

# Un Diagramme de Puissance Contrôlé par des Forces pour Rendre Interactives les Cartes Proportionnelles de Voronoi

A Force Directed Power Diagram  
Approach for Interactive  
Voronoi Treemaps

Ala Abuthawabeh et  
Michaël Aupetit

***Short paper Eurovis 2020***

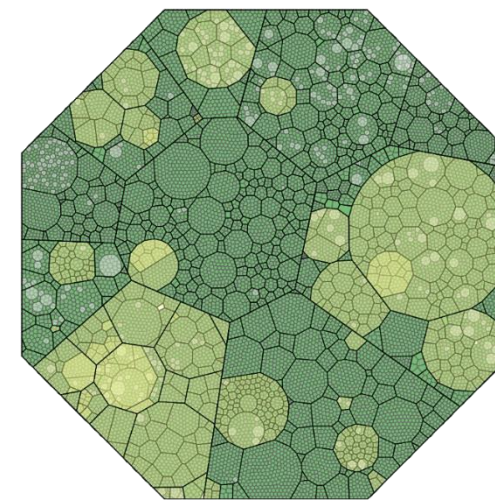
# Motivation

- ▶ Carte proportionnelle de Voronoi (treemap)
  - ▶ Visualiser une **hiérarchie**
  - ▶ **Variables catégorielles**
  - ▶ Rempli l'espace / **dense**
  - ▶ Ressemble a une **carte**

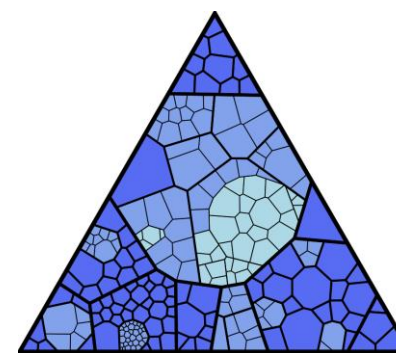
## Voronoi treemaps



[Ala Abuthawabeh, Michaël Aupetit.  
Toward Interactive Labeling with  
Voronoi Treemaps . IEEE VIS 2019.]



[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing  
voronoi treemaps: Faster, simpler, and  
resolution-independent. Computer Graphics  
Forum  
31, 3pt1 (2012), 855–864.]



[[https://bl.ocks.org/Kcnarf/  
15d54f4ccae6a3710cd3029546664eec](https://bl.ocks.org/Kcnarf/15d54f4ccae6a3710cd3029546664eec)]



[Michael Balzer and Oliver Deussen. 2005.  
Voronoi Treemaps. In Proceedings of the  
Proceedings of the 2005 IEEE Symposium  
on Information Visualization (INFOVIS '05)]



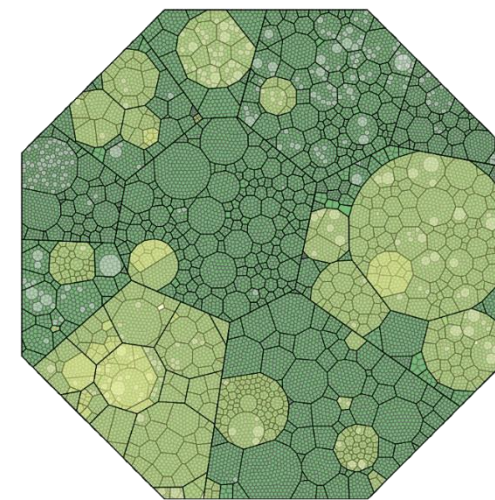
# Motivation

- ▶ Carte proportionnelle de Voronoi (treemap)
  - ▶ Visualiser une **hiérarchie**
  - ▶ **Variables catégorielles**
  - ▶ Rempli l'espace / **dense**
  - ▶ Ressemble a une **carte**
- ▶ Organisation spatiale doit être réajustée
  - ▶ Journaliste de données pour **raconter une histoire**
  - ▶ Chercheur pour **classer les données**

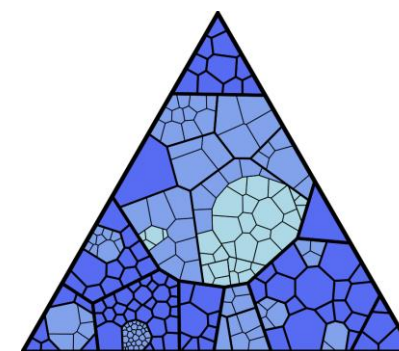
## Voronoi treemaps



[Ala Abuthawabeh, Michaël Aupetit.  
Toward Interactive Labeling with  
Voronoi Treemaps . IEEE VIS 2019.]



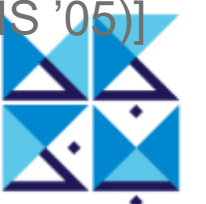
[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing  
voronoi treemaps: Faster, simpler, and  
resolution-independent. Computer Graphics  
Forum  
31, 3pt1 (2012), 855–864.]



[[https://bl.ocks.org/Kcnarf/  
15d54f4ccae6a3710cd3029546664eec](https://bl.ocks.org/Kcnarf/15d54f4ccae6a3710cd3029546664eec)]



[Michael Balzer and Oliver Deussen. 2005.  
Voronoi Treemaps. In Proceedings of the  
Proceedings of the 2005 IEEE Symposium  
on Information Visualization (INFOVIS '05)]





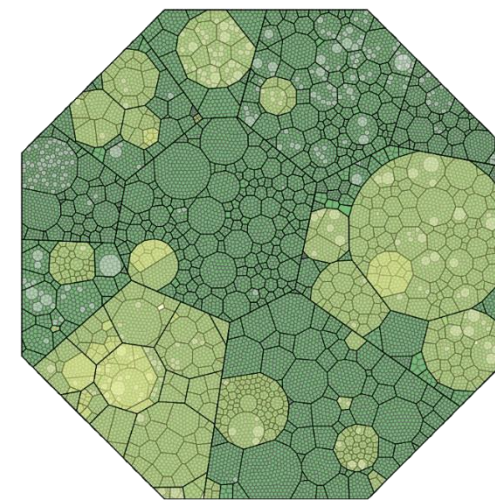
# Motivation

- ▶ Carte proportionnelle de Voronoi (treemap)
  - ▶ Visualiser une **hiérarchie**
  - ▶ **Variables catégorielles**
  - ▶ Rempli l'espace / **dense**
  - ▶ Ressemble a une **carte**
- ▶ Organisation spatiale doit être réajustée
  - ▶ Journaliste de données pour **raconter une histoire**
  - ▶ Chercheur pour **classer les données**
- ▶ Contributions
  - ▶ Carte de Voronoi **interactive**
  - ▶ Déplacement des cellules par **glisser-déposer**
  - ▶ Utilisation de **forces**

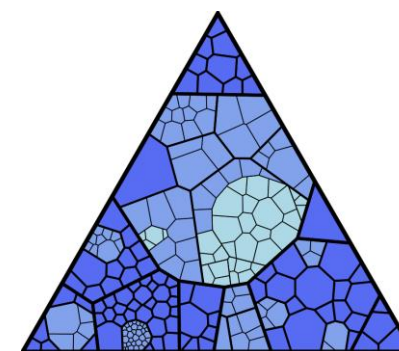
## Voronoi treemaps



[Ala Abuthawabeh, Michaël Aupetit.  
Toward Interactive Labeling with  
Voronoi Treemaps . IEEE VIS 2019.]



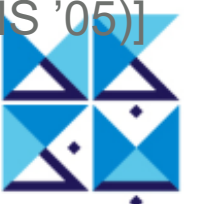
[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing  
voronoi treemaps: Faster, simpler, and  
resolution-independent. Computer Graphics  
Forum  
31, 3pt1 (2012), 855–864.]



[[https://bl.ocks.org/Kcnarf/  
15d54f4ccae6a3710cd3029546664eec](https://bl.ocks.org/Kcnarf/15d54f4ccae6a3710cd3029546664eec)]



[Michael Balzer and Oliver Deussen. 2005.  
Voronoi Treemaps. In Proceedings of the  
Proceedings of the 2005 IEEE Symposium  
on Information Visualization (INFOVIS '05)]



# Cartes proportionnelles et diagramme de puissance

- ▶ **Carte Proportionnelle**
  - ▶ Hiérarchie dont les nœuds sont représentés par des cellules imbriquées
  - ▶ Valeurs des nœuds représentées par l'aire des cellules
- ▶ On considère un seul niveau de hiérarchie



