

Opérateurs binaires paramétrables par construction
en champs de distance pour composition de
champs scalaires et leur généralisation n-aire.

Travaux personnels de **Kevin Trancho**

trancho-kevin-portfolio.fr

28 Novembre 2020

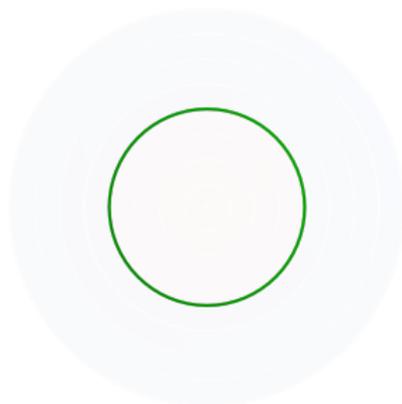
Au programme de l'exposé :

- Construction d'un opérateur paramétrable en champs de distance et application pour composition basée paramètre.
- Opérateur de blending N-aire et implicit clustering paramétré pour génération de poids par points de contrôle.
- Opérateur de sculpture de pointes et d'arrondis paramétrable depuis un point.
- Proposition d'une construction n-aire depuis un opérateur binaire.
- Proposition d'un pipeline de composition pour gérer une composition paramétrée avancée.

Surfaces implicites et composition



(a) opérateur



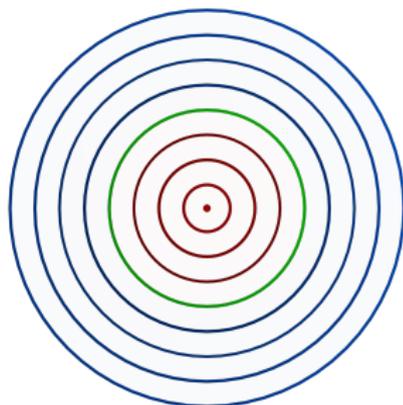
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



(a) opérateur



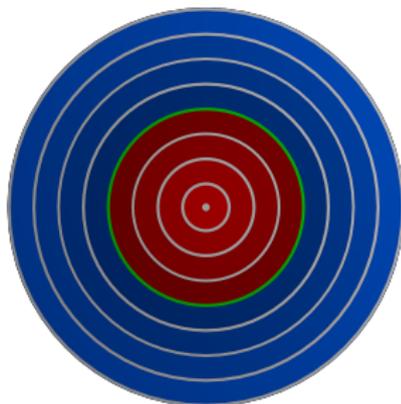
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



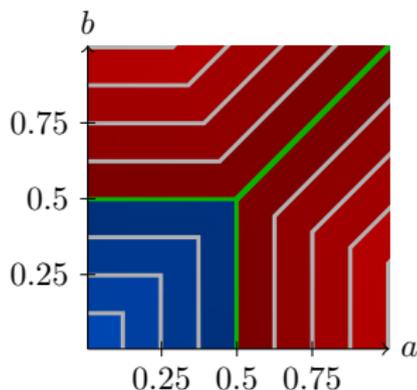
(a) opérateur



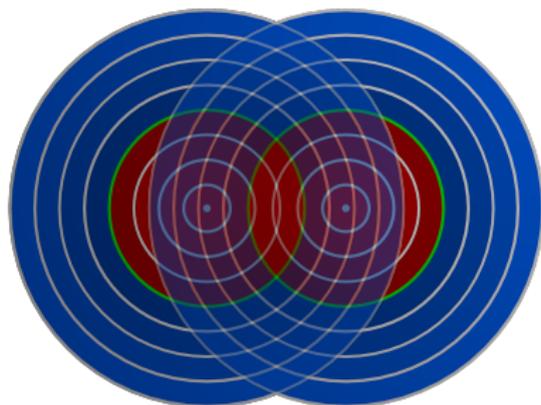
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



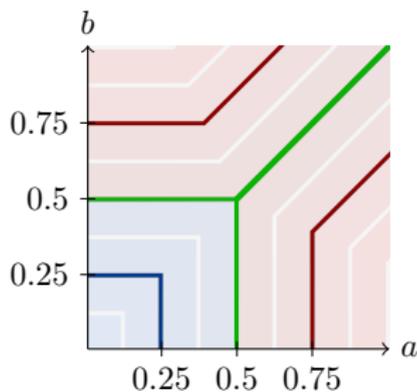
(a) opérateur



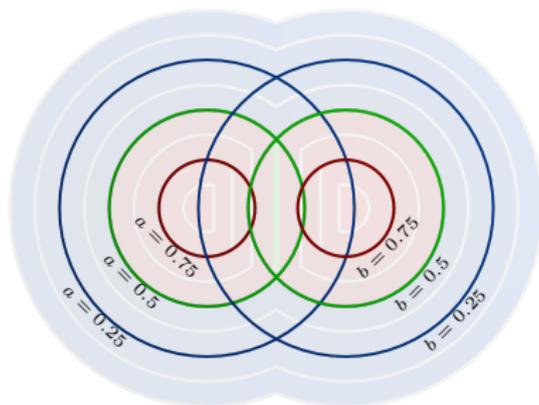
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



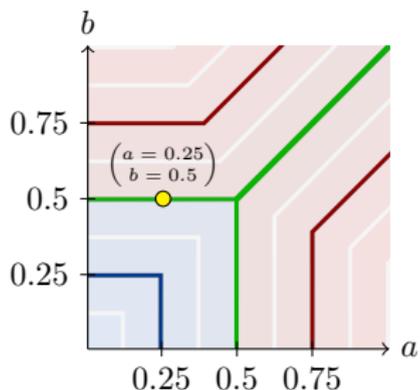
(a) opérateur



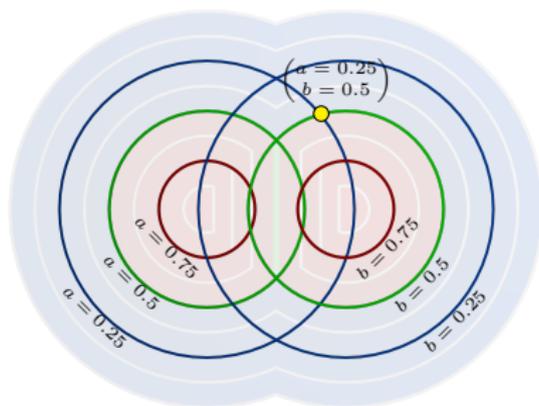
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



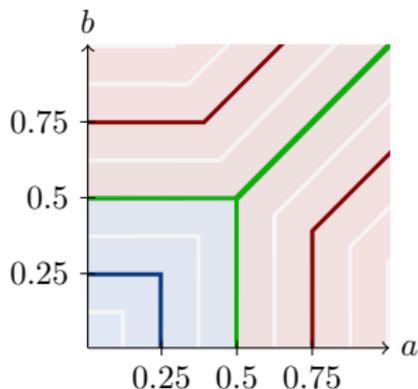
(a) opérateur



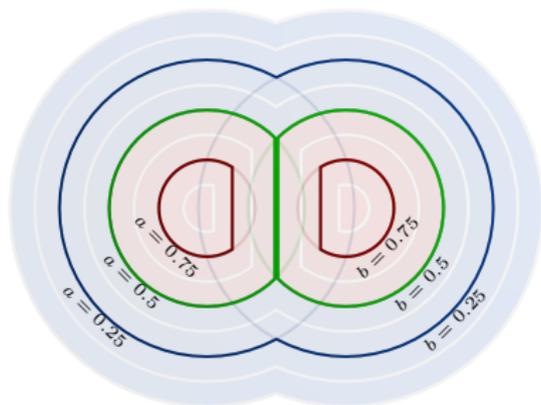
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



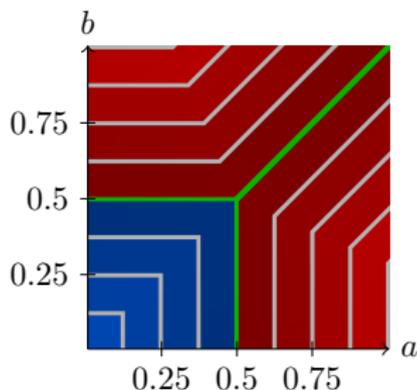
(a) opérateur



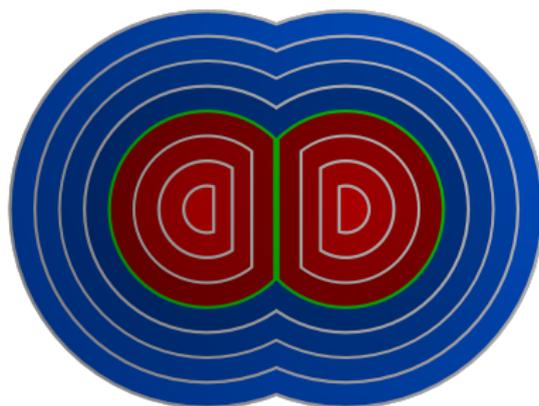
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



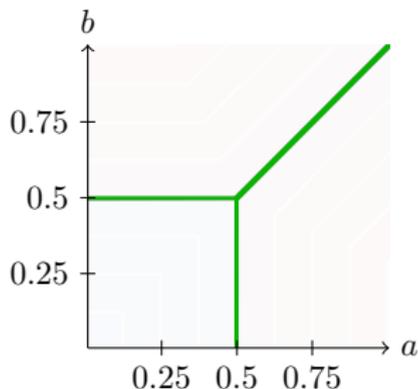
(a) opérateur



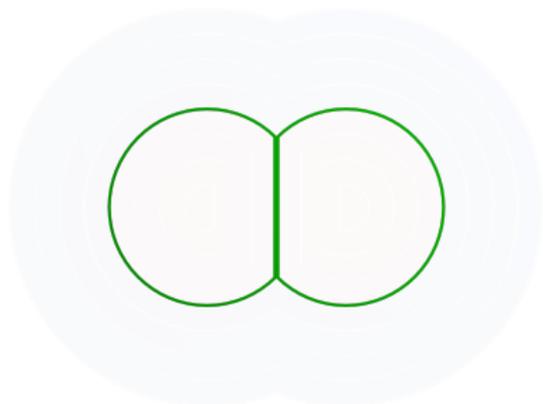
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

Surfaces implicites et composition



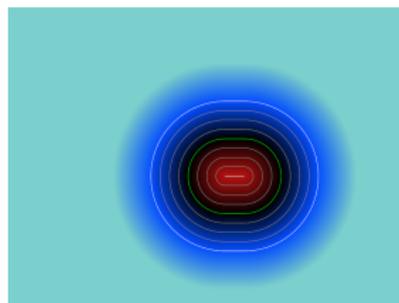
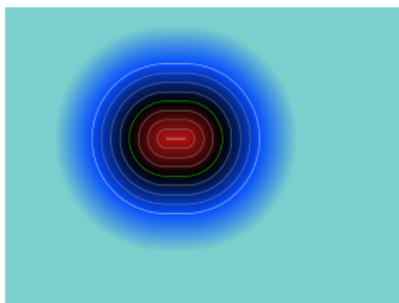
(a) opérateur



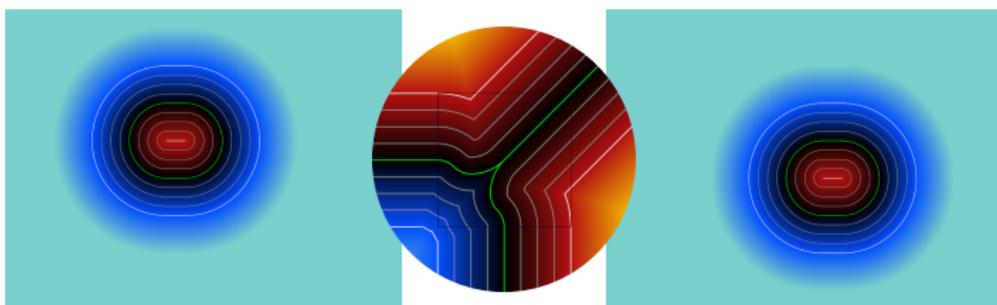
(b) surface implicite

Figure – **Composition de surfaces implicites par un opérateur**

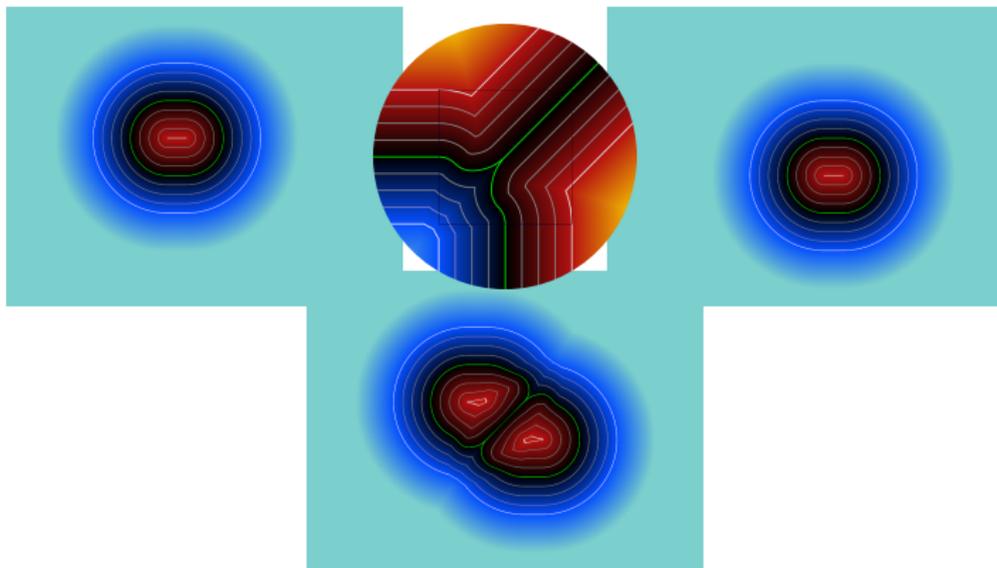
Exemple de composition par un opérateur de bulge en champs de distance



Exemple de composition par un opérateur de bulge en champs de distance



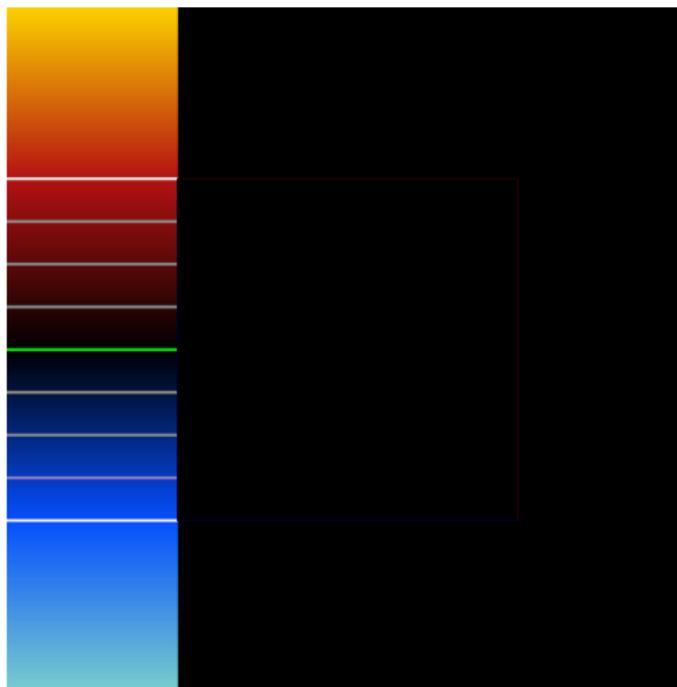
Exemple de composition par un opérateur de bulge en champs de distance



Construction du champs de distance par morceaux



Construction du champs de distance par morceaux



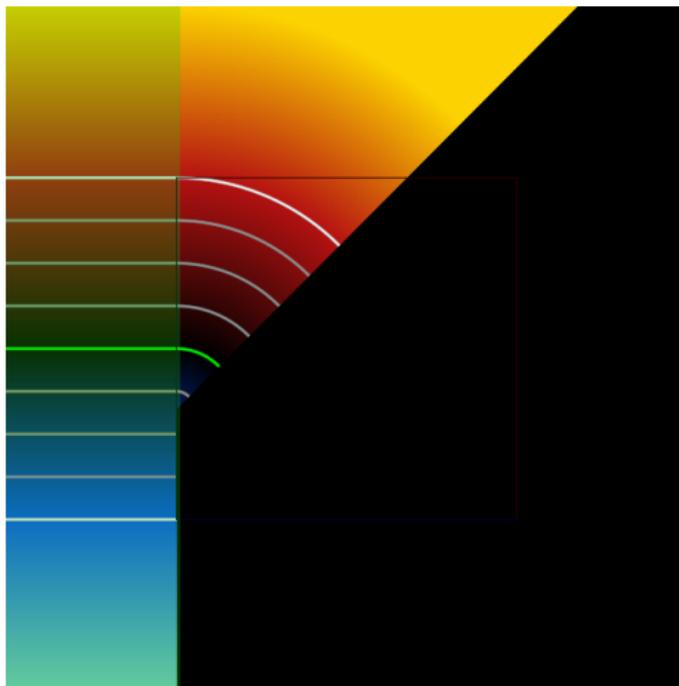
- génération depuis rayon.

Construction du champs de distance par morceaux



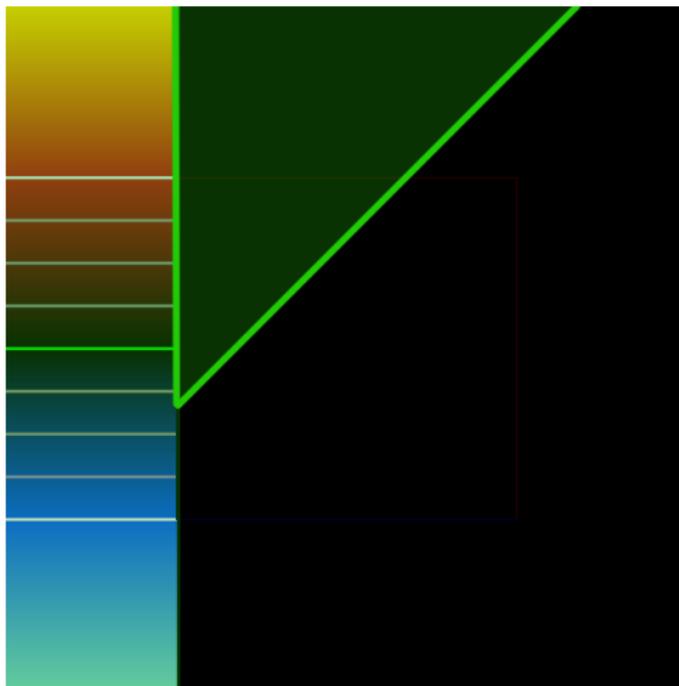
- zone de définition du morceau.

Construction du champs de distance par morceaux



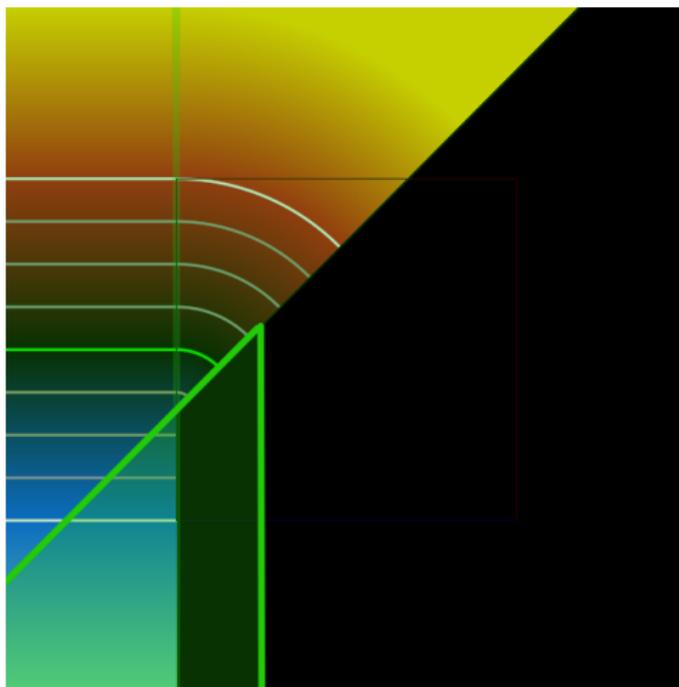
- génération depuis point (creuser).

Construction du champs de distance par morceaux



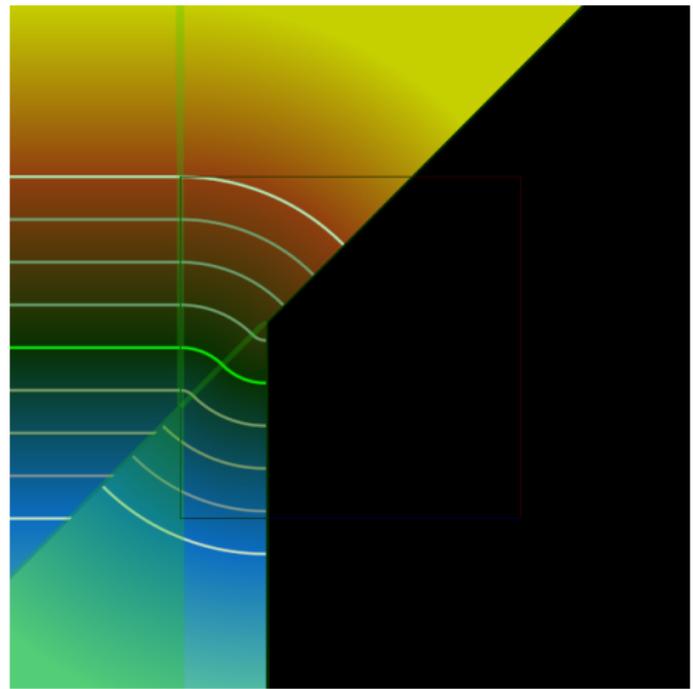
- zone de définition de l'arc.

Construction du champs de distance par morceaux



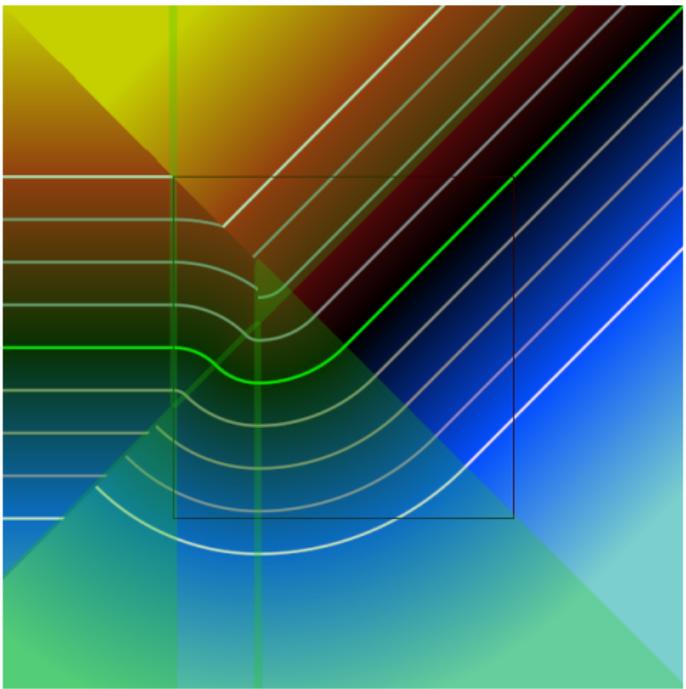
- zone de définition de l'arc.

Construction du champs de distance par morceaux



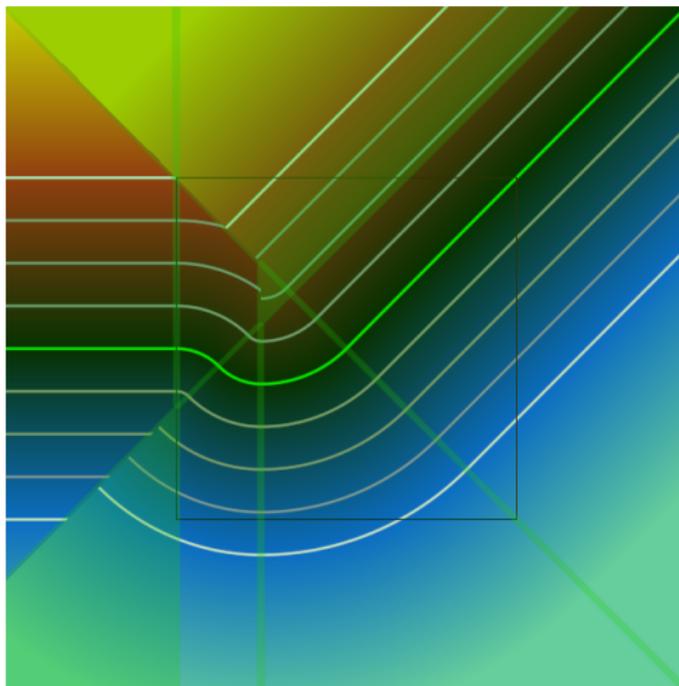
- Observation d'une zone de collision.

Construction du champs de distance par morceaux



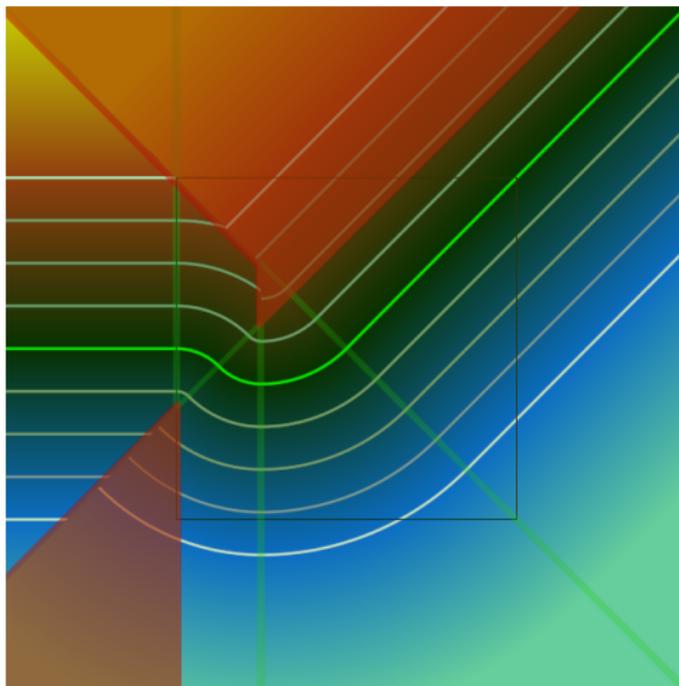
- génération depuis rayon.

Construction du champs de distance par morceaux



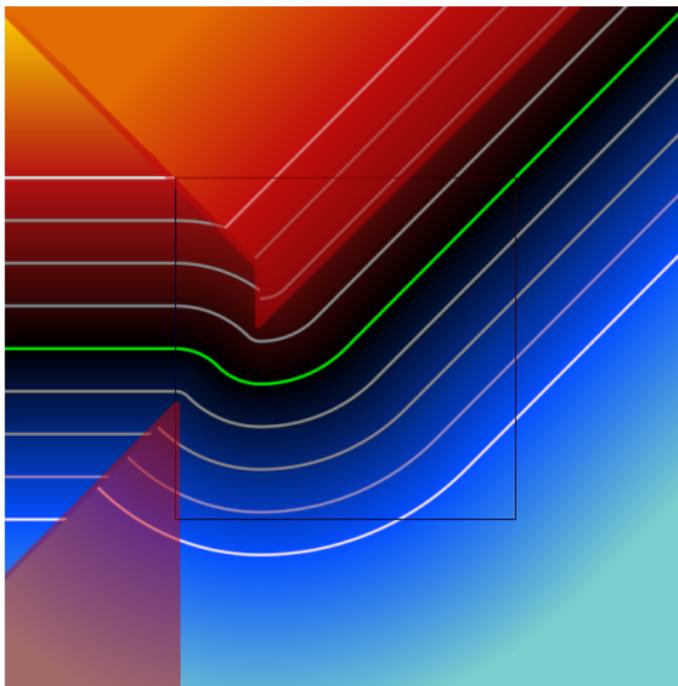
- pré-assemblage des morceaux.

Construction du champs de distance par morceaux



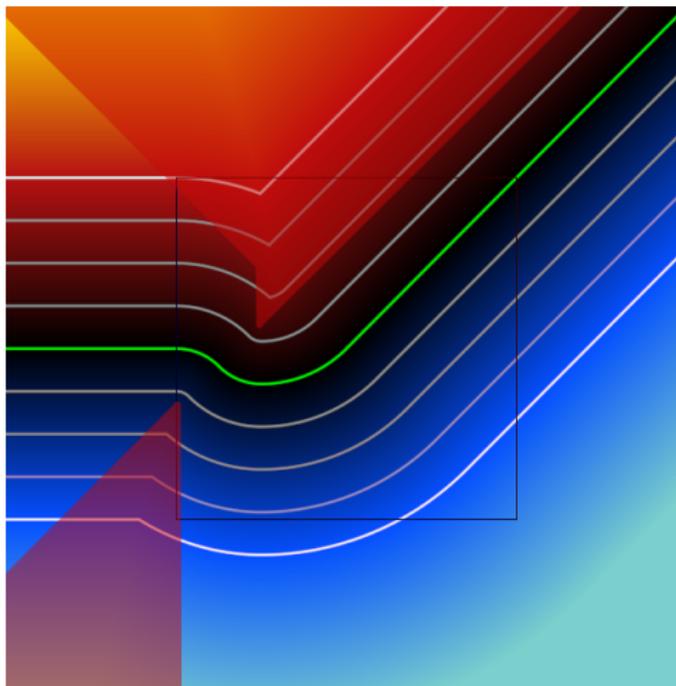
- détection de collisions (valeurs de champs multiples).

Construction du champs de distance par morceaux



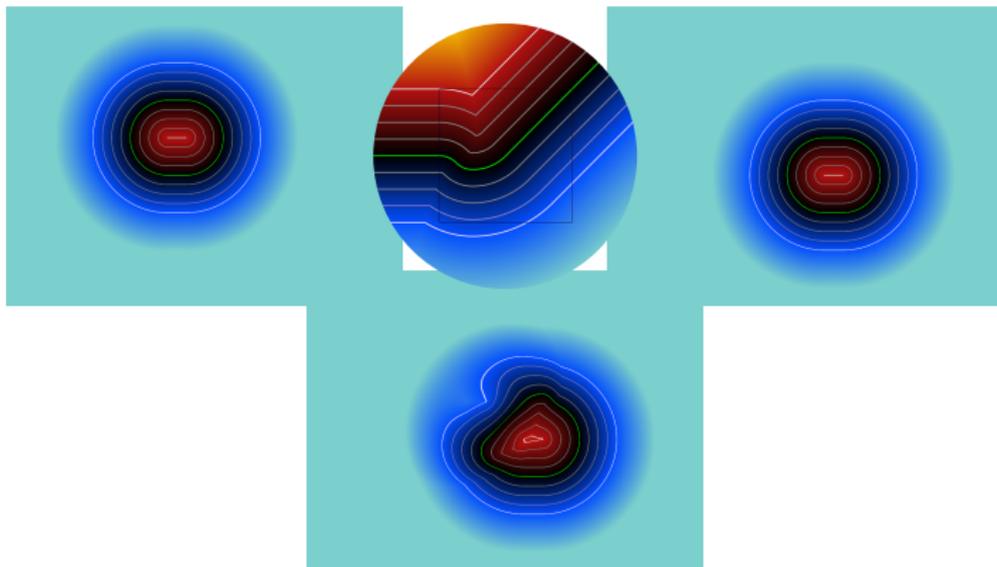
- zones de collisions.

