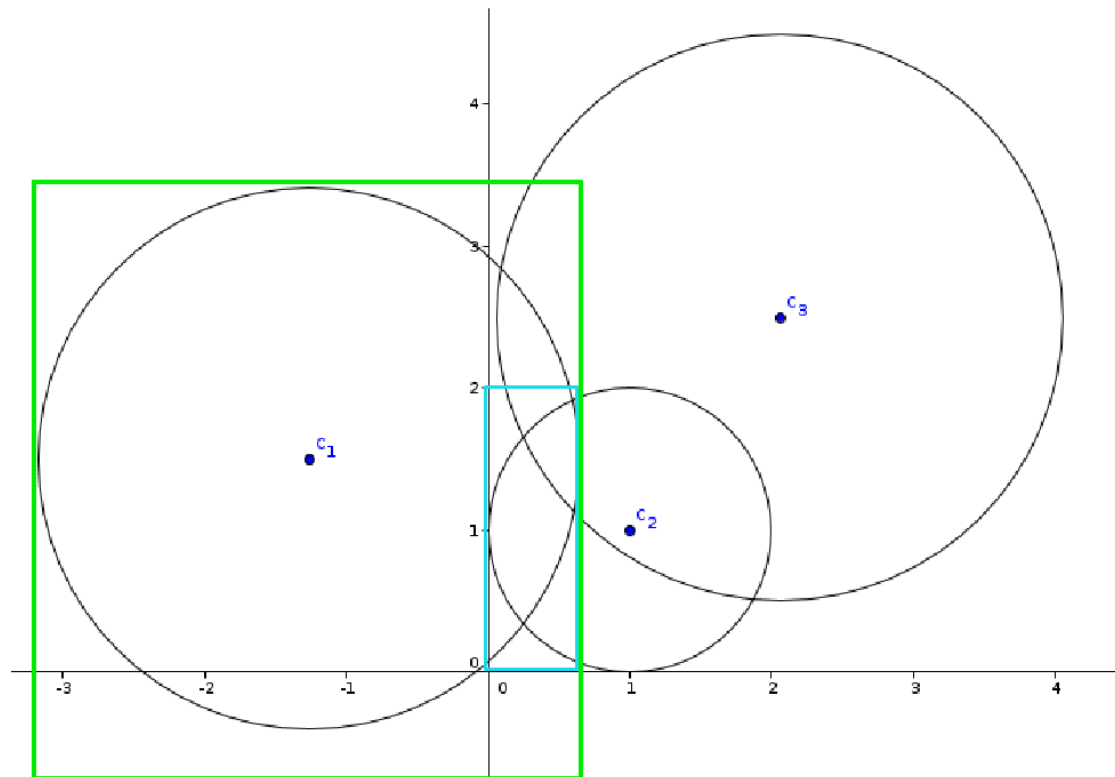


UNIVERSITÉ DE NANTES

$$(x - x_{c_1})^2 + (y - y_{c_1})^2 = r_{c_1}^2$$

# Intersection de 2 cercles

*Hull-consistance* : 2<sup>nd</sup> étape

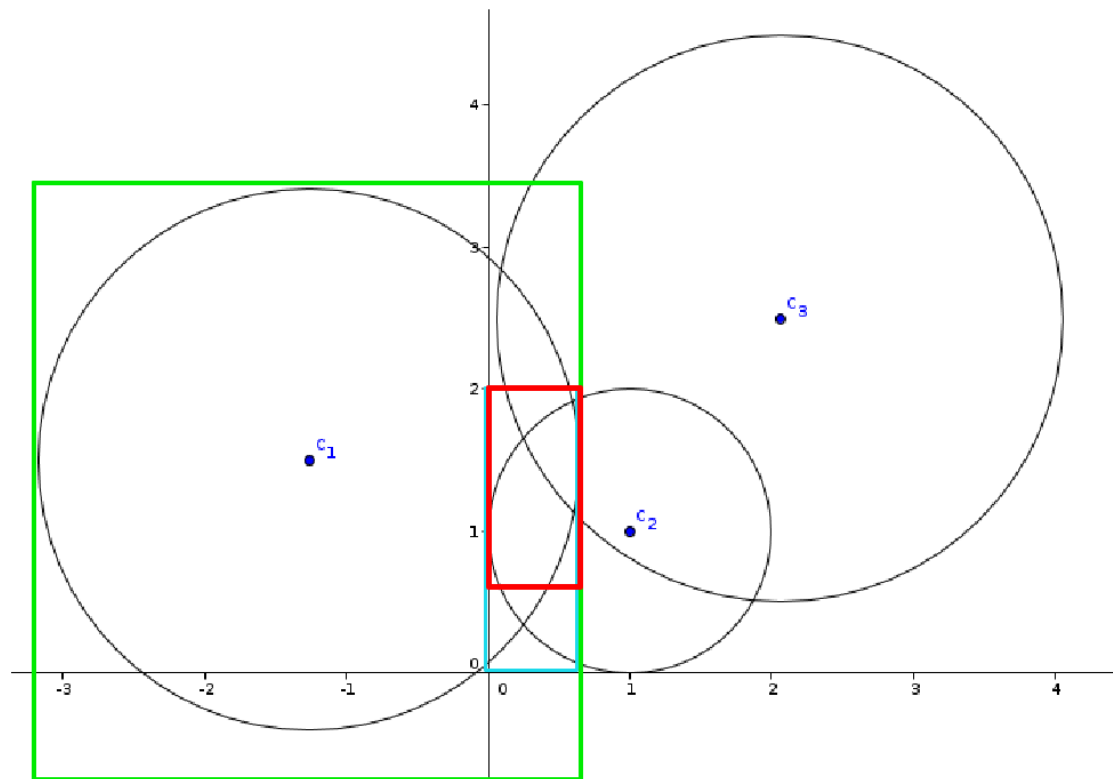


UNIVERSITÉ DE NANTES

$$(x - x_{c_2})^2 + (y - y_{c_2})^2 = r_{c_2}^2$$

# Intersection de 2 cercles

*Hull-consistance* : 3<sup>ème</sup> étape



UNIVERSITÉ DE NANTES

$$(x - x_{c_3})^2 + (y - y_{c_3})^2 = r_{c_3}^2$$



# ***Realpaver : présentation***

---

Méthodes de résolutions de contraintes géométriques par propagation d'intervalles.



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Realpaver : exemple de modèle*

Constants

$x0 = -1,$

$y0 = 0,$

$R0 = 2,$

$x1 = 1,$

$y1 = 0,$

$R1 = 2$

;

Variables

$x$  in  $]-\infty,$

$y$  in  $]-\infty,$

;

Constraints

$(x-x0)^2 +$

$(x-x1)^2 +$

;

$+\infty[,$

$+\infty[$

$(y-y0)^2 \leq R0^2,$

$(y-y1)^2 \leq R1^2$



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Realpaver : exemple de sortie*

RealPaver v. 0.4 (c) LINA 2004

INITIAL BOX

x in ]-oo , +oo[

y in ]-oo , +oo[

OUTER BOX 1

x in [0.7924334198270921 , 0.795689483022687]

y in [0.8806243697296342 , 0.8872330220900007]

...

OUTER BOX 3053

x in [-0.7956894830226868 , -0.7924334198270919]

y in [-0.8872330220900011 , -0.8806243697296345]

precision: 0.00661, elapsed time: 150 ms

END OF SOLVING

Property: reliable process (no solution is lost)

Elapsed time: 150 ms



UNIVERSITÉ DE NANTES

# ***Définition d'une boîte***

---

**Entité atomique du pavage**



UNIVERSITÉ DE NANTES

## Entité atomique du pavage

- Un identifiant
  - NUMBER
  - STRING



## Entité atomique du pavage

- Un identifiant
  - NUMBER
  - STRING
- Une liste de coordonnées
  - INTERVAL



## Entité atomique du pavage

- Un identifiant
  - NUMBER
  - STRING
- Une liste de coordonnées
  - INTERVAL
- Une liste des caractéristiques
  - NUMBER
  - STRING
  - INTERVAL



# *Étude des structures de données pour une boîte*

---

## Structure de données



UNIVERSITÉ DE NANTES



# *Étude des structures de données pour une boîte*

---

## **Structure de données**

- Un tableau



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Étude des structures de données pour une boîte*