# Cartes proportionnelles et diagramme de puissance

## ► Carte Proportionnelle

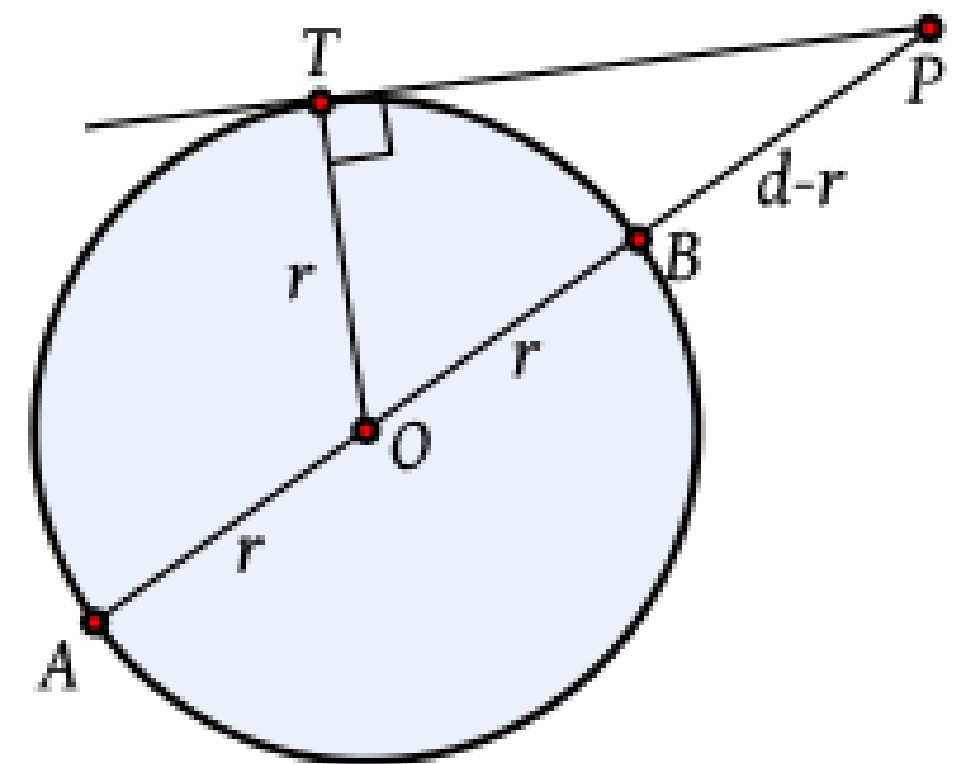
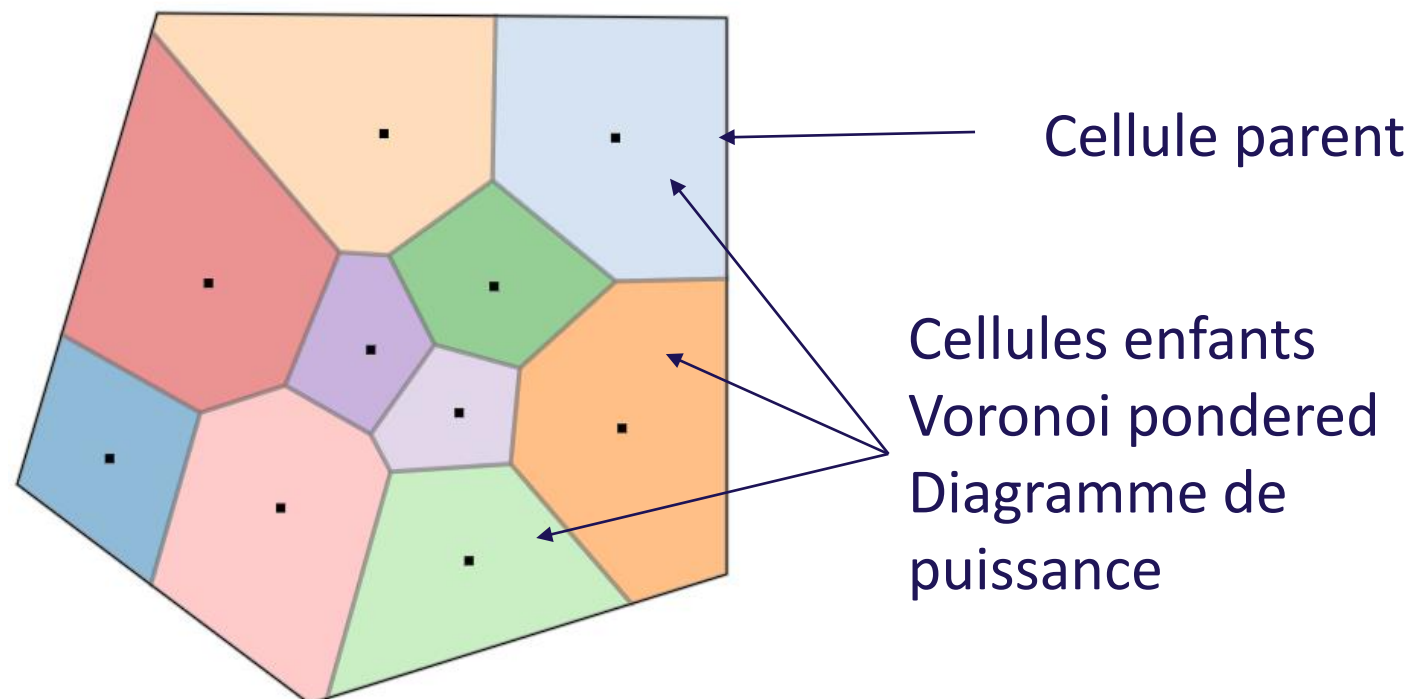
- Hiérarchie dont les nœuds sont représentés par des cellules imbriquées
- Valeurs des nœuds représentées par l'aire des cellules

## ► On considère un seul niveau de hiérarchie

## ► Les diagrammes de Puissance génèrent des cellules polygonales (cellules de Voronoi pondérées)

- Ces cellules sont les duales d'autant de cercles de puissance

Lieu des points  $P$  tels que la distance  $PT_i$  au cercle dual  $C_i$  est minimale /  $PT_k$



$$PA \cdot PB = PT^2 = d^2 - r^2$$

[Wikipedia]

[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing voronoi treemaps: Faster, simpler, and resolution-independent. Computer Graphics Forum 31 (2012), 855–864.]



# Cartes proportionnelles et diagramme de puissance

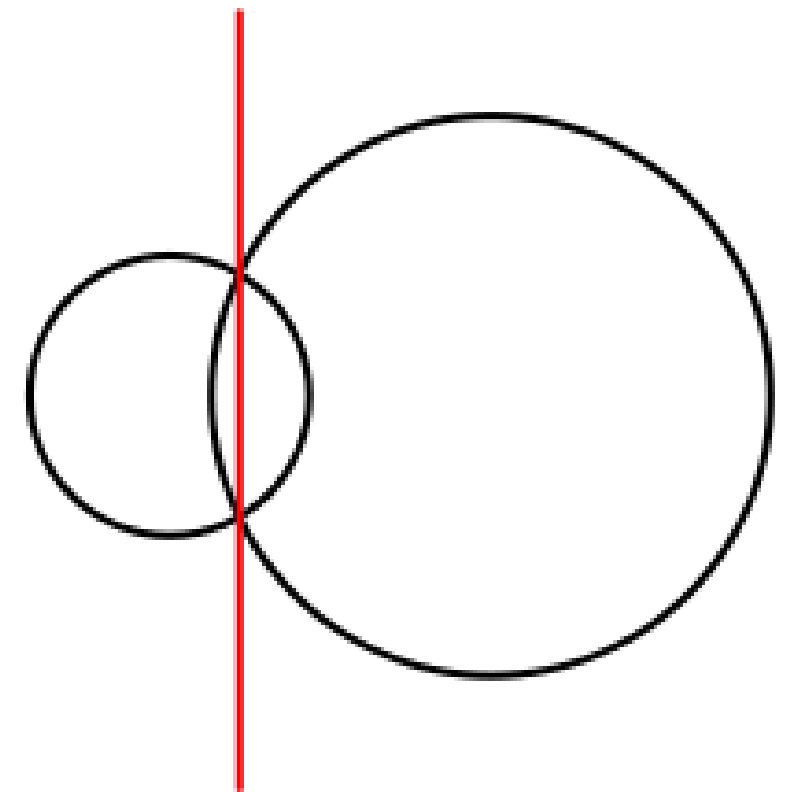
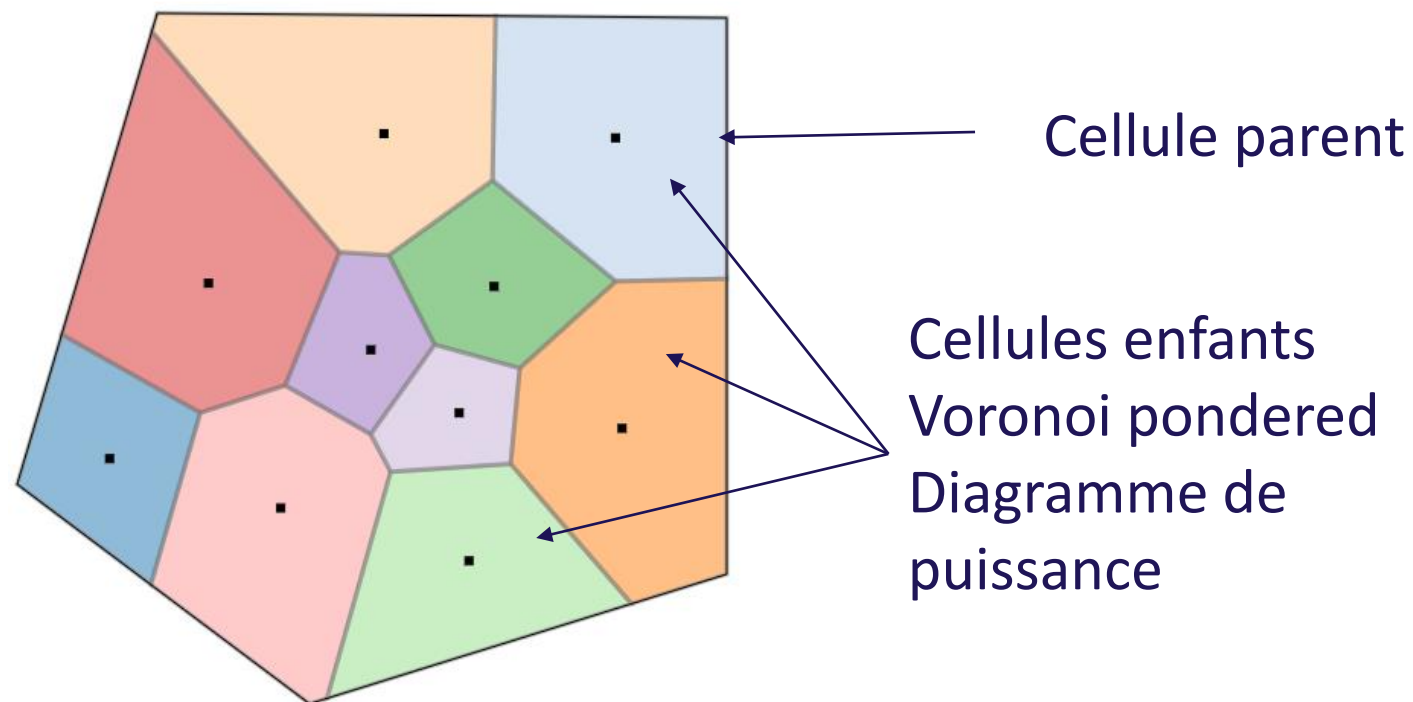
## ► Carte Proportionnelle

- Hiérarchie dont les nœuds sont représentés par des cellules imbriquées
- Valeurs des nœuds représentées par l'aire des cellules

## ► On considère un seul niveau de hiérarchie

## ► Les diagrammes de Puissance génèrent des cellules polygonales (cellules de Voronoi pondérées)

- Ces cellules sont les duales d'autant de cercles de puissance
- Les **arêtes des polygones** sont définies par l'**intersection de deux cercles de puissance**



[Wikipedia]

[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing voronoi treemaps: Faster, simpler, and resolution-independent. Computer Graphics Forum 31 (2012), 855–864.]