Construction du champs de distance par morceaux



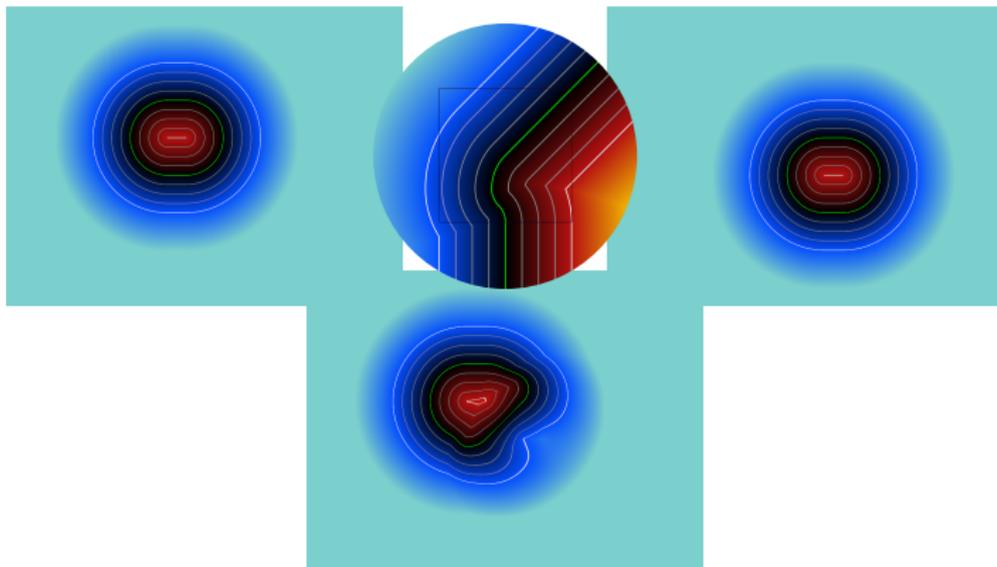
- résolution (plus proche de l'iso-surface d'intérêt).

Transformation du one-sided en composition



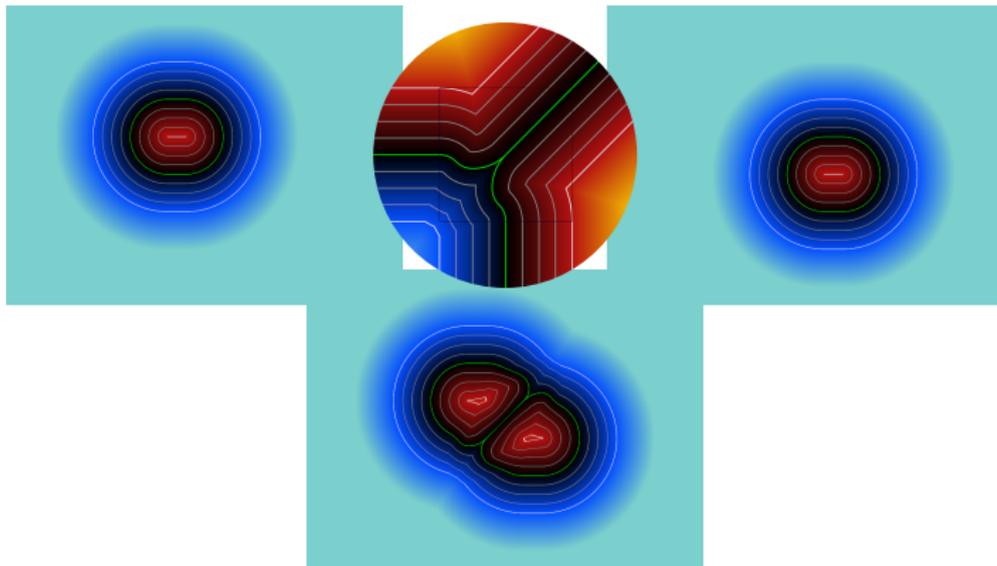
- Composition one-sided (déformation première primitive par interactions avec la seconde).

Transformation du one-sided en composition



- Composition one-sided (déformation seconde primitive par interactions avec la première)

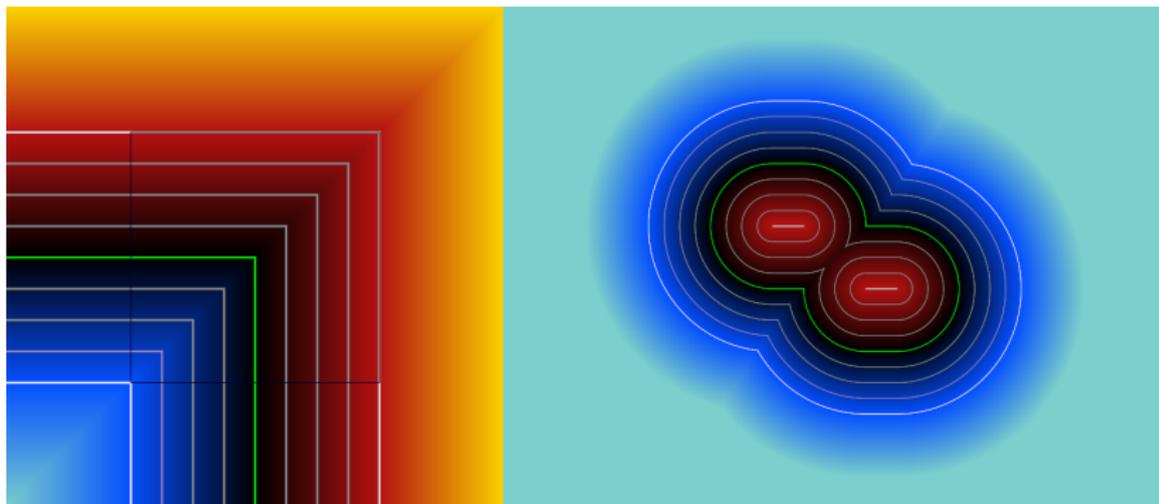
Transformation du one-sided en composition



- Composition finale (assemblage des deux déformations one-sided par un max).

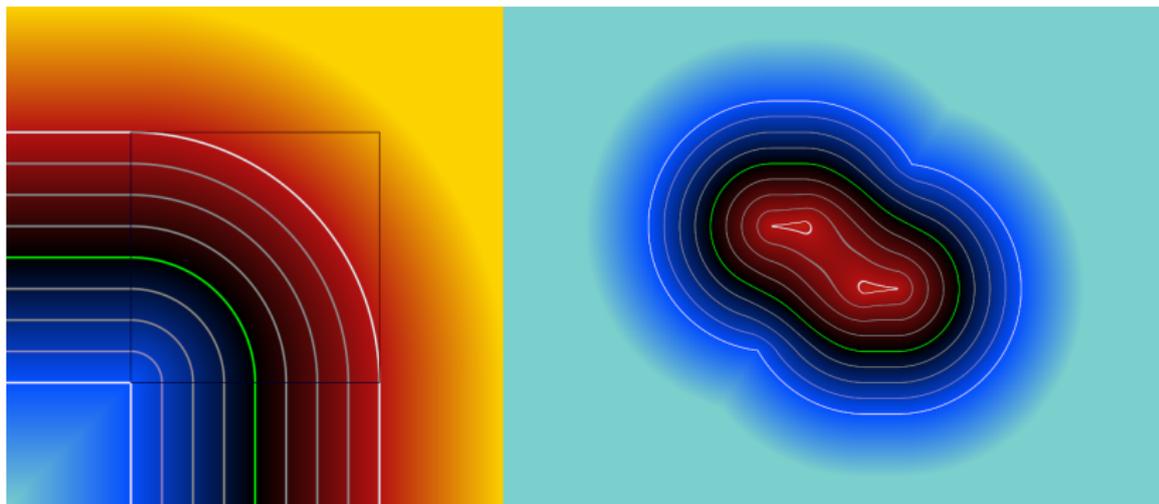
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Union



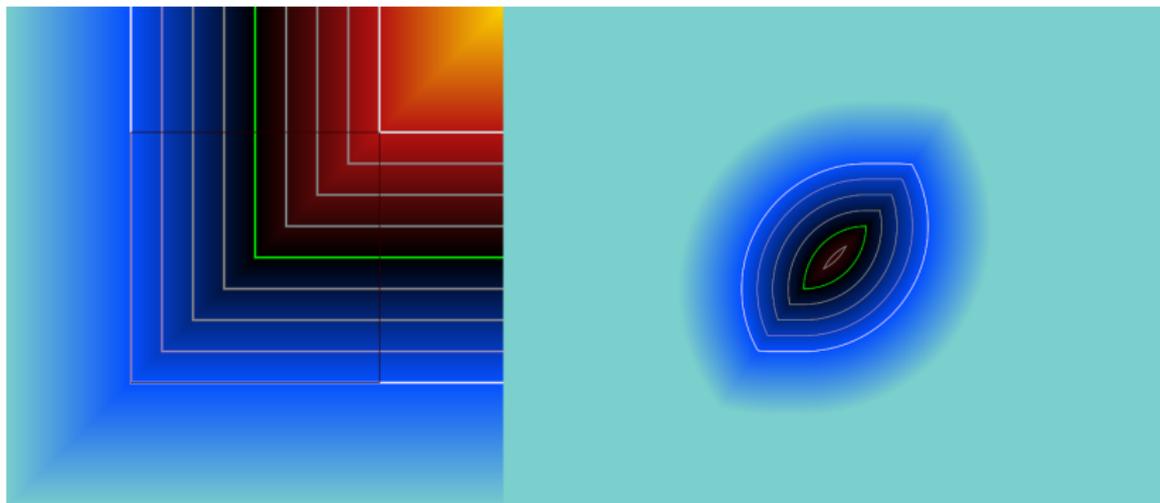
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Blending



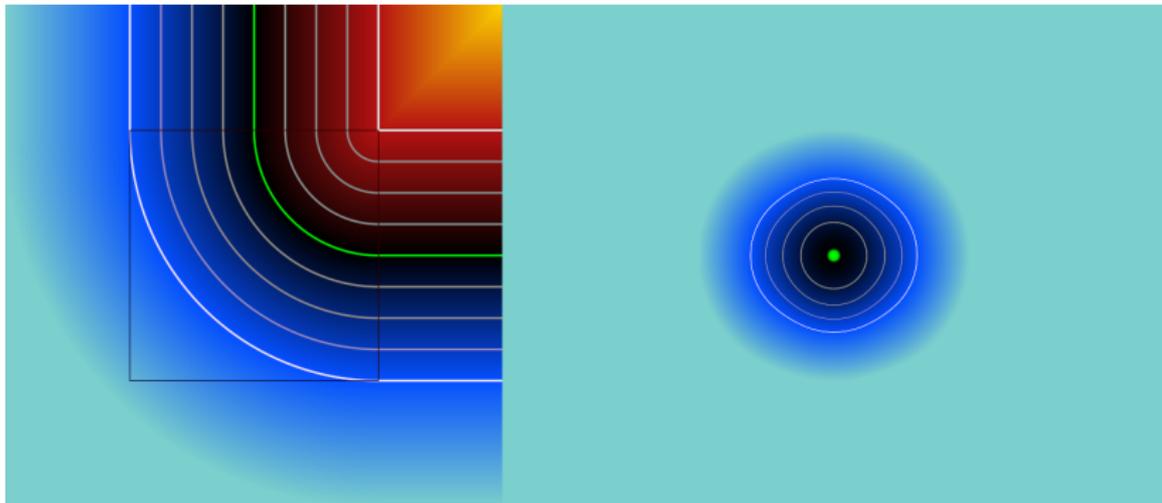
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Intersection



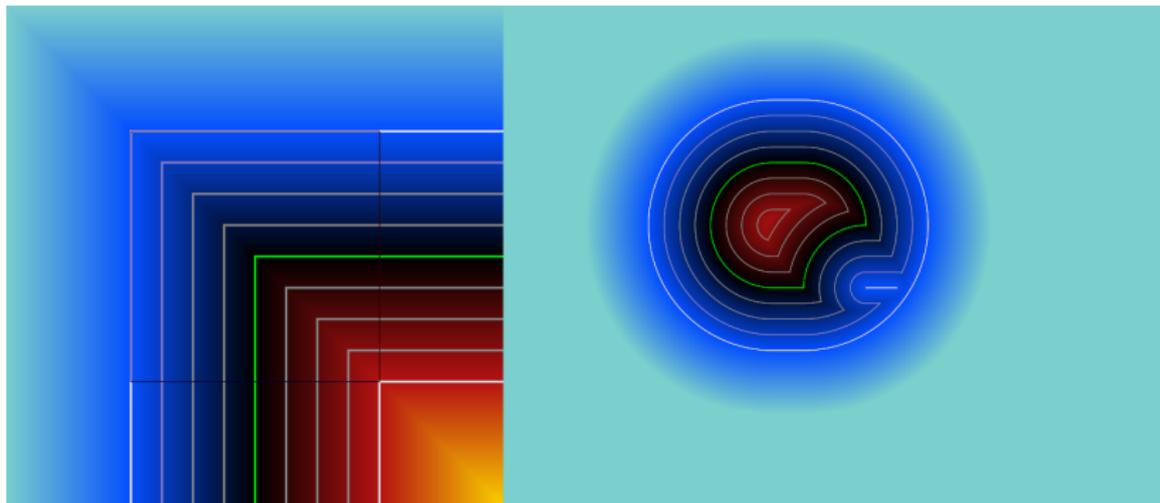
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Intersection douce



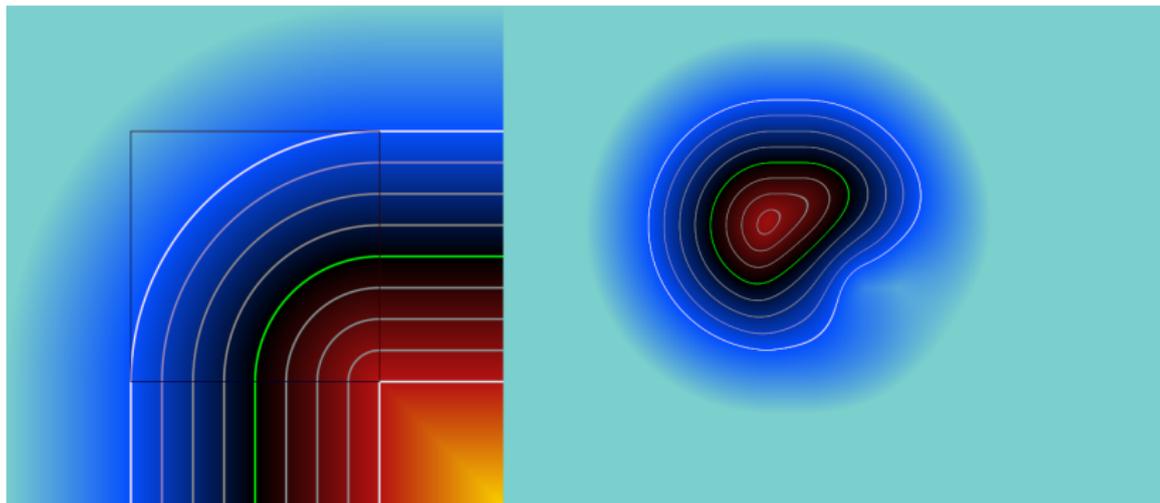
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Différence



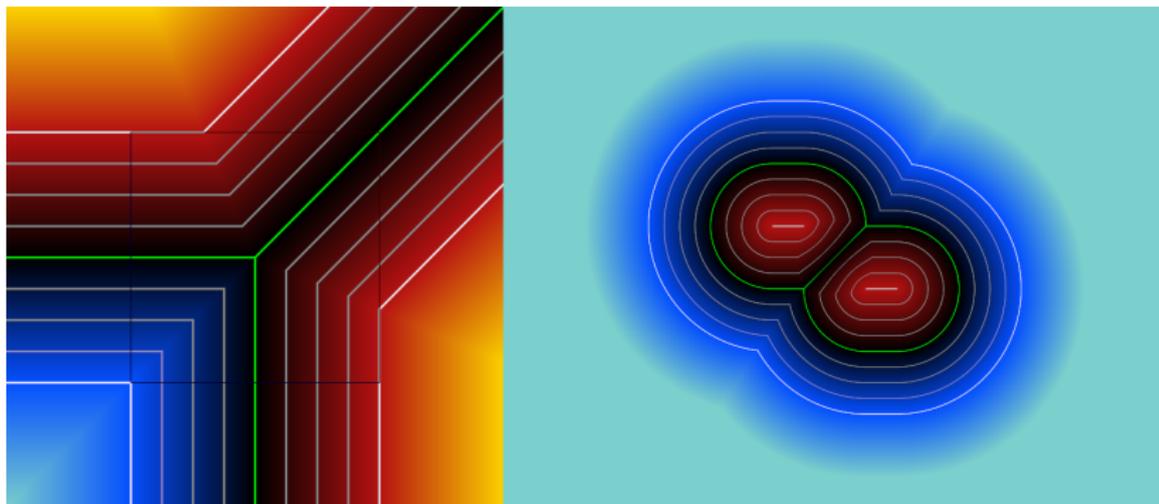
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Différence douce



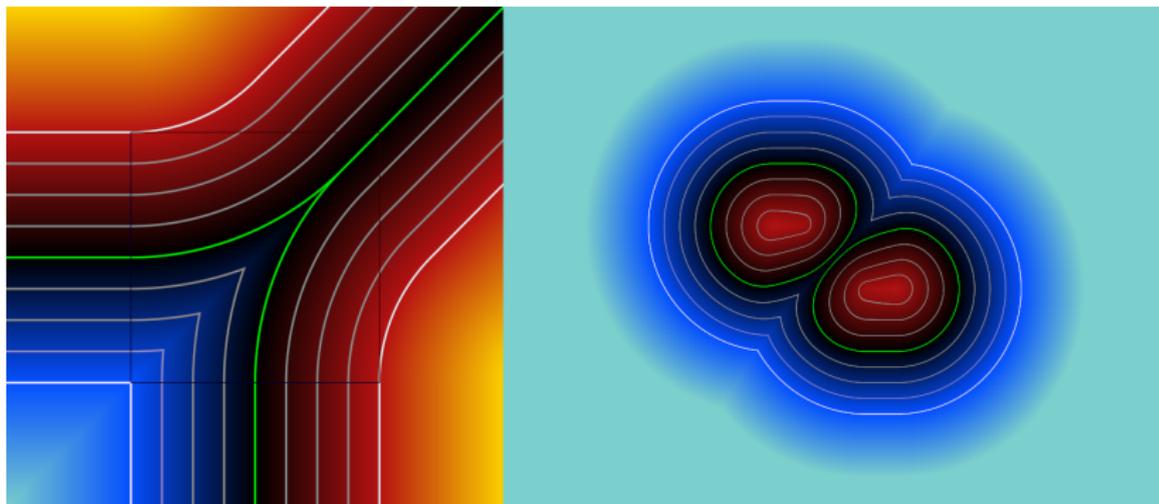
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Contact



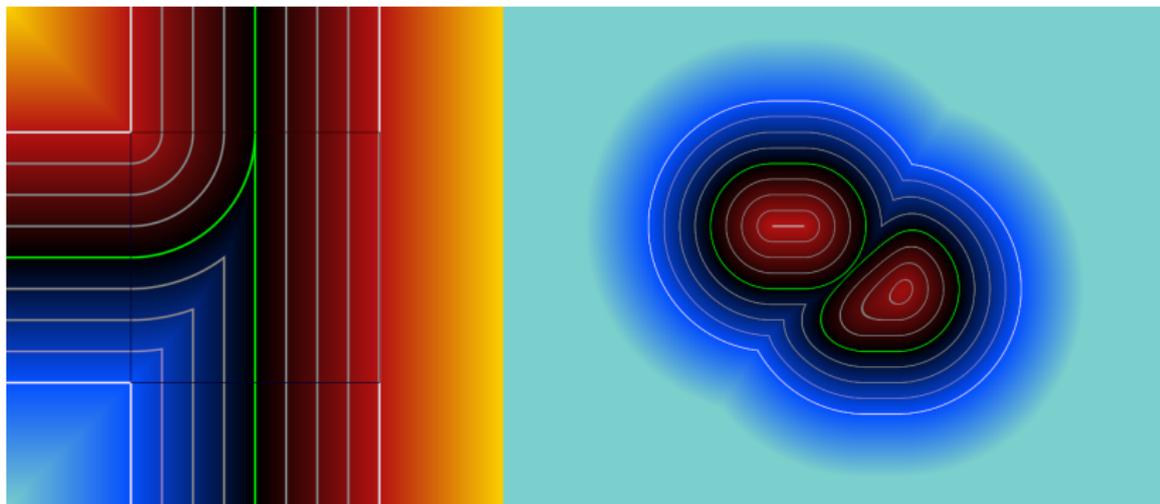
Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