---

## **Structure de données**

- Un tableau
- Une liste



UNIVERSITÉ DE NANTES

## **Structure de données**

- Un tableau
- Une liste
- Une table de hachage



# *Étude des structures de données pour une boîte*

## Tests expérimentaux

Structure \ Nombre d'accès	$10^6$	$10^7$	$10^8$
3 HashMap	0.31s	2.86s	28.56s
3 ArrayList	0.20s	1.81s	17.49s
1 ArrayList	0.19s	1.58s	15.12s
1 LinkedList	0.31s	2,79s	27.59s

Relevé des temps CPU d'accès aux caractéristiques en secondes



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Étude des structures de données pour un pavage*

---

## Structure de données



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Étude des structures de données pour un pavage*

---

## Structure de données

- Vector



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Étude des structures de données pour un pavage*

---

## **Structure de données**

- Vector
- Dictionnaire



UNIVERSITÉ DE NANTES

# *Étude des structures de données pour un pavage*

---

## **Structure de données**

- Vector
- Dictionnaire
- Arbre binaire



UNIVERSITÉ DE NANTES

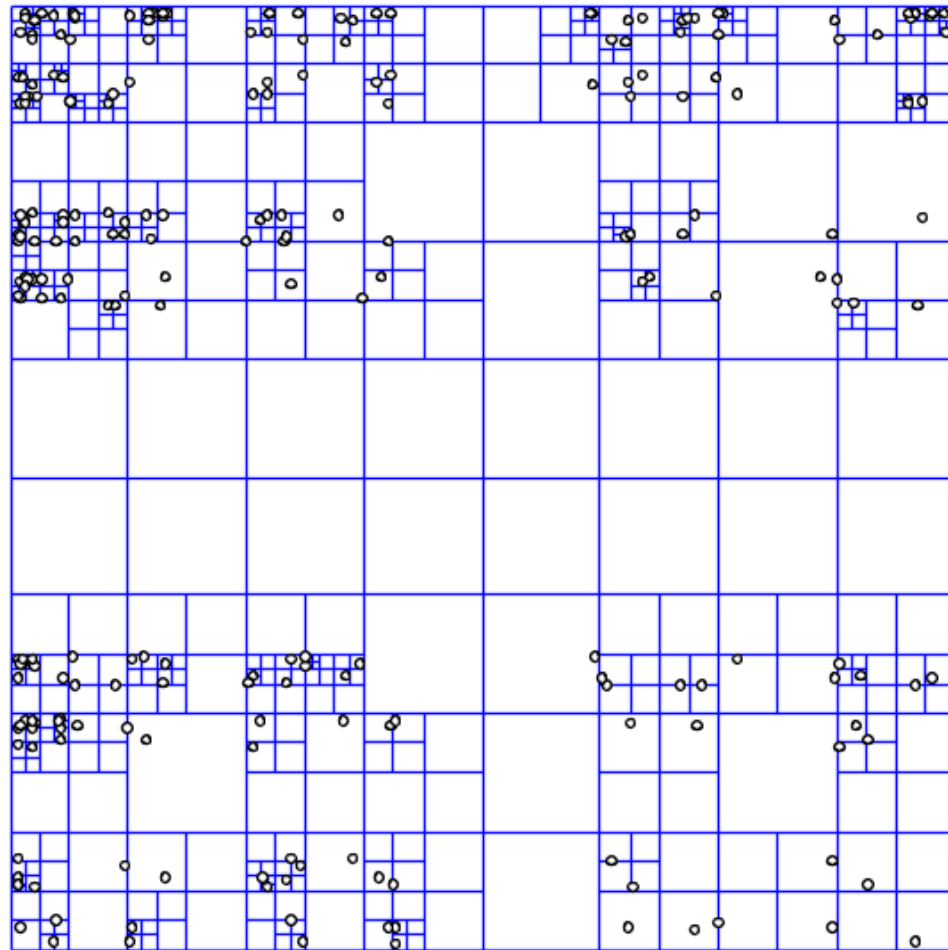


## **Structure de données**

- Vector
- Dictionnaire
- Arbre binaire
- Arbre a-b

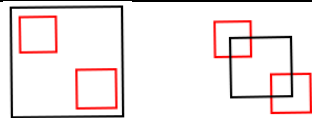
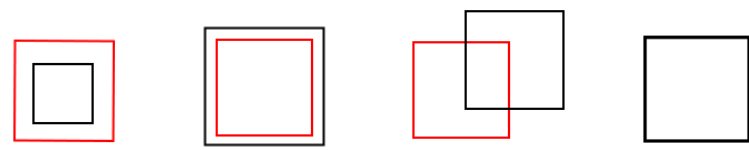