# Cartes proportionnelles et diagramme de puissance

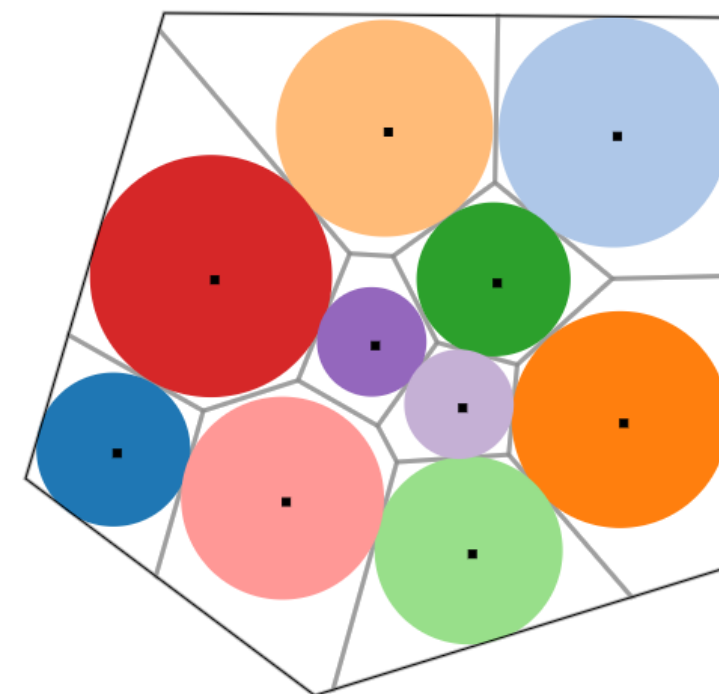
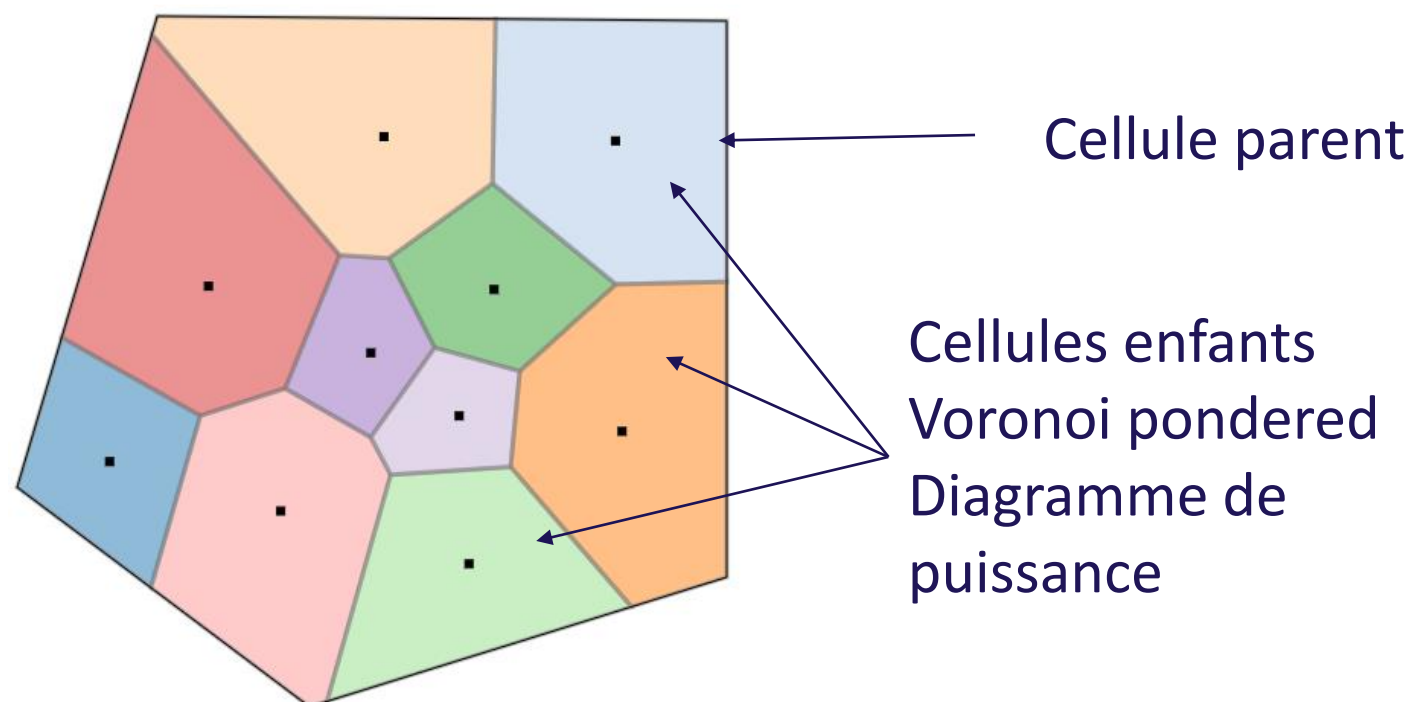
## ► Carte Proportionnelle

- Hiérarchie dont les nœuds sont représentés par des cellules imbriquées
- Valeurs des nœuds représentées par l'aire des cellules

## ► On considère un seul niveau de hiérarchie

## ► Les diagrammes de Puissance génèrent des cellules polygonales (cellules de Voronoi pondérées)

- Ces cellules sont les duales d'autant de cercles de puissance
- Les arêtes des polygones sont définies par l'intersection de deux cercles de puissance
- Le **rayon** des cercles et leur **position** **contrôlent** la **forme** des cellules
- L'aire des cercles est **corrélée** à l'aire des cellules de Voronoi pondérées



[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing voronoi treemaps: Faster, simpler, and resolution-independent. Computer Graphics Forum 31 (2012), 855–864.]





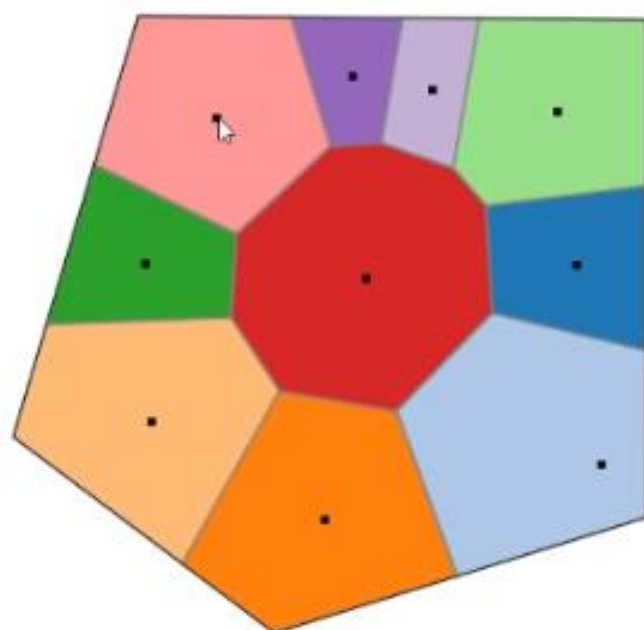
# Comment déplacer les cellules de Voronoi?

- ▶ **Idée:** Modifier la méthode de Nocaj et Brandes qui optimise les **positions** et les **rayons** des cercles de puissance pour **minimiser l' écart entre les aires des cellules et les aires cibles.**

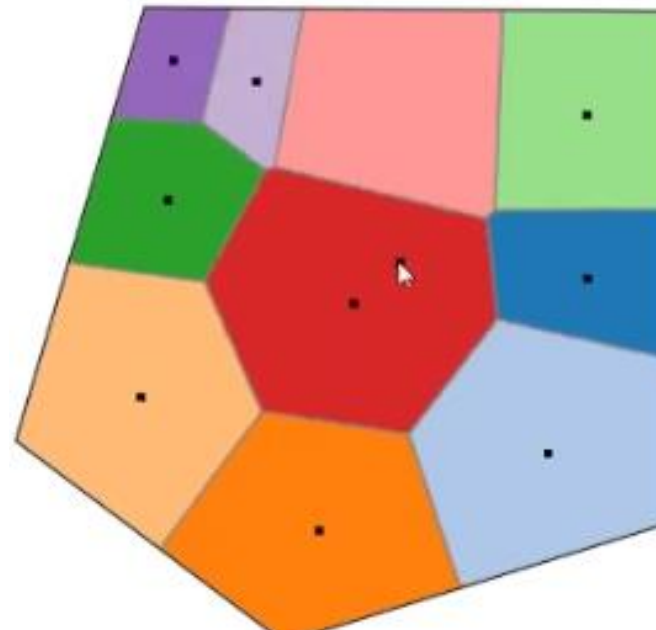


# Comment déplacer les cellules de Voronoi?

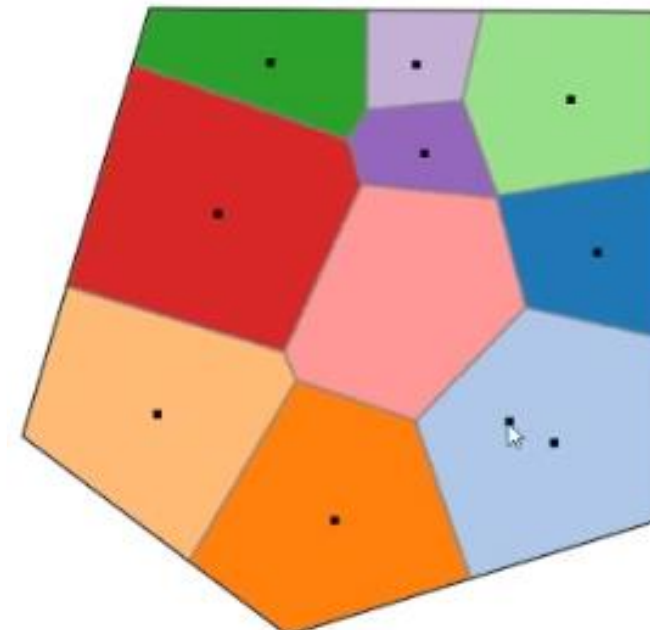
- ▶ **Idée:** Modifier la méthode de Nocaj et Brandes qui optimise les **positions** et les **rayons** des cercles de puissance pour **minimiser l' écart entre les aires des cellules et les aires cibles**.
- ▶ La cellule saisie suit la souris, et on optimise les autres paramètres...



(1)

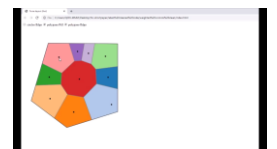


(2)



(3)

- ▶ **Echec:** la cellule déplacée reste fixe semblant glisser sous la souris puis saute soudainement dans une position inattendue, perturbant les cellules voisines.

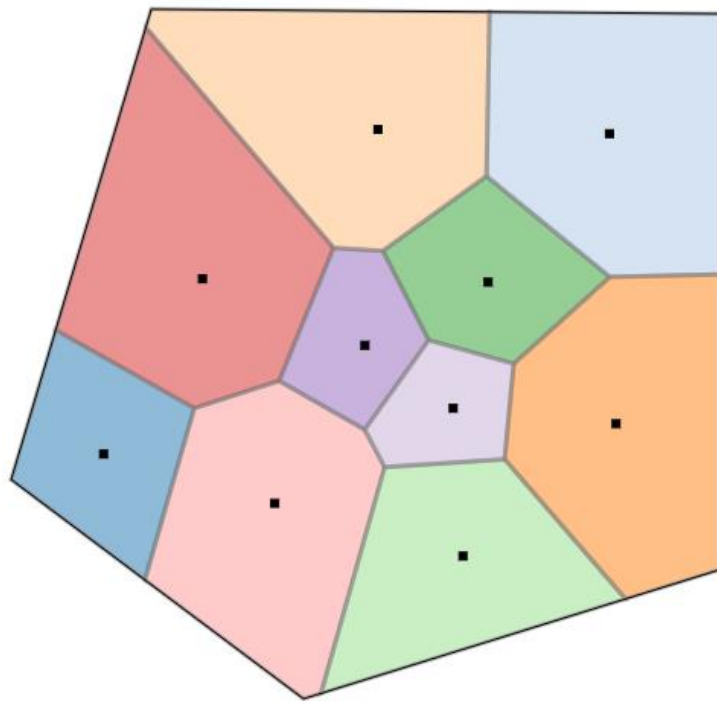


[NOCAJ A., BRANDES U.: Computing voronoi treemaps: Faster, simpler, and resolution-independent. Computer Graphics Forum 31, 3pt1 (2012), 855–864.]