Étirement

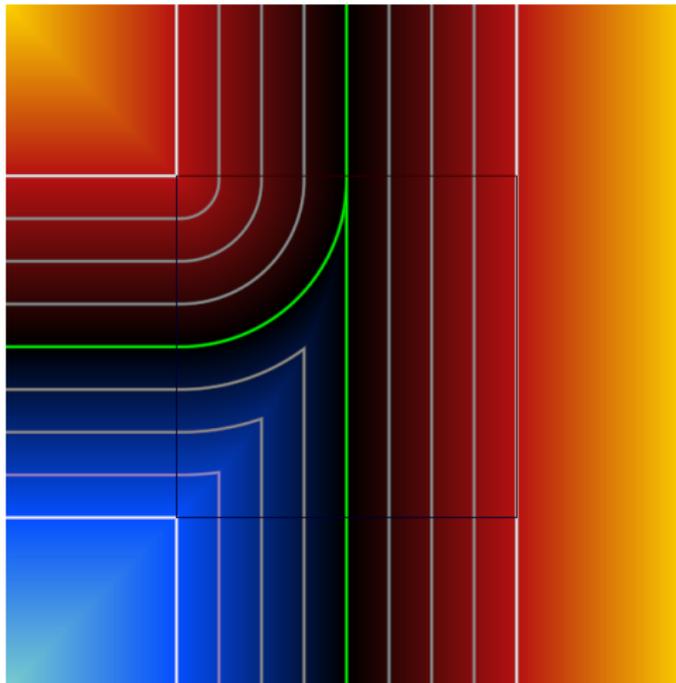


Convient pour reproduire les compositions de l'état de l'art

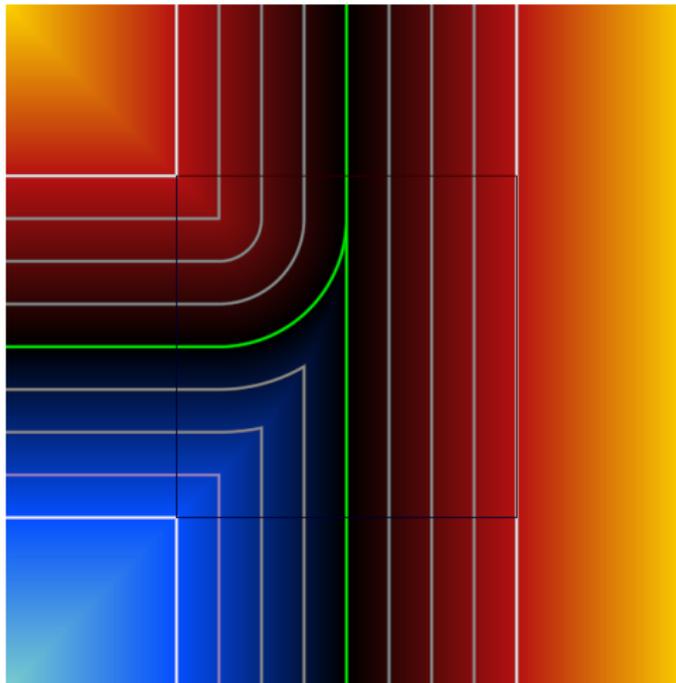
Étirement asymétrique



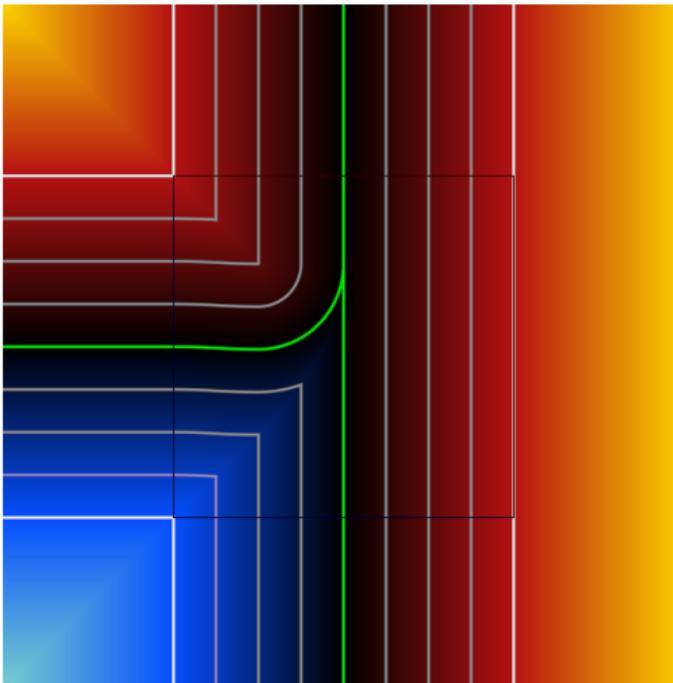
Morphing d'opérateur



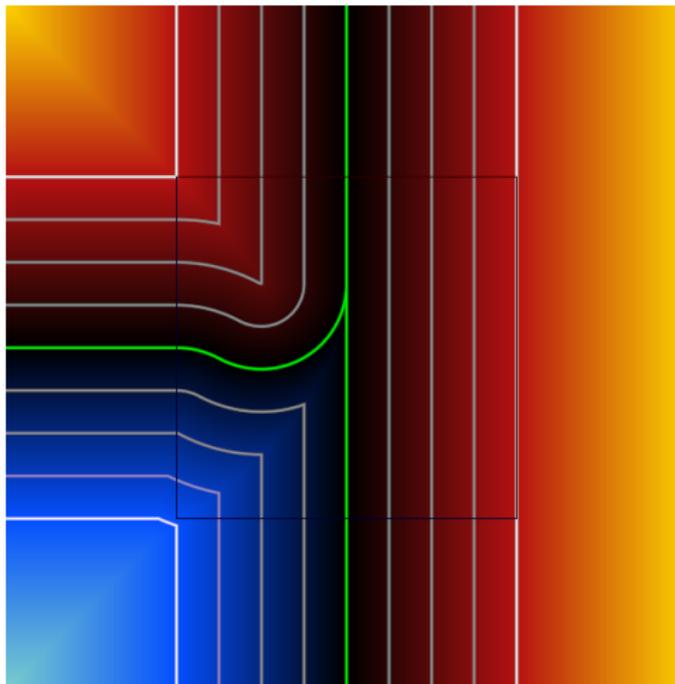
Morphing d'opérateur



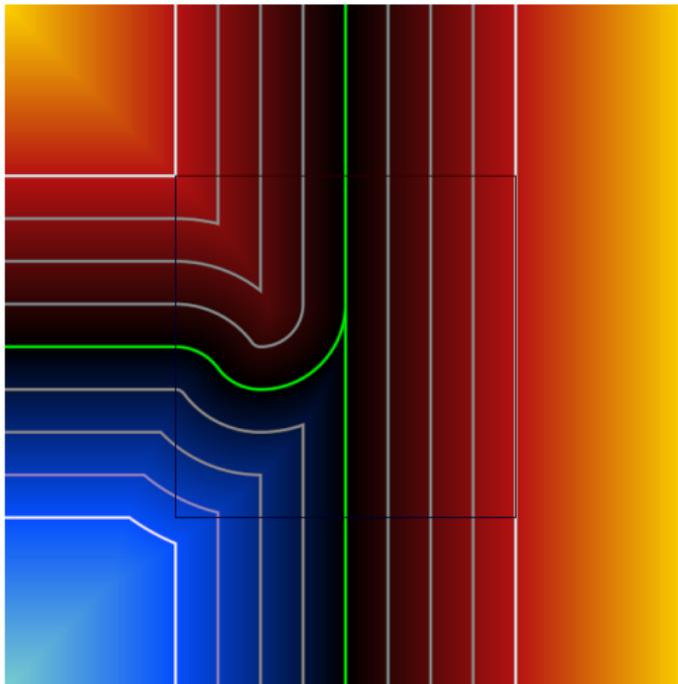
Morphing d'opérateur



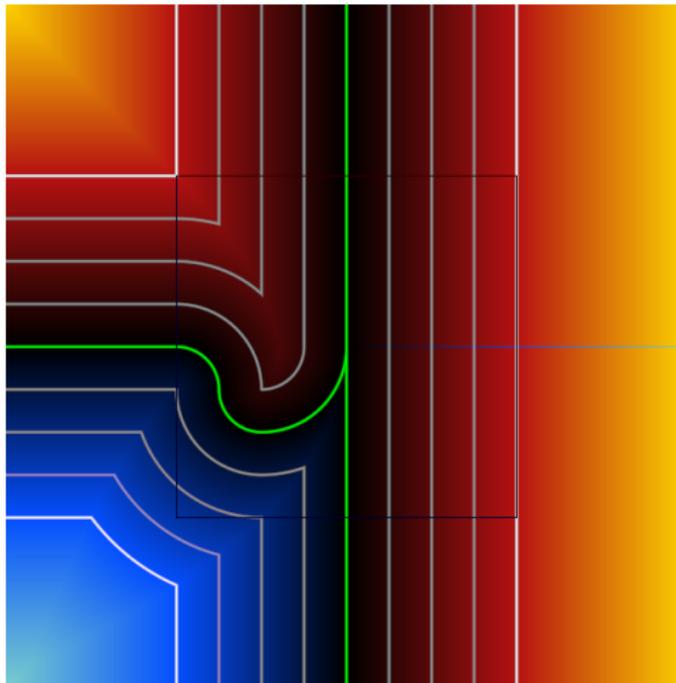
Morphing d'opérateur



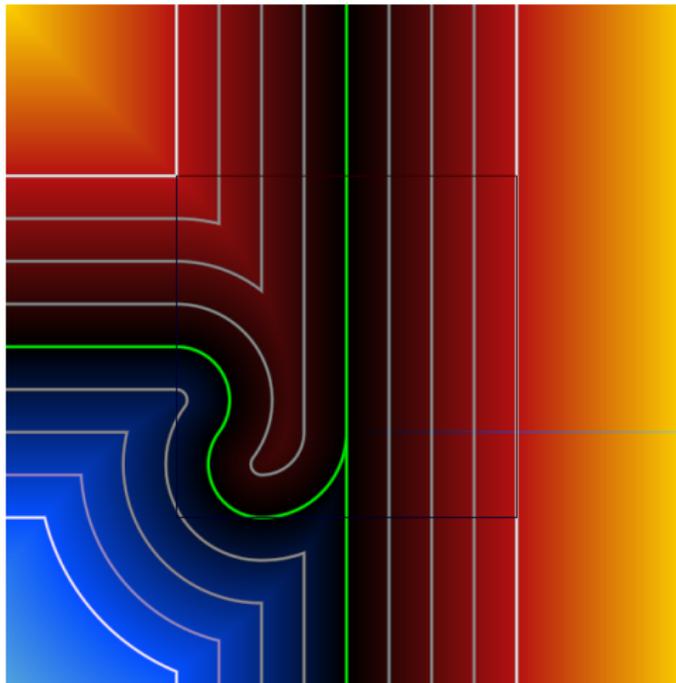
Morphing d'opérateur



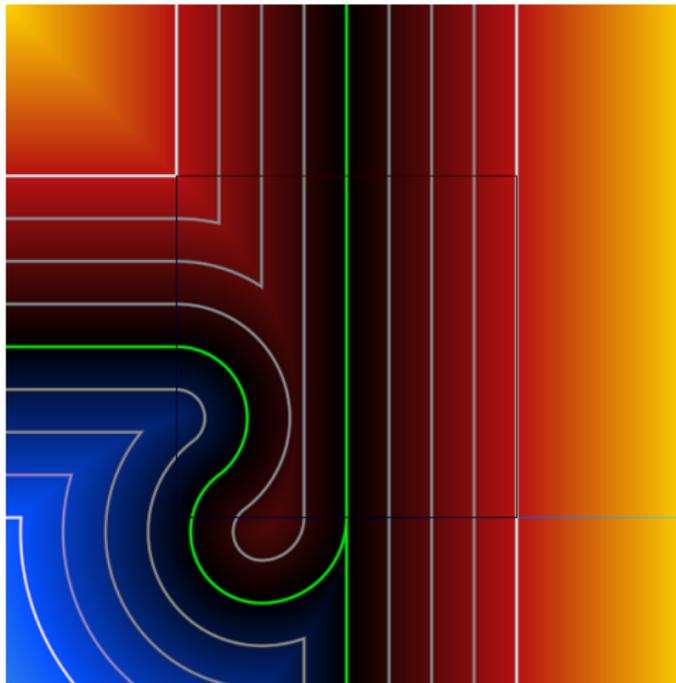
Morphing d'opérateur



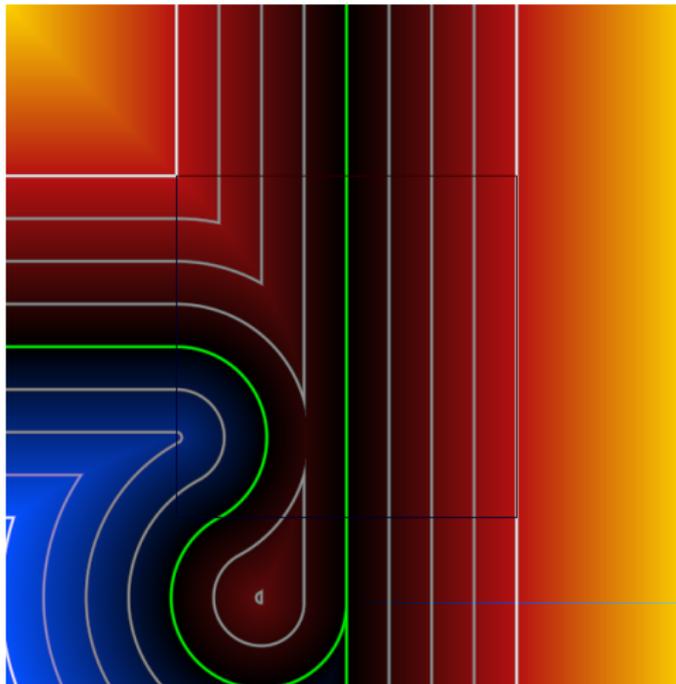
Morphing d'opérateur



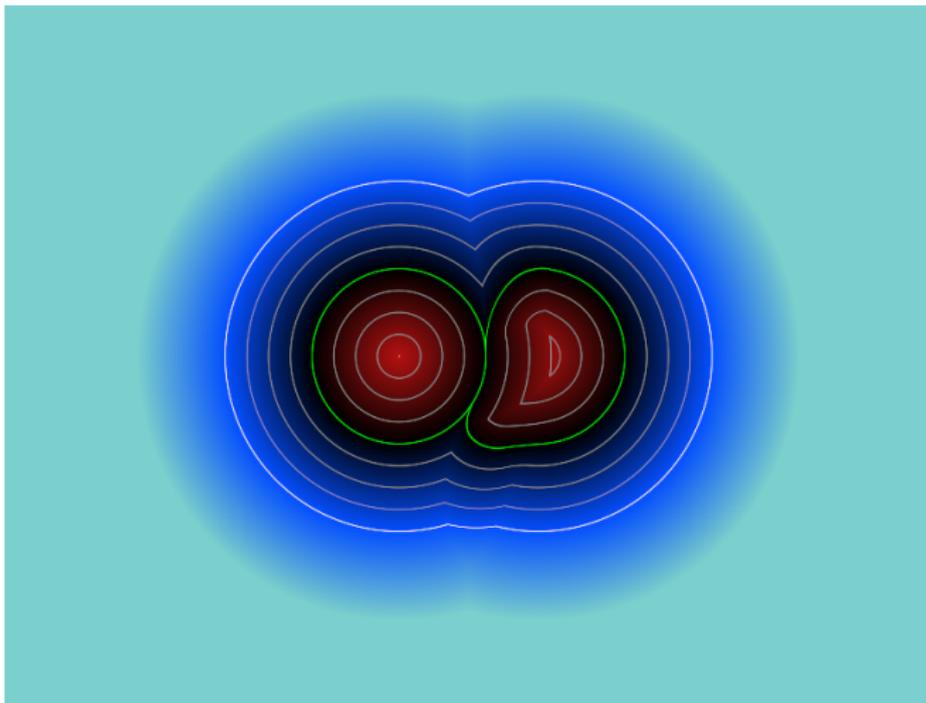
Morphing d'opérateur



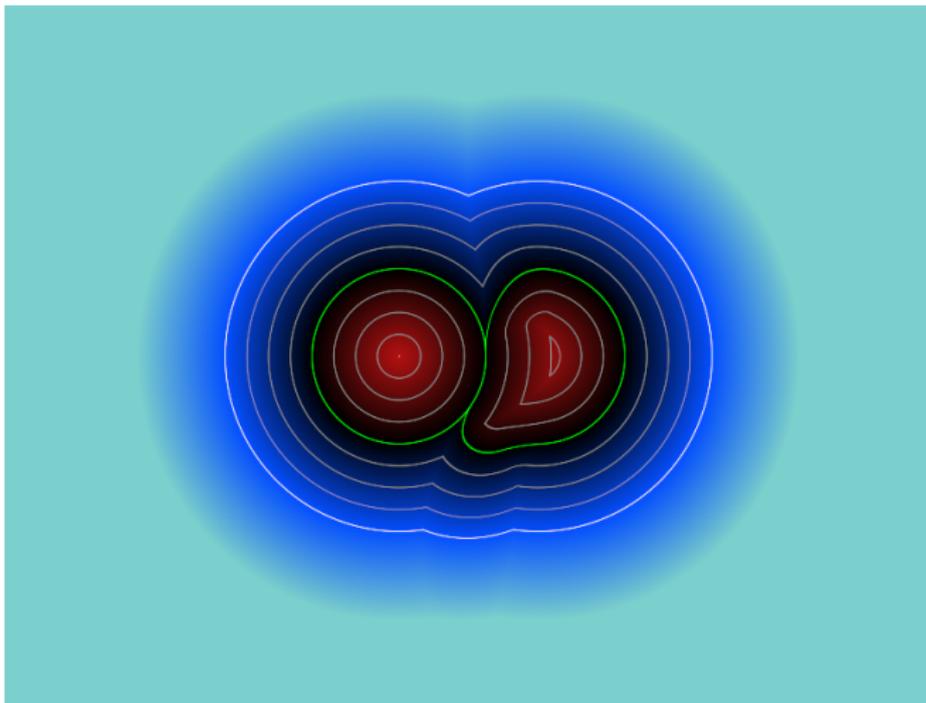
Morphing d'opérateur



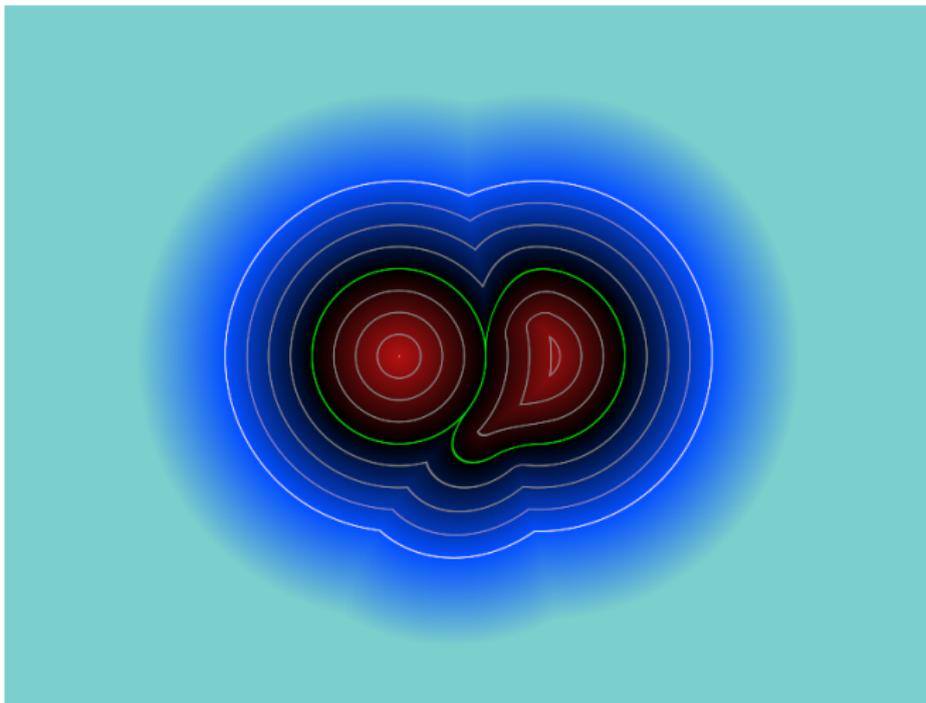
Composition basé paramètre et application de l'opérateur paramétrable pour déformation asymétrique contrôlée



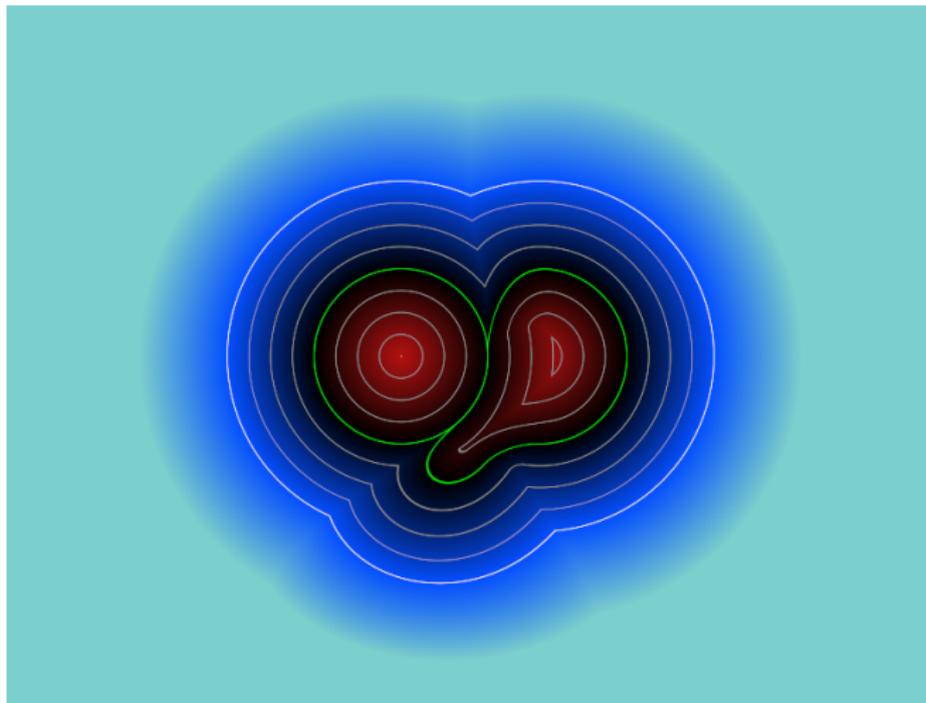
Composition basé paramètre et application de l'opérateur paramétrable pour déformation asymétrique contrôlée



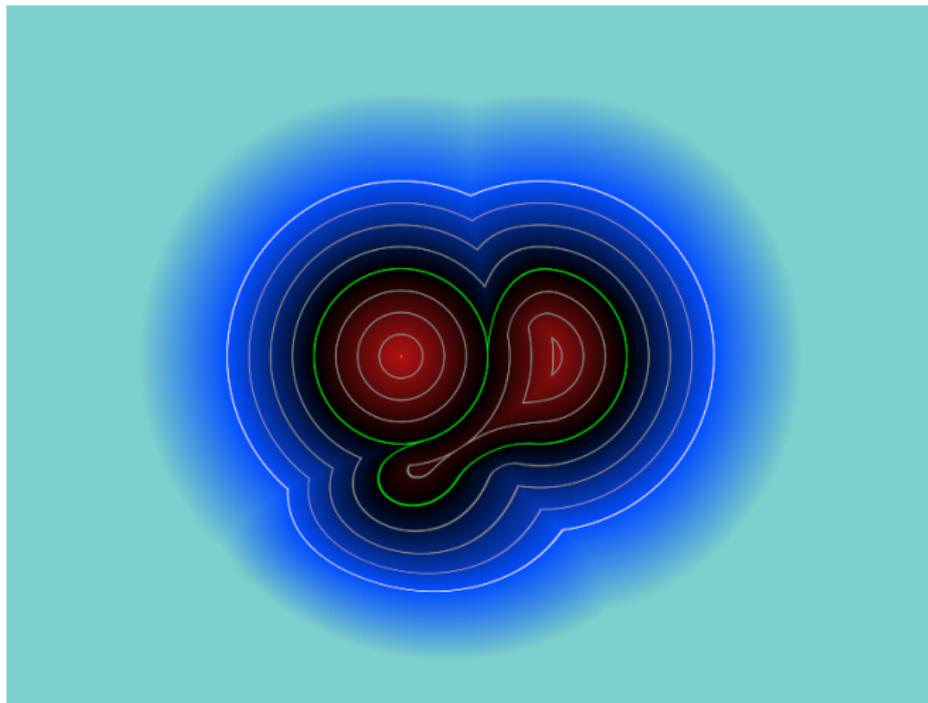
Composition basé paramètre et application de l'opérateur paramétrable pour déformation asymétrique contrôlée



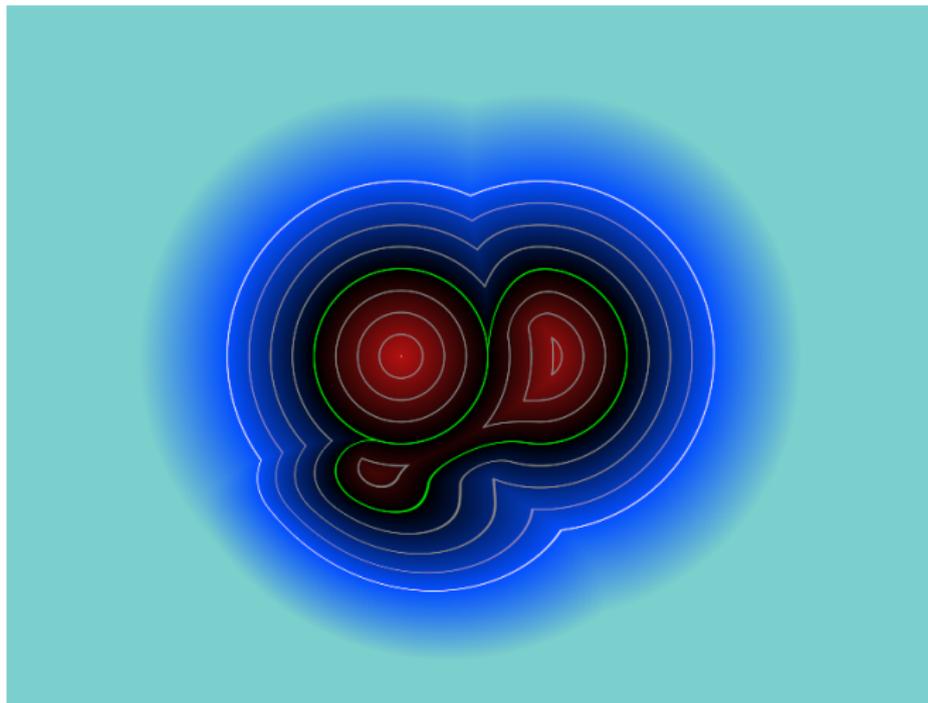
Composition basé paramètre et application de l'opérateur paramétrable pour déformation asymétrique contrôlée



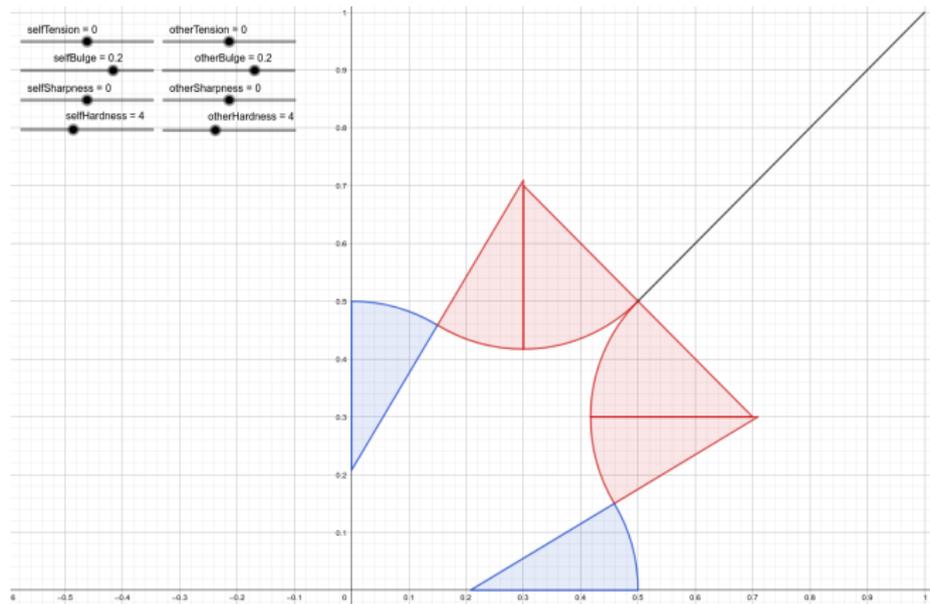
Composition basé paramètre et application de l'opérateur paramétrable pour déformation asymétrique contrôlée



Composition basé paramètre et application de l'opérateur paramétrable pour déformation asymétrique contrôlée

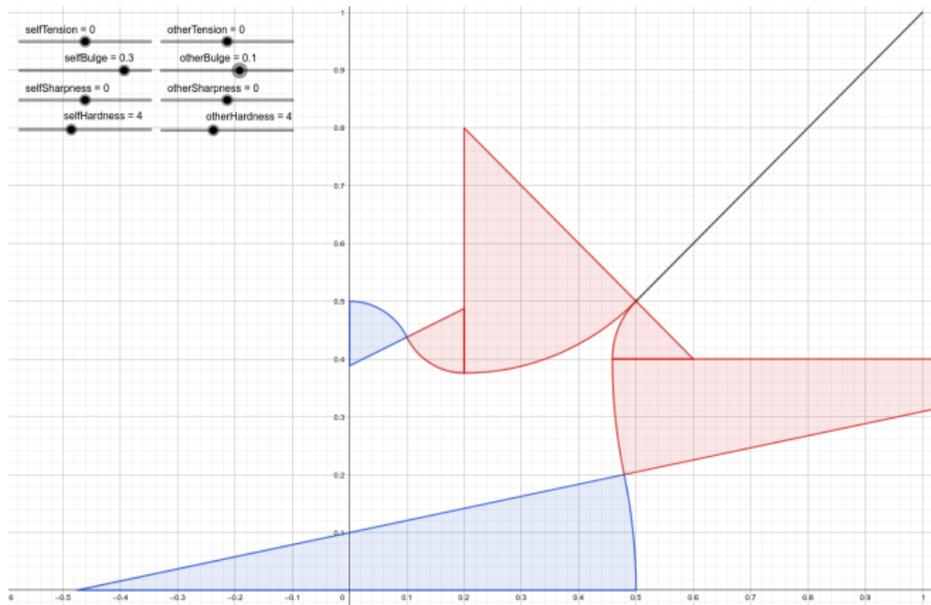


Exemple de construction d'opérateur physique hyper-paramétré



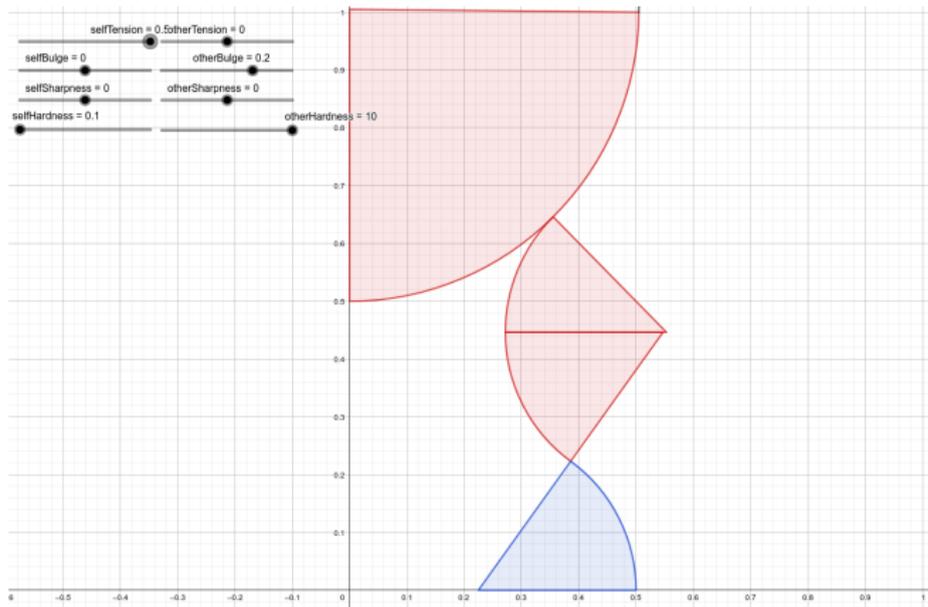
- Opérateur de gonflement.

Exemple de construction d'opérateur physique hyper-paramétré



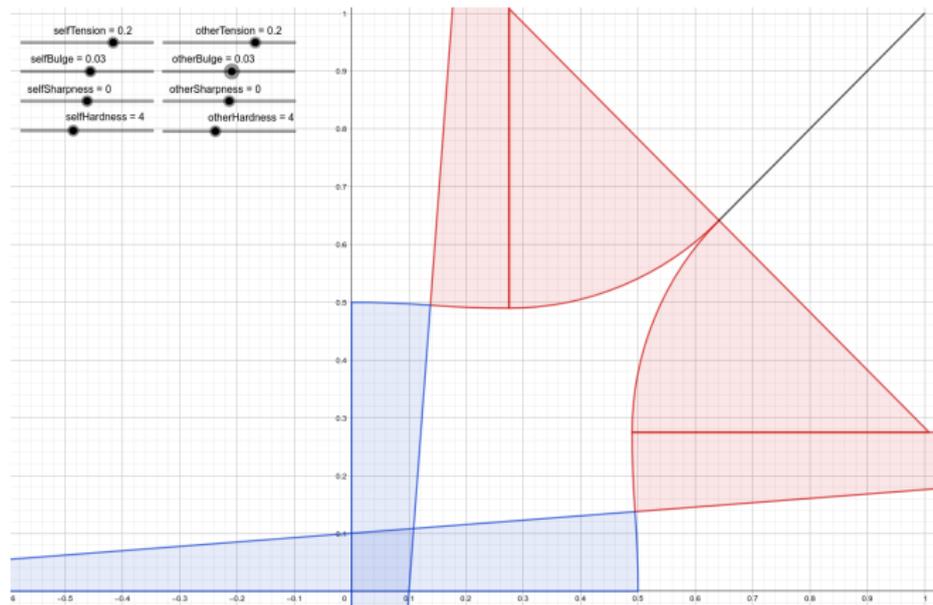
- Opérateur de gonflement asymétrique (variation gonflement).

Exemple de construction d'opérateur physique hyper-paramétré



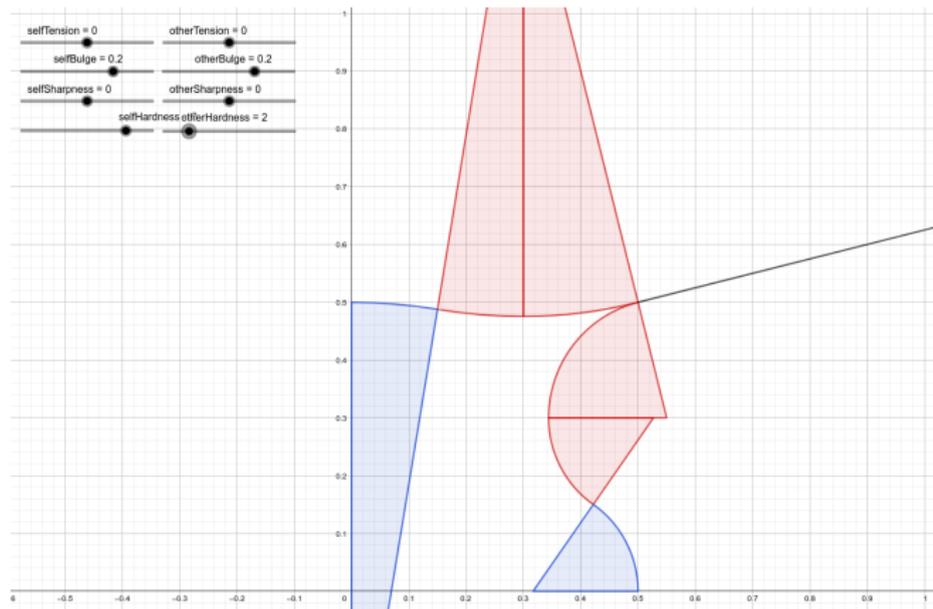
- Gonflement (première surface) et étirement (seconde surface).

Exemple de construction d'opérateur physique hyper-paramétré



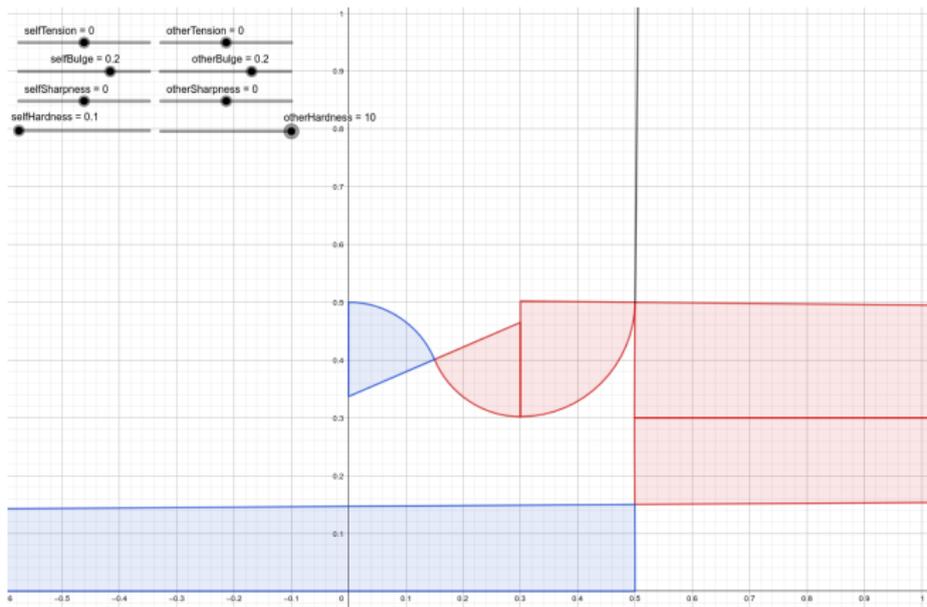
- Opérateur d'étirement.

Exemple de construction d'opérateur physique hyper-paramétré



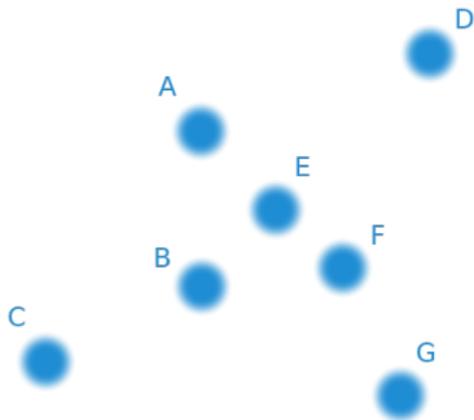
- Opérateur de gonflement à rigidité asymétrique.

Exemple de construction d'opérateur physique hyper-paramétré



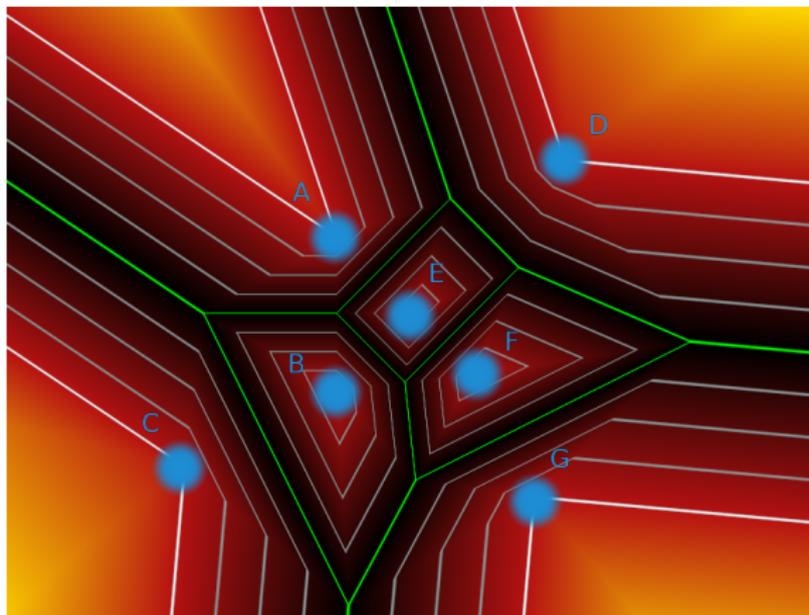
- Opérateur de gonflement à forte rigidité asymétrique.

