

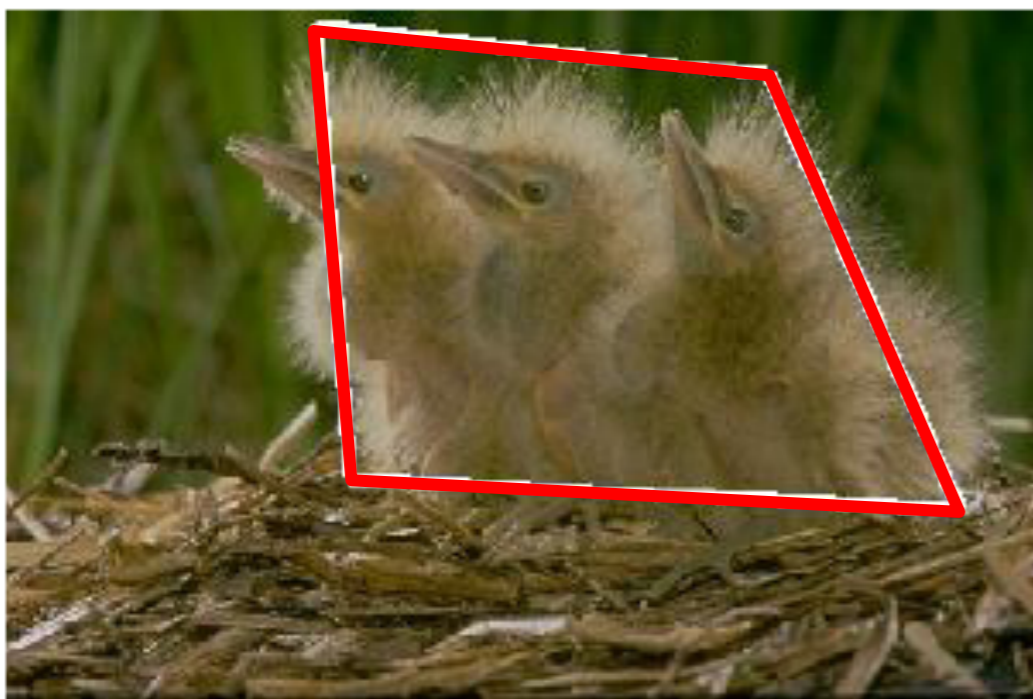
Découpage d'images



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique, Hiver 2016
Jean-François Lalonde

Aujourd'hui

Segmentation (ou découpage) d'images



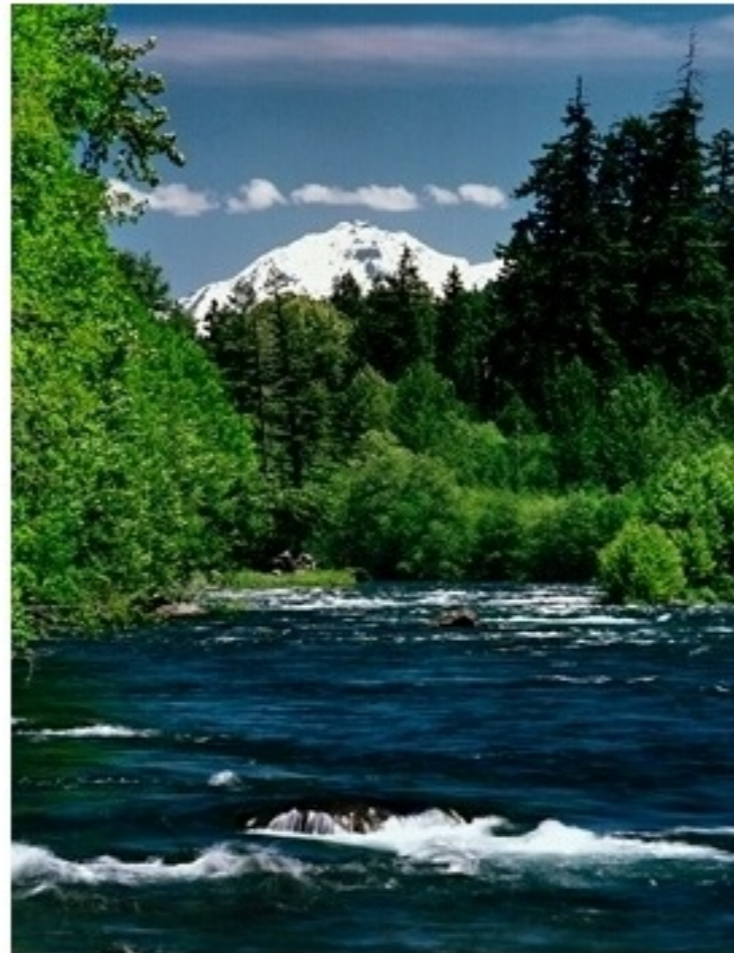
Aujourd'hui

- Démonstrations sur
 - GIMP: allez le télécharger!
 - Matlab: sur le site web du cours

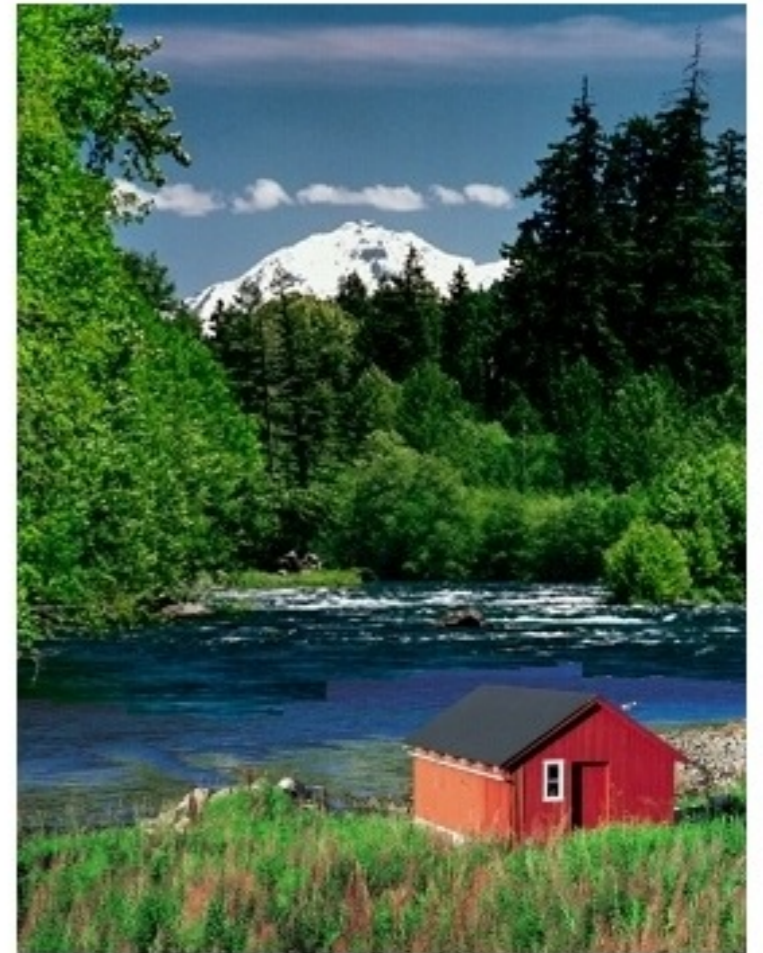
Application: composer les images



+

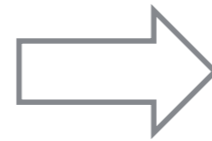
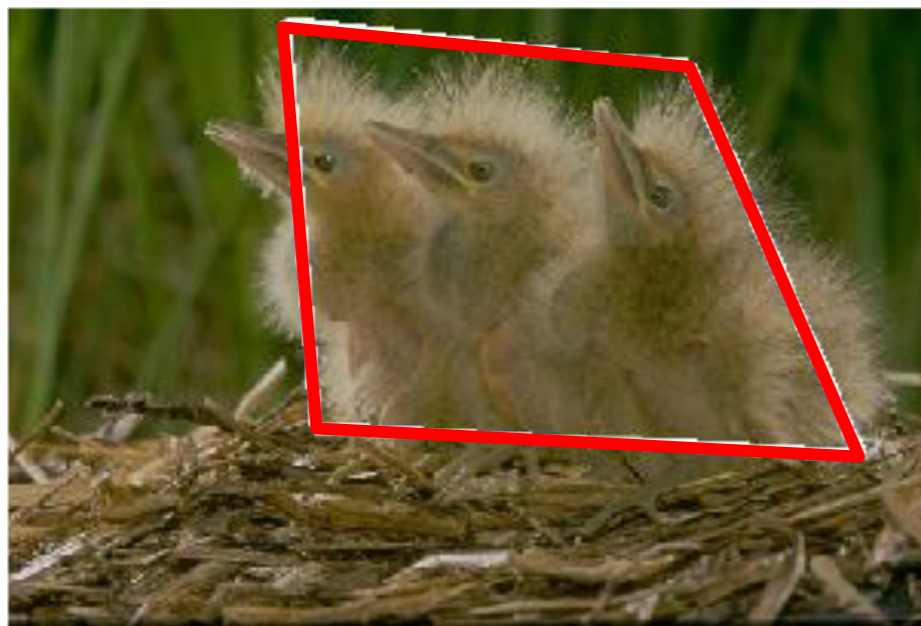


=



Segmentation semi-automatique

- L'utilisateur n'indique ses préférences qu'approximativement — l'algorithme doit faire le reste!



- Problèmes:
 - Quels groupes de pixels forment des régions cohérentes?
 - Quels pixels sont probablement à la frontière de ces régions?
 - Quelle région l'utilisateur désire-t-il?