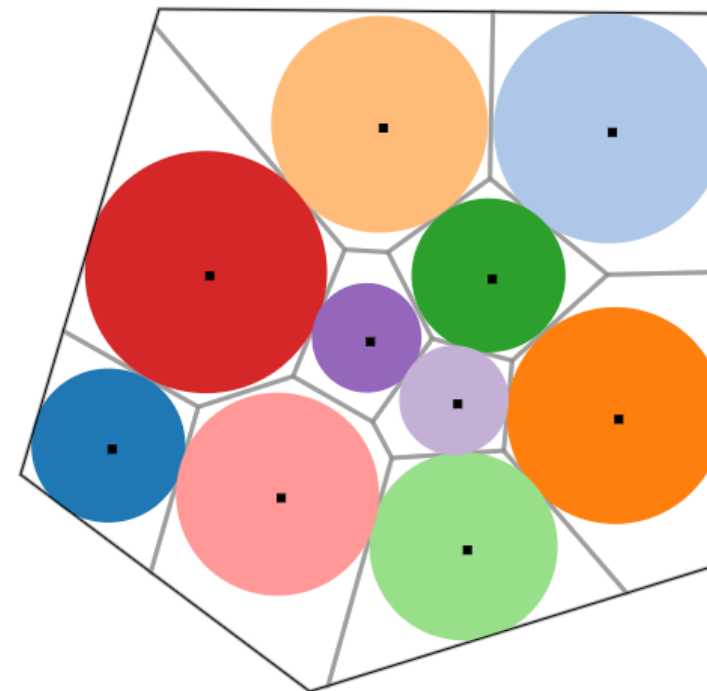


# Proposition

Déplacer les cellules de Voronoï en appliquant des **forces sur leurs cercles duaux**.



(1)



(2)

## Objectifs de conception

**Précision:** Préserver les aires des cellules

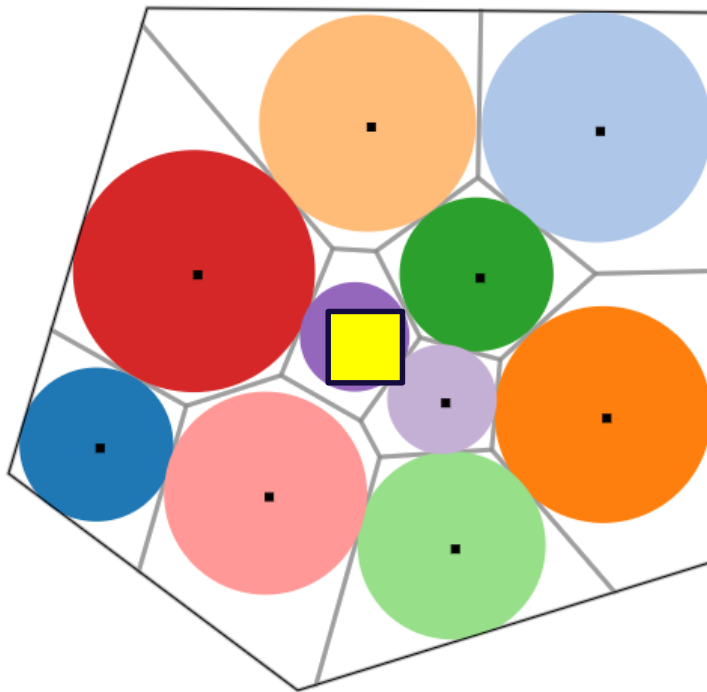
**Stabilité:** Préserver la représentation mentale

**Prévisibilité:** Assurer une interaction souple et prévisible



# Les forces appliquées

## Centrage



## Description

Recentre tous les objets au centre de la fenêtre

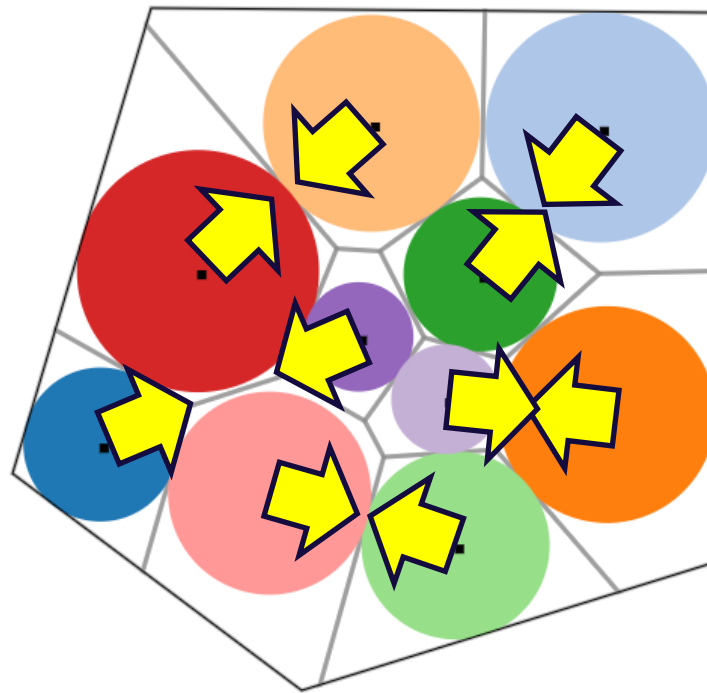
## Bénéfice

Positionnement **global**



# Les forces appliquées

## Attraction gravitationnelle



## Description

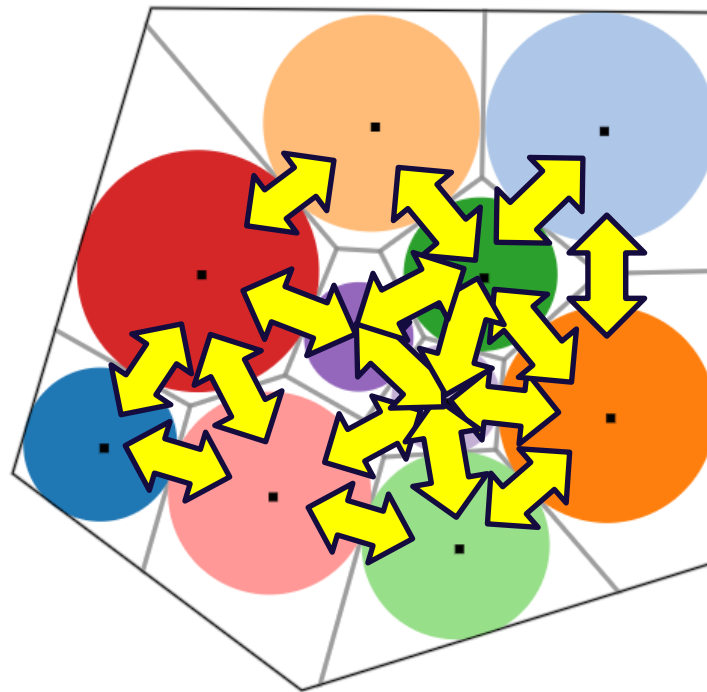
Simule une force gravitationnelle (attraction) ou de charge électrostatique (répulsion) entre toutes les paires d'objets

## Bénéfice

Maintien d'un conglomerat **dense** pour obtenir de bonnes **positions et aires** des cellules

# Les forces appliquées

## Anti-collision



## Description

Force répulsive et rayon solide pour éviter les chevauchements

## Bénéfice

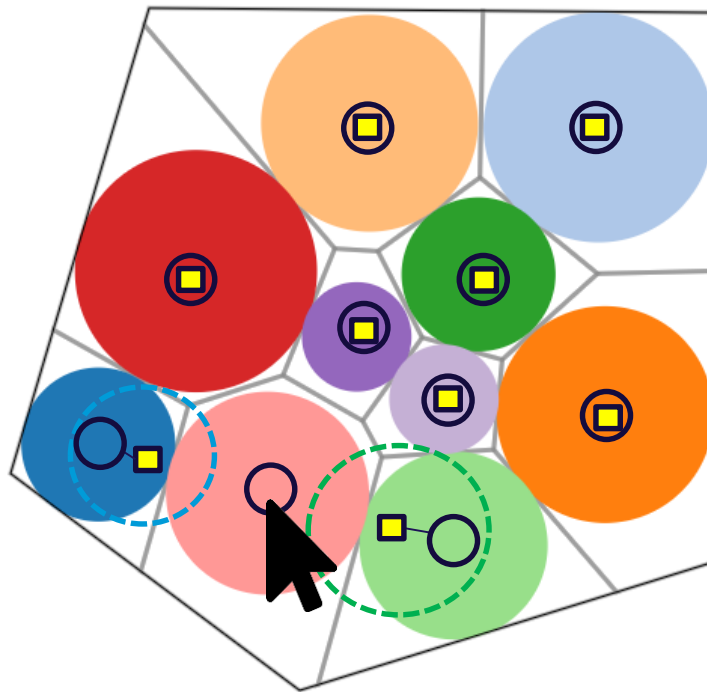
Eviter que des cellules **disparaissent**

Obtenir une **aire correcte**

Obtenir une **interaction prévisible**

# Les forces appliquées

## Rappel



## Description:

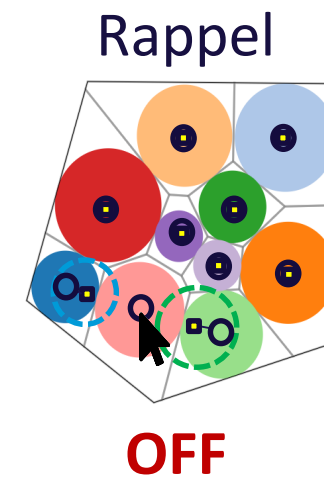
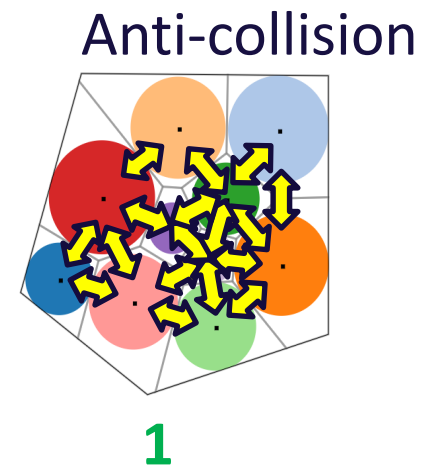
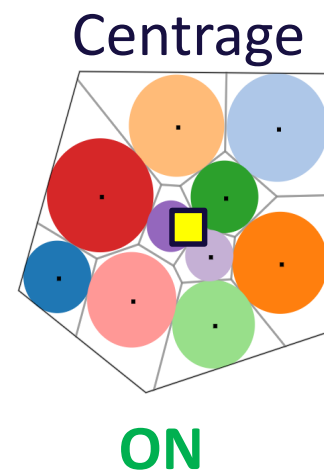
Simule des forces de traction ou de répulsion de chaque objet a un point spécifique