Implicit clustering



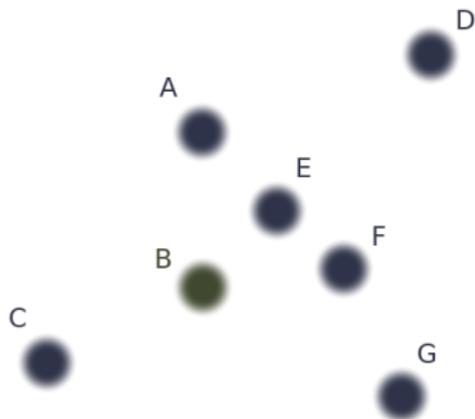
- Ensemble de points.

Implicit clustering



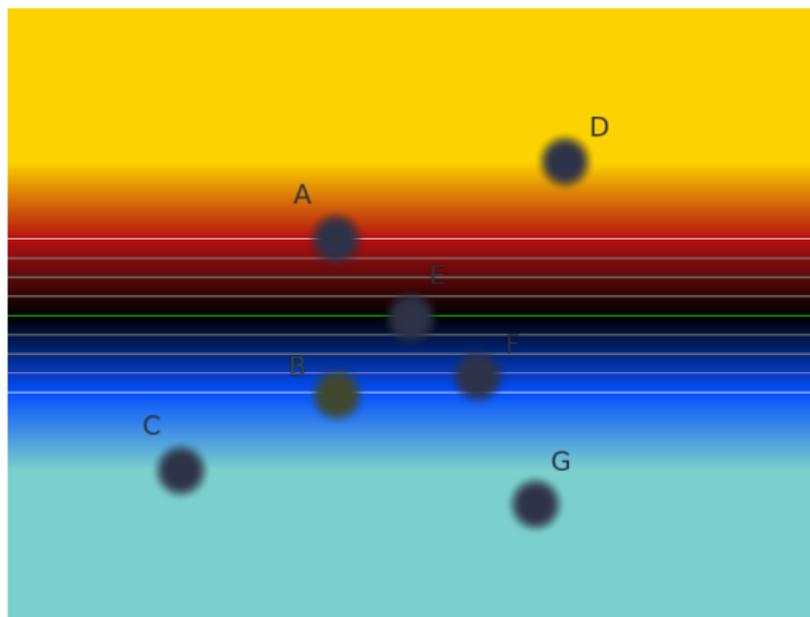
- Aperçu de clusters entre les points.

Séparation des points par plans et composition (point B)



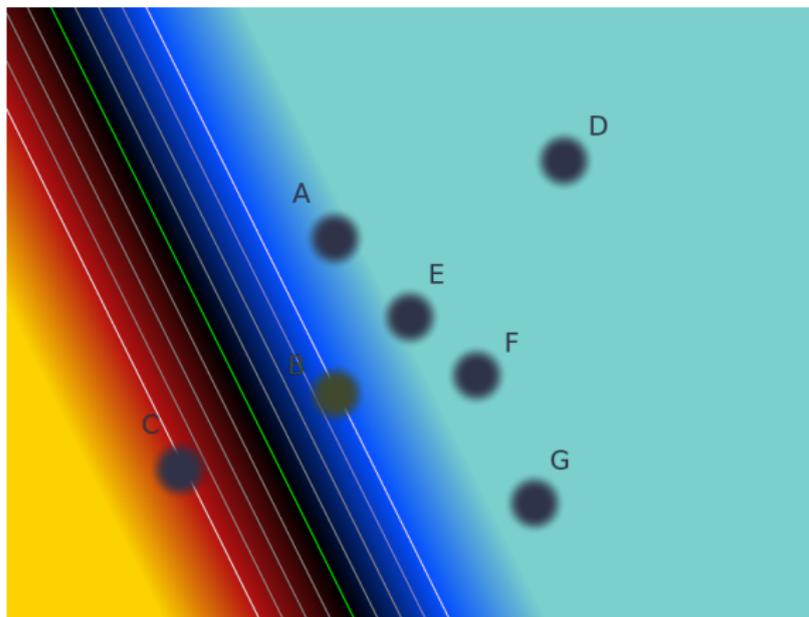
- Disposition des points.

Séparation des points par plans et composition (point B)



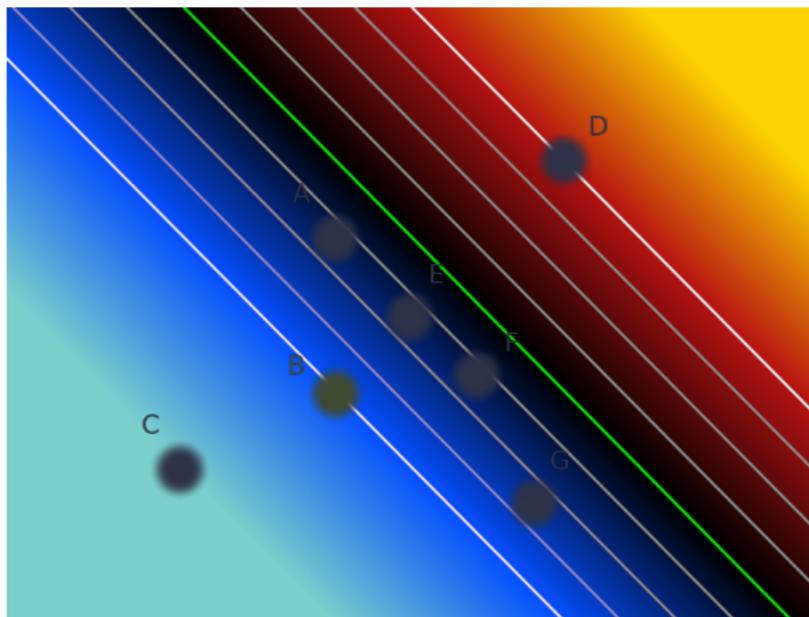
- Coupe B / A.

Séparation des points par plans et composition (point B)



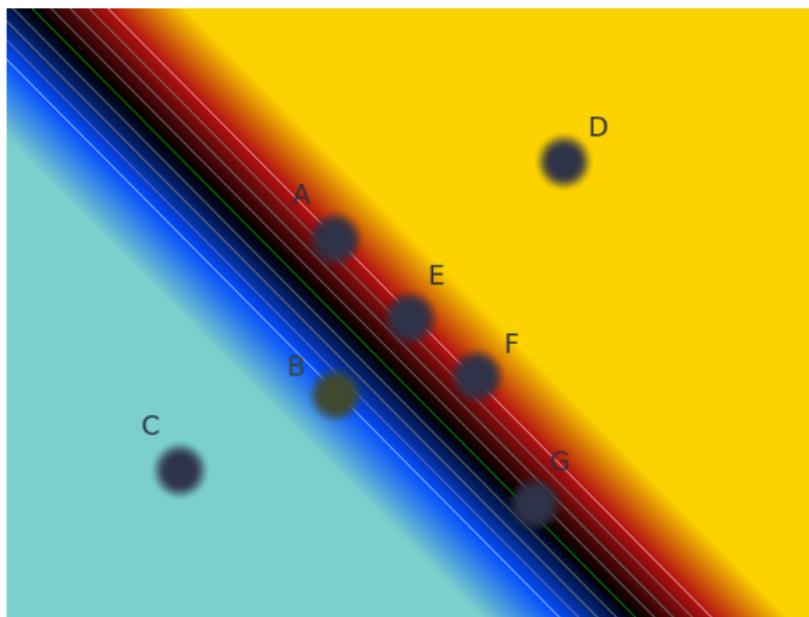
- Coupe B / C.

Séparation des points par plans et composition (point B)



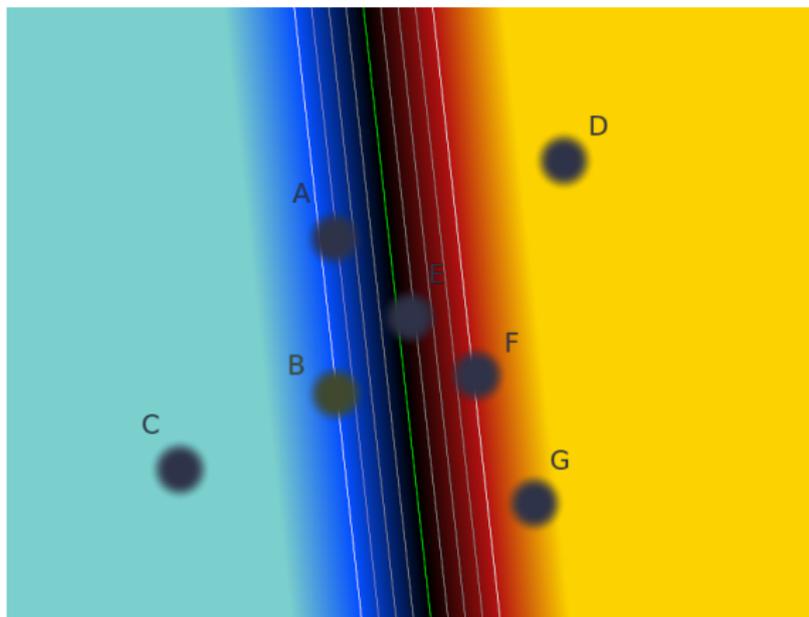
- Coupe B / D.

Séparation des points par plans et composition (point B)



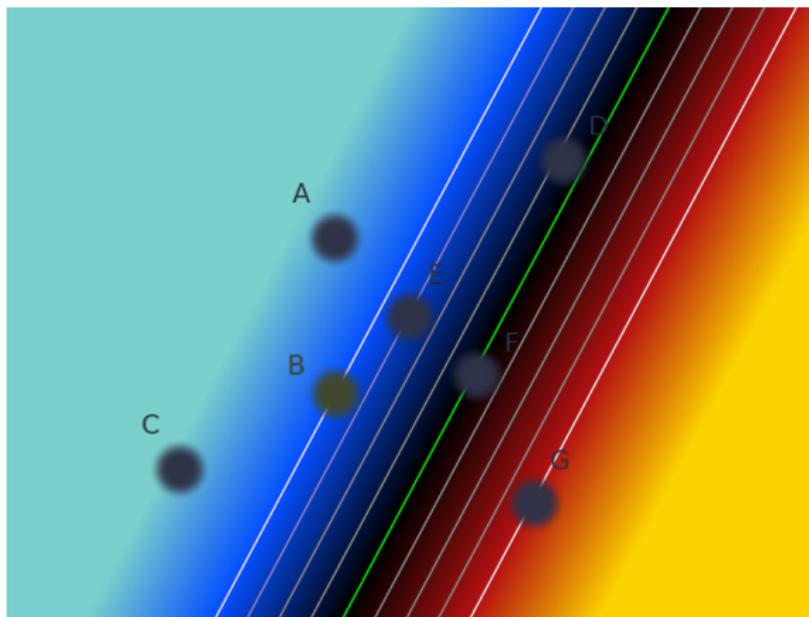
- Coupe B / E.

Séparation des points par plans et composition (point B)



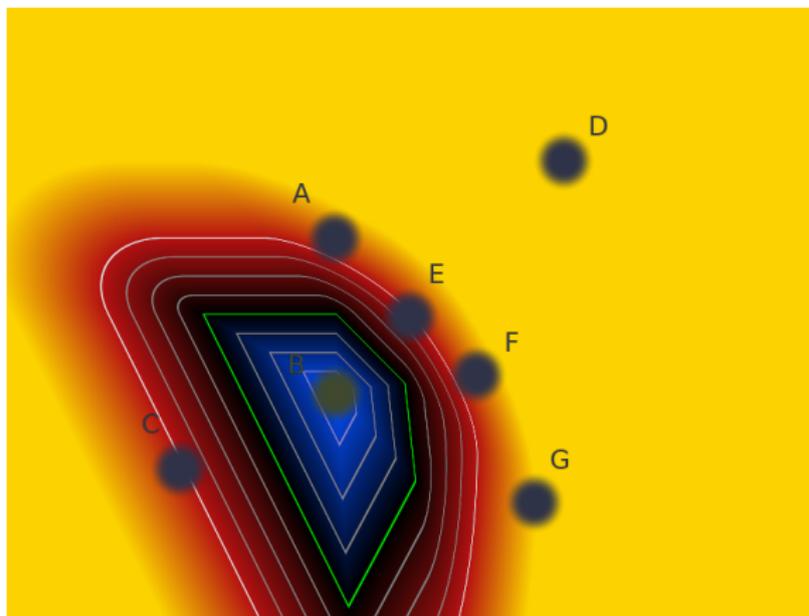
- Coupe B / F.

Séparation des points par plans et composition (point B)



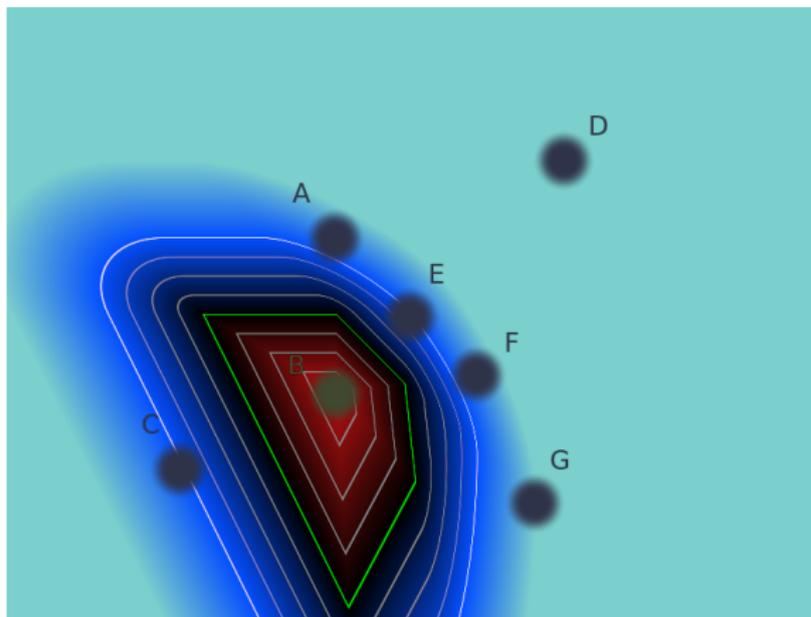
- Coupe B / G.

Séparation des points par plans et composition (point B)



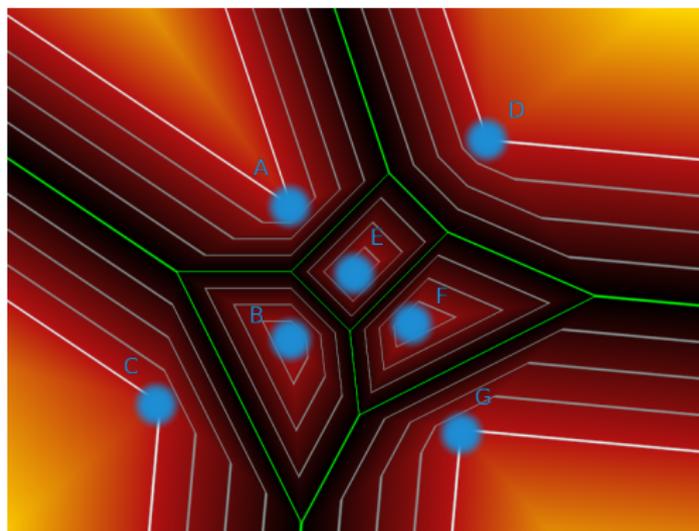
- Composition N-aire.

Séparation des points par plans et composition (point B)



- Cluster linéaire de B.

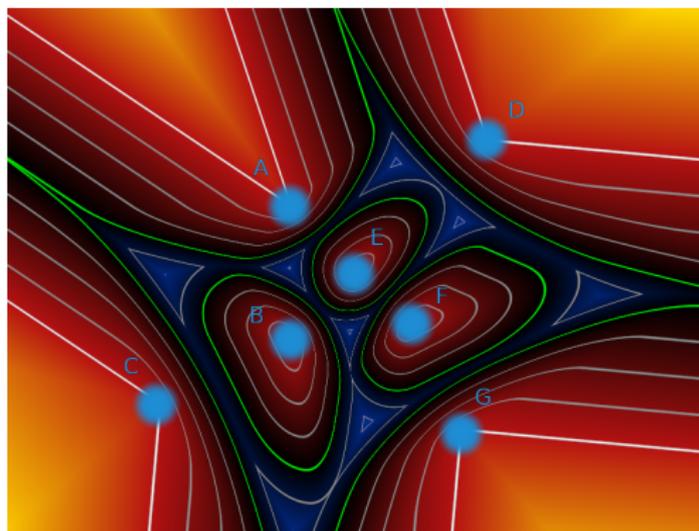
Clusters linéaires



- Clusters linéaires, composition n-aire :

$$f(P) = \begin{cases} \frac{1}{2} + \sqrt{\sum_{L \in \text{Planes}} \max(f_L(P) - \frac{1}{2}, 0)^2} & \text{si } \max_L \{f_L(P)\} > \frac{1}{2} \\ \max_I \{f_L(P)\} & \text{sinon} \end{cases}$$

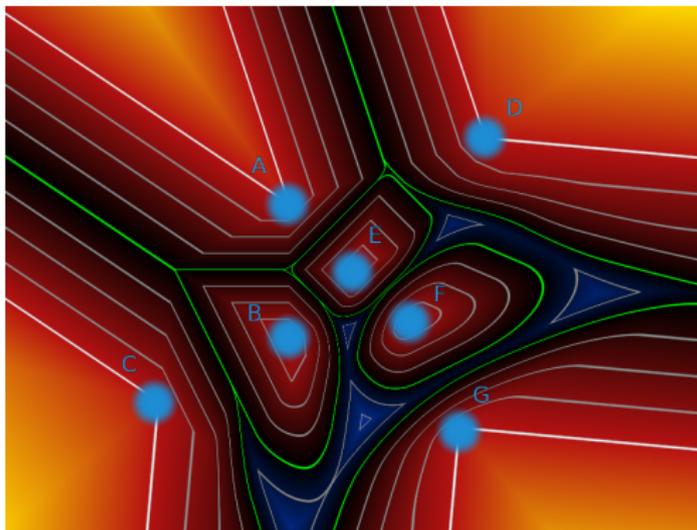
Clusters smooth



- Clusters smooth, composition n-aire ($p = \frac{1-\text{smoothness}}{2}$) :

$$f(P) = \begin{cases} p + \sqrt{\sum_{L \in \text{Planes}} \max(f_L(P) - p, 0)^2} & \text{si } \max_L \{f_L(P)\} > p \\ \max \{f_L(P)\} & \text{sinon} \end{cases}$$

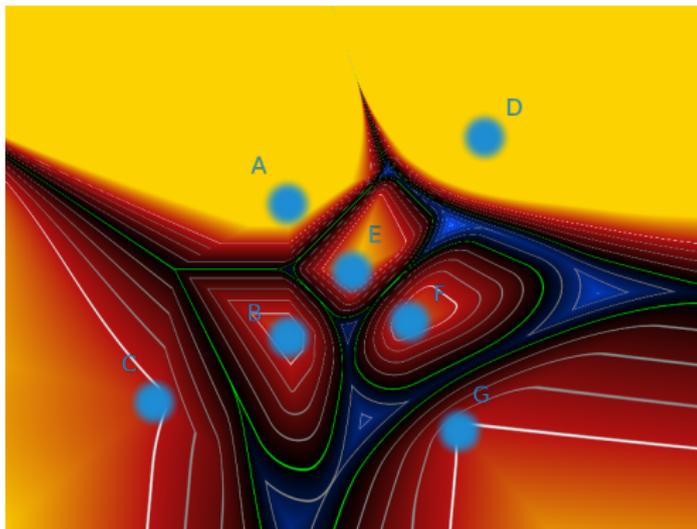
Paramétrage de la smoothness entre les clusters



- Clusters paramétrés, composition n-aire ($p = \frac{1-\text{smoothness}}{2}$) :

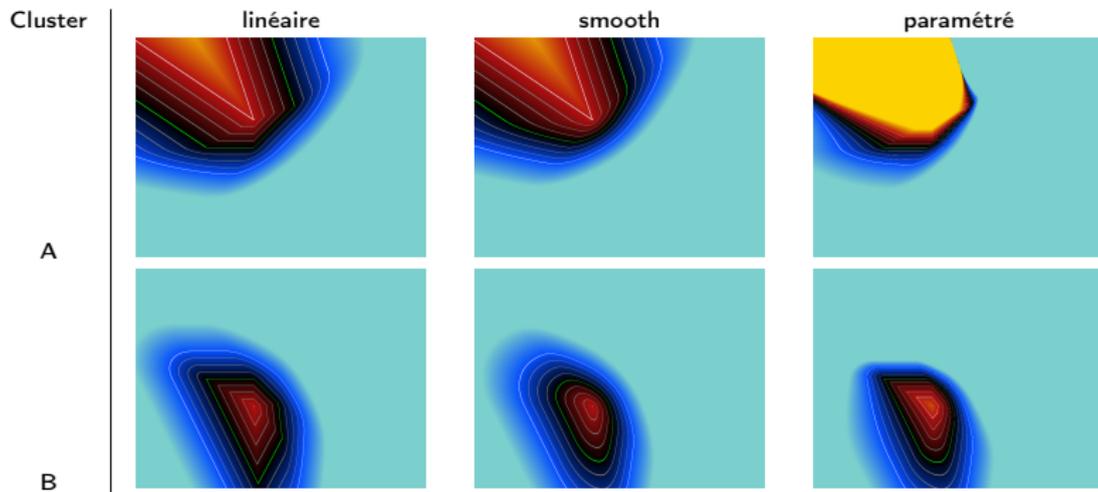
$$f(P) = \begin{cases} p + \sqrt{\sum_{L \in \text{Planes}} \max(f_L(P) - p, 0)^2} & \text{si } \max_L \{f_L(P)\} > p \\ \max \{f_L(P)\} & \text{sinon} \end{cases}$$

Paramétrage de la diffusion des lignes de champs

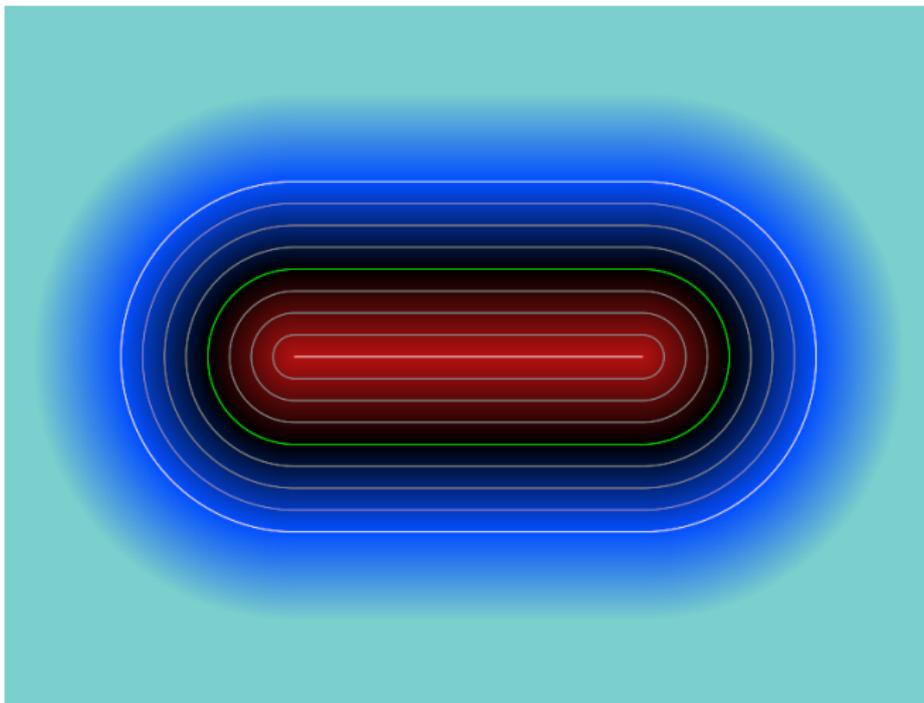


- Lignes de champs compressées par paramètre de poids variable dans le champs.