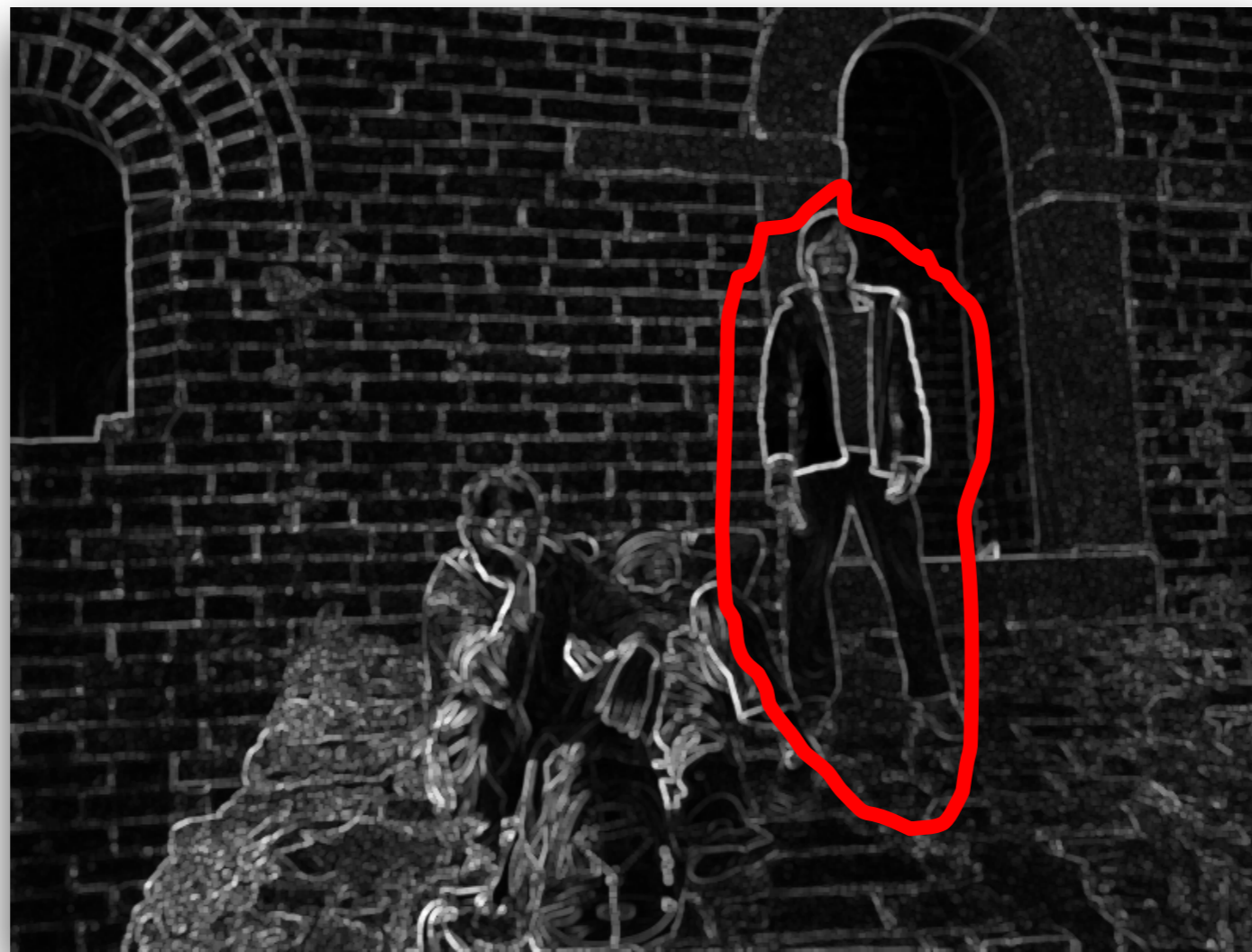
Les caractéristiques d'une "bonne" région?

- Contient couleurs et textures similaires
- Différente de l'arrière-plan
- Compacte

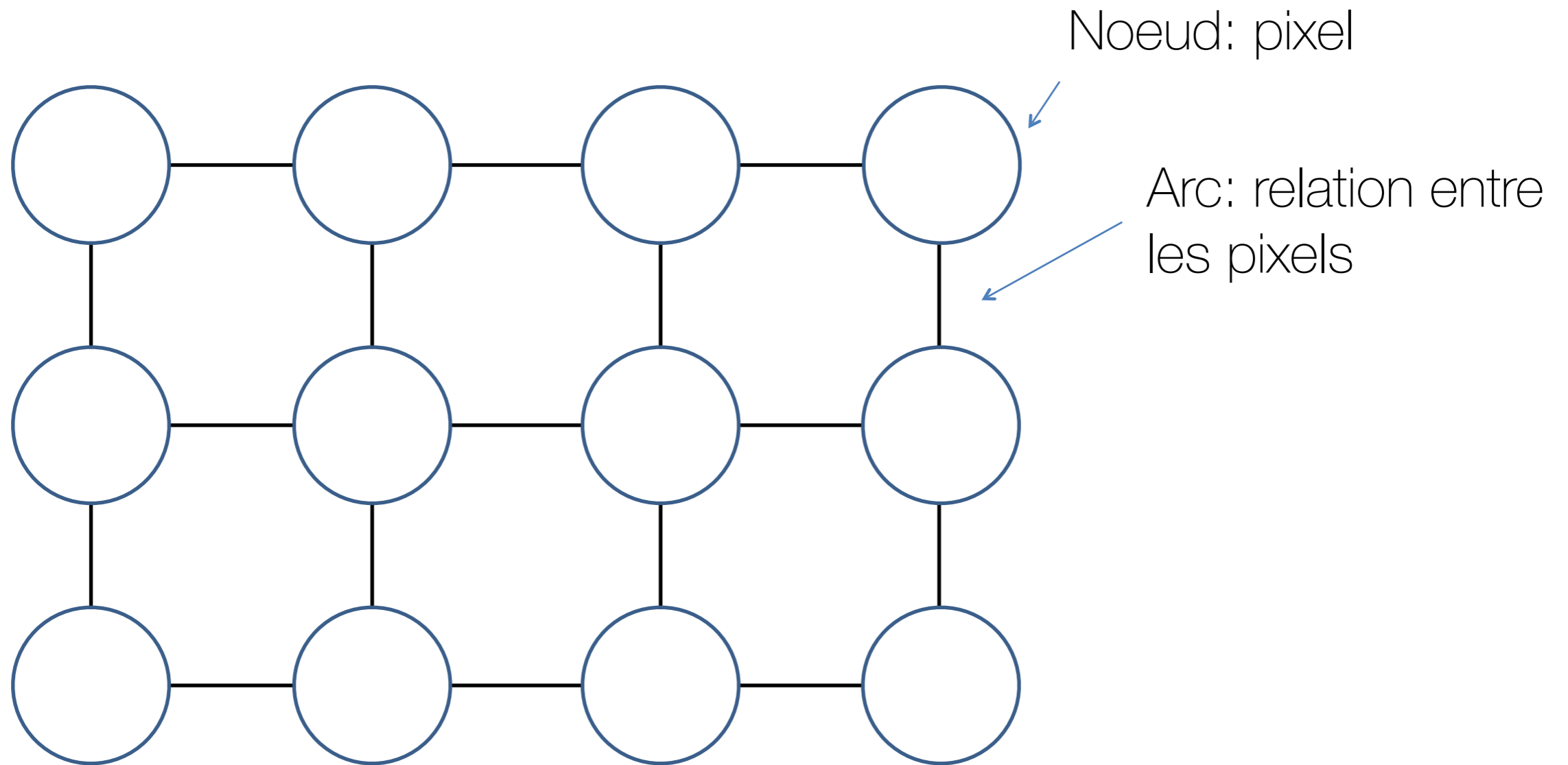


Les caractéristiques d'une "bonne" frontière?

- Gradient élevé
- Gradient dans la bonne direction
- Lisse et continue



Idée principale: l'image est un graphe!



L'image est un graphe!