## Bénéfice

Maintenir la **représentation mentale**

# Modes Statique et Déplacement

- Statique: pour **initialiser les positions et les aires**



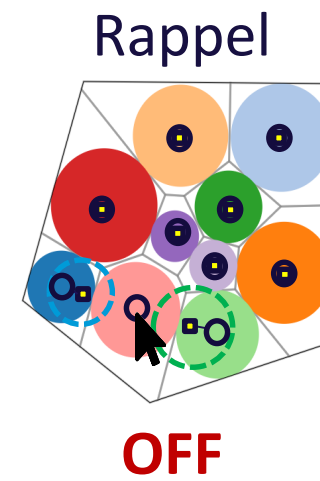
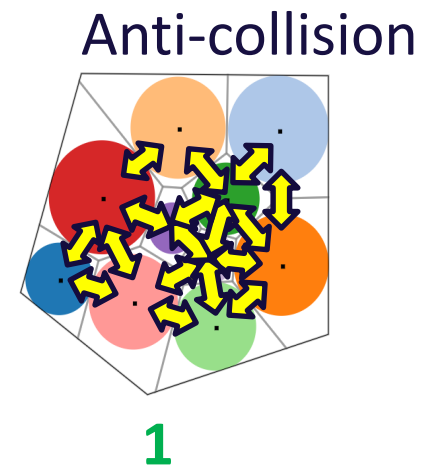
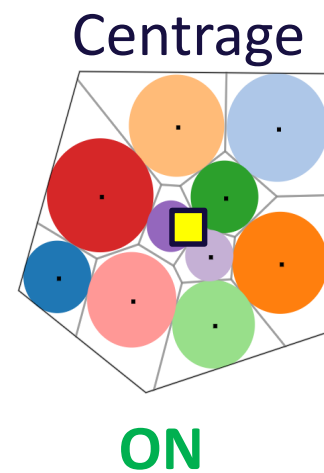
Obtenir une bonne position initiale en **grossissant les cercles deux (alpha)**





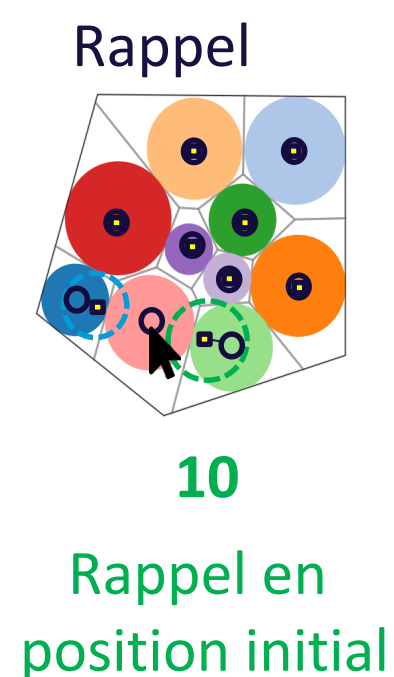
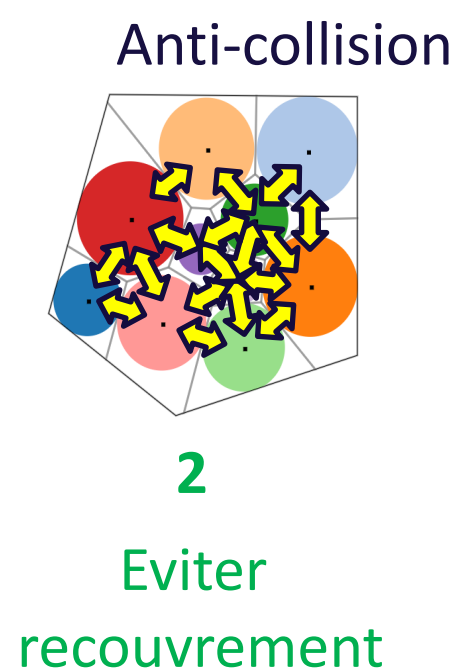
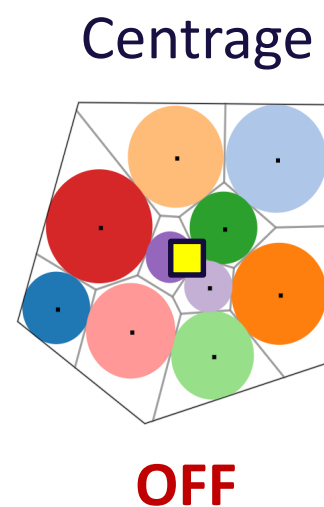
# Modes Statique et Déplacement

- Statique: pour **initialiser les positions et les aires**



Obtenir une bonne position initiale en **grossissant les cercles deux** (alpha)

- Déplacement: pour **préserver la représentation mentale et interaction prévisible et souple**



# Expérience : Mode Statique

- ▶ Agrandir les cercles deux pour trouver une bonne position
- ▶ **alpha** contrôle le rayon des cercles deux
- ▶ L'aire des cercles est proportionnelle au poids cible

$$rayon = \sqrt{\frac{\textit{alpha} \times aire\ cellule\ parent \times poids\ cible}{\pi}}$$

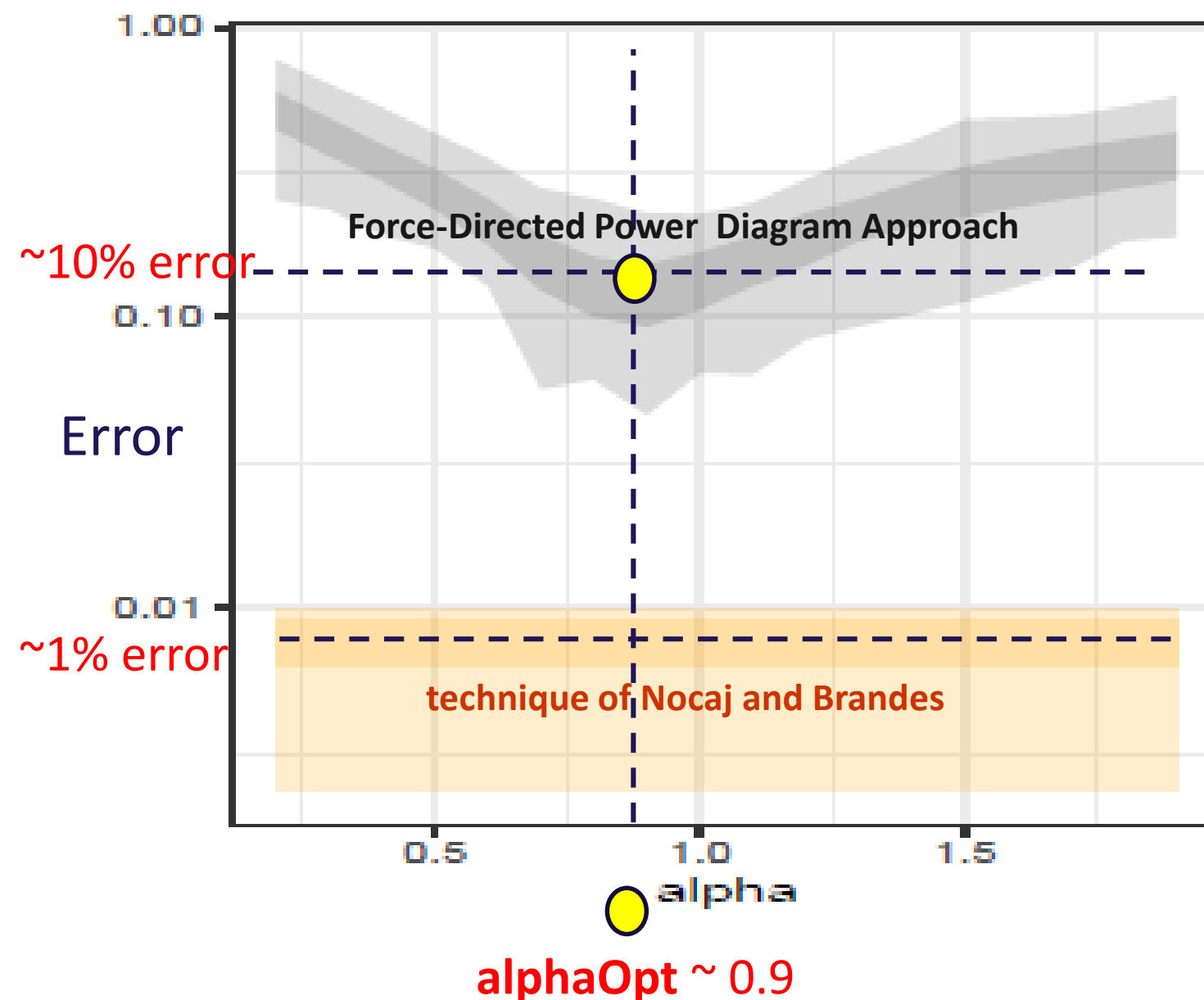
- ▶ Trouver le **alpha optimal** qui **minimise** la différence entre l'aire des cellules de puissance et celle des poids cibles



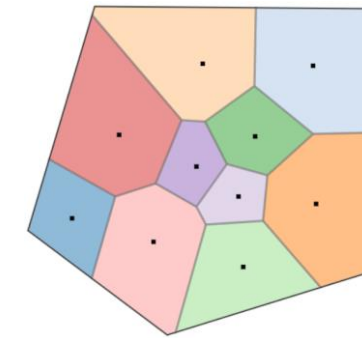
# Expérience : Mode Statique

- Résultat : une précision faible (~10% au lieu de ~1%)

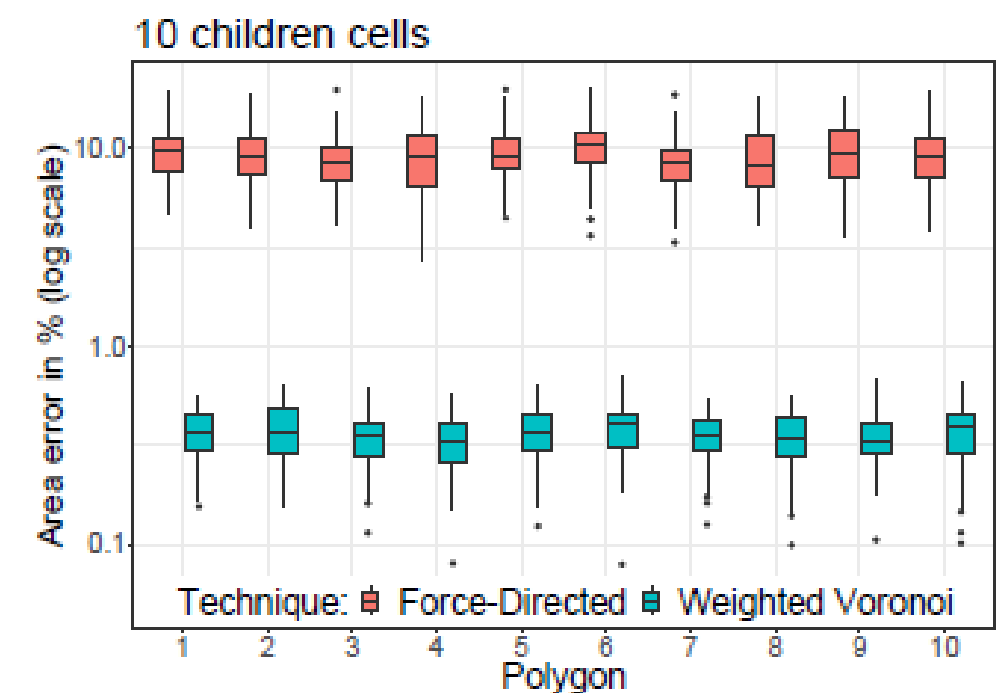
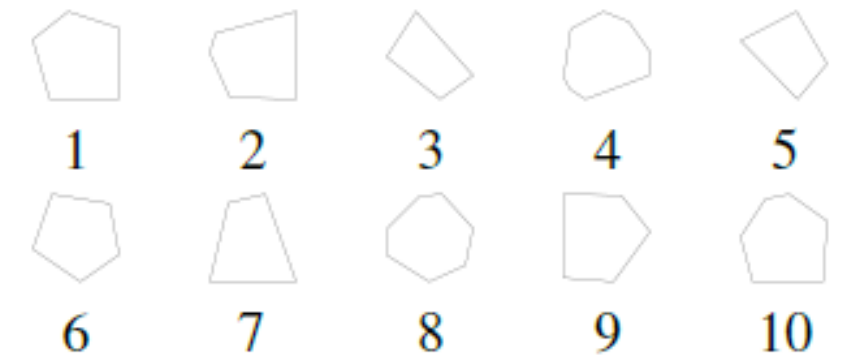
# children cells= 10