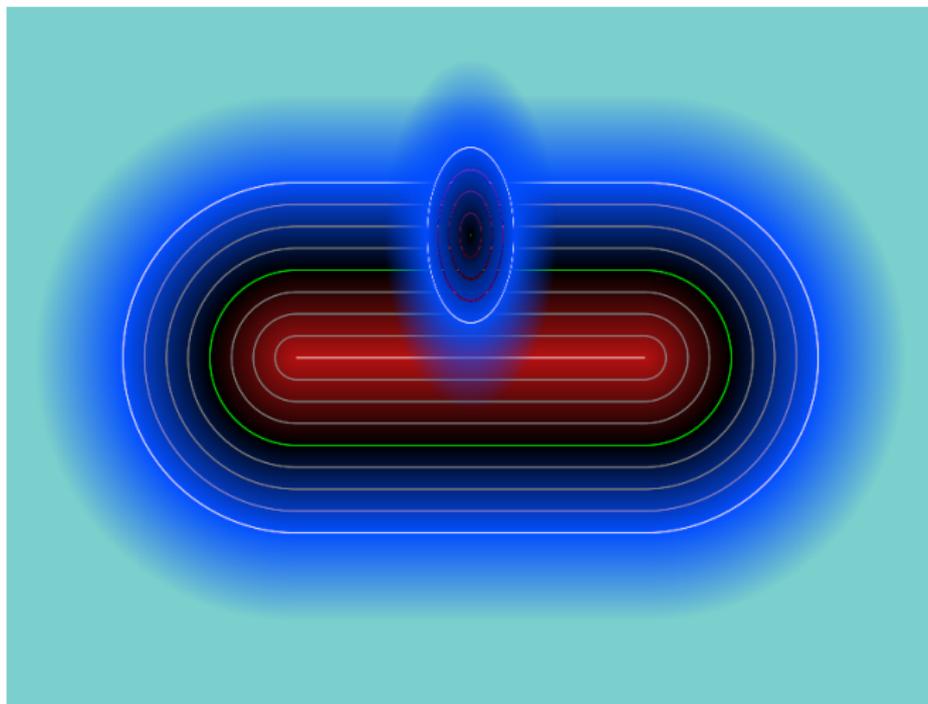
Exemples de clusters



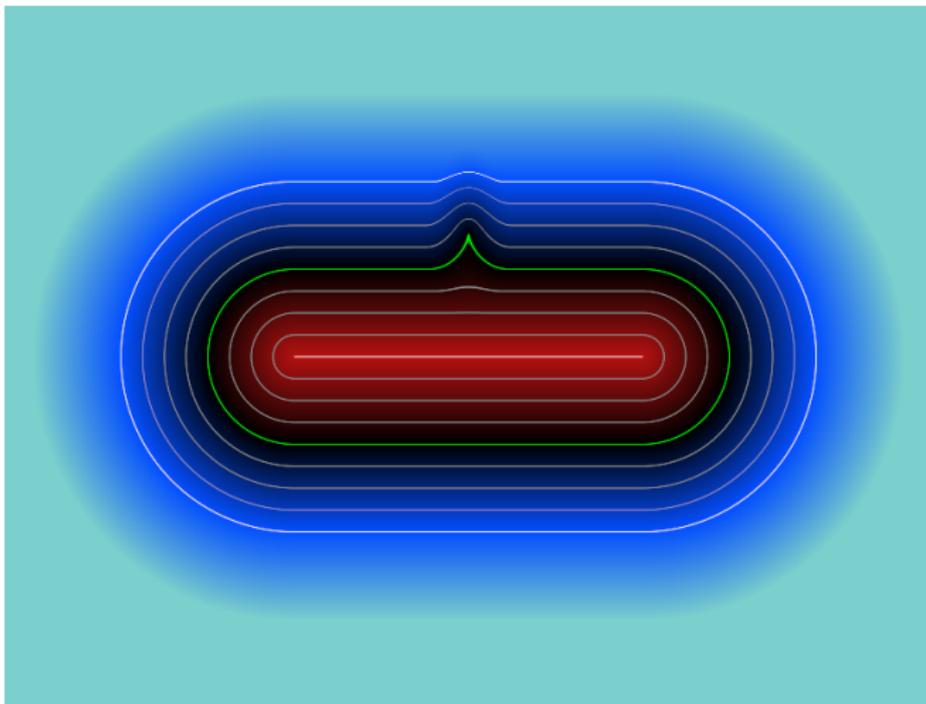
Sculpture par point



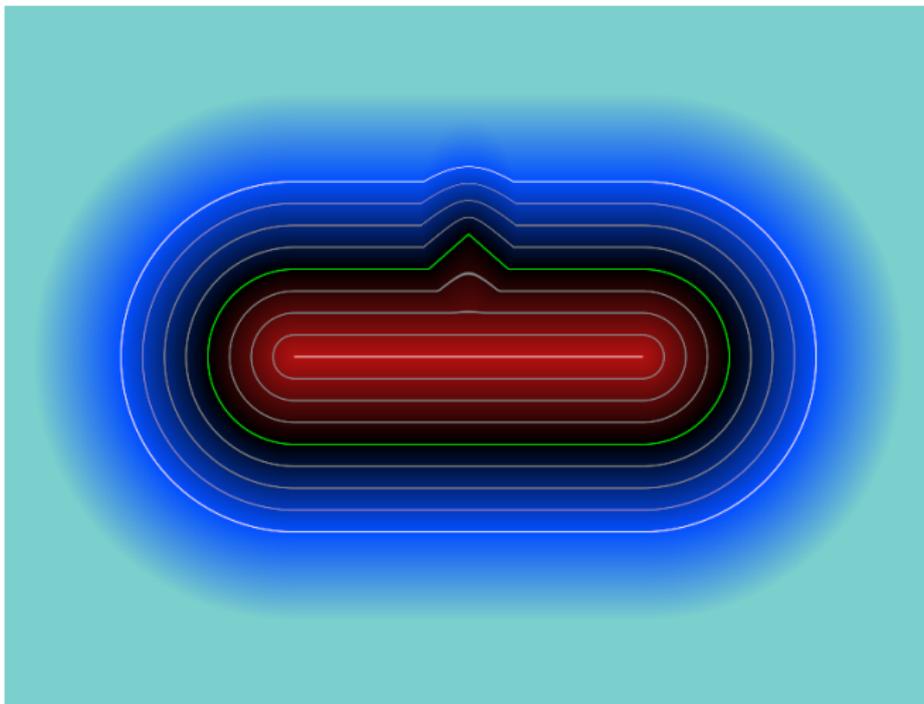
Sculpture par point



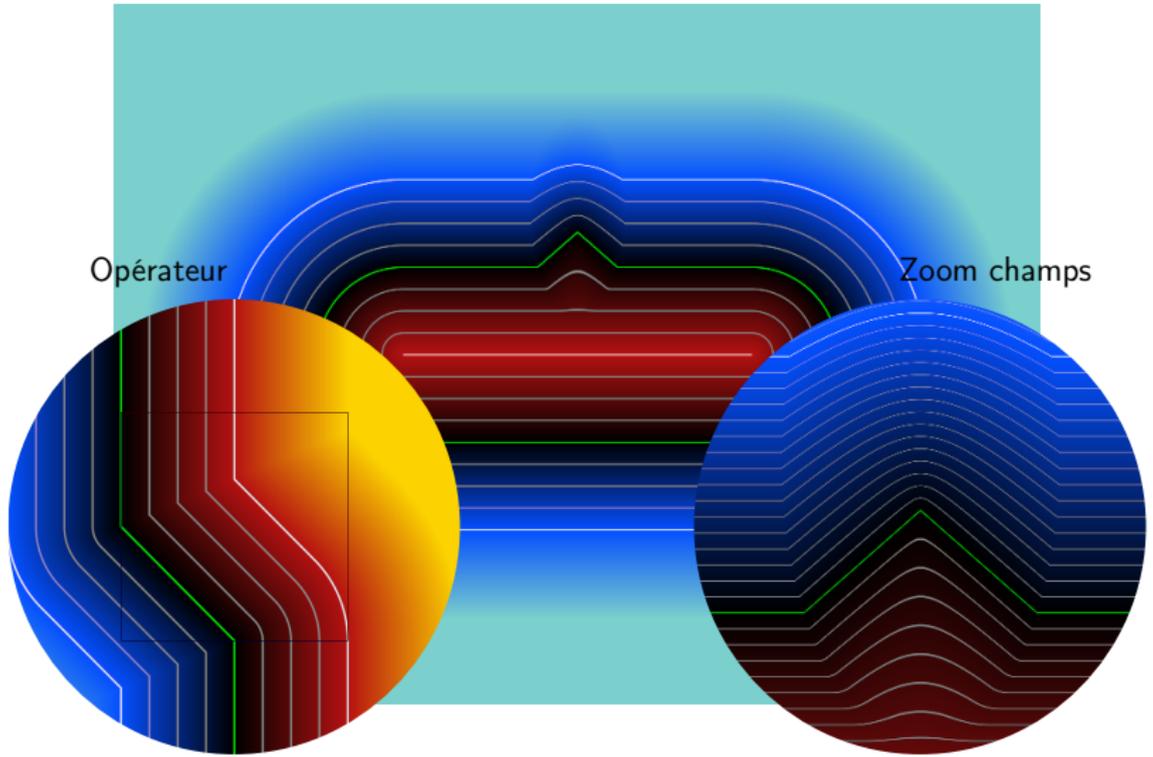
Sculpture par point



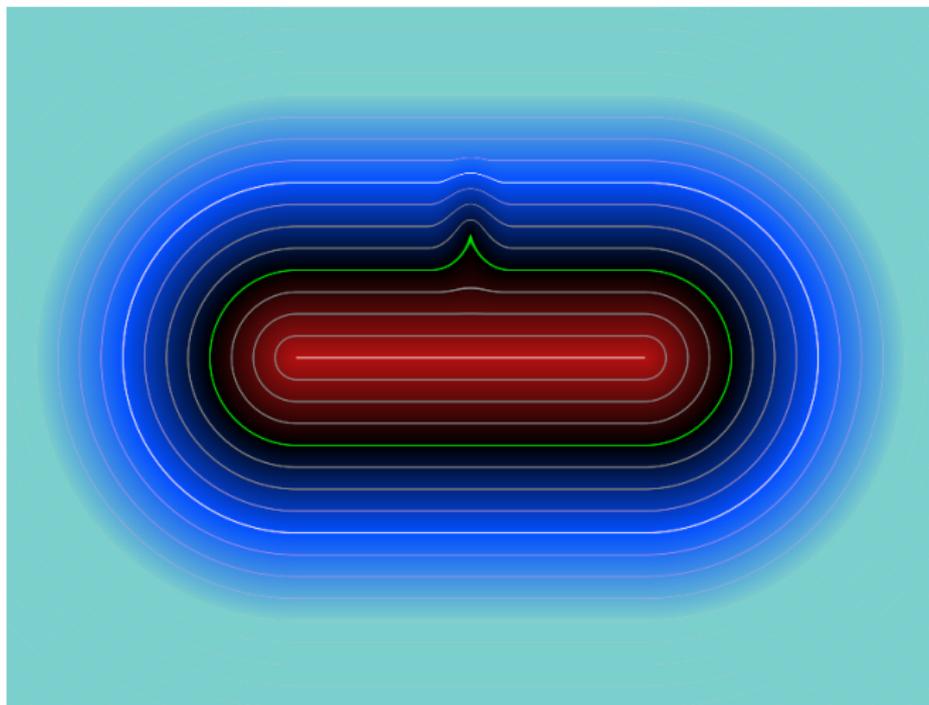
Pointe droite



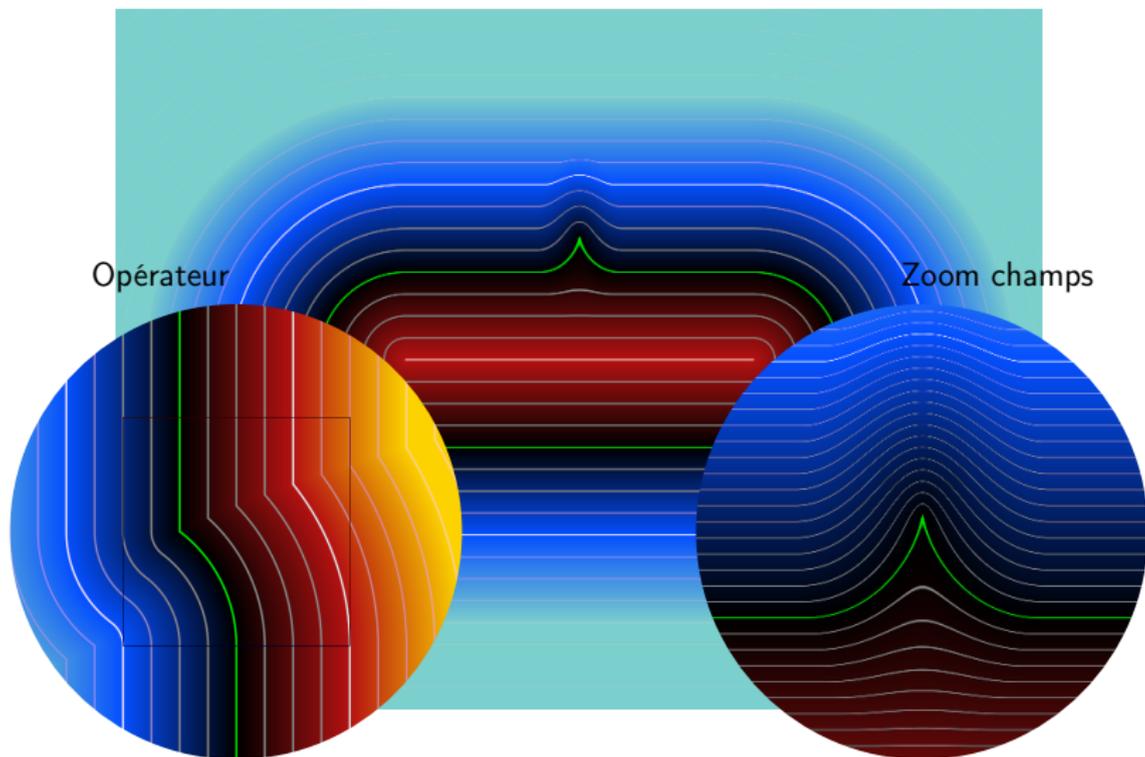
Pointe droite



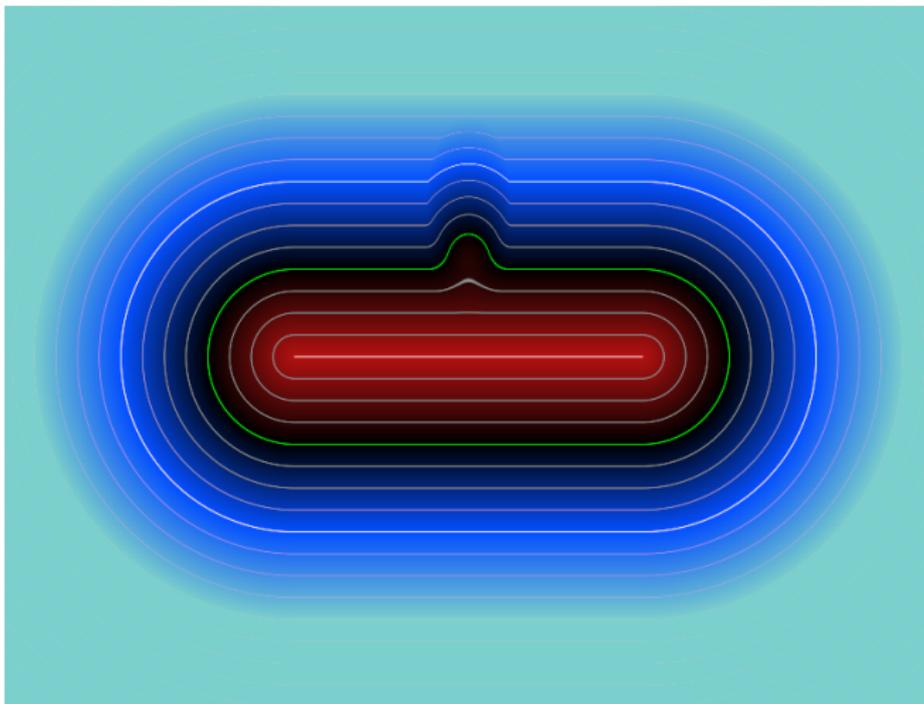
Pointe courbe



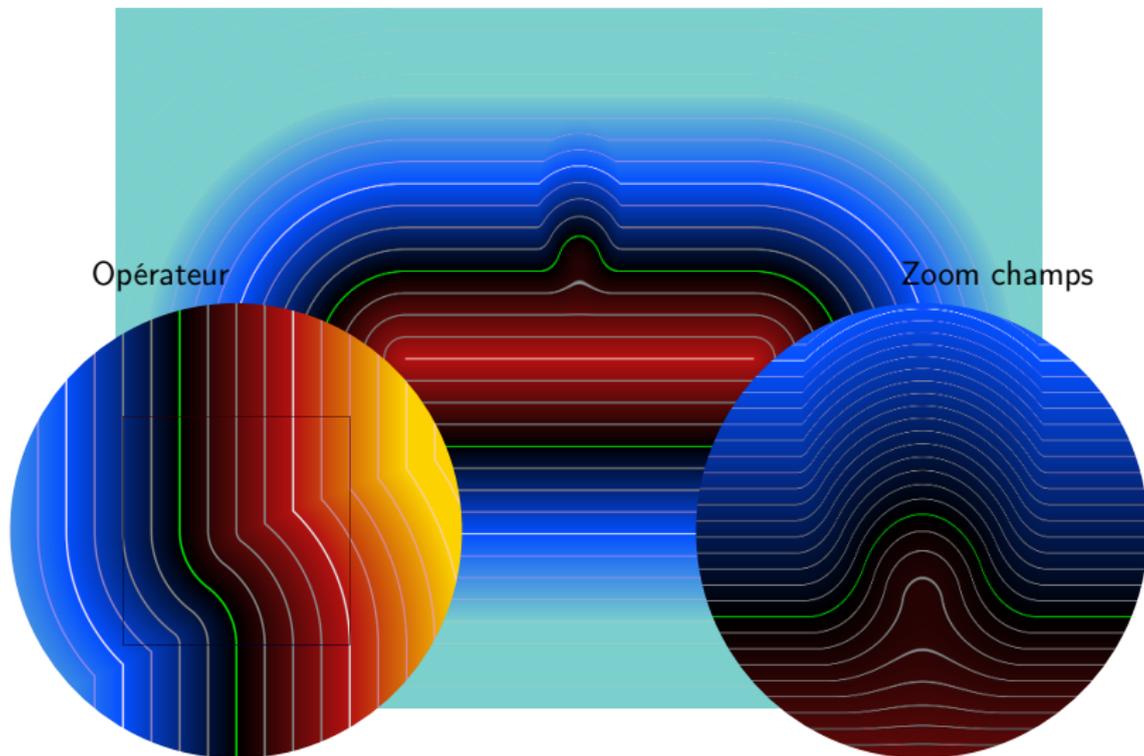
Pointe courbe



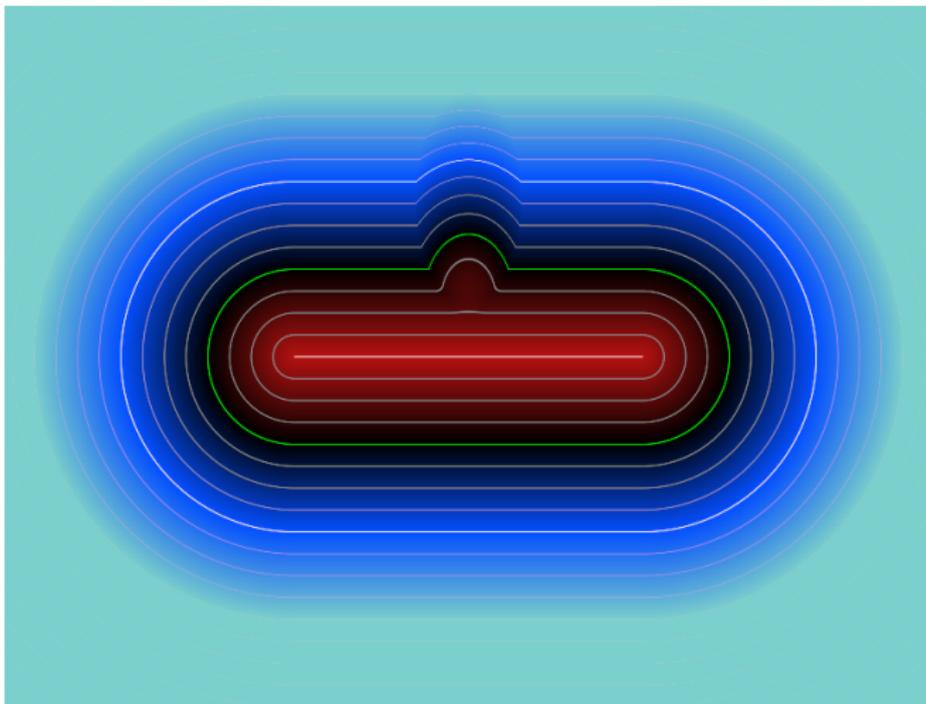
Bosse



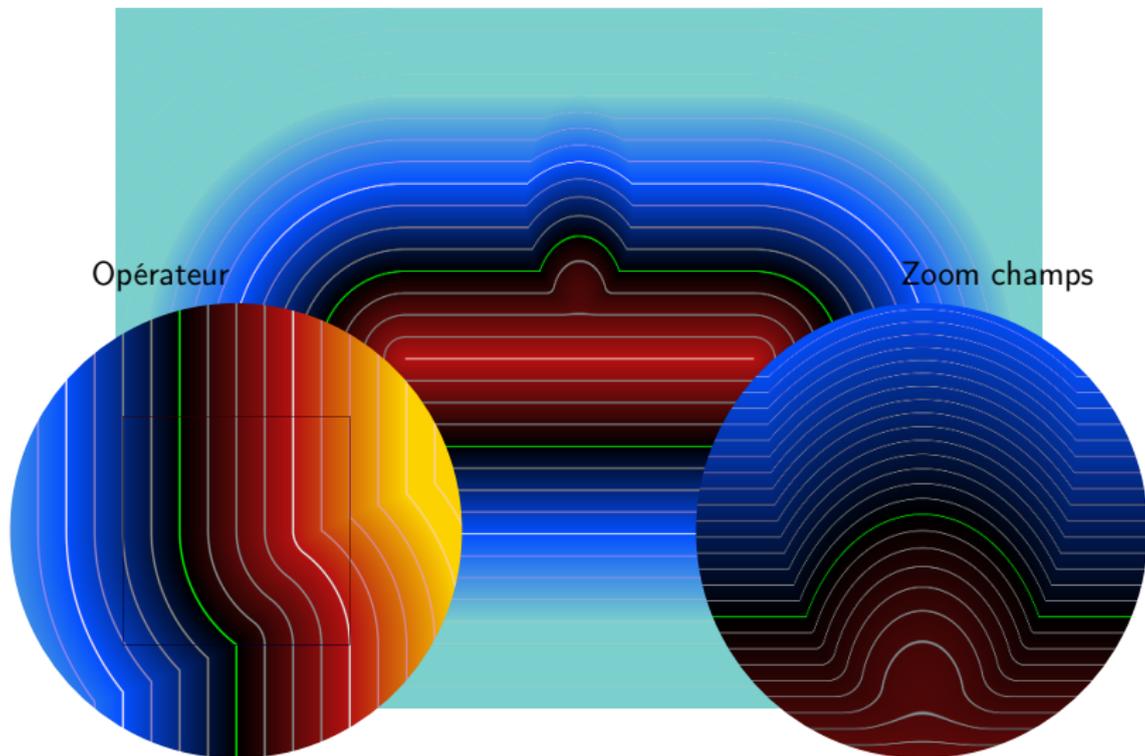
Bosse



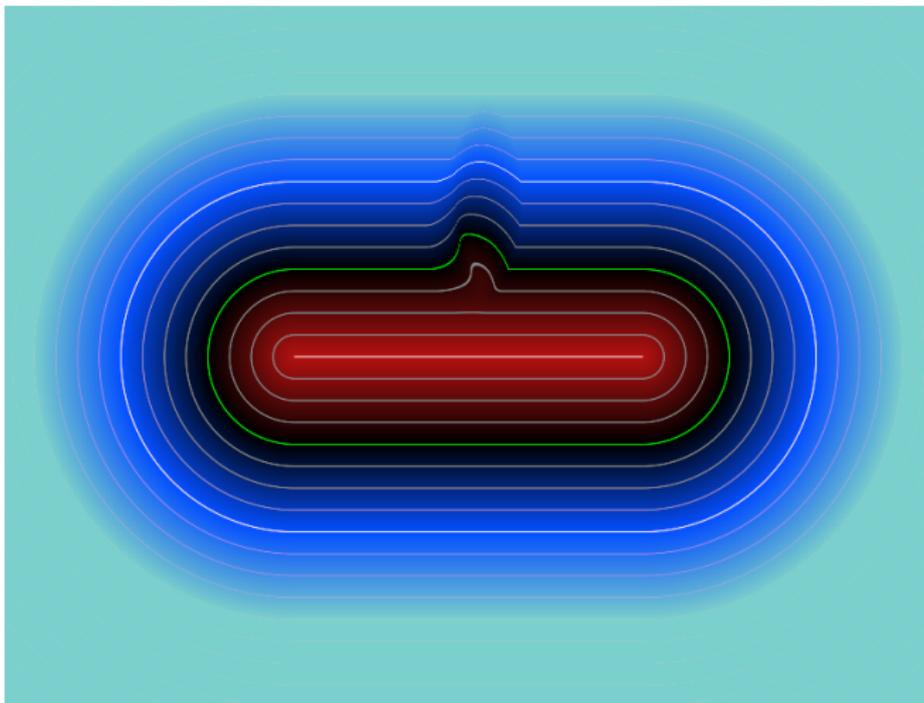
Dôme



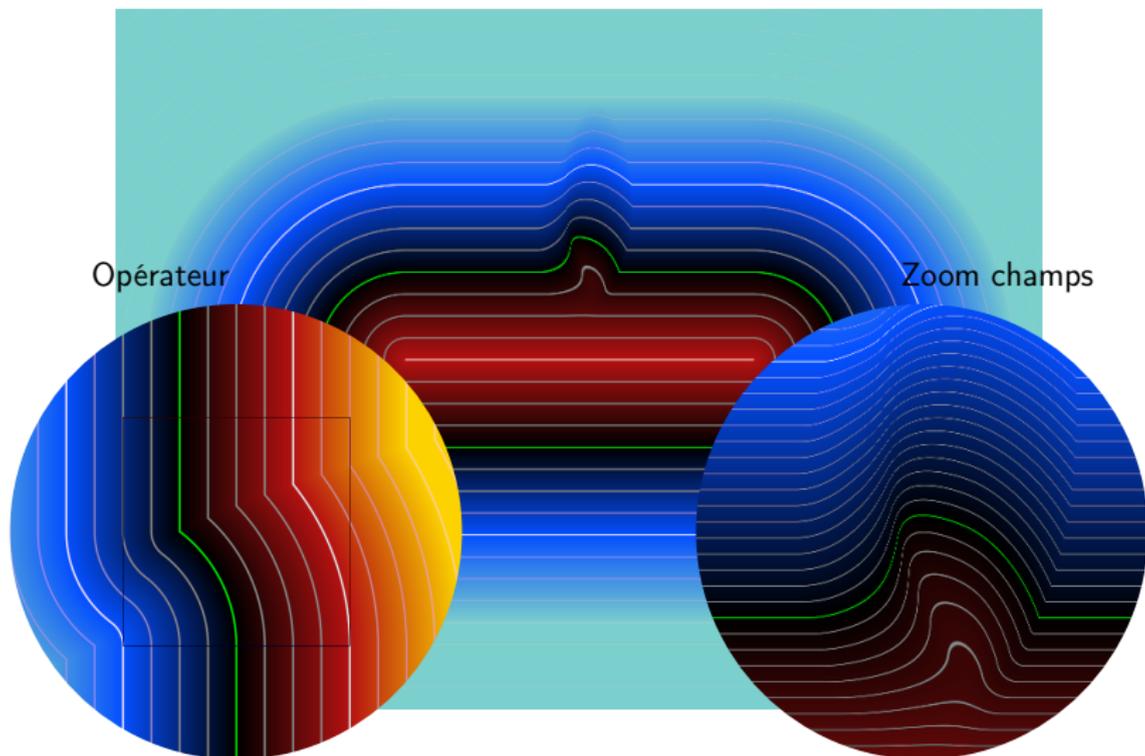
Dôme



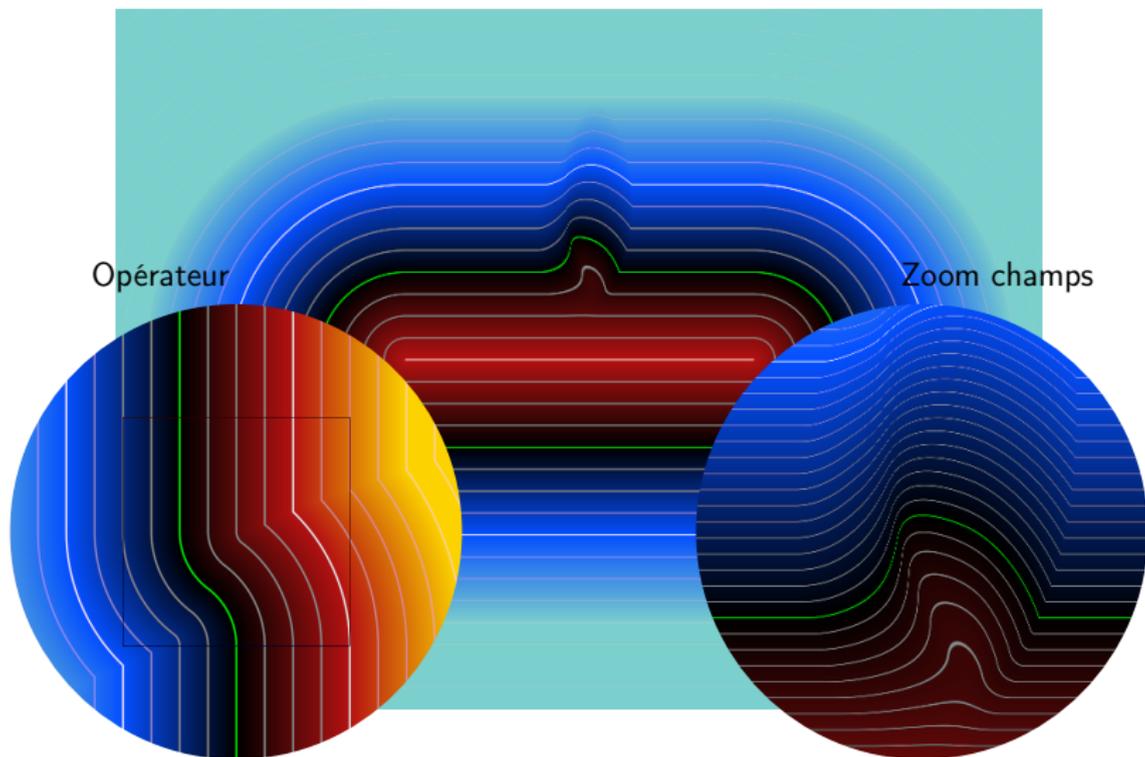
Pointe paramétrée



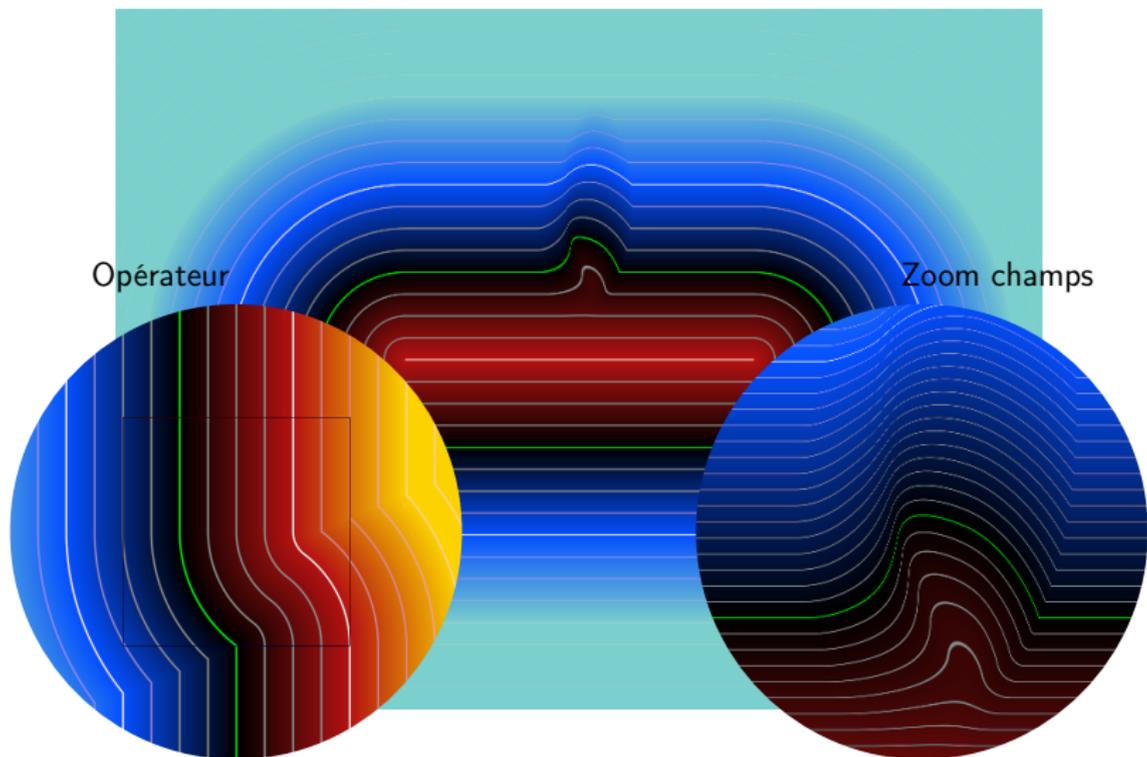
Pointe paramétrée



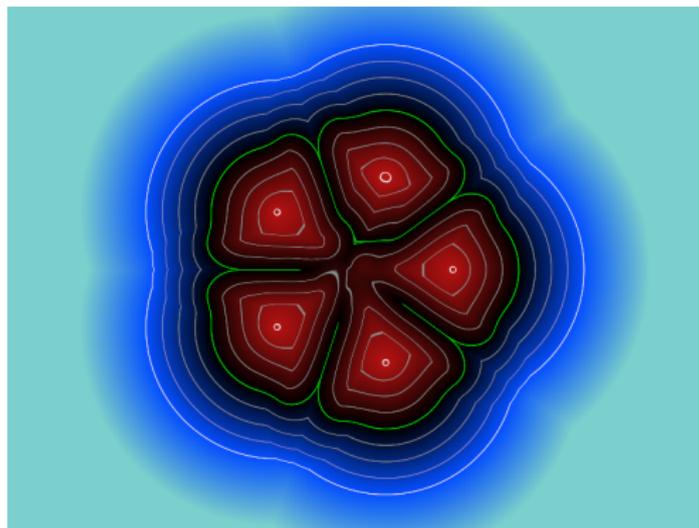
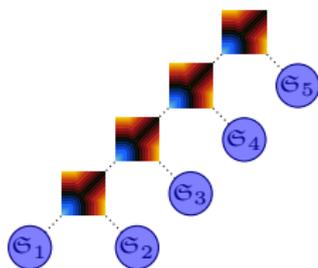
Pointe paramétrée



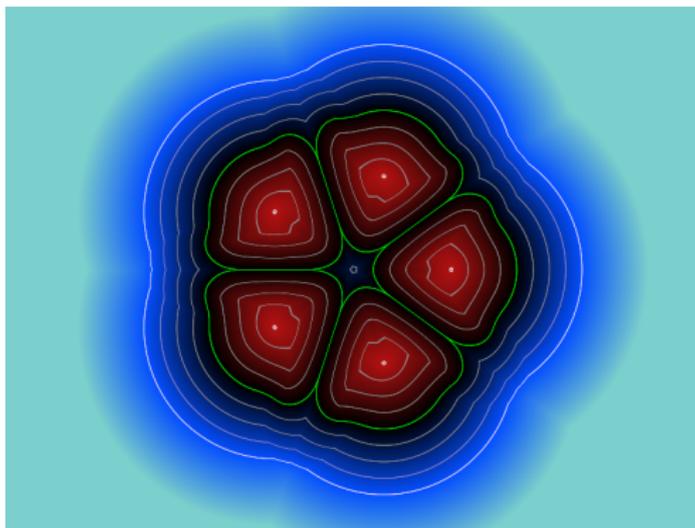
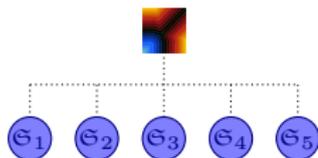
Pointe paramétrée



Composition 2 à 2 problématique

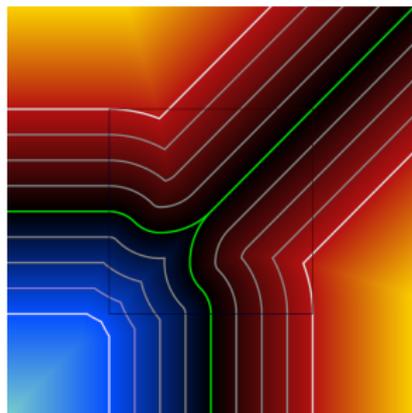


Composition n-aire souhaitée

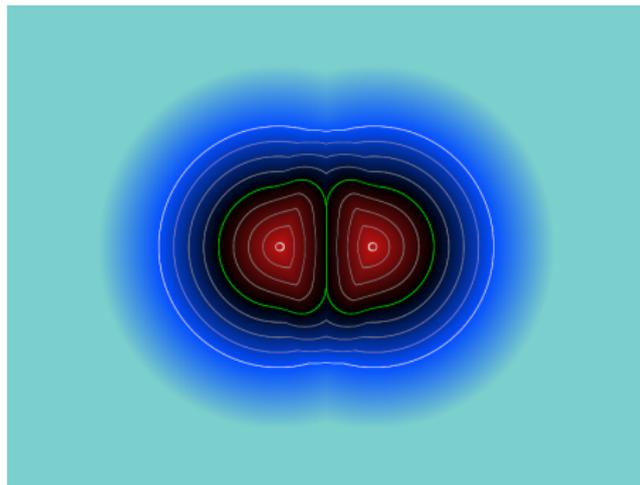


Opérateur binaire : comment le faire évoluer ?