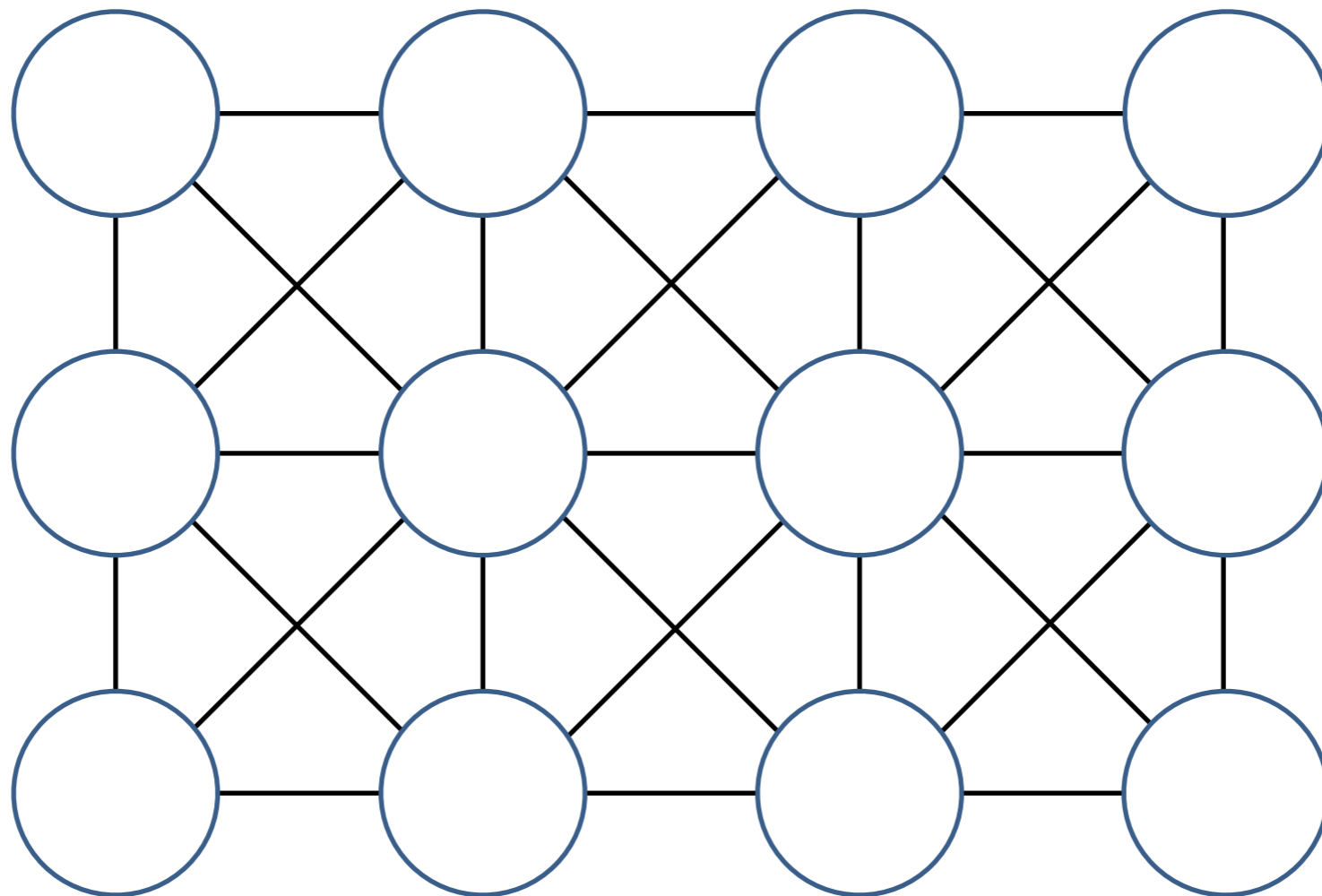
Synthèse de textures

Noeuds: différence de chevauchement
Arcs: voisinage

Redimensionnement

Noeuds: "importance" d'un pixel
Arcs: voisinage

Algorithme: trouver chemin au coût total minimum



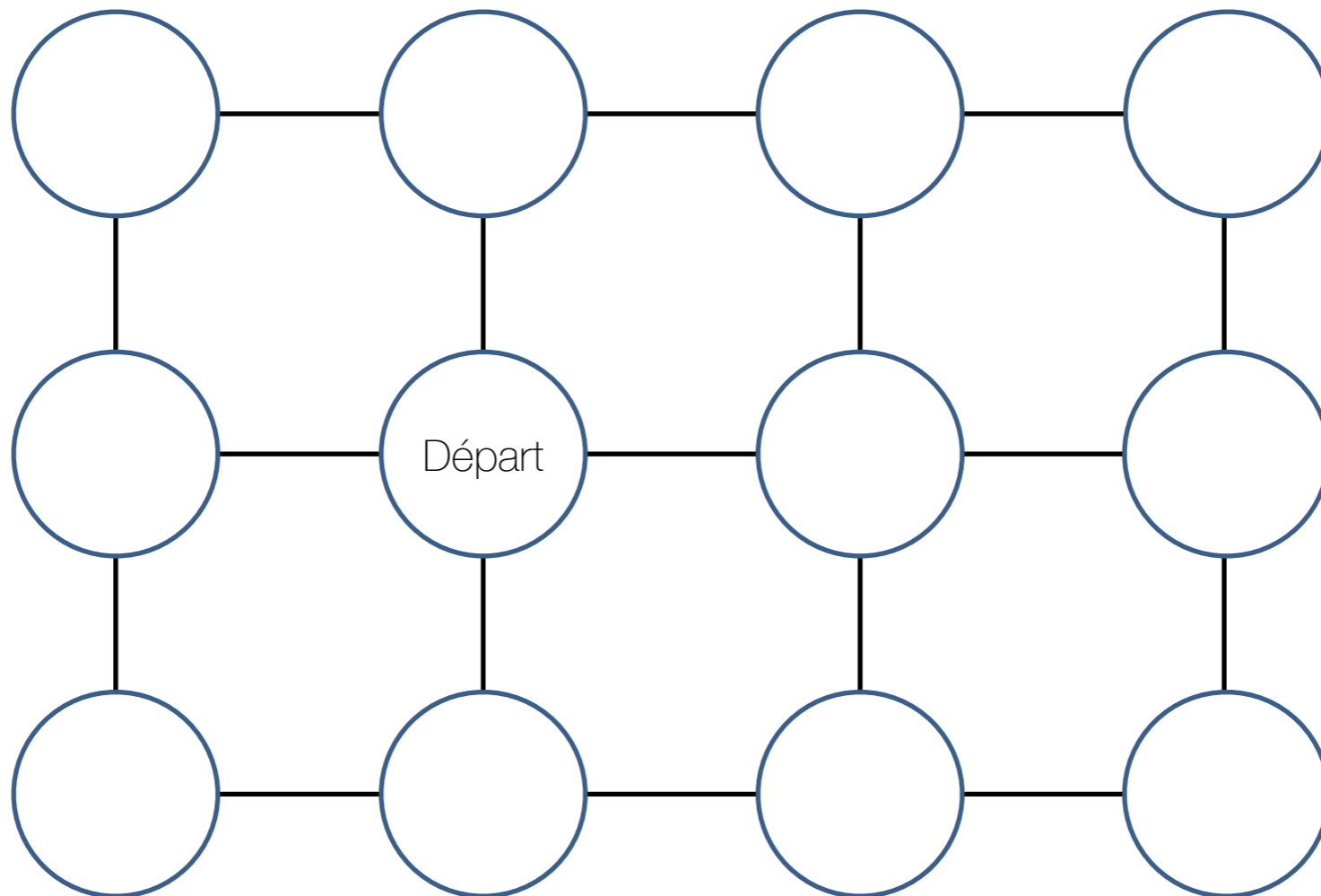
Modéliser les régions: Baguette magique

- Modèle: couleur doit être similaire



Baguette magique

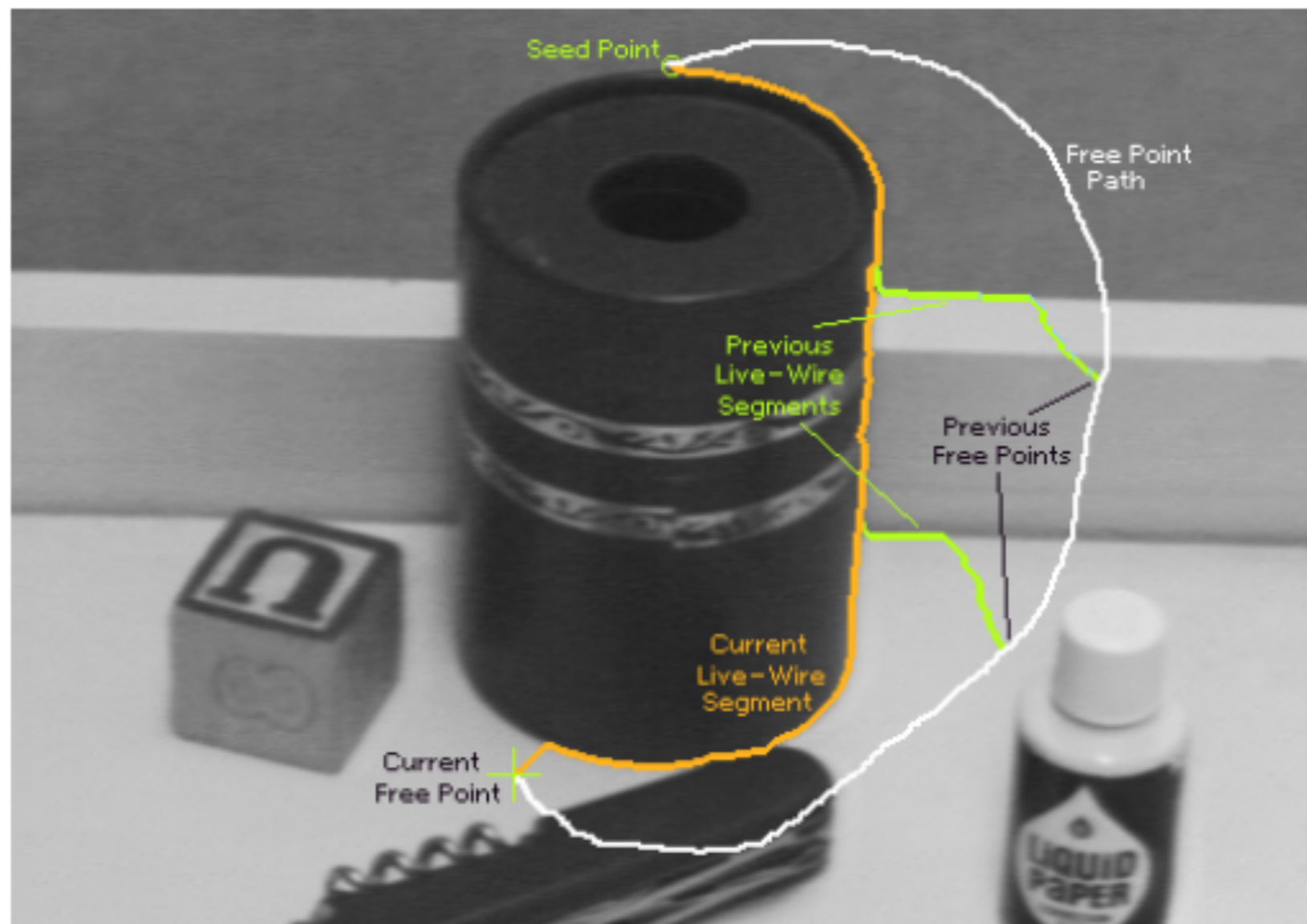
- Algorithme:
 - Cliquer sur un pixel
 - Tant que la couleur est similaire au pixel original
 - Étendre la sélection en parcourant le graphe vers l'extérieur



Démonstration (gimp)

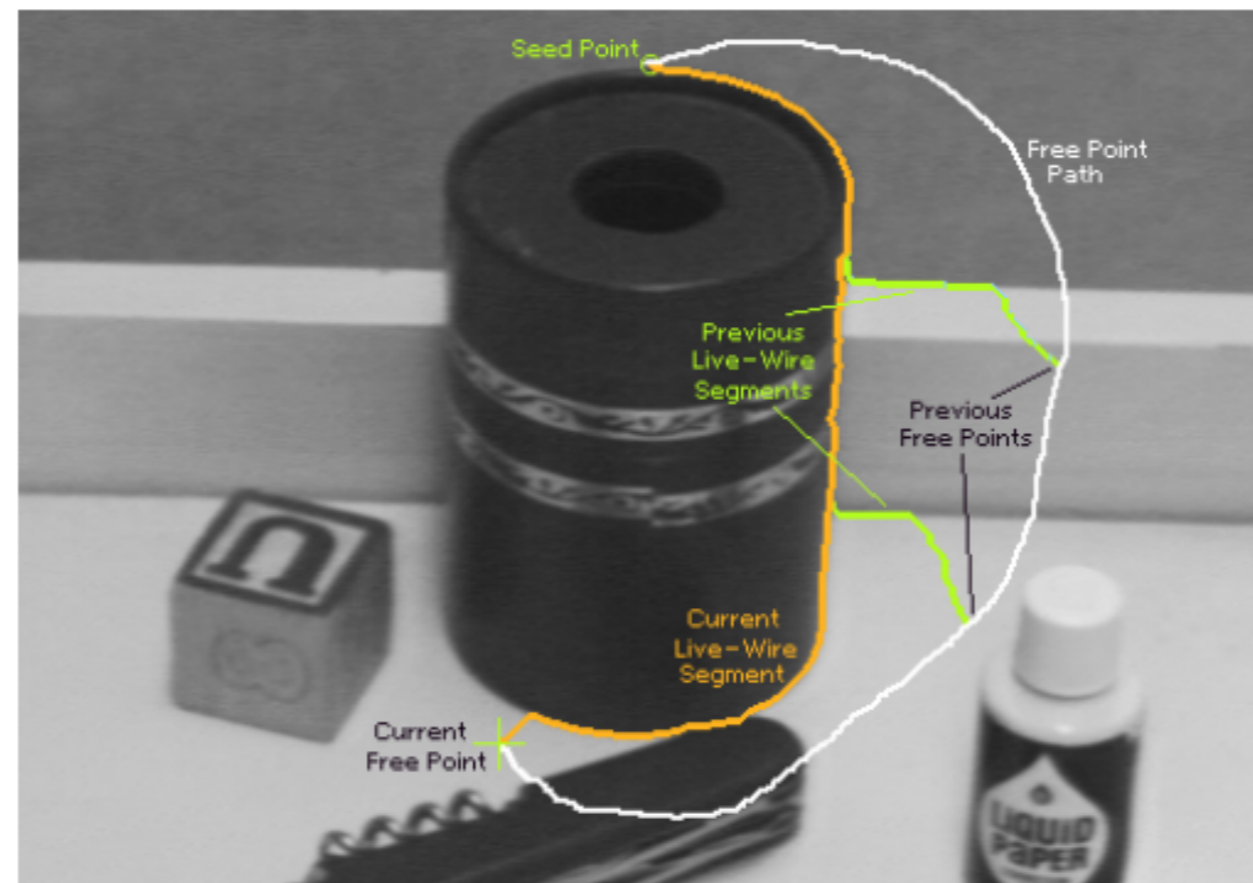
Ciseaux intelligents

Mortenson and Barrett, Intelligent Scissors, SIGGRAPH 1995



Ciseaux intelligents

- But: trouver une bonne frontière entre deux points
- Défis
 - Définir: qu'est-ce qu'une bonne frontière?
 - Calculer le chemin rapidement pour minimiser le temps d'interaction



Qu'est-ce qu'une bonne frontière?