10 children cells

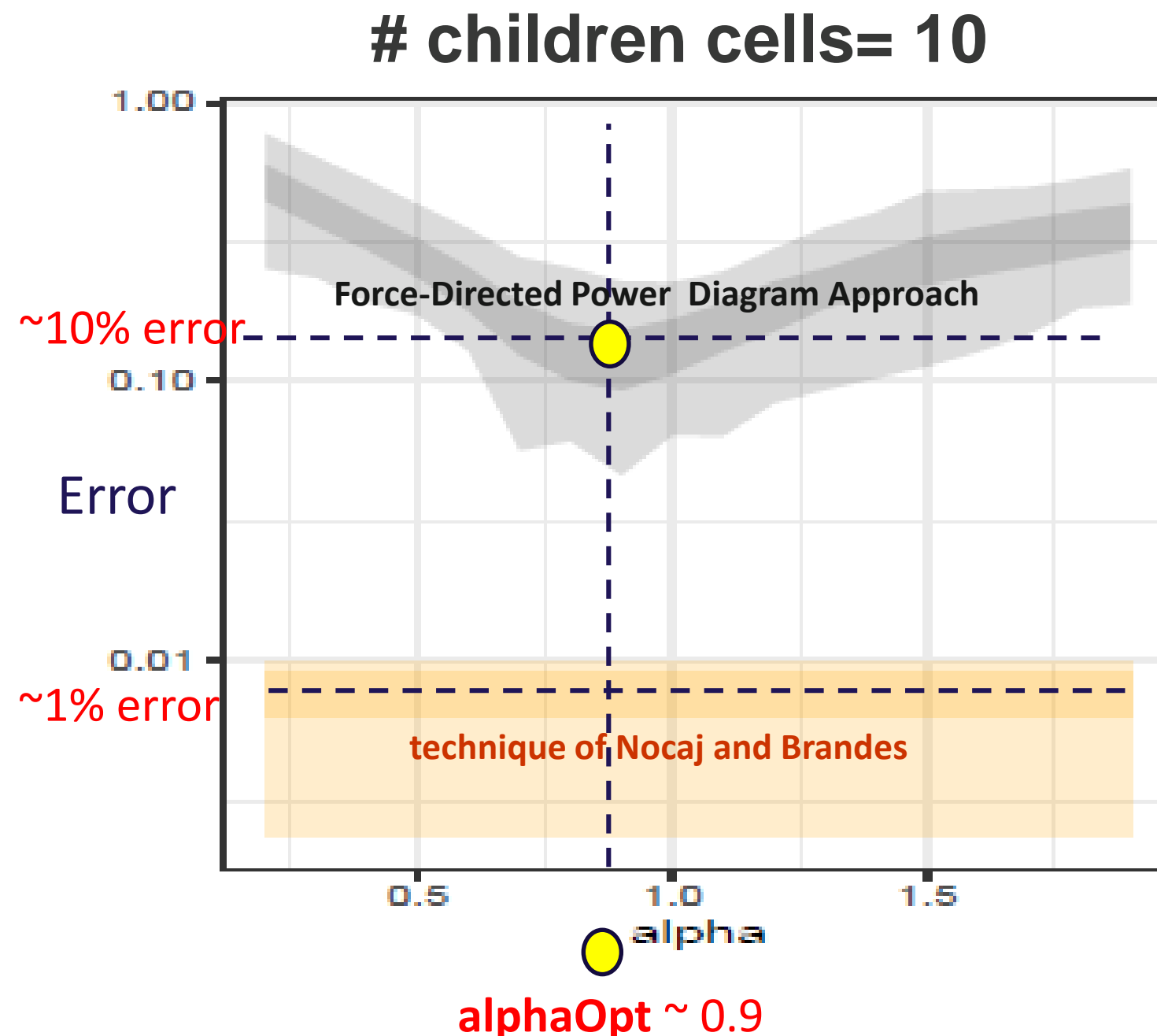


10 parent cells

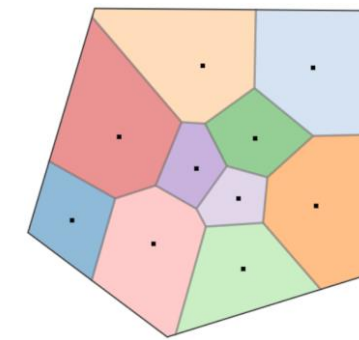


# Expérience : Mode Statique

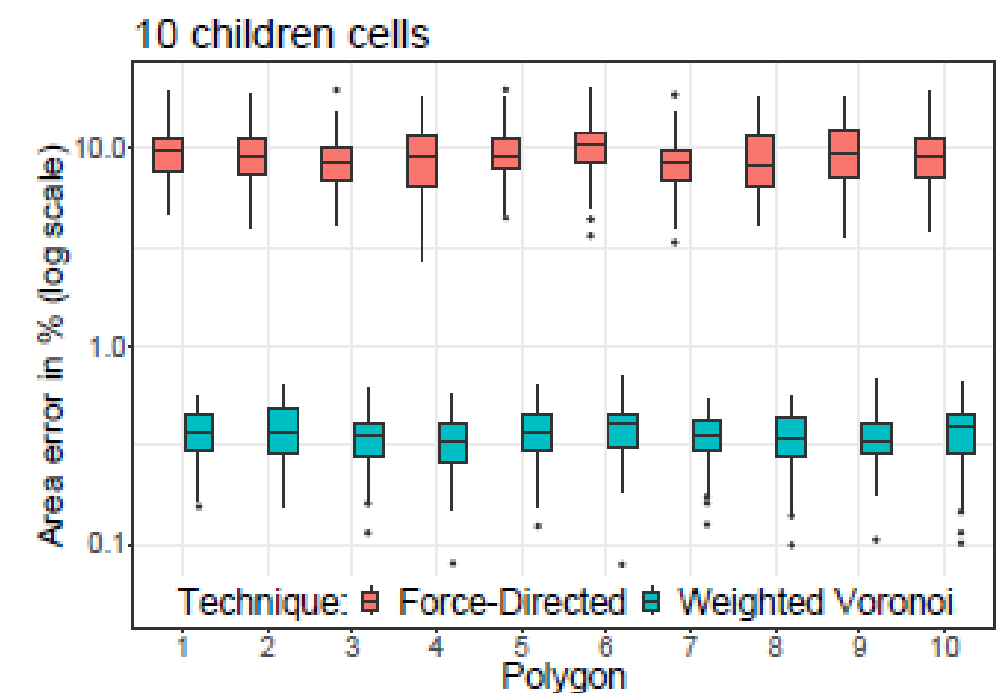
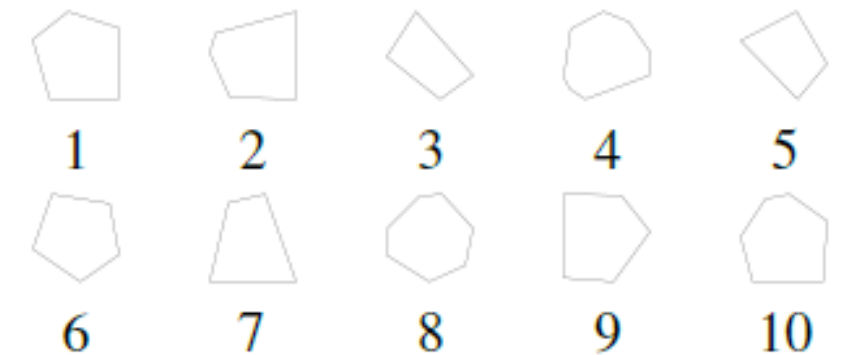
- ▶ Résultat : une précision faible (~10% au lieu de ~1%)



10 children cells



10 parent cells



- ▶ Aire des cellules n'est pas assez précise dans le mode statique
- ▶ Mieux vaut utiliser la technique de Nocaj et Brandes





# Expérience : Mode Déplacement

- **Compromis** entre **précision des aires** et **préservation de la représentation mentale**

$$rayon = \sqrt{\frac{beta \times \textcolor{red}{alphaOpt} \times aire\ cellule\ parent \times poids\ cible}{\pi}}$$

*beta* low = 0.1

*beta* medium = 0.5

*beta* high = 1

Stabilité ++

Stabilité & Précision

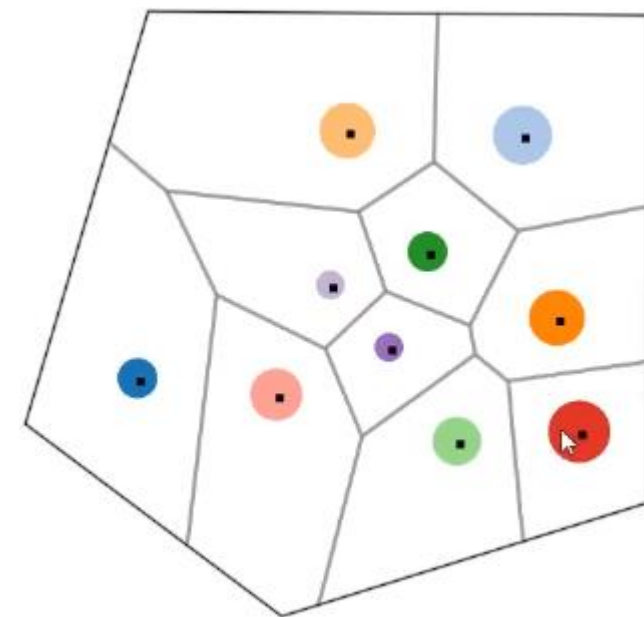
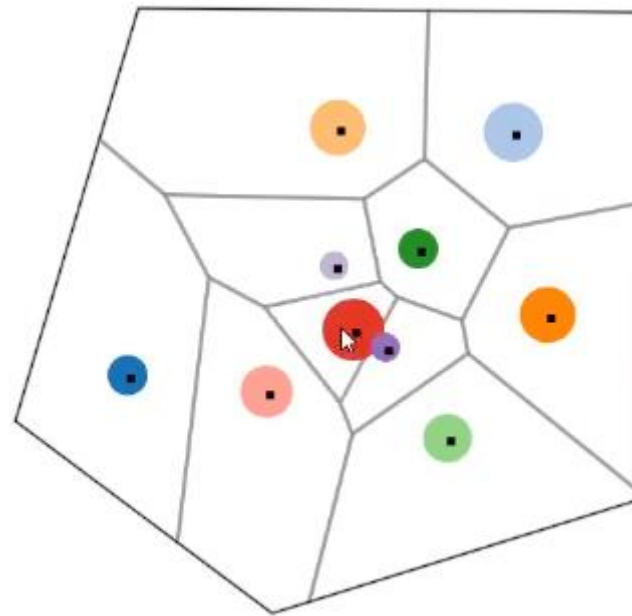
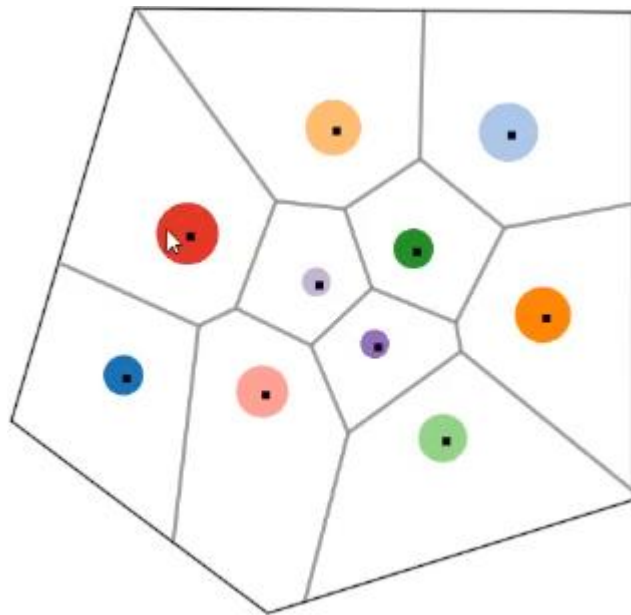
Précision ++