## Exemple de représentation



UNIVERSITÉ DE NANTES

## Algorithme

Cas de récursion	
Cas d'arrêt	

Classification visuelle des cas d'arrêts et de récursions



## **Inconvénients du QuadTree**



## Inconvénients du QuadTree

- Structure peu adaptée pour stocker des éléments de dimension  $d$

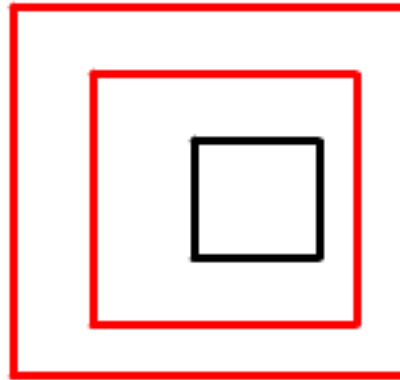


## Inconvénients du QuadTree

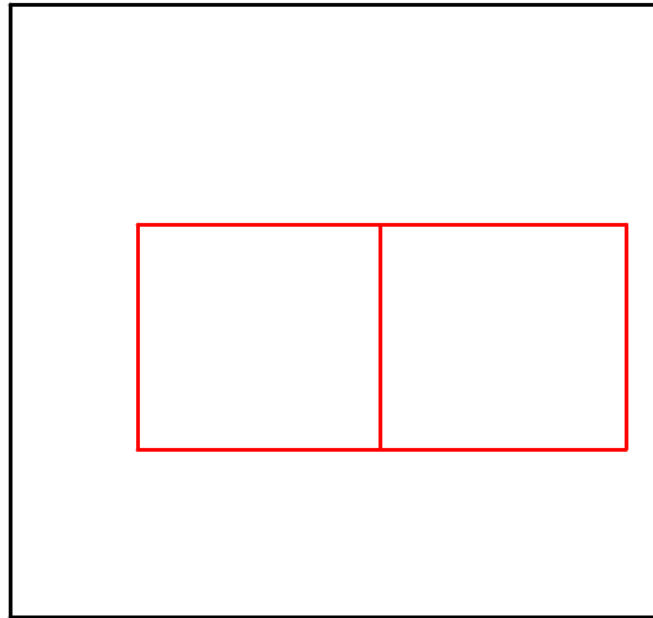
- Structure peu adaptée pour stocker des éléments de dimension  $d$
- Problèmes des *frontières*