- Considérons deux pixels adjacents dans l'image. Il est probable qu'il y ait une frontière entre les deux si:
 - il y a une arête
 - `edge(im, 'canny')`
 - le gradient est fort
 - le gradient est dans la direction de la frontière

Gradients, arêtes, et coûts

Magnitude des gradients



Coût (faible = frontière)

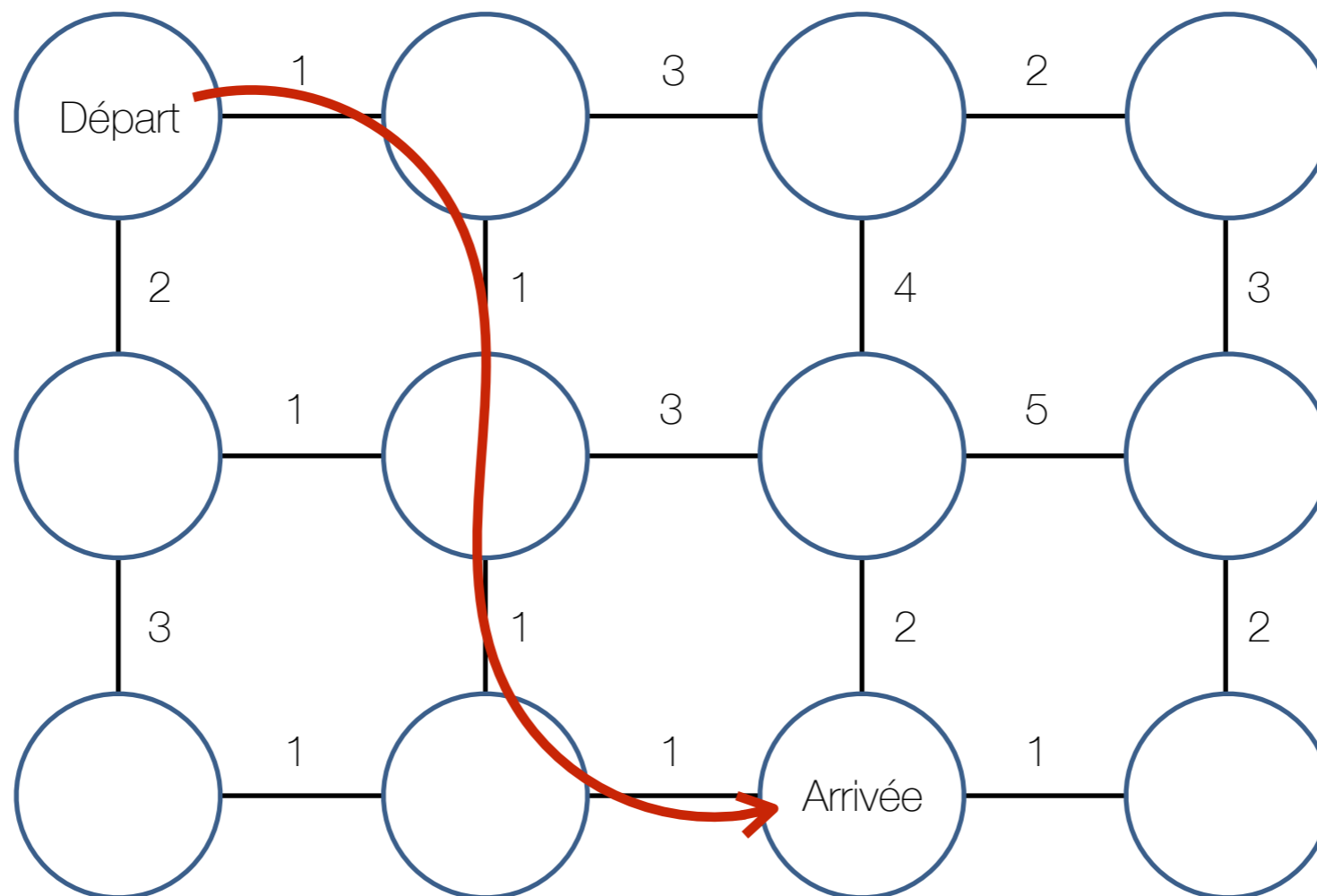


Arêtes



Ciseaux intelligents

- Calculer le “coût de frontière” pour chaque pixel
- Trouver le chemin minimisant ce coût entre le point de départ et point courant



Algorithme: ciseaux intelligents

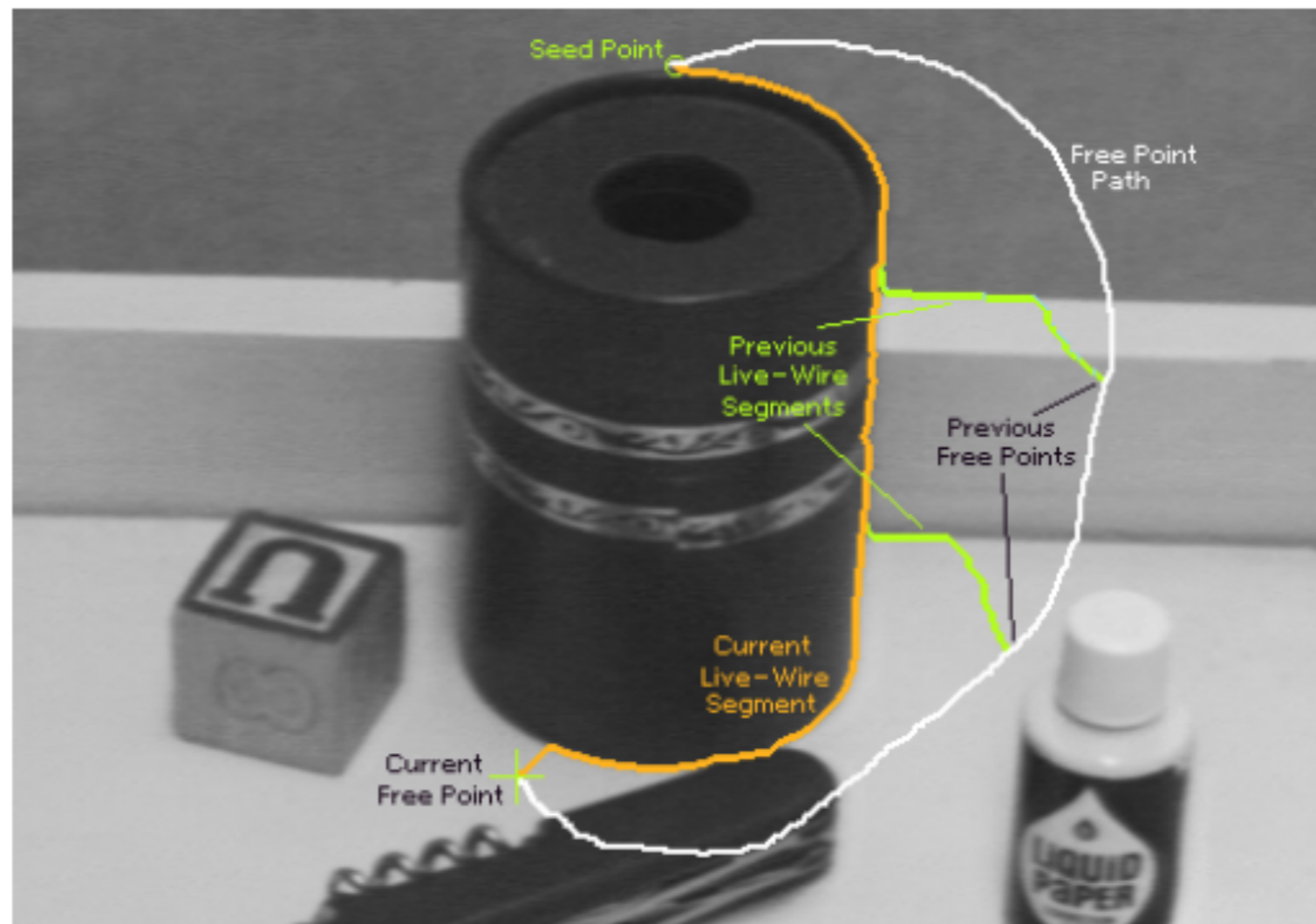
- Calculer le “coût de frontière” pour chaque pixel;
- L'utilisateur clique sur un point de départ (origine);
- Tant que l'utilisateur déplace le curseur:
 - Calculer le plus court chemin entre l'origine et le curseur;
 - Algorithme de Dijkstra

L'algorithme de Dijkstra

- Initialisation, étant donné origine o
 - $\text{cout}(o) = 0$, $\text{cout}(\text{autres pixels}) = \text{Inf}$
 - $A = \{o\}$, pixels à visiter
 - $V = \{ \}$, pixels visités
 - $P(q)$, pointeur vers pixel qui mène vers q
- Tant que A n'est pas vide:
 - q = pixel dans A au coût minimum
 - Retirer q de A , rajouter dans V (nous l'avons visité)
 - Pour chaque pixel p dans le voisinage de q et qui n'est pas dans V :
 - $\text{cout_tmp} = \text{cout}(q) + \text{cout2}(q,p)$
 - Si (r n'est pas dans A) OU ($\text{cout_tmp} < \text{cout}(p)$)
 - $\text{cout}(p) = \text{cout_tmp}$
 - $P(p) = q$
 - Rajouter p à A