# Expérience : Mode Déplacement

- Le **compromis** entre stabilité/précision est **contrôlable**

**low** *beta* = 0.1      Stabilité ++

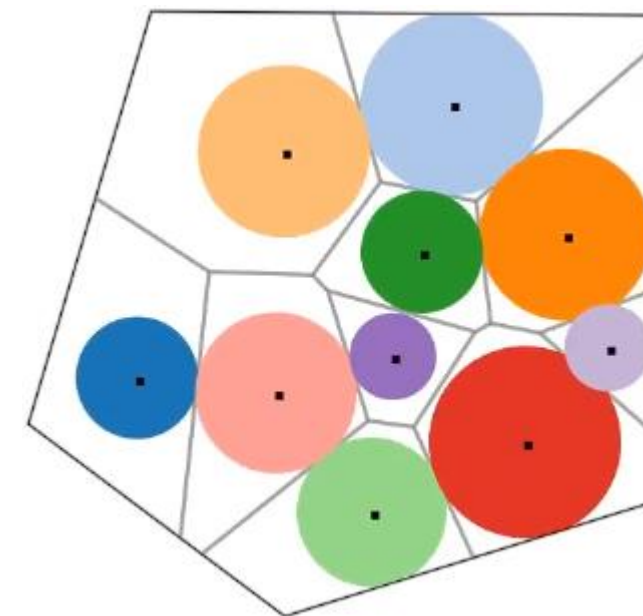
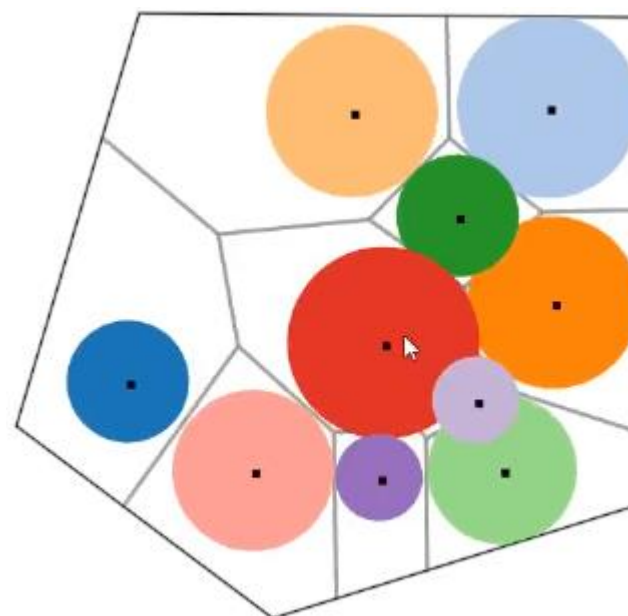
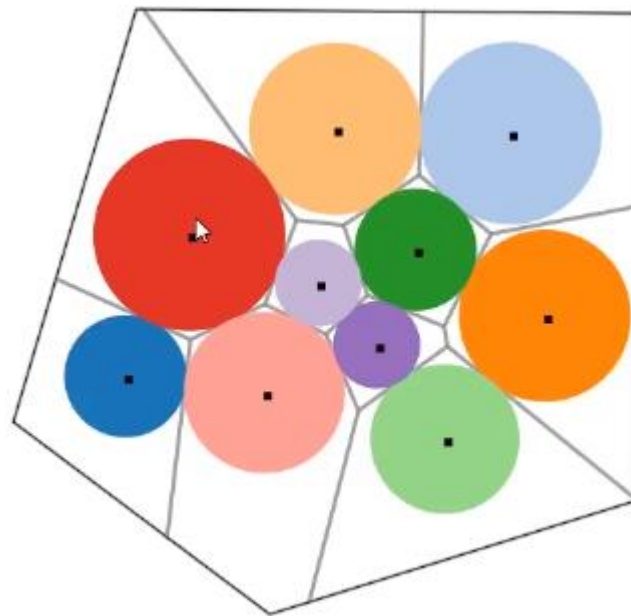


# Expérience : Mode Déplacement

- Le **compromis** entre stabilité/précision est **contrôlable**

high *beta*=1

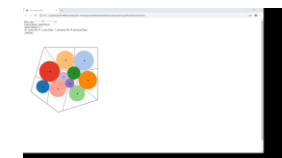
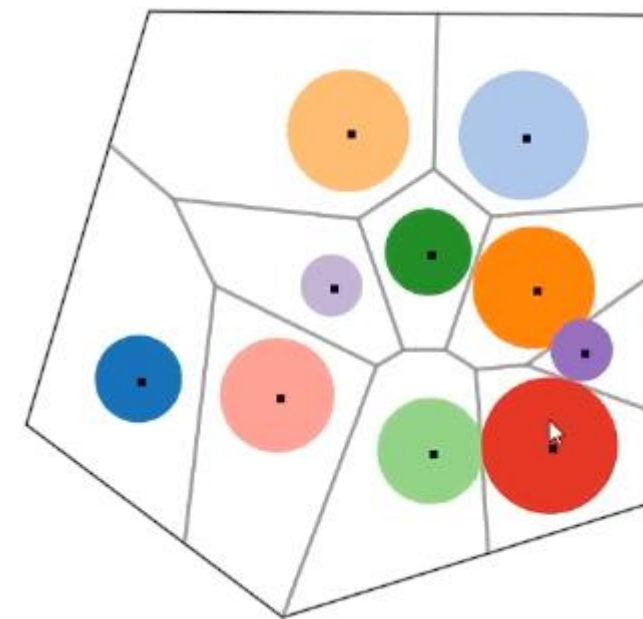
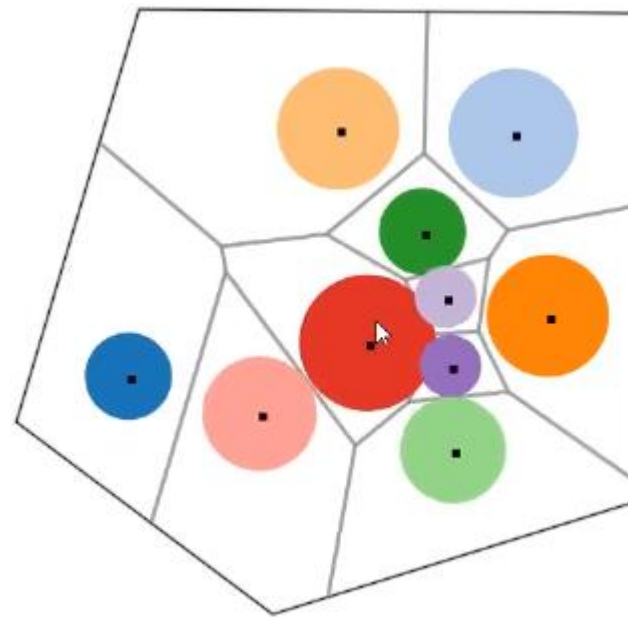
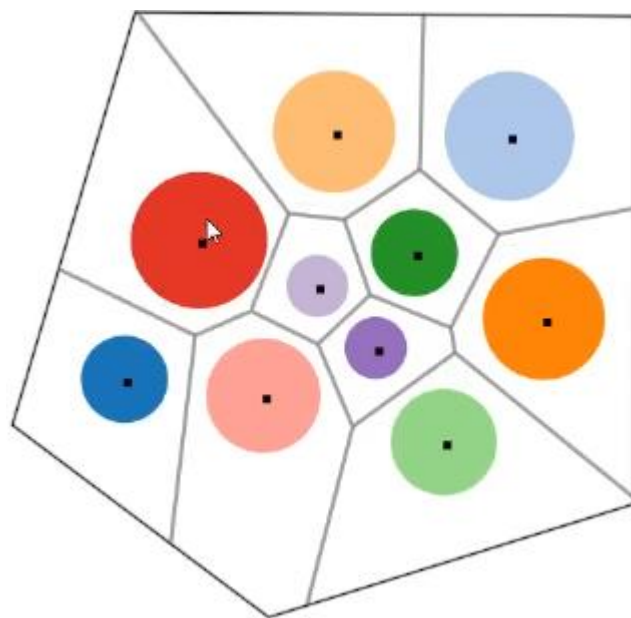
Précision ++



# Expérience : Mode Déplacement

- Le **compromis** entre stabilité/précision est **contrôlable**

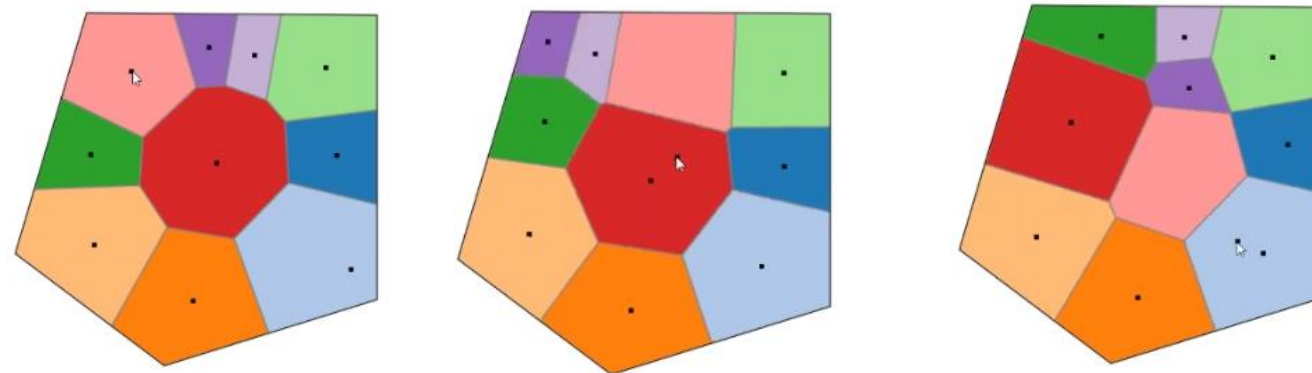
medium *beta*=0.5      Stabilité & Précision