Opérateur binaire

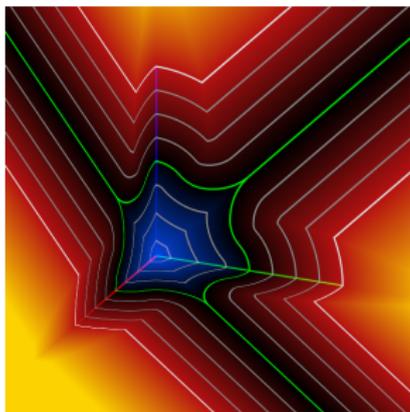


Composition binaire

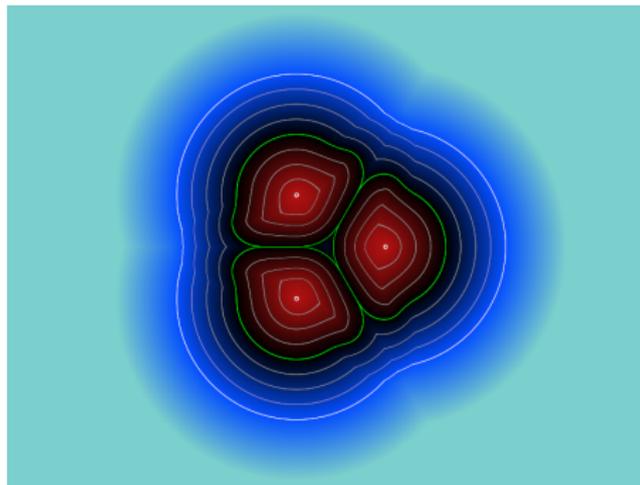


Généralisation par construction n-aire : exemple ternaire

Opérateur ternaire

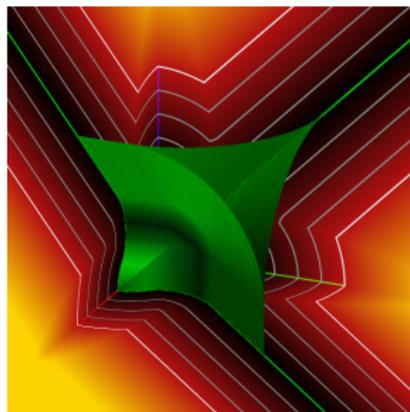


Composition ternaire

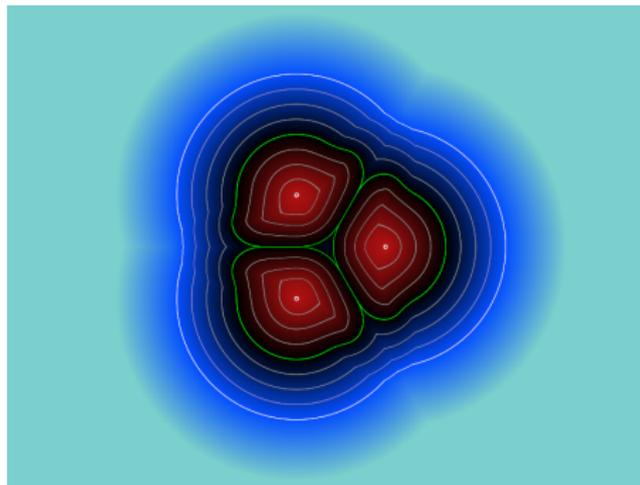


Généralisation par construction n-aire : exemple ternaire

Opérateur ternaire

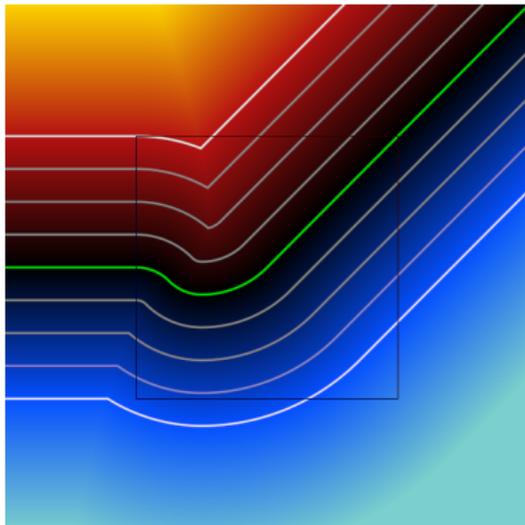


Composition ternaire

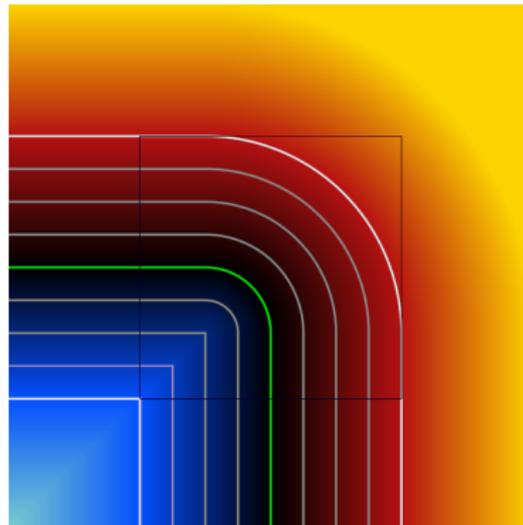


Éléments pour la construction d'un contact n-aire

Opérateur binaire
(forme souhaitée)

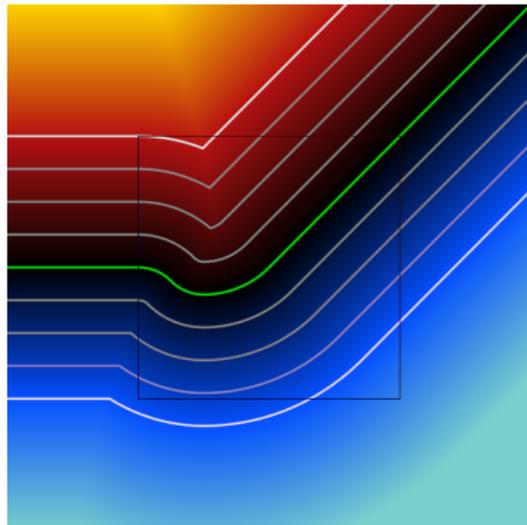


Opérateur (n - 1)-aire
(interpolation)

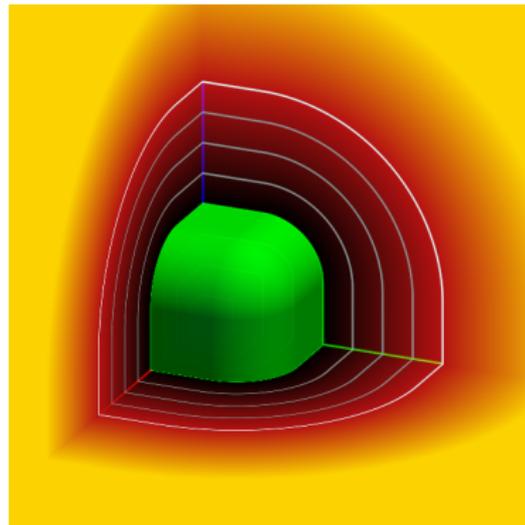


Éléments pour la construction d'un contact n-aire

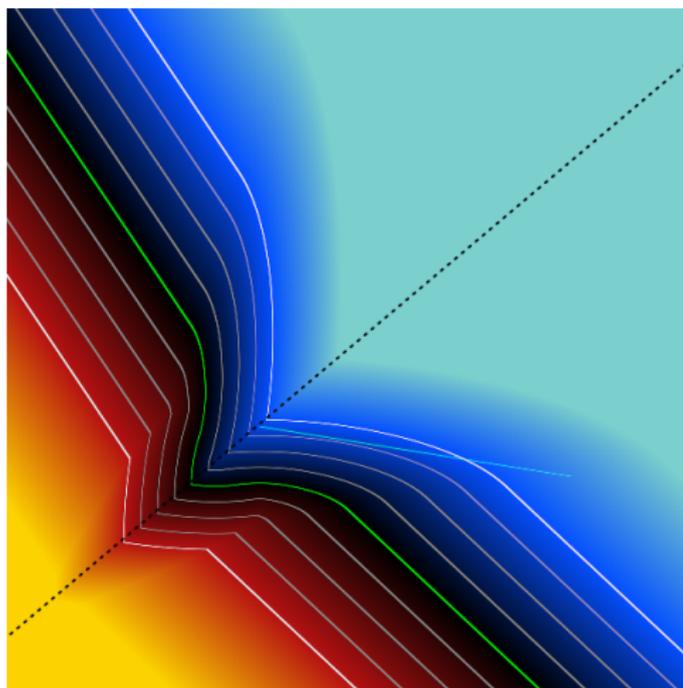
Opérateur binaire
(forme souhaitée)



Opérateur (n - 1)-aire
(interpolation)

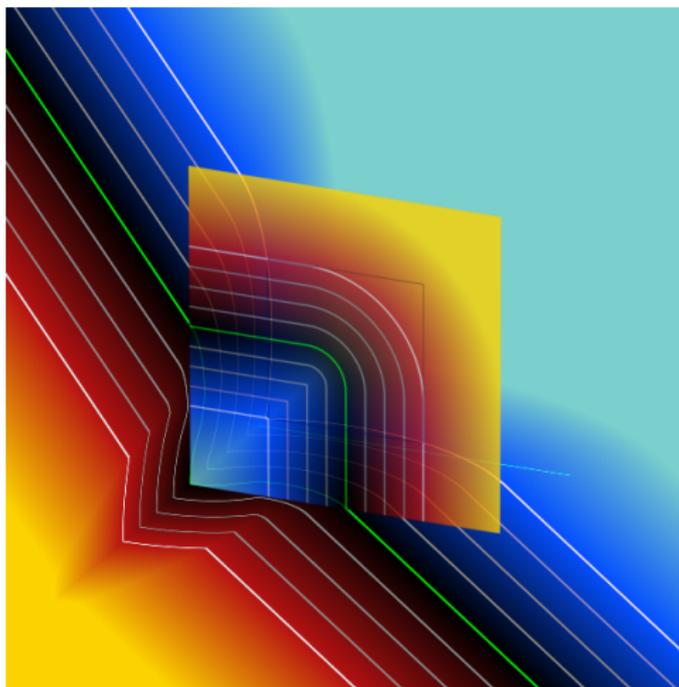


Construction d'un one-sided n-aire



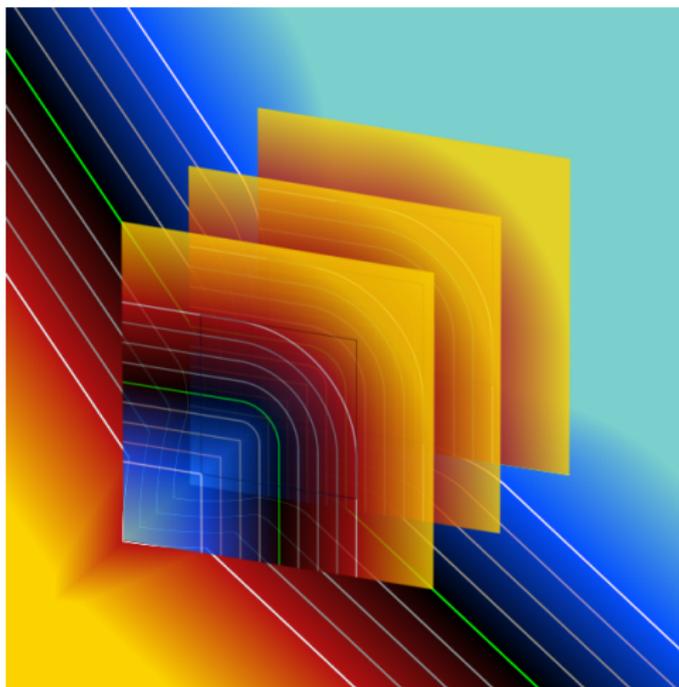
- parties one-sided correspondant à \mathfrak{S}_1 (à interpoler).

Construction d'un one-sided n-aire



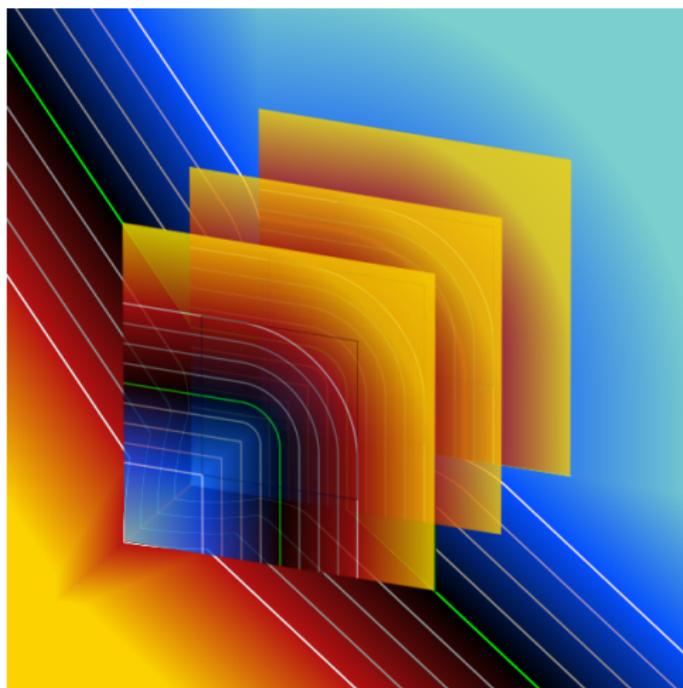
- opérateur d'interpolation : utilisé pour raccorder les iso-lignes.

Construction d'un one-sided n-aire



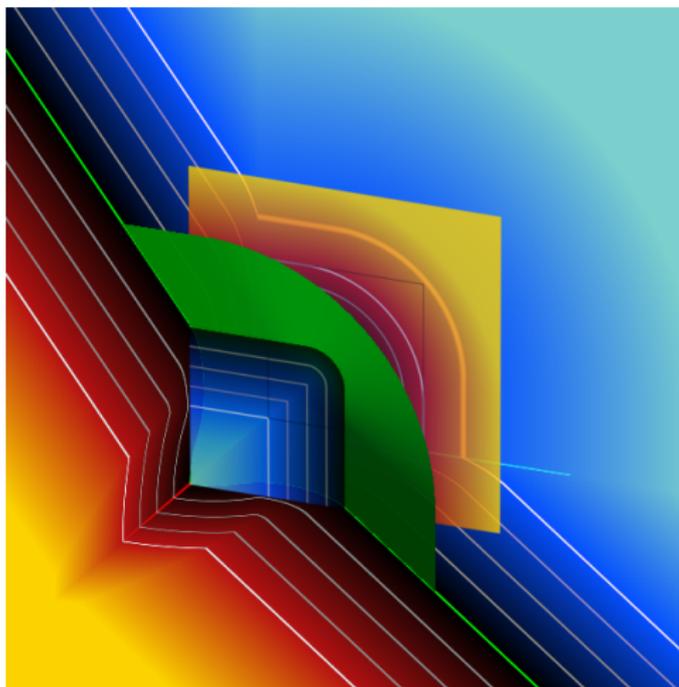
- évaluation de $\mathfrak{I}_1 = \textit{interpolation_operator}(\mathfrak{S}_2, \dots, \mathfrak{S}_n)$.

Construction d'un one-sided n-aire



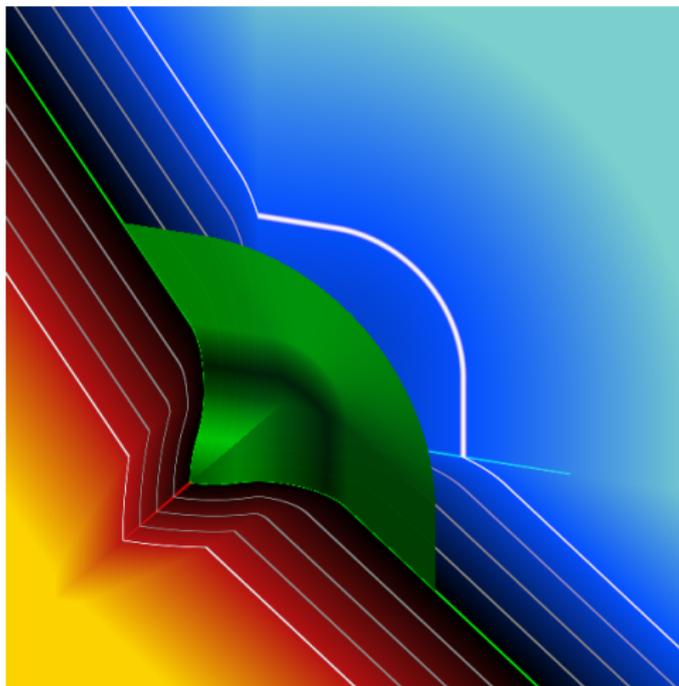
- évaluation de *operator* $(\mathcal{S}_1, \mathcal{I}_1)$.

Construction d'un one-sided n-aire



- l'iso fabriquée suit l'interpolation.

Construction d'un one-sided n-aire

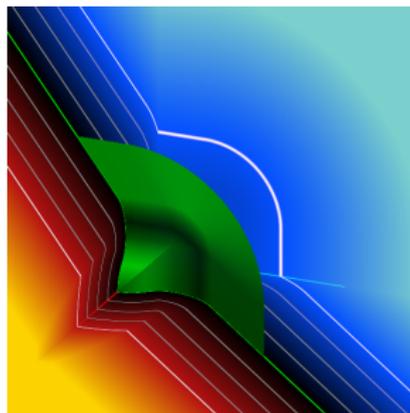


- et conduit à un opérateur n-aire one-sided.

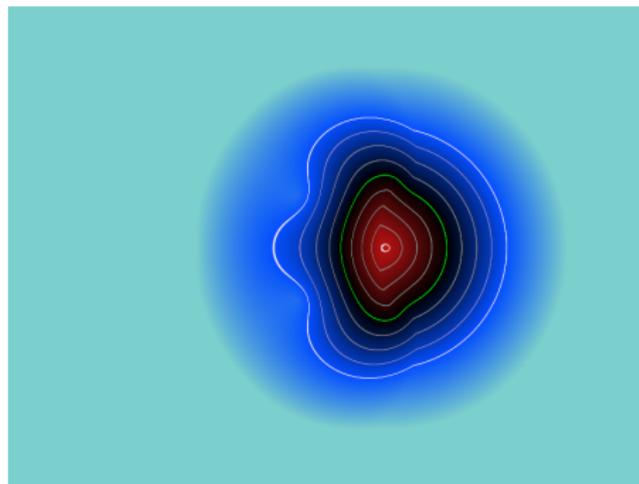
Construction d'un contact n-aire

Déformation de \mathcal{G}_1 :

Opérateur one-sided



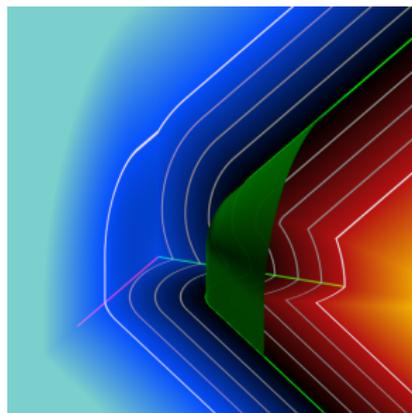
Composition one-sided



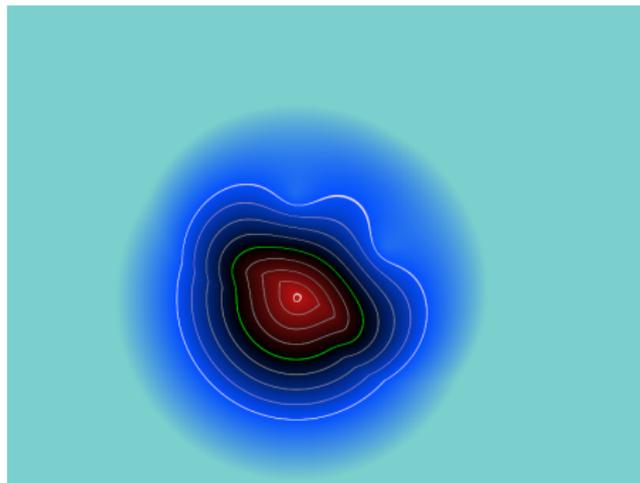
Construction d'un contact n-aire

Déformation de \mathfrak{S}_2 :

Opérateur one-sided



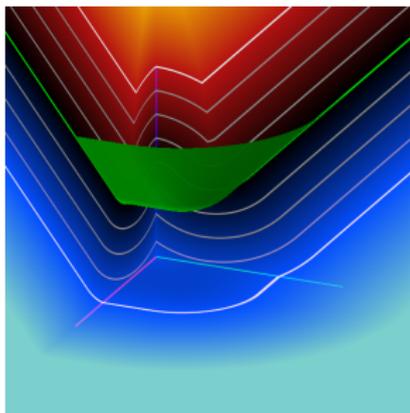
Composition one-sided



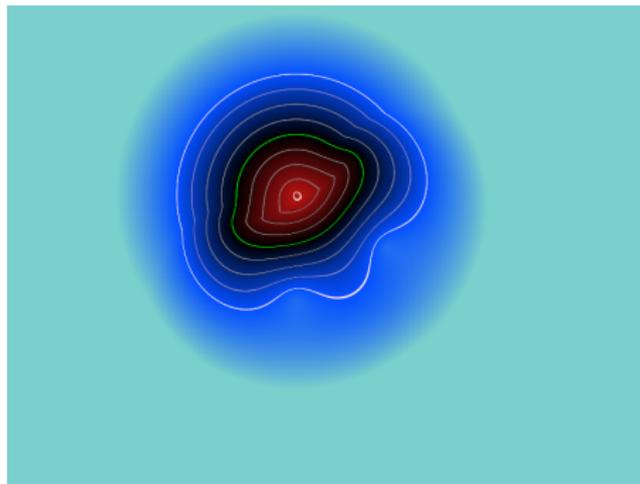
Construction d'un contact n-aire

Déformation de \mathfrak{S}_3 :

Opérateur one-sided



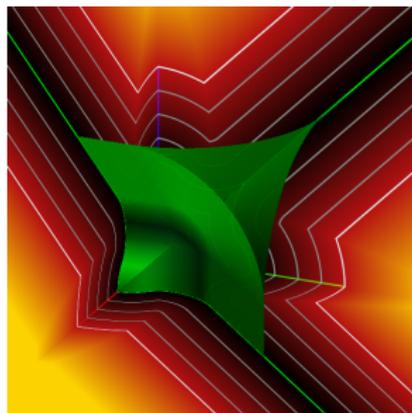
Composition one-sided



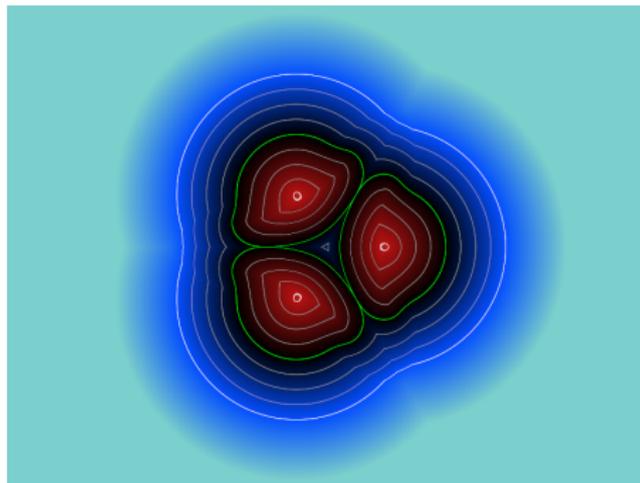
Construction d'un contact n-aire

Assemblage des déformations :

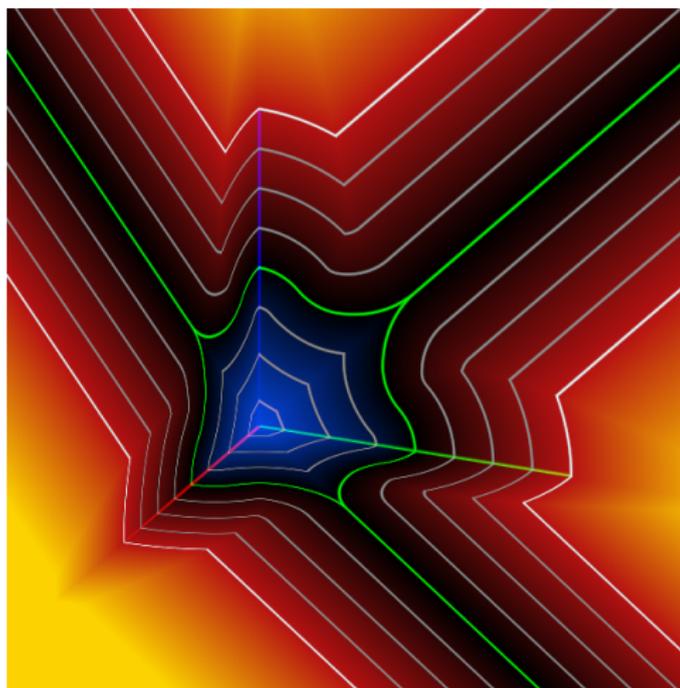
Opérateur one-sided



Composition one-sided

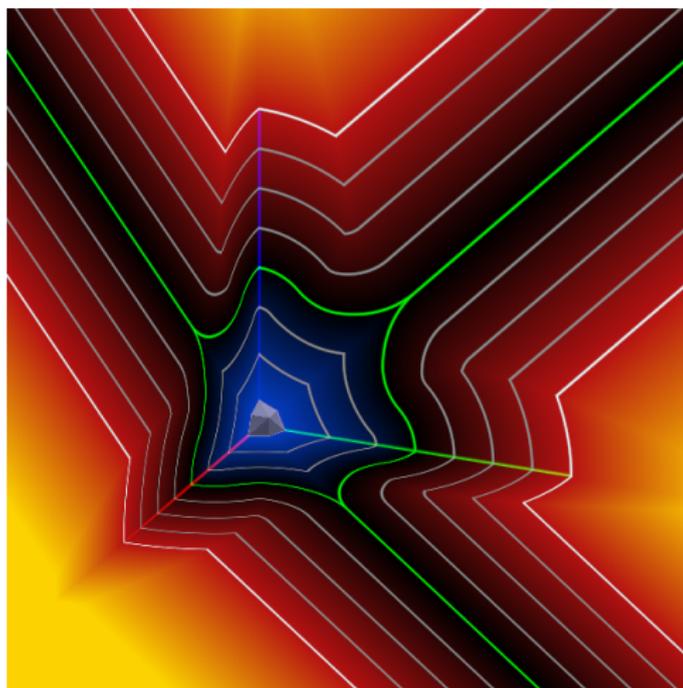


Visualisation des iso-surfaces



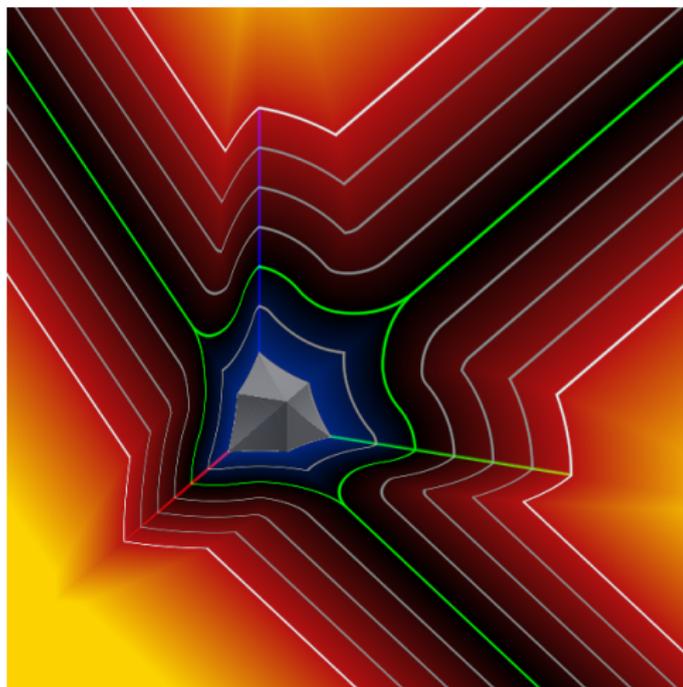
- iso-surface de 0 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



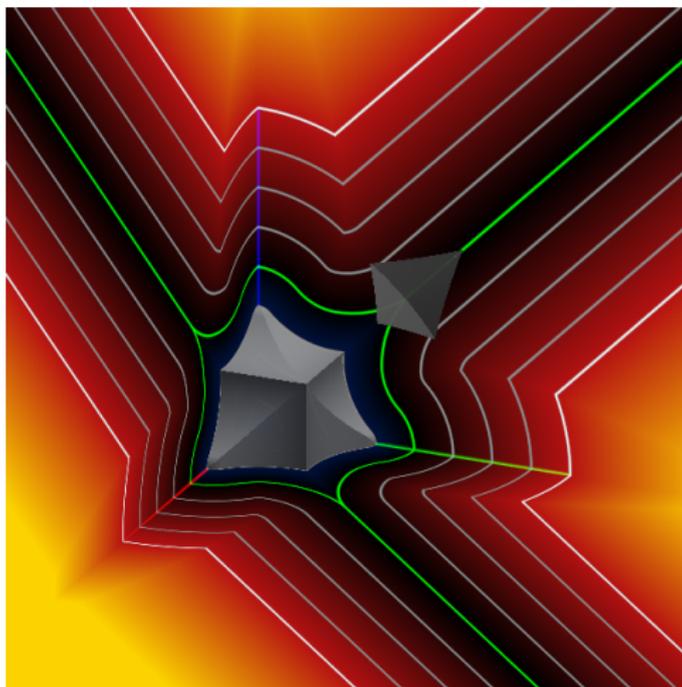
- iso-surface de 0.125 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



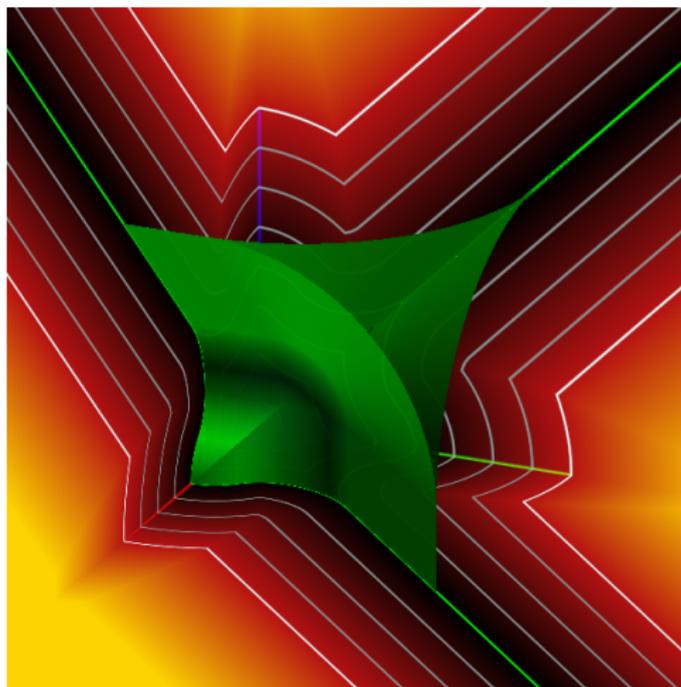
- iso-surface de 0.25 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