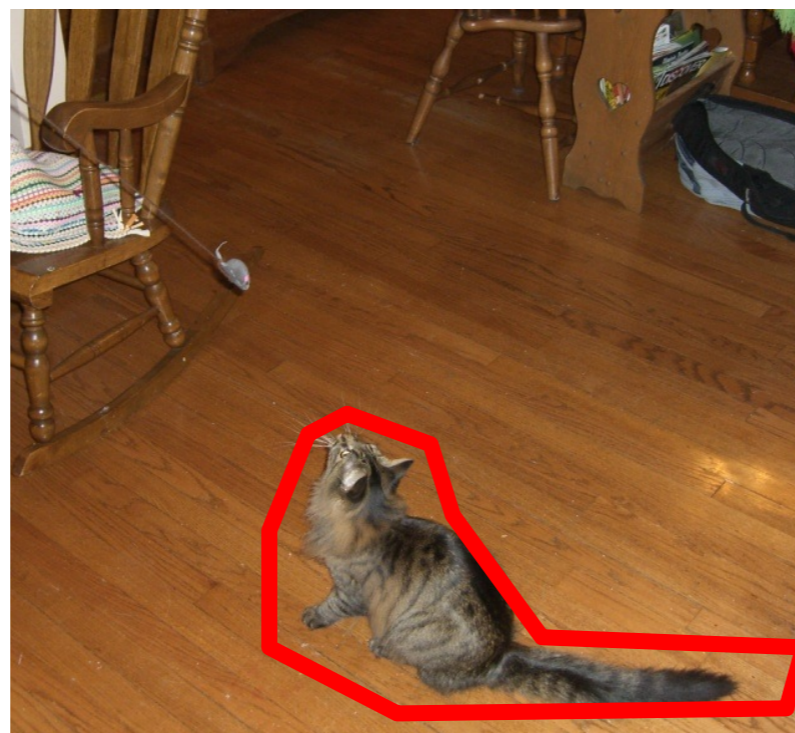
Ciseaux intelligents: améliorations

- Premier départ: “sauter” vers la frontière la plus proche
- Ajuster la frontière de façon interactive quand l'utilisateur bouge le curseur
- Geler le chemin et créer de nouveaux points d'origine



Démonstration (gimp)

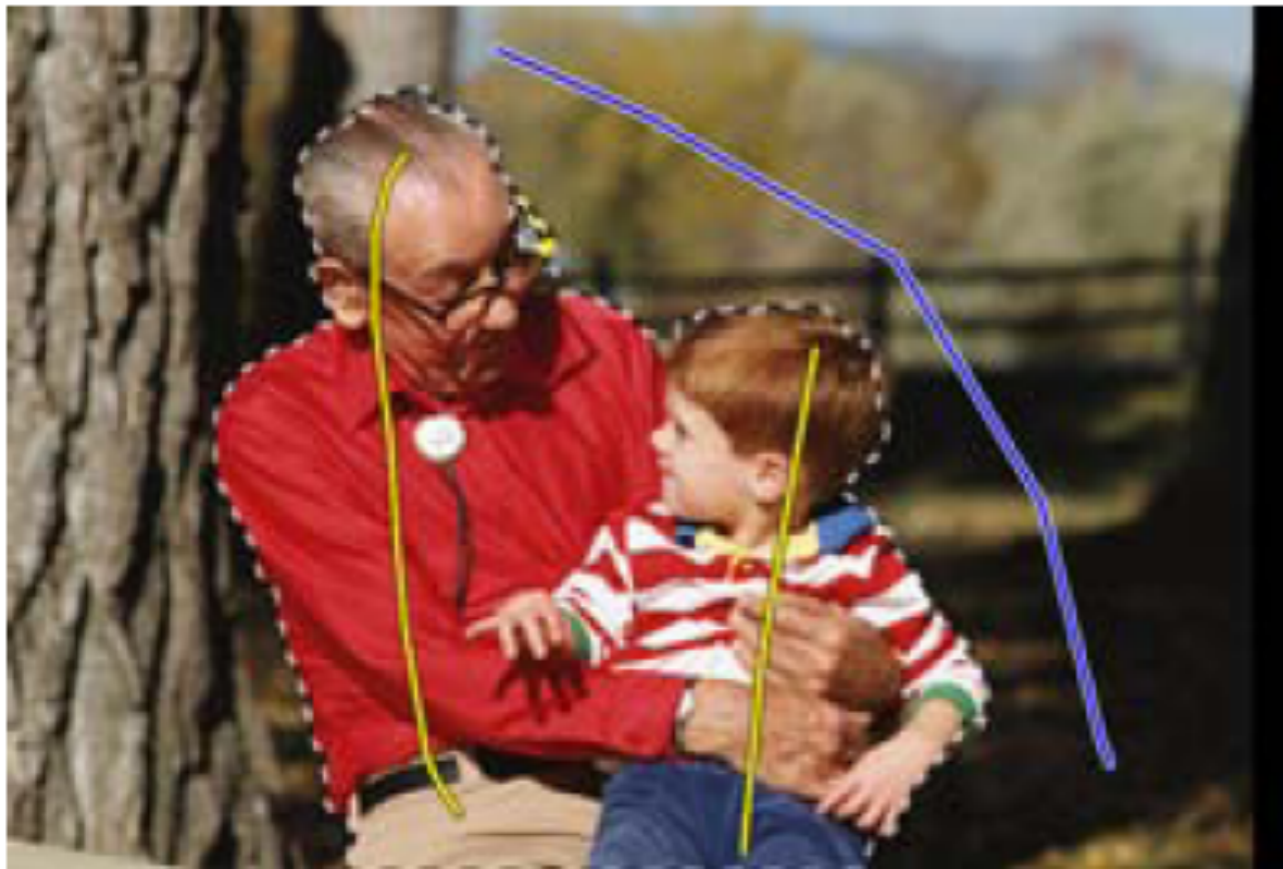
Quand est-ce que ça marche?



Qu'est-ce qu'on modélise?

- “Baguette magique”
 - Les propriétés des *régions*
- “Ciseaux intelligents”
 - Les propriétés des *frontières*
- Peut-on modéliser les deux?

Segmentation par coupure de graphe



Rother et al., "Grab Cut", SIGGRAPH 2004
Li et al., "Lazy Snapping", SIGGRAPH 2004

Segmentation par coupure de graphe

- Idée: combiner régions & frontières

Baguette magique (198?)



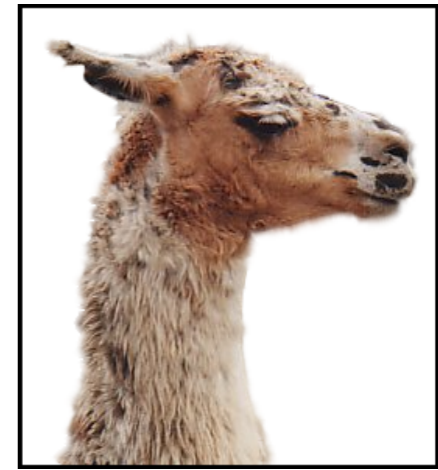
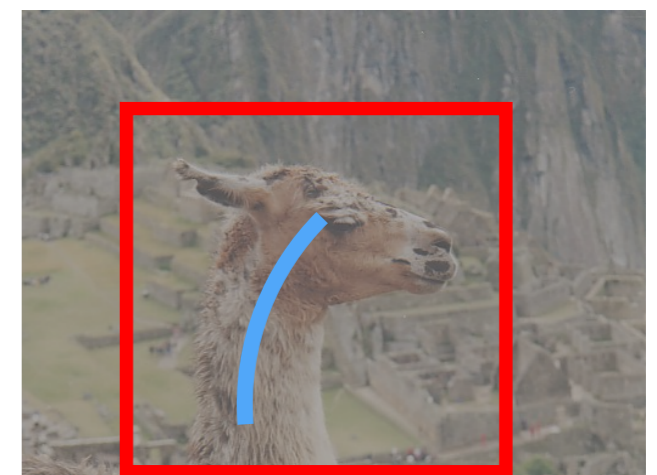
Régions

Ciseaux intelligents (1995)



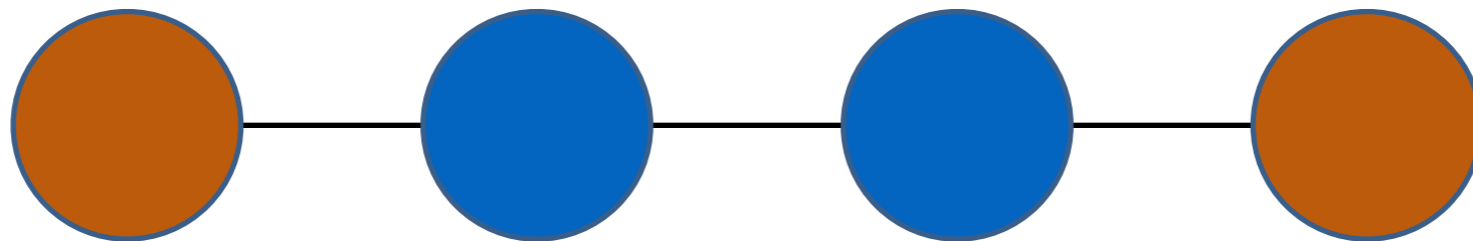
Frontières

Segmentation interactive (2004)