## Cas de superposition des boîtes

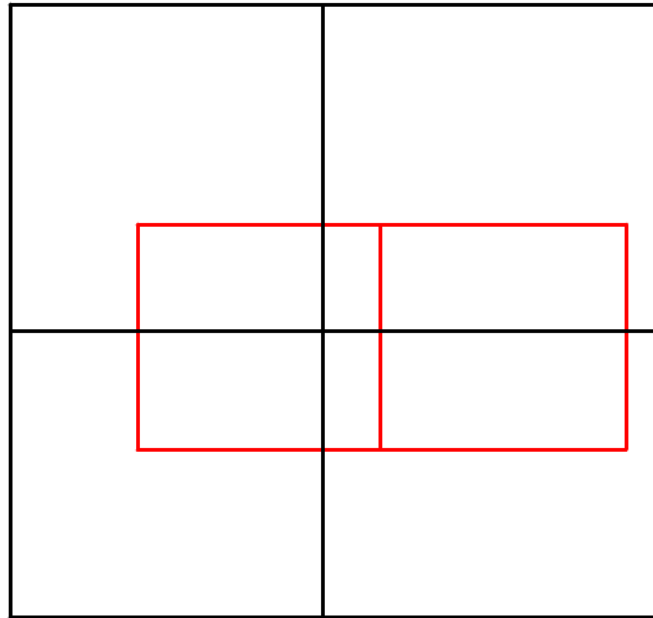


## Le problème des *frontières*

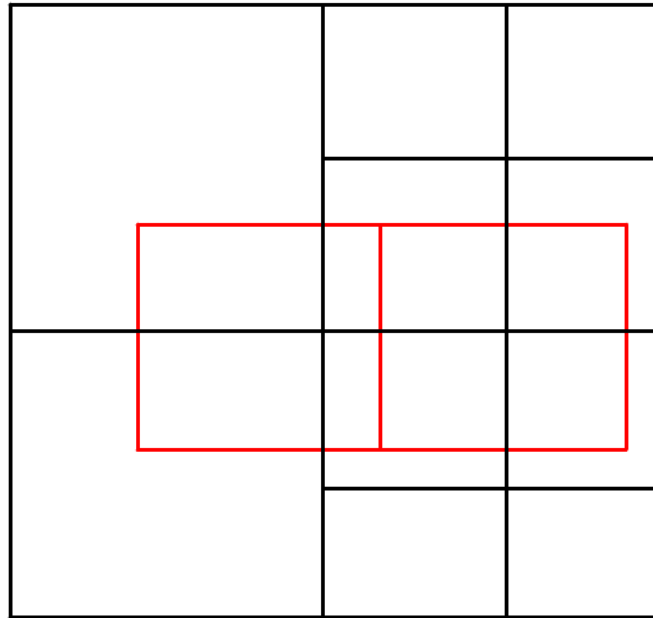




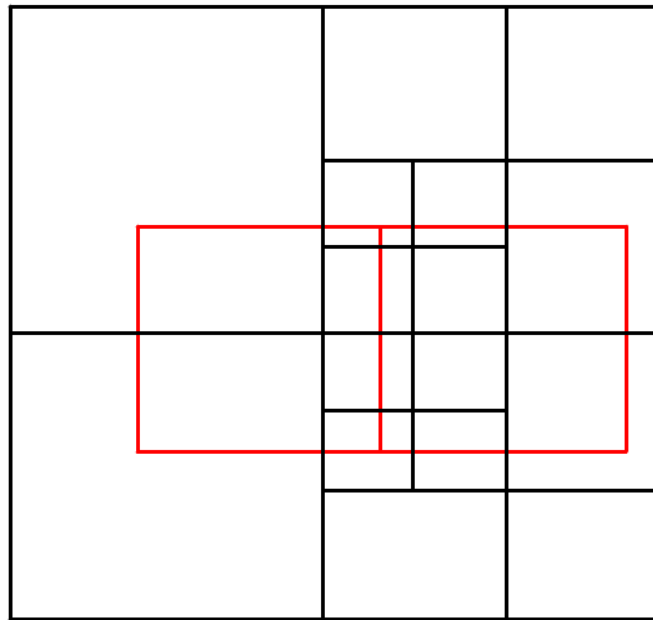
## Le problème des *frontières*



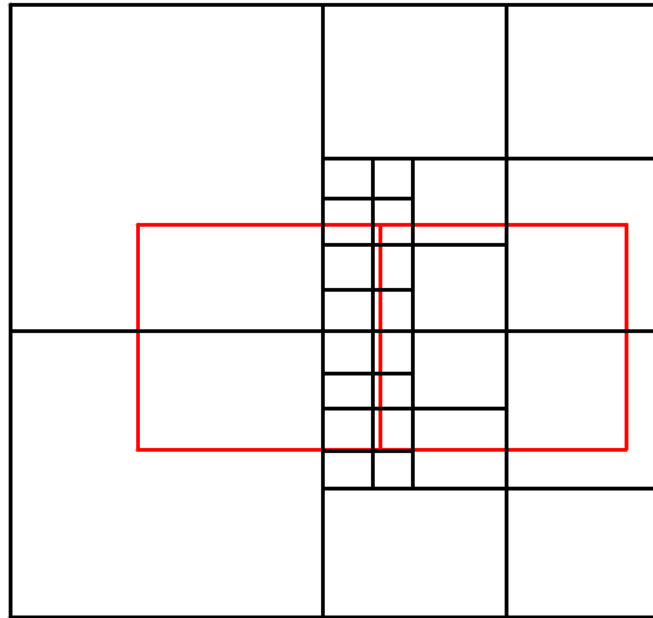
## Le problème des *frontières*



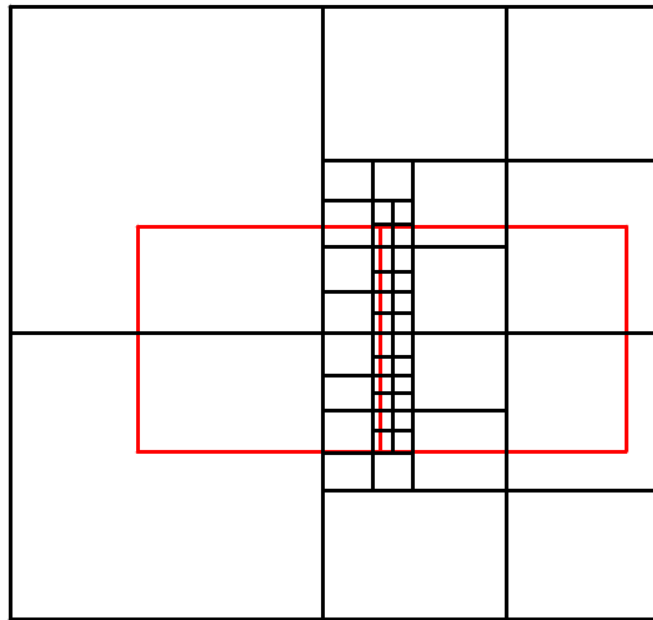
## Le problème des *frontières*



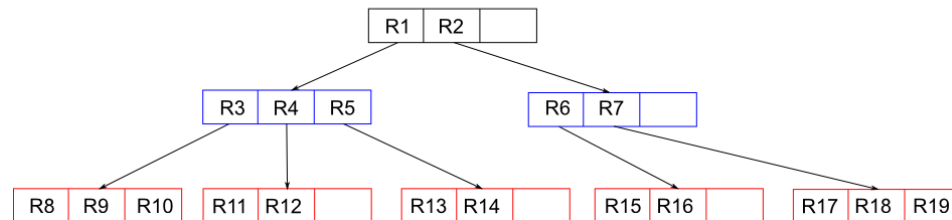
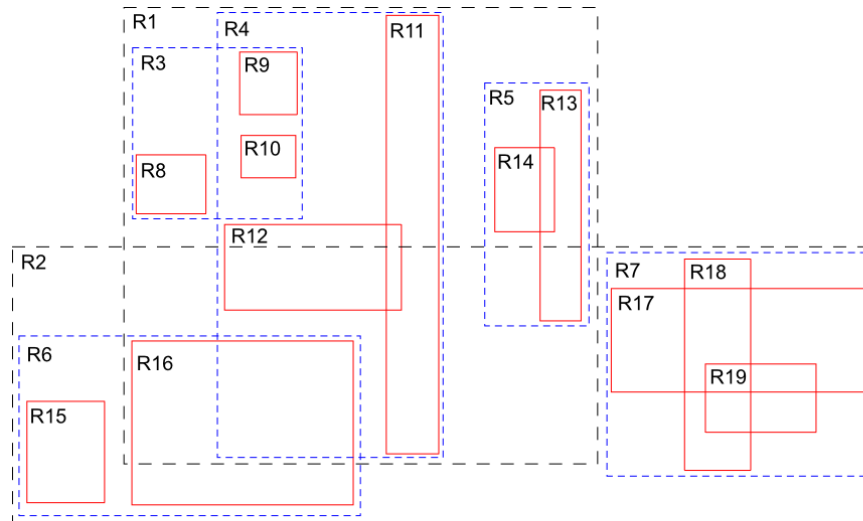
## Le problème des *frontières*



## Le problème des *frontières*



## Exemple de représentation



## **Description du R-Tree**



UNIVERSITÉ DE NANTES

## **Description du R-Tree**

- Variante de l'arbre B





## **Description du R-Tree**

- Variante de l'arbre B
- Chaque nœud est un MBR de ces fils



## Description du R-Tree

- Variante de l'arbre B
- Chaque nœud est un MBR de ces fils
- Chaque nœud contient entre  $m$  et  $M$  fils avec  $m \leq \frac{M}{2}$



## Hauteur de l'arbre et nombre de nœuds au pire cas

- Hauteur

$$h_{max} = \lceil \log_m n \rceil - 1$$

- Nombre de nœuds

$$N_{noeuds} = \sum_{i=1}^{h_{max}} \left\lceil \frac{n}{m^i} \right\rceil$$



## *Que reste-t-il à faire ?*

---

- Chercher la meilleure implémentation pour le R-Tree.
- Une étude approfondie pour prendre en compte la gestion des filtres.
- Trouver un moyen efficace de sauvegarde.



UNIVERSITÉ DE NANTES