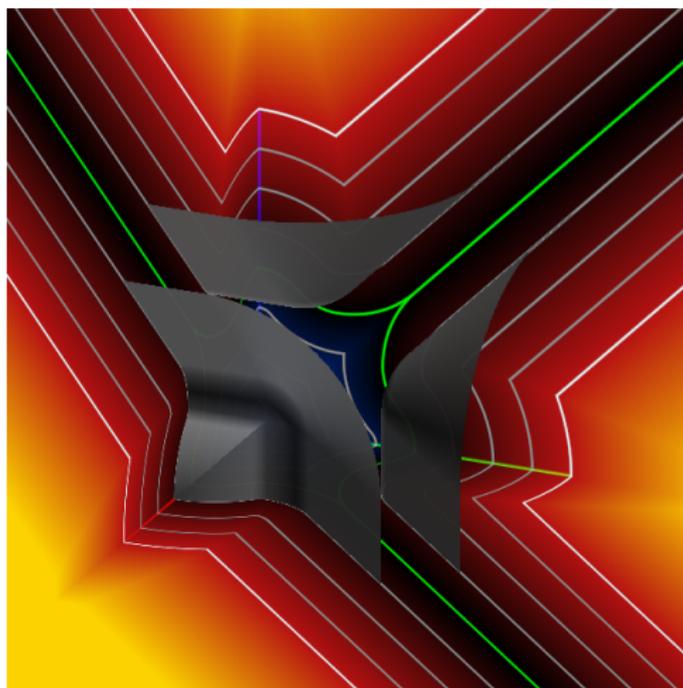
- iso-surface de 0.375 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



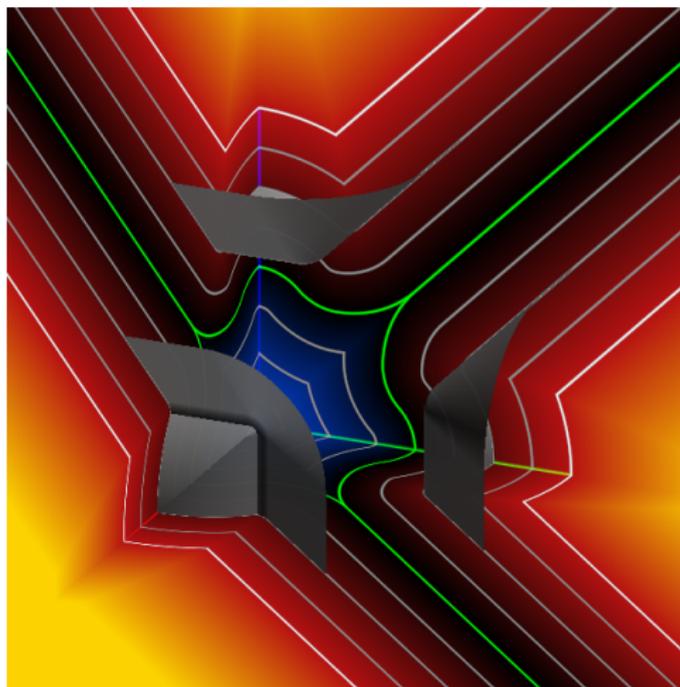
- iso-surface de 0.5 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



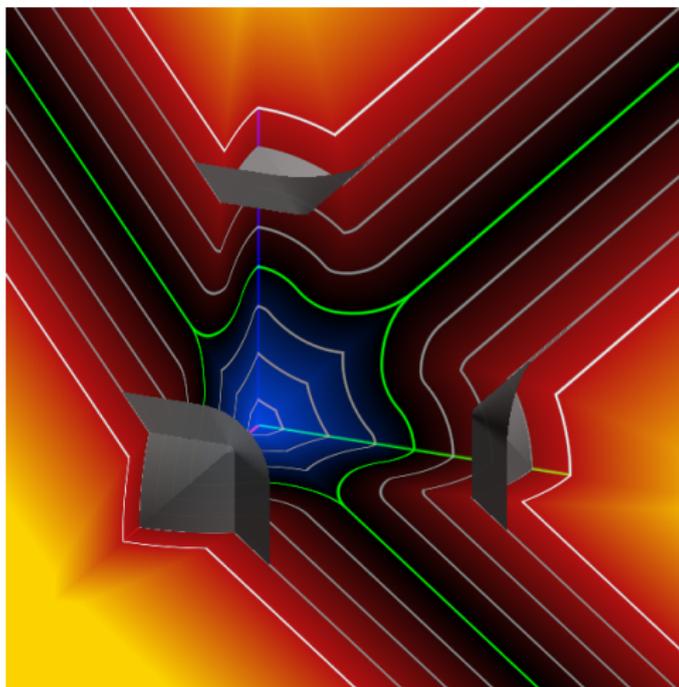
- iso-surface de 0.625 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



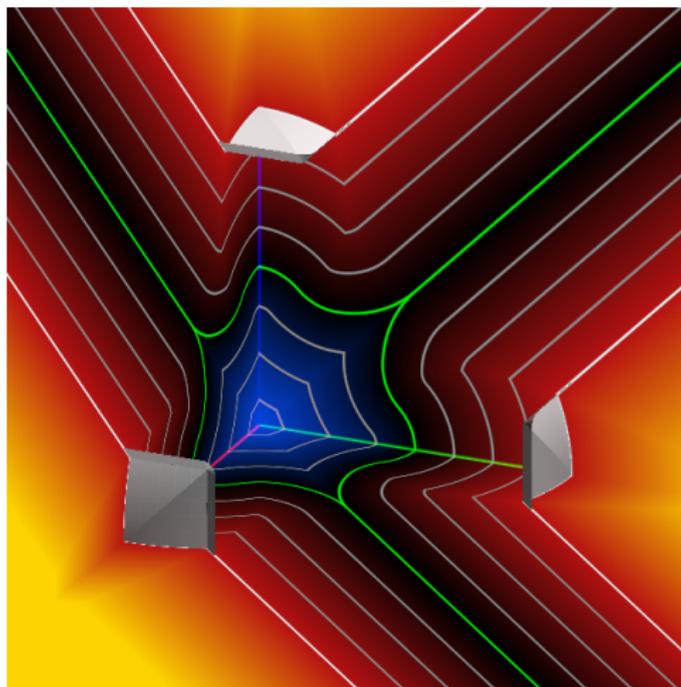
- iso-surface de 0.75 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces



- iso-surface de 0.875 dans $[0, 1]^3$.

Visualisation des iso-surfaces

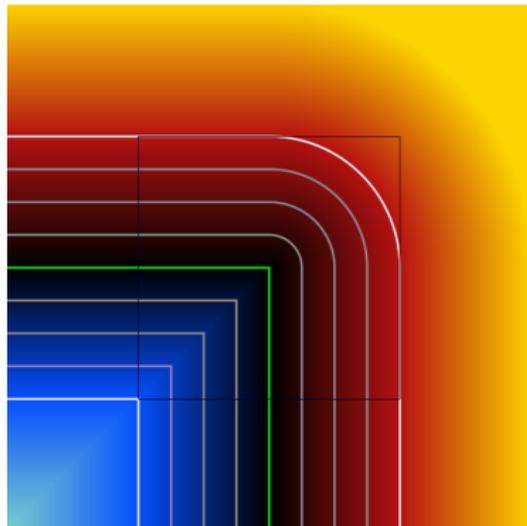


- iso-surface de 1 dans $[0, 1]^3$.

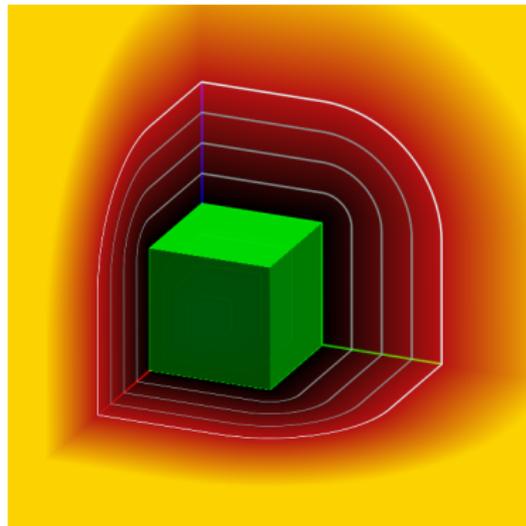
Paramétrage de l'interaction multiple (interpolation).

Pour une taille de blending de 0 :

Opérateur binaire :



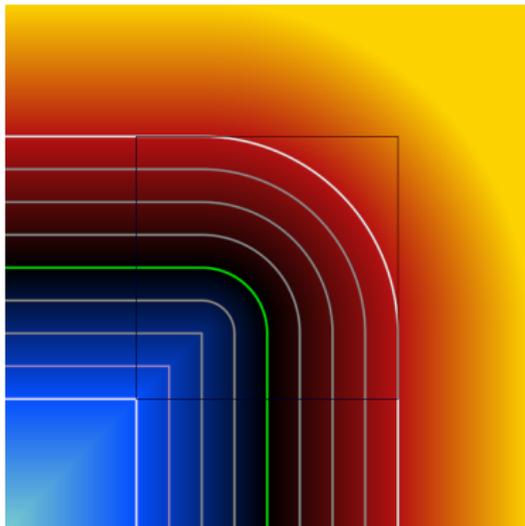
Opérateur ternaire :



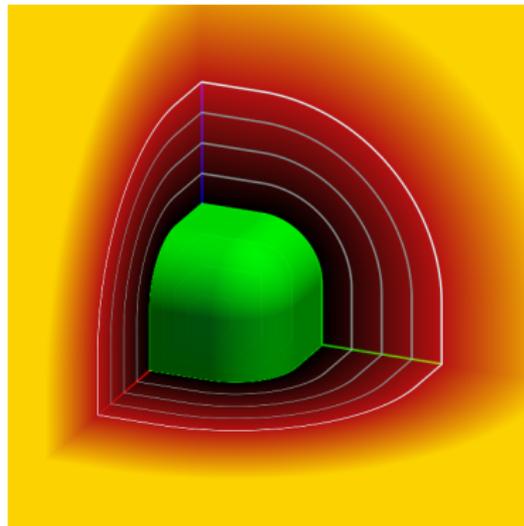
Paramétrage de l'interaction multiple (interpolation).

Pour une taille de blending de 0.5 :

Opérateur binaire :



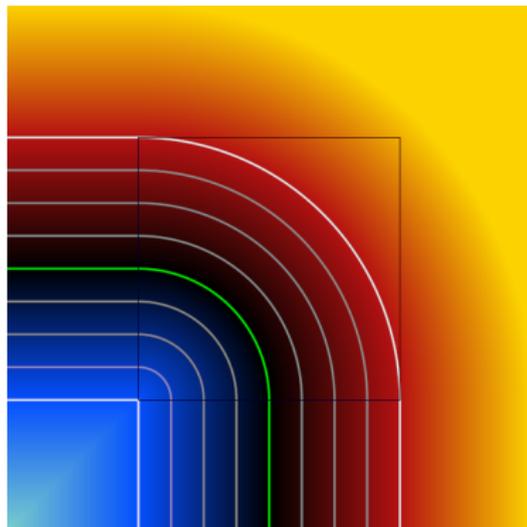
Opérateur ternaire :



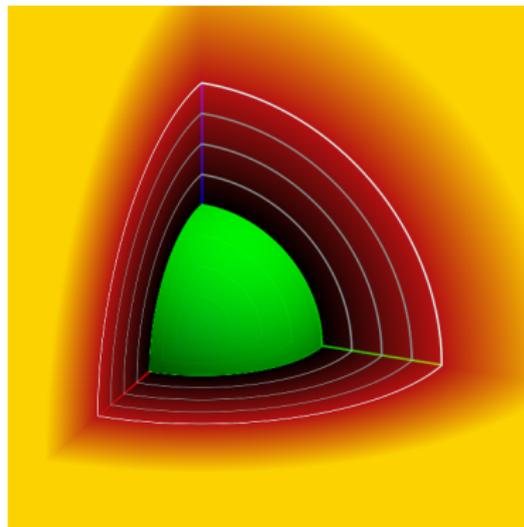
Paramétrage de l'interaction multiple (interpolation).

Pour une taille de blending de 1 :

Opérateur binaire :



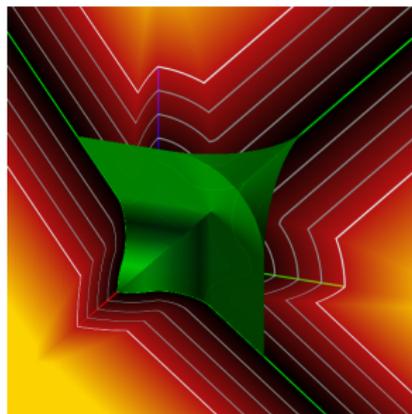
Opérateur ternaire :



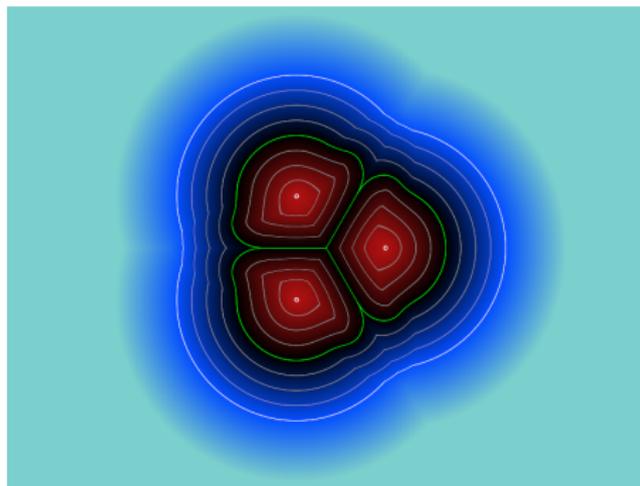
Paramétrage de l'interaction multiple (élargissement).

Pour une taille de blending de 0 sur l'interpolation :

Opérateur :



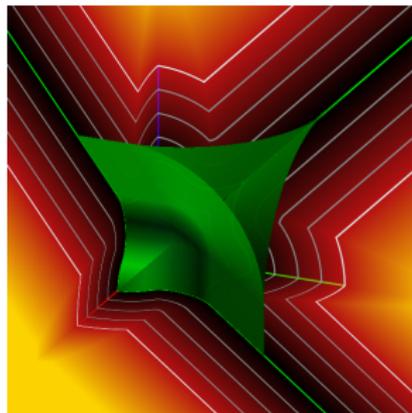
Composition :



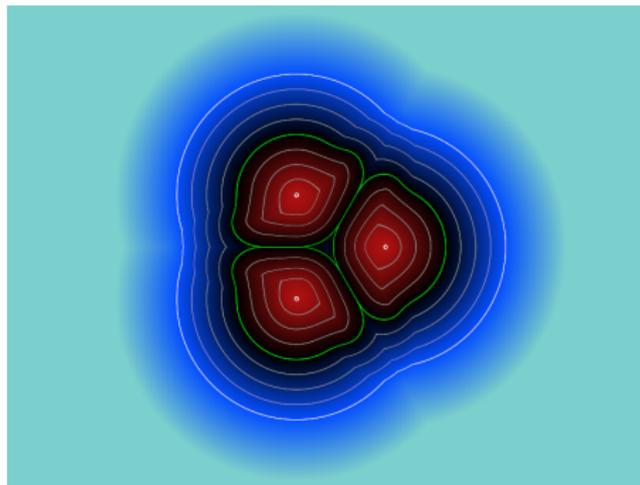
Paramétrage de l'interaction multiple (élargissement).

Pour une taille de blending de 0.5 sur l'interpolation :

Opérateur :



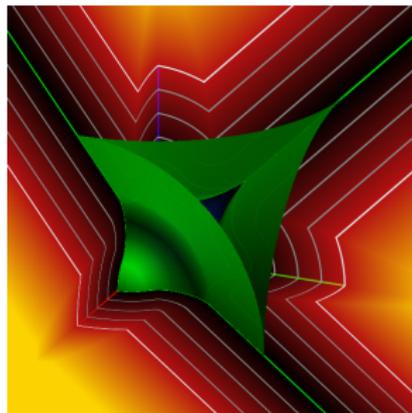
Composition :



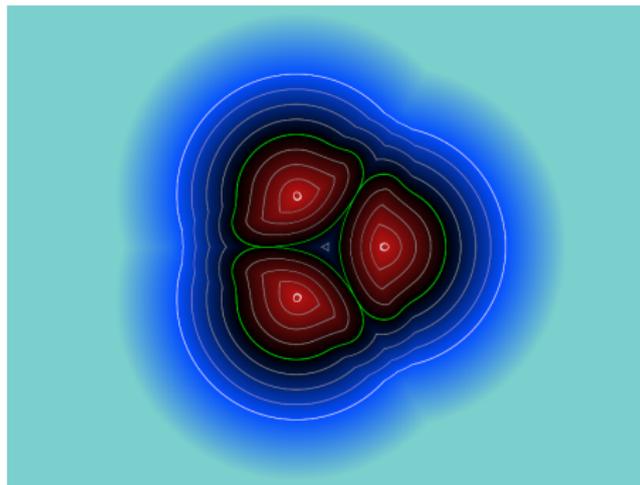
Paramétrage de l'interaction multiple (élargissement).

Pour une taille de blending de 1 sur l'interpolation :

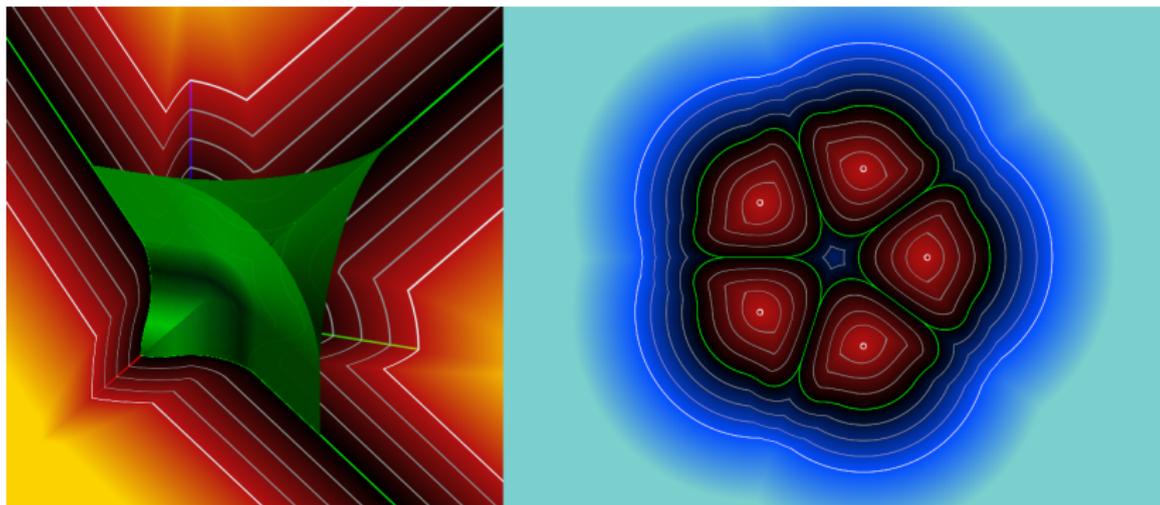
Opérateur :



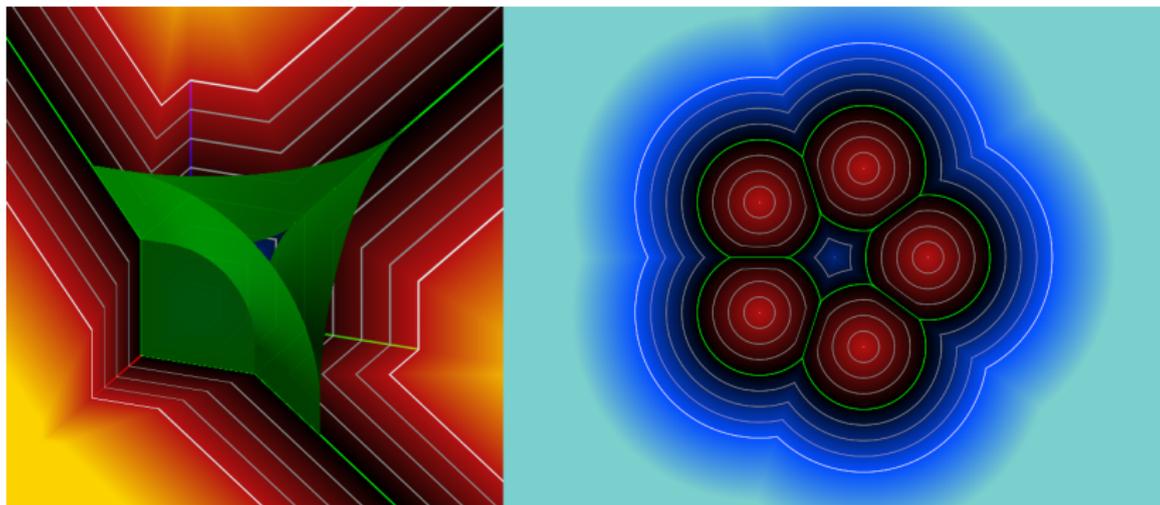
Composition :



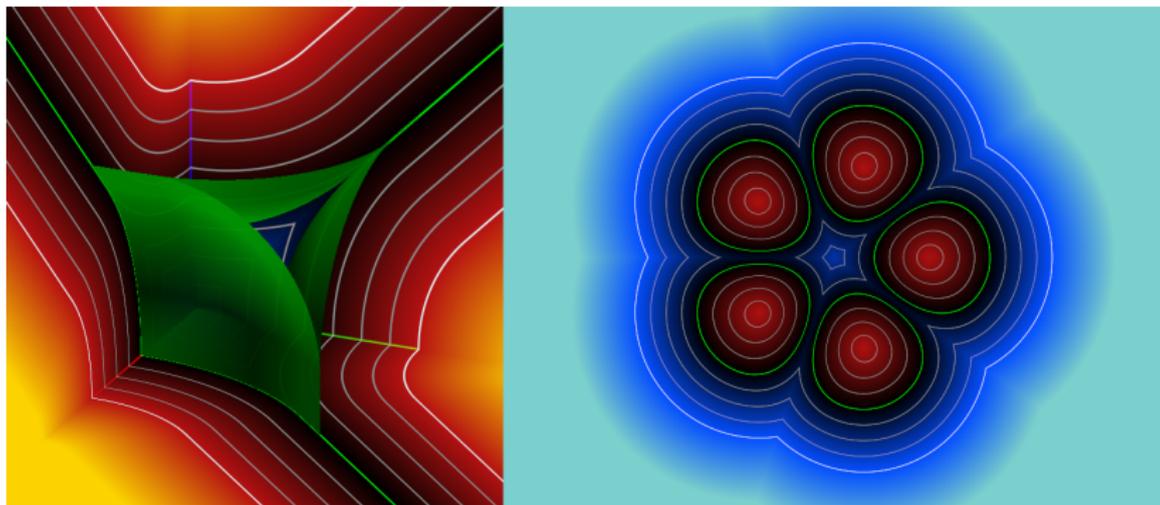
Exemple : opérateur de contact avec gonflement.



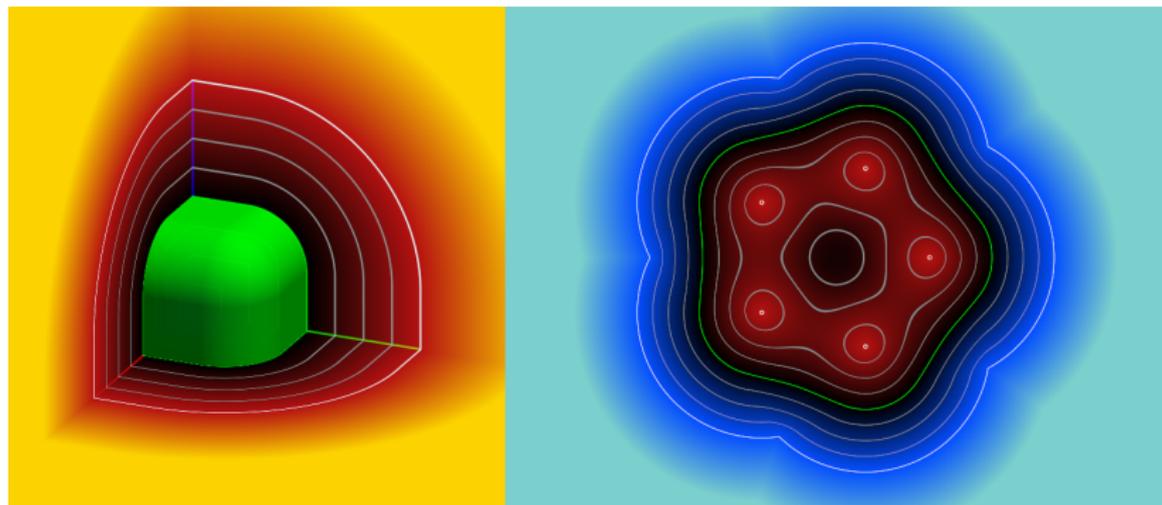
Exemple : opérateur de contact simple.



Exemple : opérateur de contact en tension.



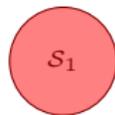
Exemple : opérateur de blending.



Comment avoir une évaluation adaptée à l'évolution de l'état de l'art ?

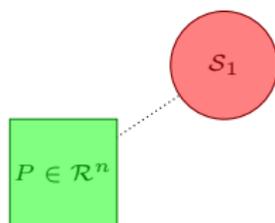
- Opérateurs basés gradient et enrichissement du paramétrage de l'opérateur.
- Ajout de paramètres de rendu, de matériaux physiques et autres.
- Personnalisation d'opérateurs : sculpting, paramétrable, n-aire, one-sided.
- Indépendance avec le champs d'origine (dimension 2, 3, self-composition et réutilisation de champs scalaires comme opérateurs).

Architecture de composition : introduction



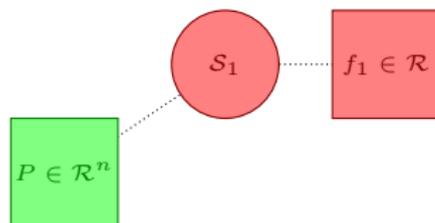
- Soit une surface implicite $S_1 : \mathcal{R}^n \rightarrow \mathcal{R}$.

Architecture de composition : introduction



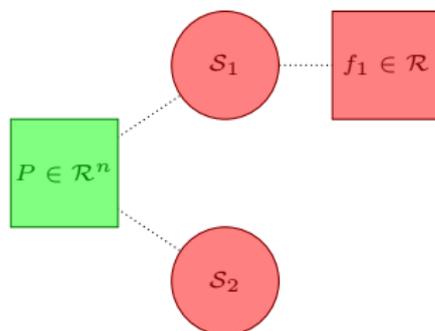
- Pour une position $P \in \mathcal{R}^n$.

Architecture de composition : introduction



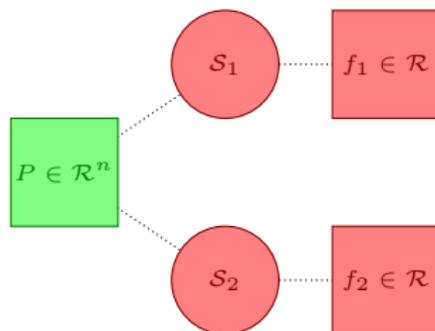
- On évalue $f_1 = \mathcal{S}_1(P)$.

Architecture de composition : introduction



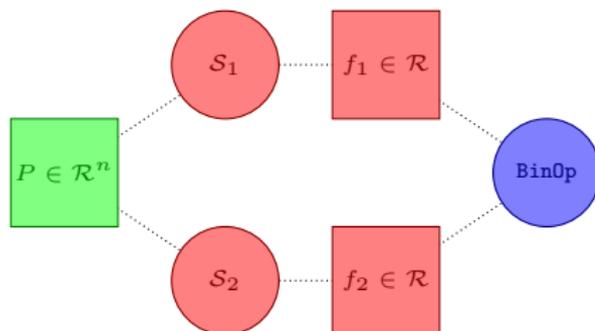
- Puis pour une surface implicite $S_2 : \mathcal{R}^n \rightarrow \mathcal{R}$.

Architecture de composition : introduction



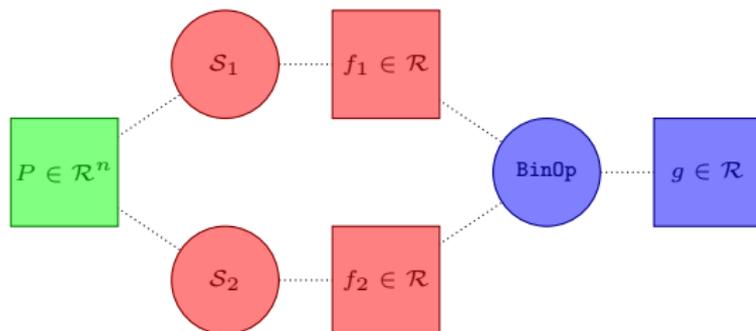
- On évalue $f_2 = \mathcal{S}_2(P)$.

Architecture de composition : introduction



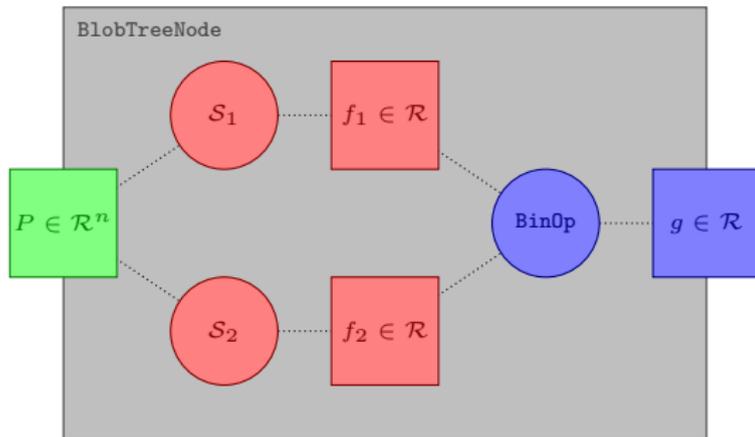
- On peut assembler ces valeur à l'aide d'un opérateur BinOp .

Architecture de composition : introduction



- Ce qui donne $g = \text{BinOp}(f_1, f_2)$.

Architecture de composition : introduction



- L'assemblage des deux surfaces devient nœud d'un blob-tree.

Proposition de modèle

- Données des surfaces à assembler sous forme d'une matrice.
- Connaissance des tailles / dimensions des éléments et ce à quoi ils correspondent.

```
ImplicitData <scalar> {
  List <Pair <int, valueId> > data_size
  Matrix <scalar> data
}
```

- D'un côté les données des surfaces à assembler et leurs paramètres individuels.
- Des paramètres et calculs globaux pour la composition.

```
CompositionData <scalar> {
  ImplicitData <scalar> field
  ImplicitData <scalar> parameter
}
```

Proposition de modèle

- Données des surfaces à assembler sous forme d'une matrice.
- Connaissance des tailles / dimensions des éléments et ce à quoi ils correspondent.

```
ImplicitData <scalar> {
  List <Pair <int, valueId> > data_size
  Matrix <scalar> data
}
```

- D'un côté les données des surfaces à assembler et leurs paramètres individuels.
- Des paramètres et calculs globaux pour la composition.