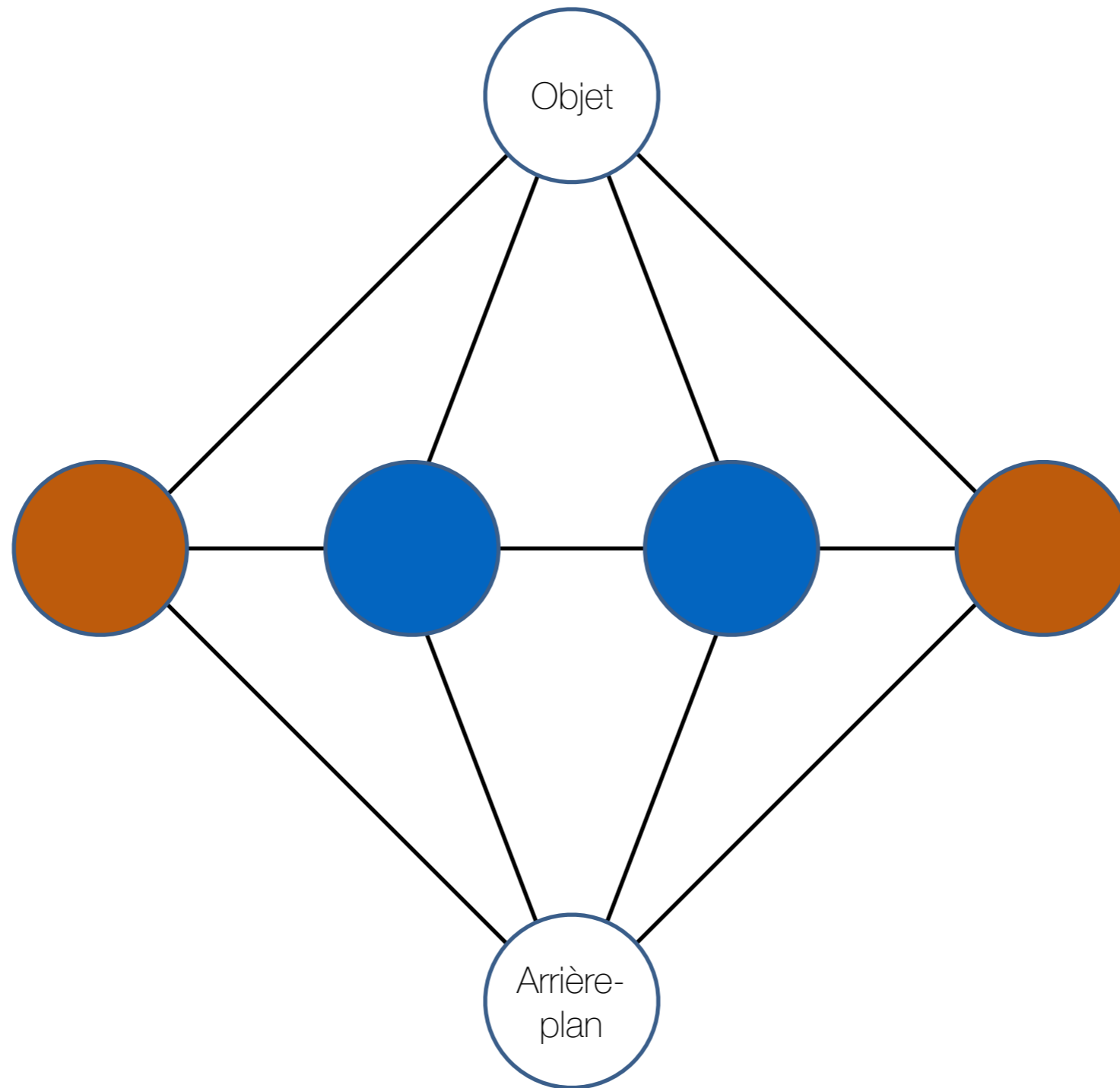


Régions & frontières

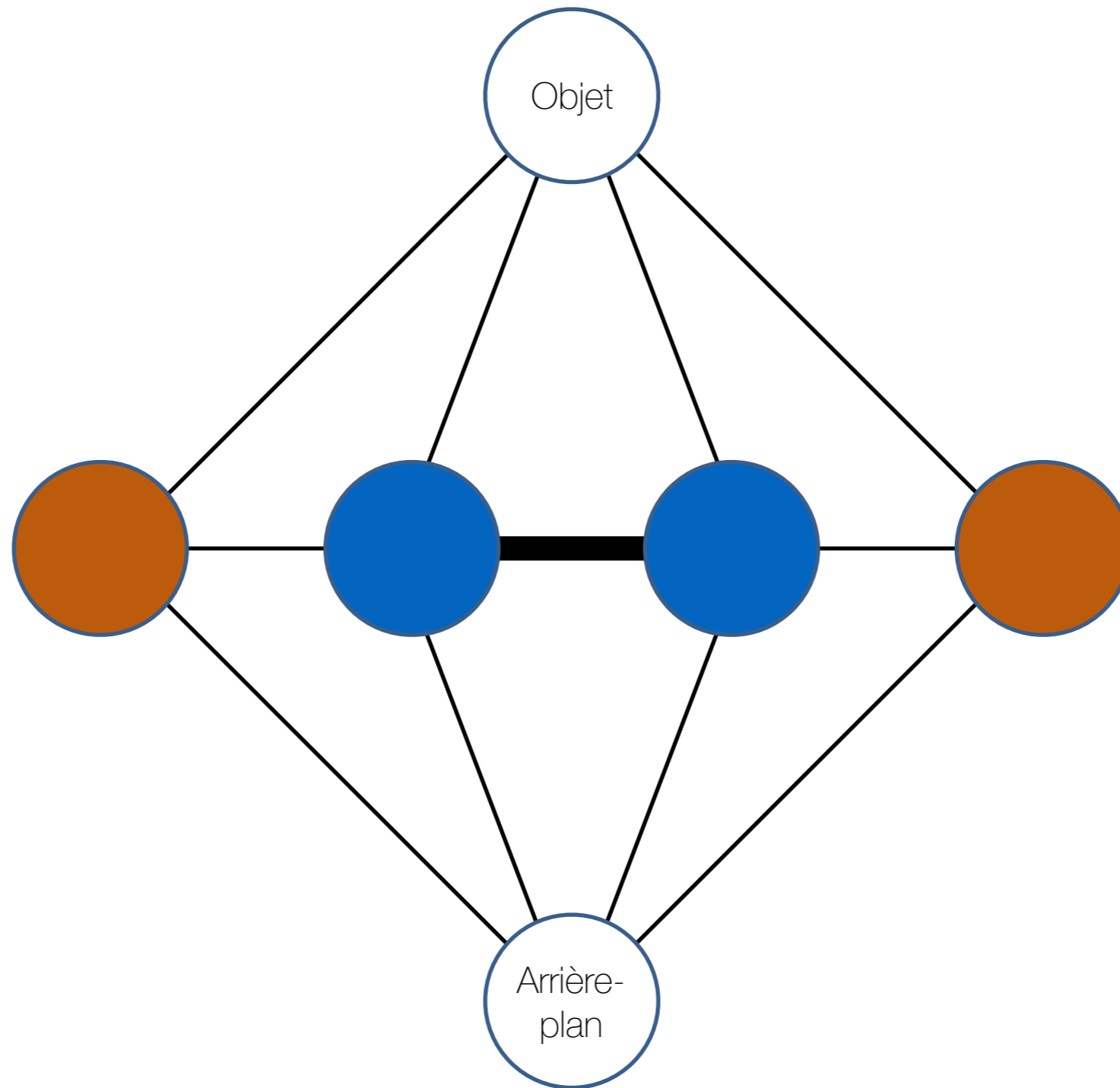
Segmentation par coupure de graphe



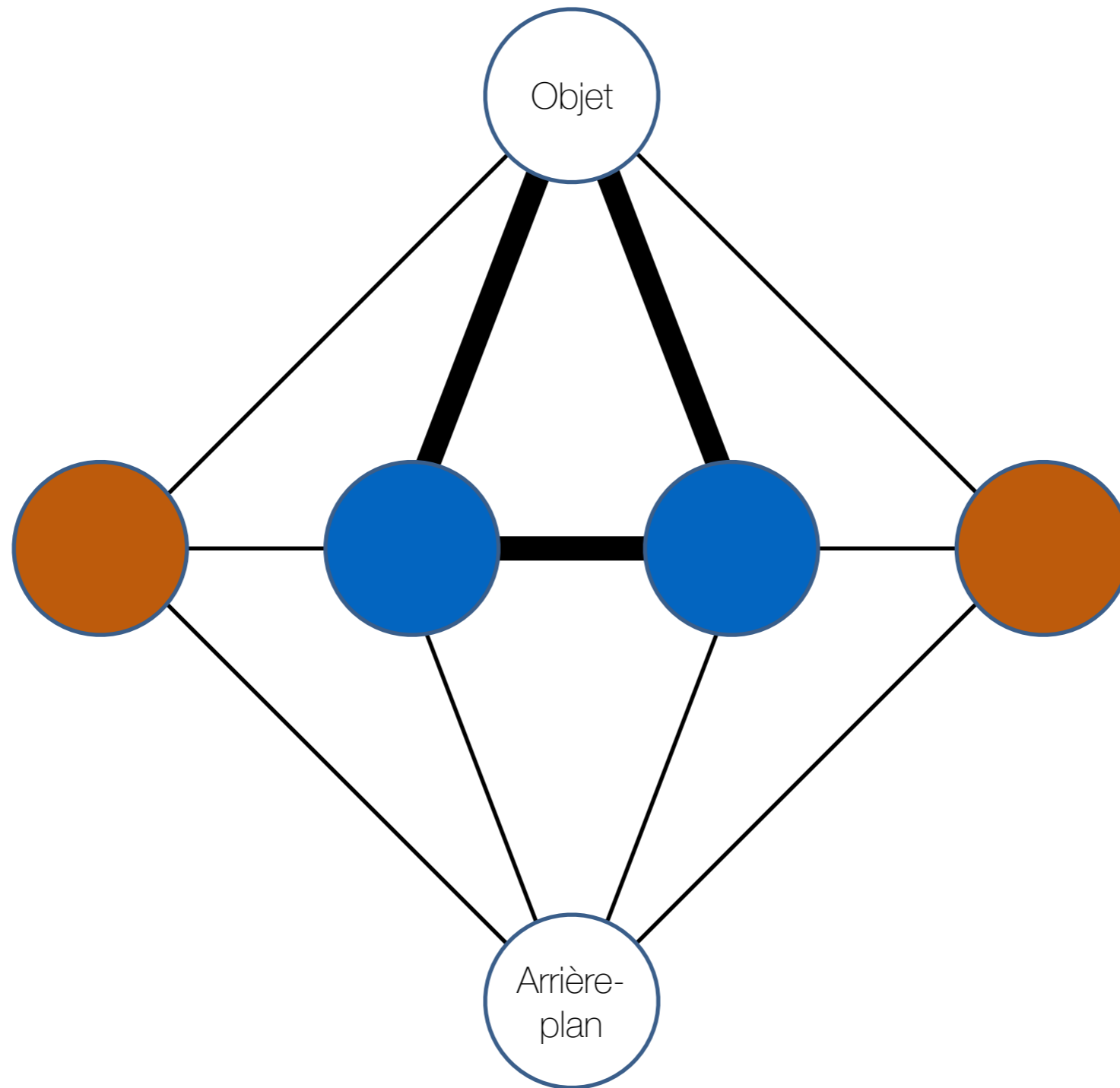
Segmentation par coupure de graphe



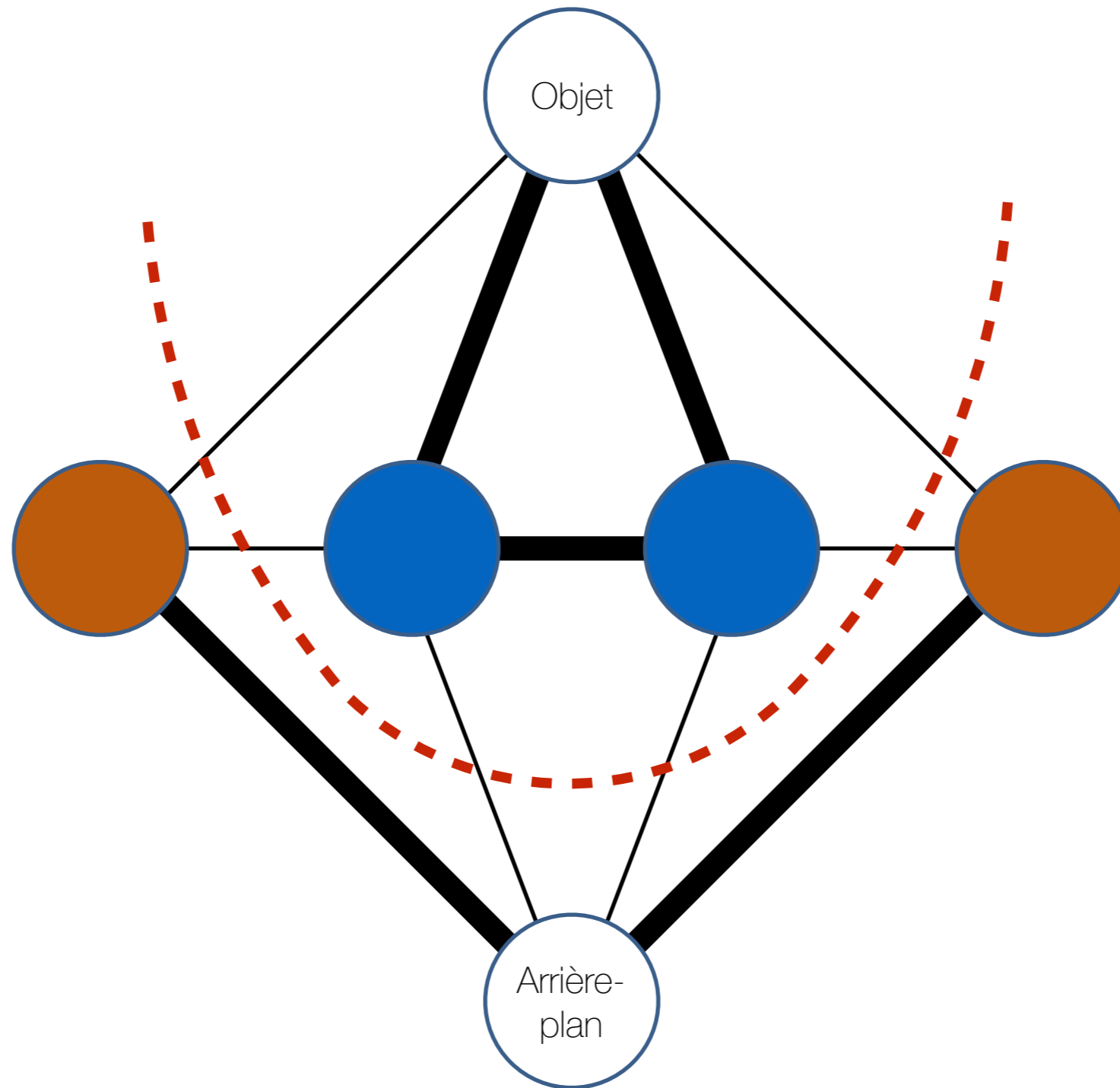
Segmentation par coupure de graphe



Segmentation par coupure de graphe

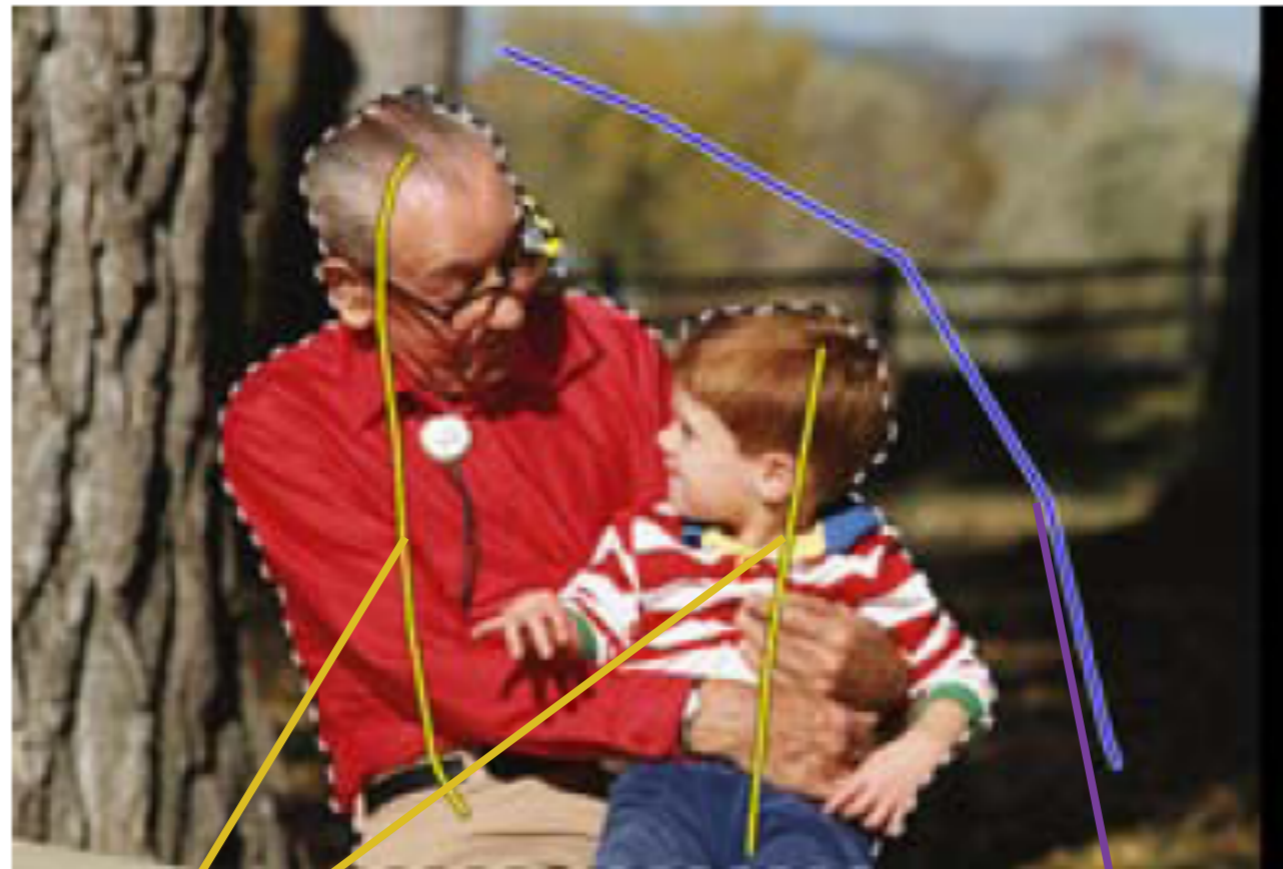