# Expérience : Mode Déplacement

**Rappel:** l'approche de Brandes et Nocaj n'est ni souple ni prévisible

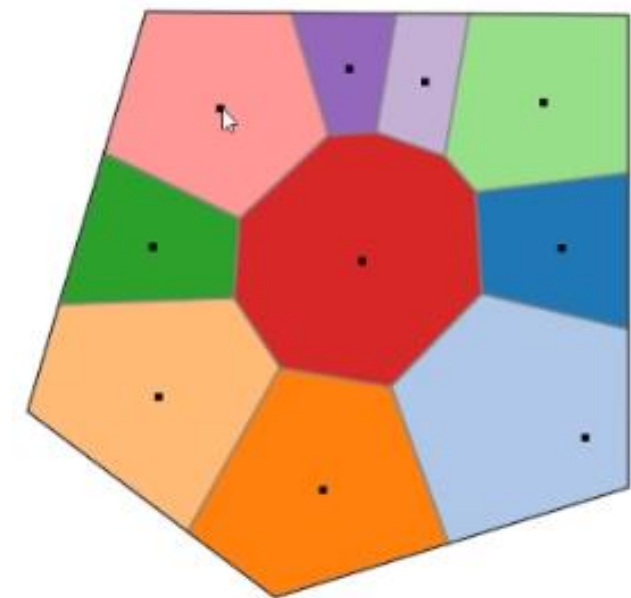


# Démonstration



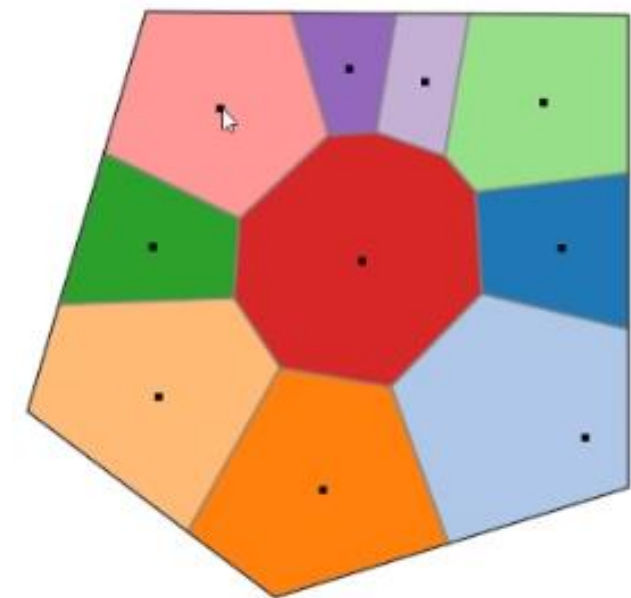
# Conclusion

- ▶ Mode Statique
  - ▶ Aires de l'approche basée force **pas assez précises**
  - ▶ Mieux vaut utiliser la technique de Nocaj et Brandes



# Conclusion

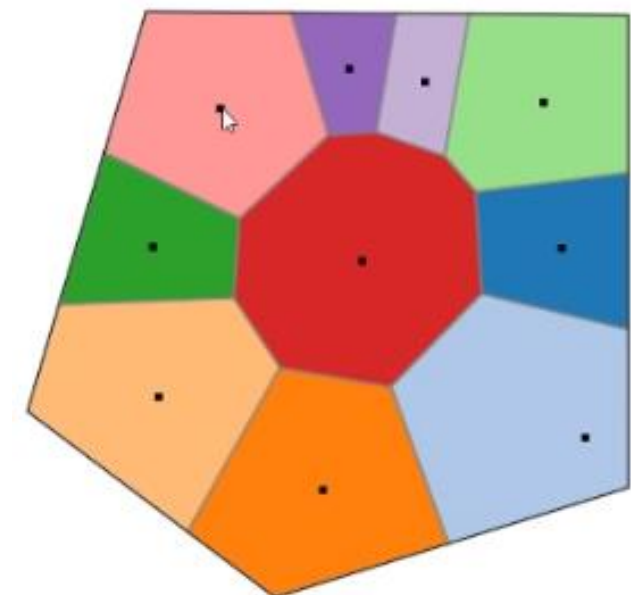
- ▶ Mode Statique
  - ▶ Aires de l'approche basée force **pas assez précises**
  - ▶ Mieux vaut utiliser la technique de Nocaj et Brandes
- ▶ Mode Déplacement
  - ▶ L'approche basée force permet un **contrôle du compromis** entre
    - ▶ Préservation de la représentation mentale (*low beta*)
    - ▶ Précision des aires (*high beta*)





# Conclusion

- ▶ Mode Statique
  - ▶ Aires de l'approche basée force **pas assez précises**
  - ▶ Mieux vaut utiliser la technique de Nocaj et Brandes
- ▶ Mode Déplacement
  - ▶ L'approche basée force permet un **contrôle du compromis** entre
    - ▶ Préservation de la représentation mentale (*low beta*)
    - ▶ Précision des aires (*high beta*)
  - ▶ L'approche basée force avec *medium beta*
    - ▶ **Précision** semble suffisante durant un mouvement
    - ▶ **Préservation mentale** semble suffisante
    - ▶ Interaction **souple et prévisible**



# Perspectives

- ▶ Utiliser la technique de Nocaj et Brandes pour améliorer la précision des aires dans le mode Statique et à la **fin du mode Déplacement**
- ▶ **Etudes quantitative** pour déterminer les meilleurs paramétrages et les bénéfices du point de vue de l'utilisateur



**Merci pour votre attention!**

# A Force-Directed Power Diagram Approach for Interactive Voronoi Treemaps

**Ala Abuthawabeh and Michaël Aupetit**

aabuthawabeh@hbku.edu.qa  
alaabuthawabeh@gmail.com

maupetit@hbku.edu.qa

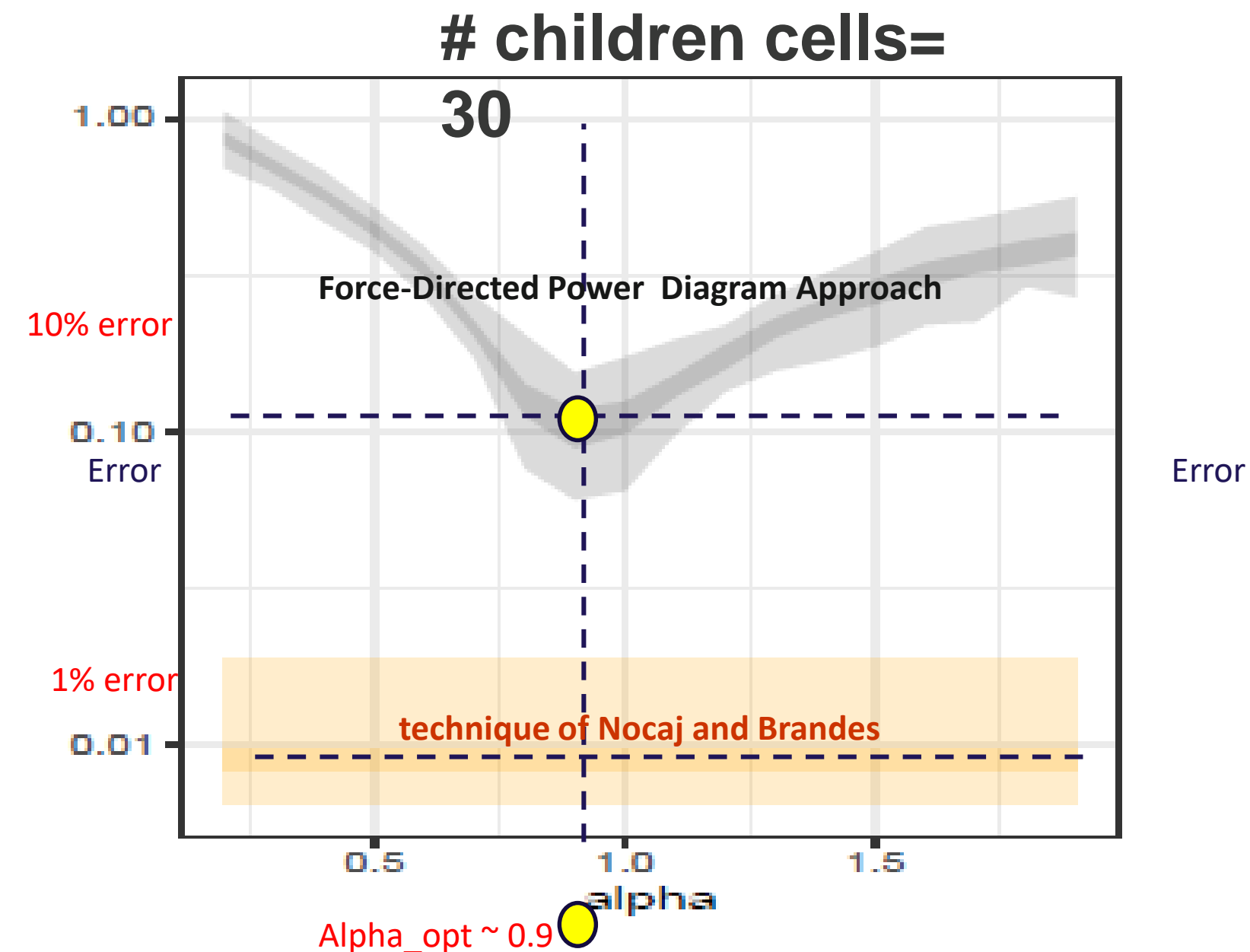
*Short paper Eurovis 2020*

<https://doi.org/10.2312/evs.20201057>

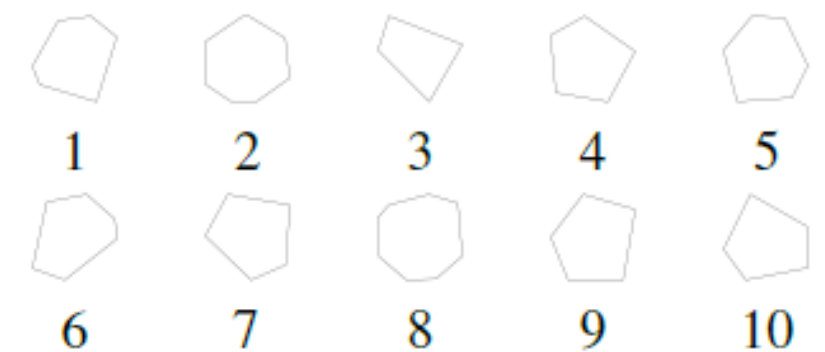


# Experiment Static Mode

- ▶ A low area accuracy in Static mode



10 parent cells



30 children cells