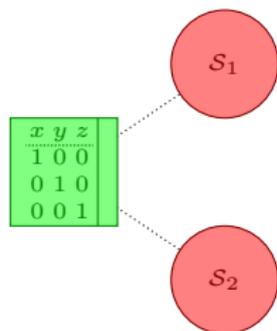
```
CompositionData <scalar> {
  ImplicitData <scalar> field
  ImplicitData <scalar> parameter
}
```

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.

x	y	z
1	0	0
0	1	0
0	0	1

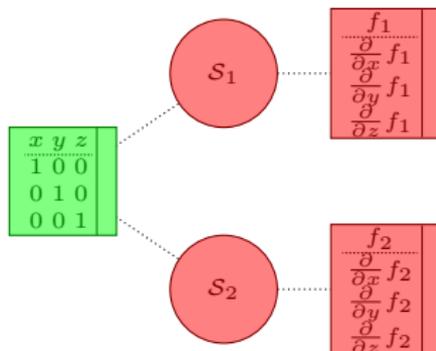
- Fabrication d'un `CompositionData` pour la position $P \in \mathcal{R}^3 = (x, y, z)$: position et matrice des gradients des coordonnées (Jacobienne $J_{Id}(P)$).

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



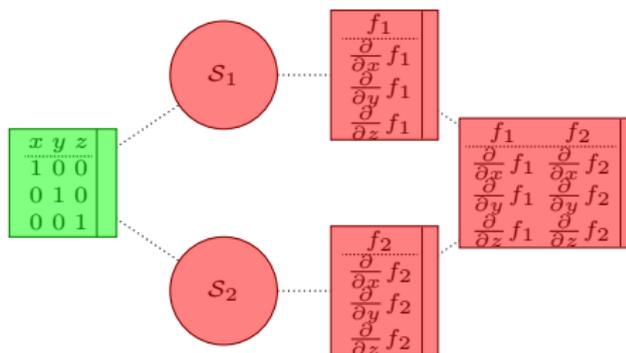
- Envoi du `CompositionData` aux fonctions d'évaluation S_1 et S_2 .

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



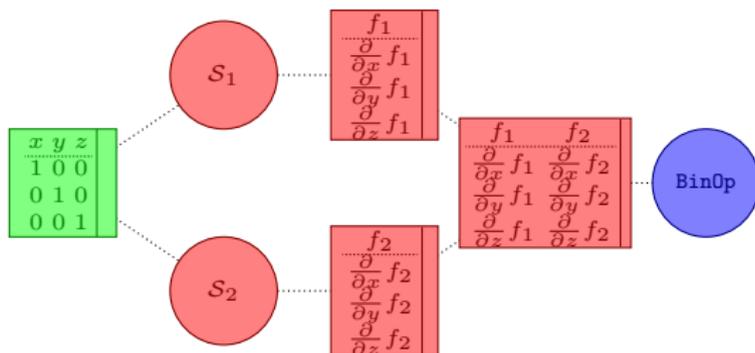
- Récupération de `CompositionData` avec les valeurs de champs (f_1, f_2) et leur gradient.

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



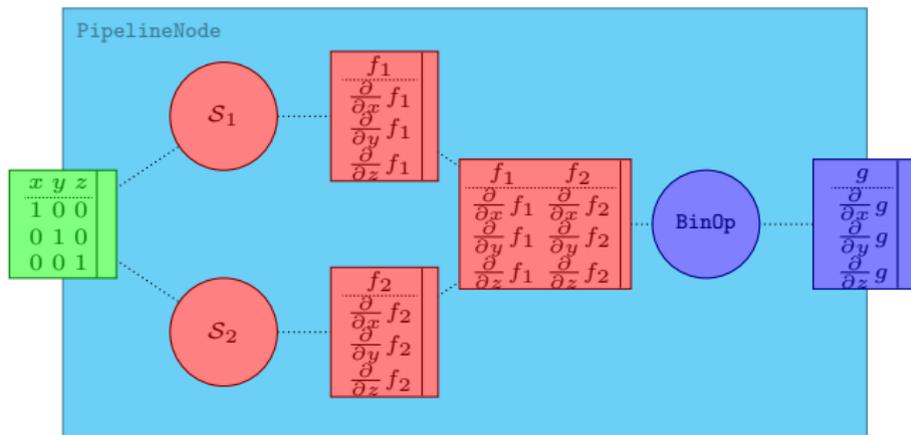
- Concaténation des CompositionData.

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



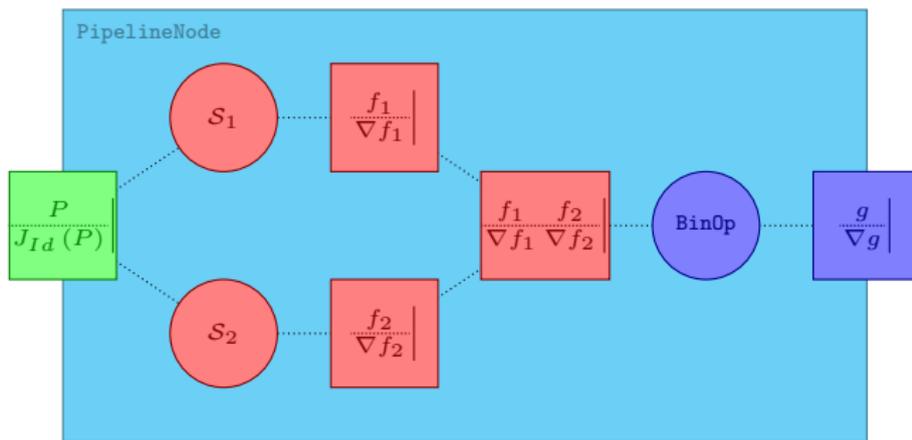
- Envoi du `CompositionData` à la fonction d'évaluation `BinOp`.

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



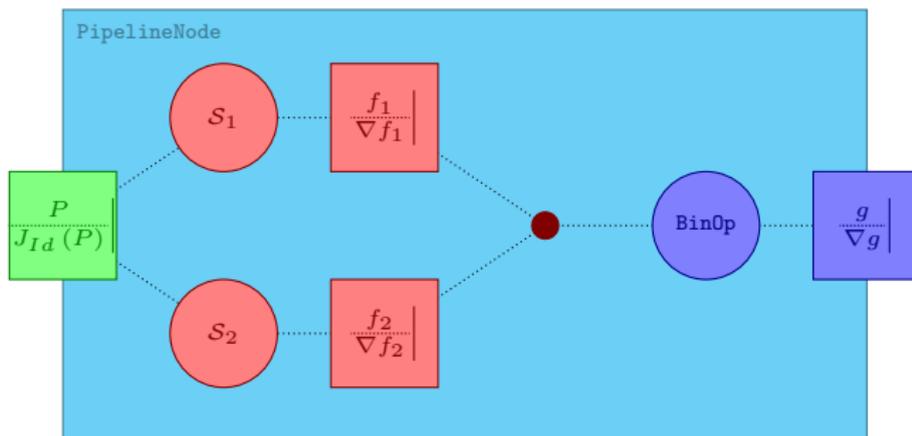
- Récupération de `CompositionData` avec la valeur de champs g et son gradient.

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



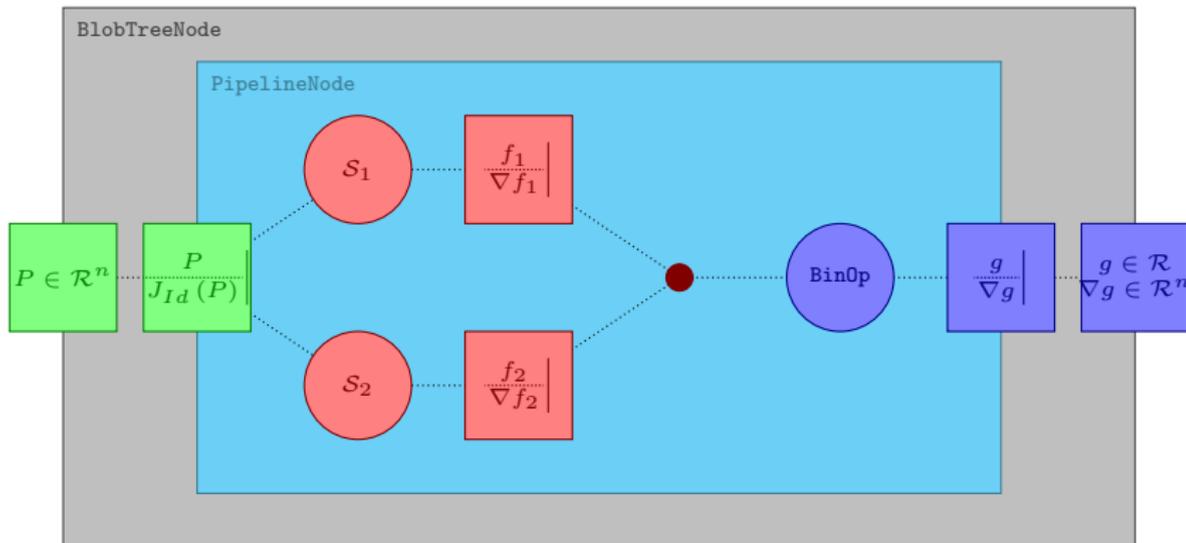
- (Simplification visuelle de la représentation des données).

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



- (Simplification visuelle de la représentation des données).

Modèle : composition binaire pour surfaces 3D.



- Se branche dans un blob-tree classique par conversion des `CompositionData`.

Pipeline pour opérateur basé gradient

$$\begin{array}{c|c} f_1 & f_2 \\ \hline \nabla f_1 & \nabla f_2 \end{array}$$

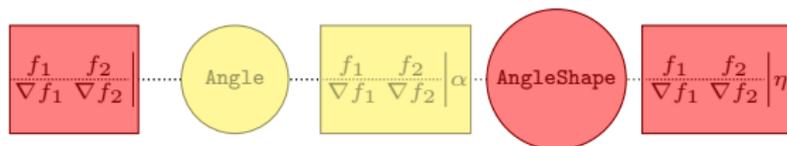
- Pour une entrée `CompositionData` avec deux valeurs scalaires et leur gradient.

Pipeline pour opérateur basé gradient



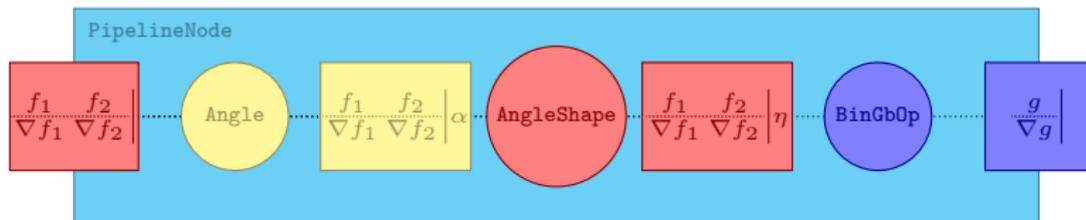
- Calcul de l'angle entre les gradients par `Angle`.

Pipeline pour opérateur basé gradient



- Ajustement de l'angle par une fonction de contrôle AngleShape.

Pipeline pour opérateur basé gradient



- Composition finale par un opérateur binaire basé gradient BinGbOp.

Pipeline pour construction n-aire proposée

$$\left[\begin{array}{c|c} f_1 & \cdots & f_n \\ \hline \nabla f_1 & \cdots & \nabla f_n \end{array} \right] s$$

- Pour une entrée avec n évaluations scalaires $\{f_i\}_{i \in [n]}$.

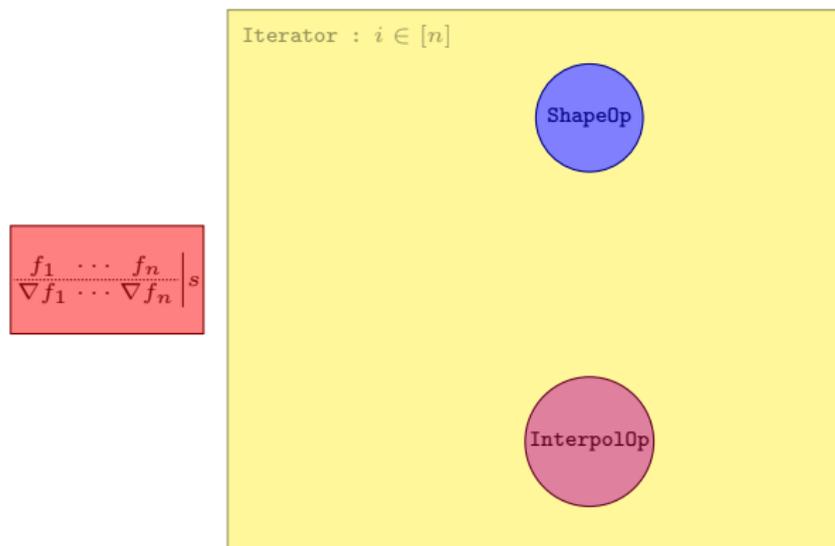
Pipeline pour construction n-aire proposée

$$\left[\begin{array}{c|c} f_1 & \cdots & f_n \\ \hline \nabla f_1 & \cdots & \nabla f_n \end{array} \right] s$$



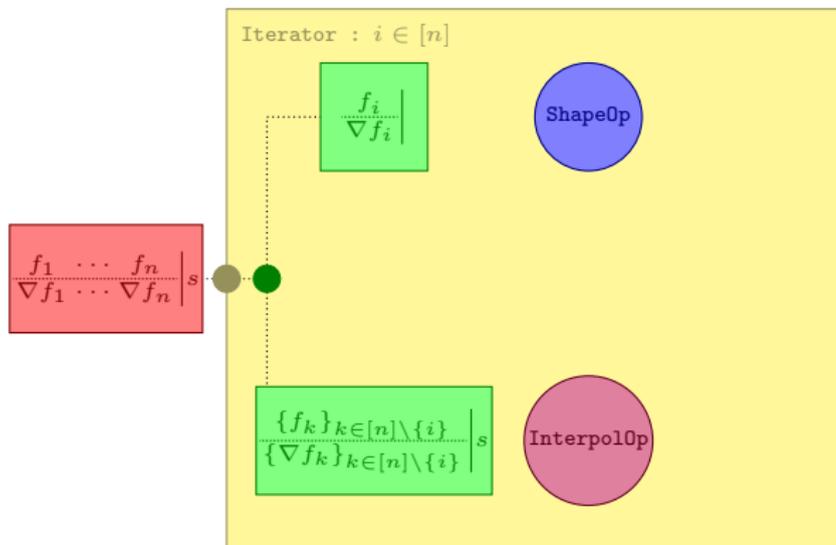
- On dispose d'un opérateur binaire de forme et d'un opérateur d'interpolation.

Pipeline pour construction n-aire proposée



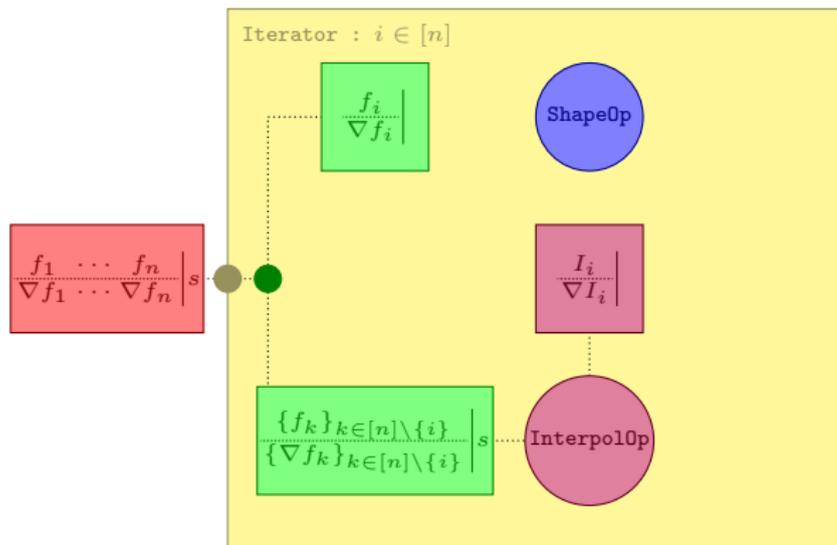
- On évalue n parties (one-sided si contact).

Pipeline pour construction n-aire proposée



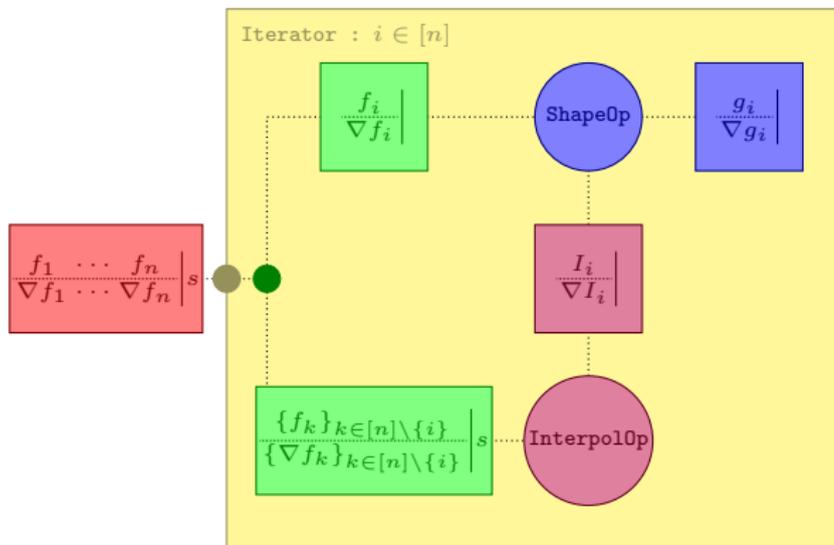
- On isole f_i du reste des éléments (sans f_i).

Pipeline pour construction n-aire proposée



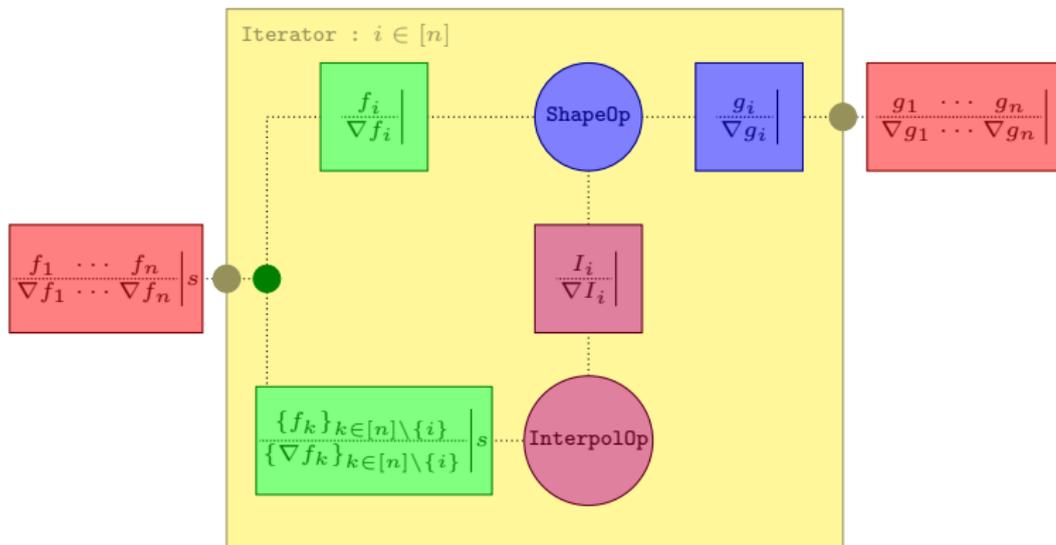
- On envoie les éléments sur l'opérateur d'interpolation.

Pipeline pour construction n-aire proposée



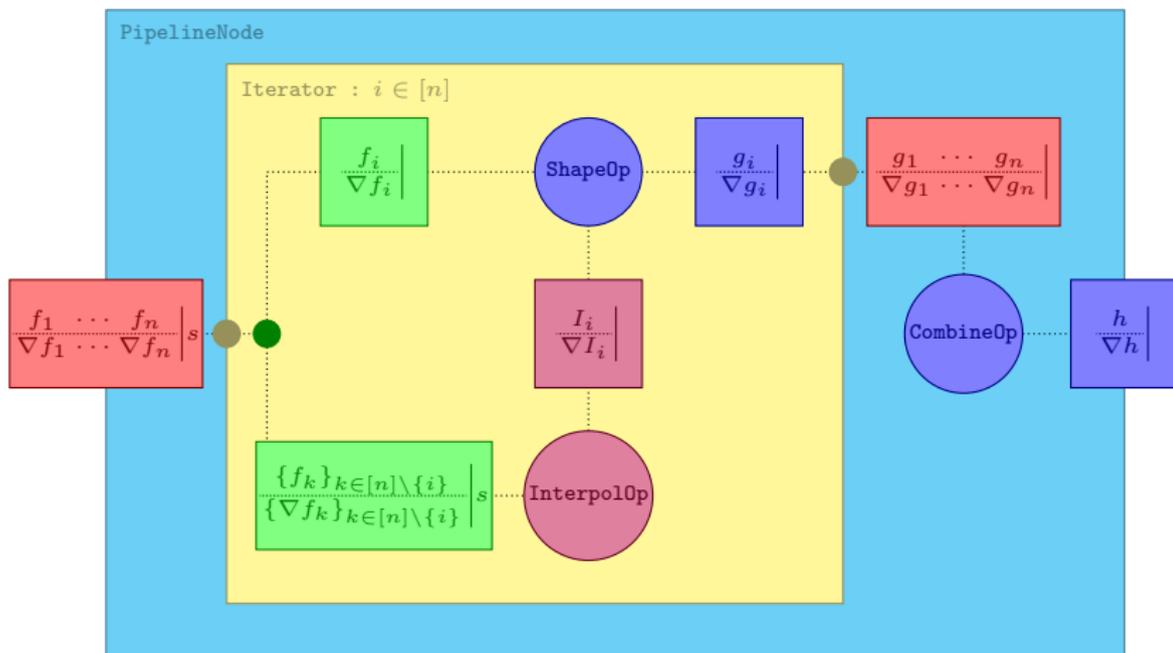
- On évalue la forme de f_i avec la valeur obtenue.

Pipeline pour construction n-aire proposée



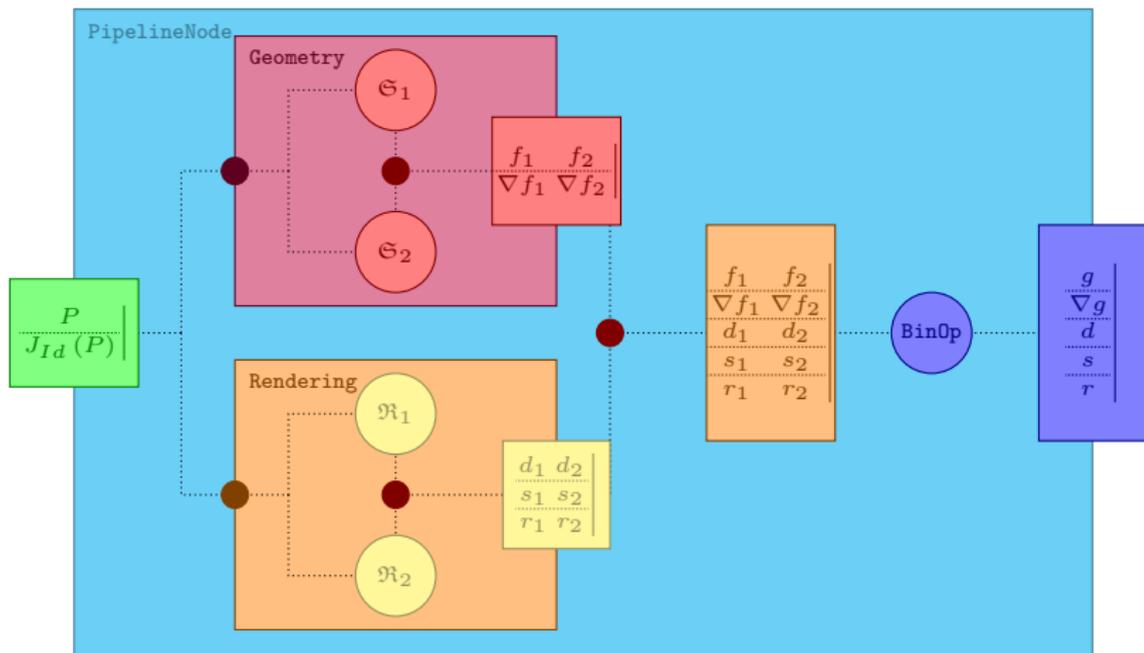
- Une fois $\{g_i\}_{i \in [n]}$ calculé.

Pipeline pour construction n-aire proposée

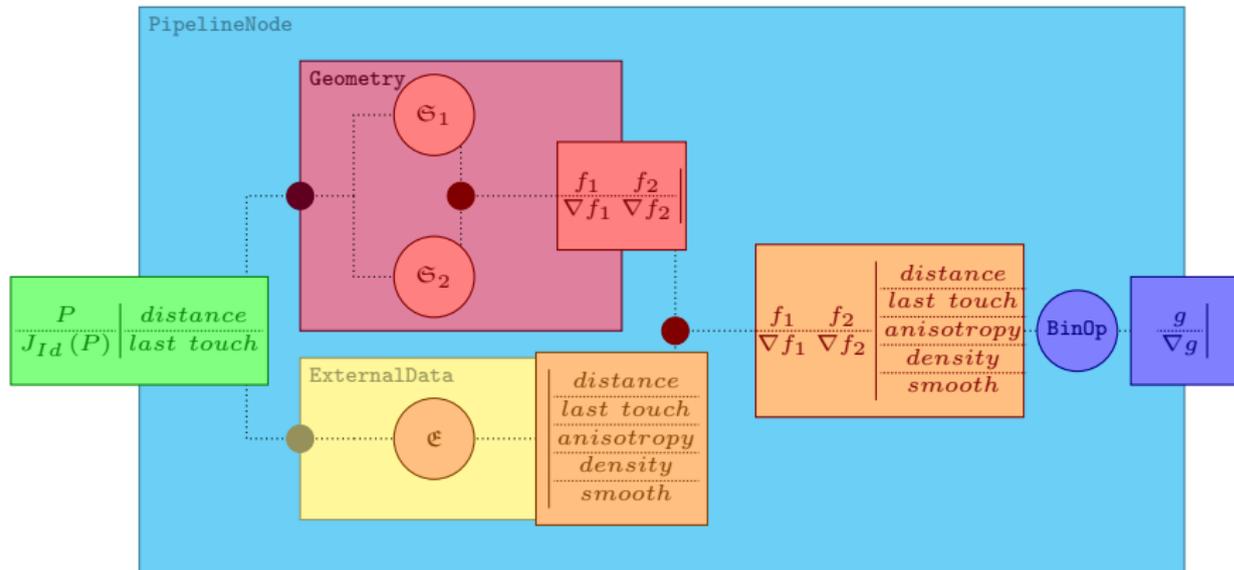


- On assemble les valeurs de champs pour construire l'opérateur n-aire.

Avec prise en compte de paramètres relatifs.



Avec ajout de paramètres extérieurs.



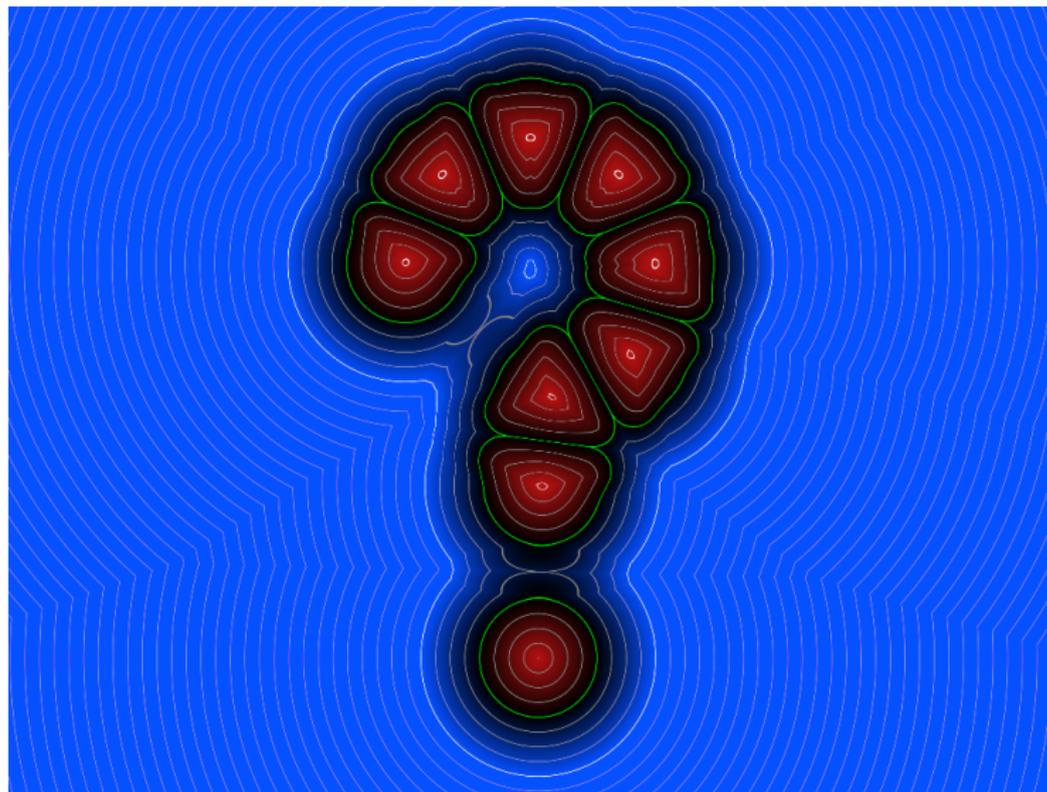
Conclusion

- Proposition d'une nouvelle construction d'opérateur (basée ligne et arcs) en champs de distance.
- Paramétrage de cet opérateur pour son morphing et la composition contrôlée entre deux surfaces.
- Génération de poids potentiellement interactive pour interpolation contrôlée de paramètres.
- Proposition de sculpture d'une surface par opérateur depuis un point et une surface.
- Proposition d'une nouvelle construction n-aire depuis un opérateur binaire symétrique et un opérateur d'interpolation $(n - 1)$ -aire avec paramétrage d'interaction multiple.

Travaux futurs

- Montrer l'interpolation de paramètres avec l'implicit clustering (normalisation des poids et visualisation paramètre).
- Proposer méthode qui transforme un modèle de contrôle pour l'utilisateur (avec keyframes possible) en le modèle basé champs de distance.
- Tester méthodes de sculpting avec des objets plus complexes que des points (type squelettes / painting sur surface) et paramétrage, ainsi que différents ajout / brush.
- Faire évoluer vers une construction n-aire pour opérateurs binaires non symétriques, généraux et paramétrables (interpolation paramètre).

Discussion : avez-vous des questions ?



Discussion : avez-vous des questions ?