Segmentation par coupure de graphe



Modéliser les régions

- Modèle de couleur: basé sur la sélection de l'utilisateur

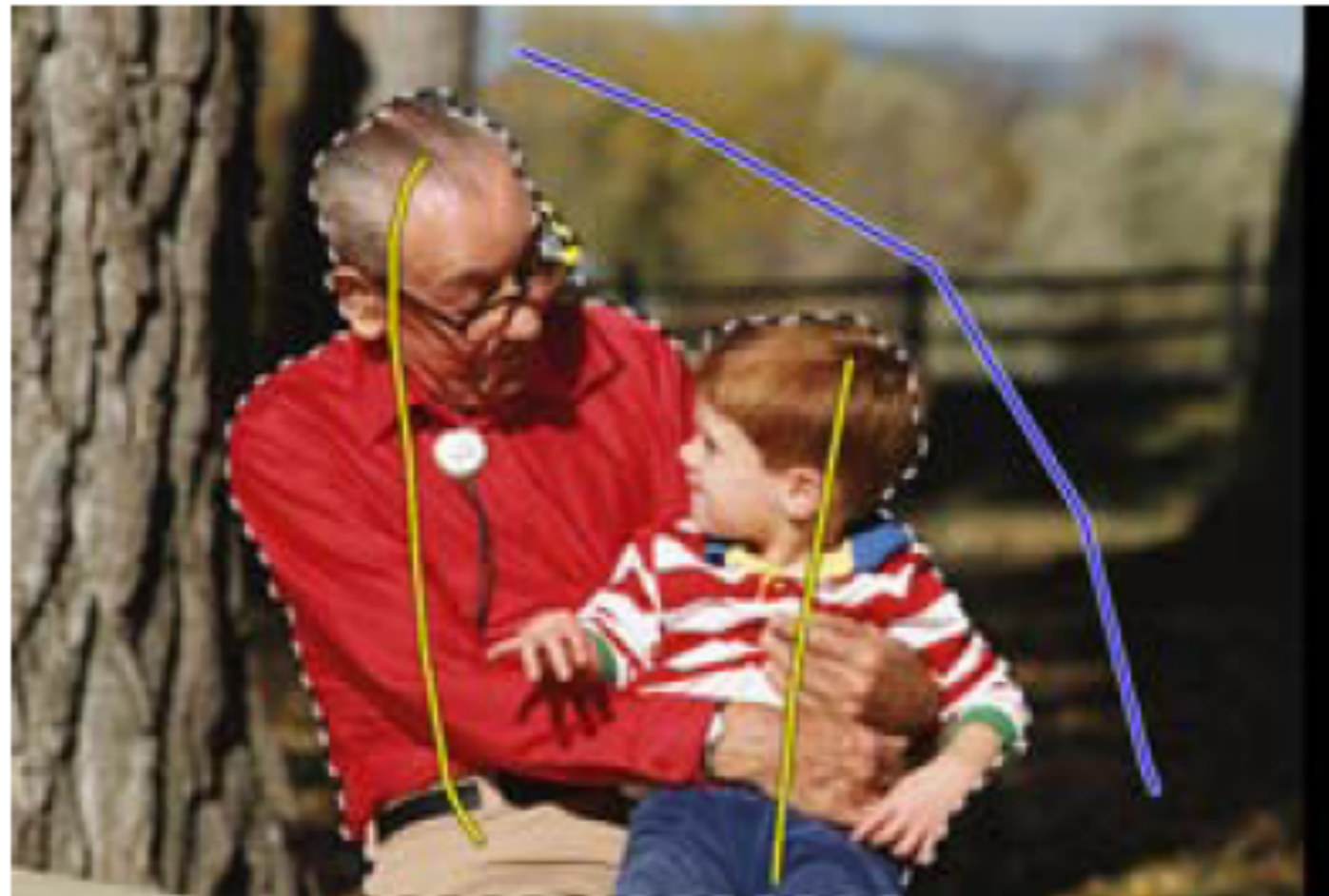


Objet: rouge, beige, blanc

Arrière-plan: noir, vert-jaune

Modéliser les régions

- Probabilité qu'une couleur fasse partie
 - de l'objet $P(c; \theta_{obj})$
 - de l'arrière-plan $P(c; \theta_{ap})$
- Histogrammes, mixture de gaussiennes

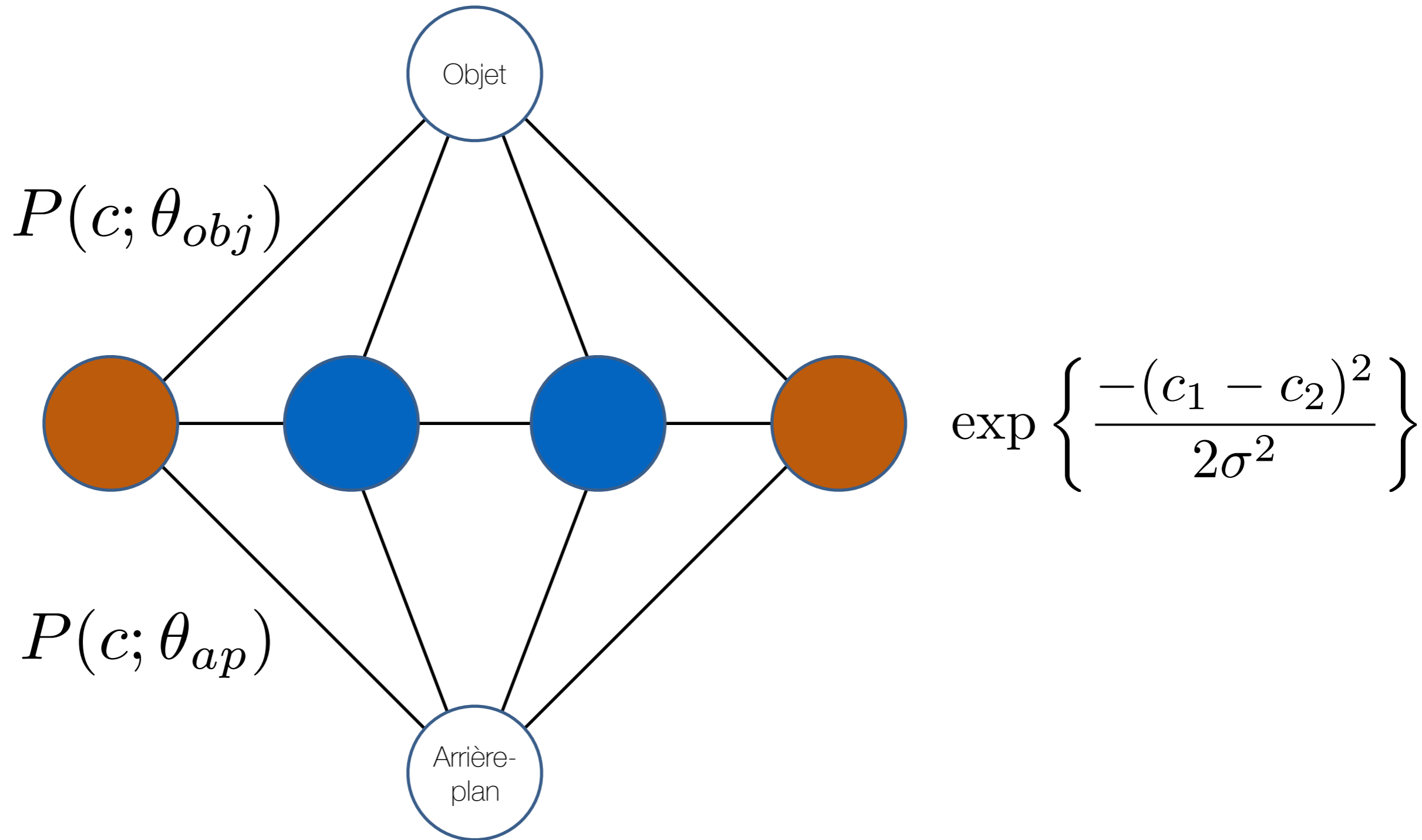


Modéliser les frontières

- Similarité entre les couleurs de deux pixels adjacents

$$\exp \left\{ \frac{-(c_1 - c_2)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

Segmentation par graphe



Segmentation par coupure de graphe

1. Définir graphe (4- ou 8-voisins)
2. Définir poids pour premier- et arrière-plan
 1. Histogramme de couleur (ou mixture de gaussiennes)

$$P(c; \theta_{obj}) \quad P(c; \theta_{ap})$$

3. Définir poids sur les arcs entre les pixels

$$\exp \left\{ \frac{-(c_1 - c_2)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

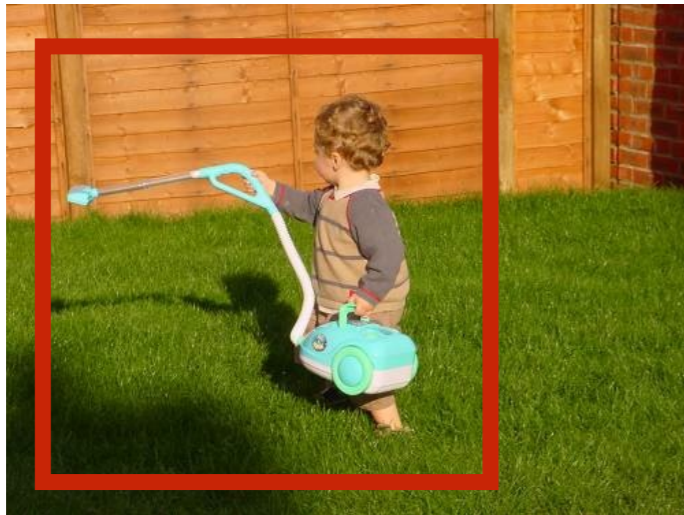
4. Appliquer algorithme de coupure minimale
5. Revenir à 2, mettre à jour les modèles de l'objet et de l'arrière-plan avec la nouvelle sélection

Exemples faciles et difficiles



Pourquoi?

Exemples faciles



Exemples plus difficiles

Camouflage



Structure fine



Similarité avec
arrière-plan



Démonstration (gimp)

Limites des coupures de graphes

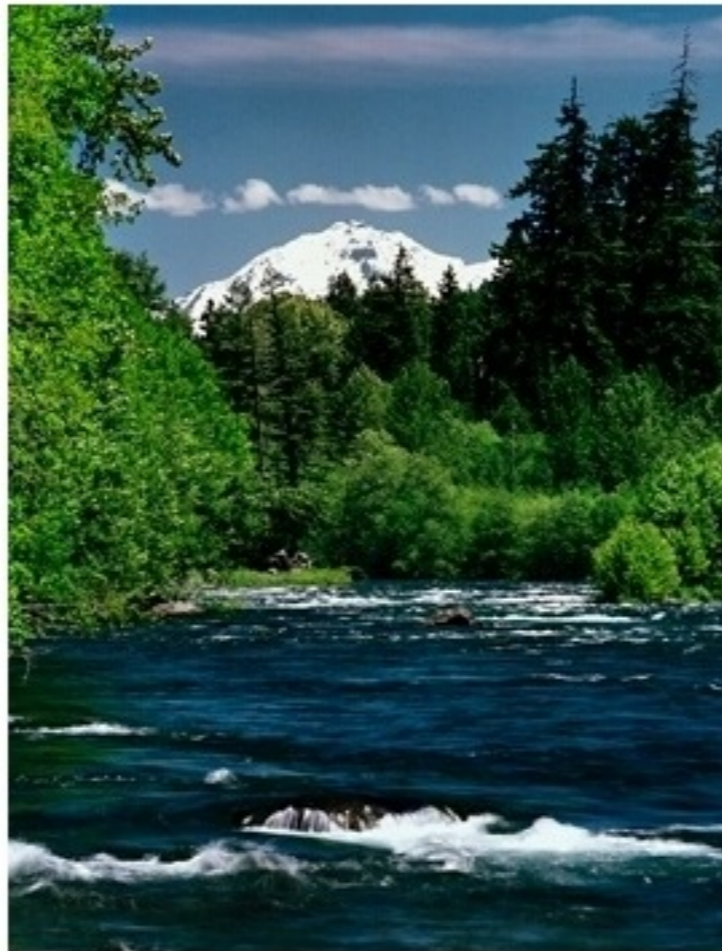
- Requiert des graphes associatifs
 - Noeuds connectés préfèrent avoir la même valeur
- Optimal seulement pour problèmes binaires (ex: objet vs arrière-plan)

Autres applications: composition

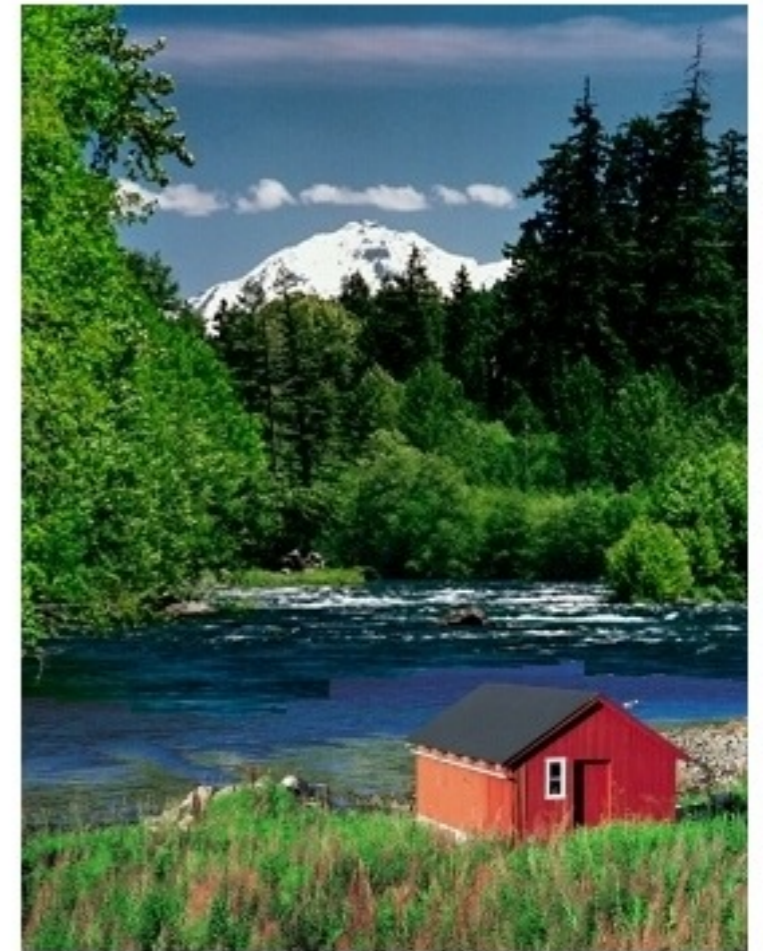
Graphcut Textures – Kwatra et al. SIGGRAPH 2003



+



=



Autre application: composition

Graphcut Textures – Kwatra et al. SIGGRAPH 2003



+



- Frontière idéale:
- Couleur similaire dans les deux images
- Gradient élevé dans les deux images



Variante

“Soft Scissors” (Wang et al., SIGGRAPH'07)

<http://www.youtube.com/watch?v=M2Eh4yrlcg4>

Résumé des idées principales

- Considérer l'image comme un graphe
 - Noeuds: pixels
 - Poids des arcs déterminé par les gradients entre les pixels
 - Parfois: rajouter des poids pour chaque pixel basé sur la ressemblance avec l'objet et l'arrière-plan
- Les bonnes frontières sont des chemins courts dans le graphe (Ciseaux intelligents, re-dimensionnement d'images)
- Les bonnes régions sont générées par une coupure avec coût minimum (coupure par graphe)