

Représentation des maillages multirésolutions : application aux volumes de subdivision

Lionel Untereiner

Sous la direction conjointe de Dominique Bechmann et David Cazier

ICube, UMR CNRS - Université de Strasbourg 7357

JIG - 15 novembre 2013

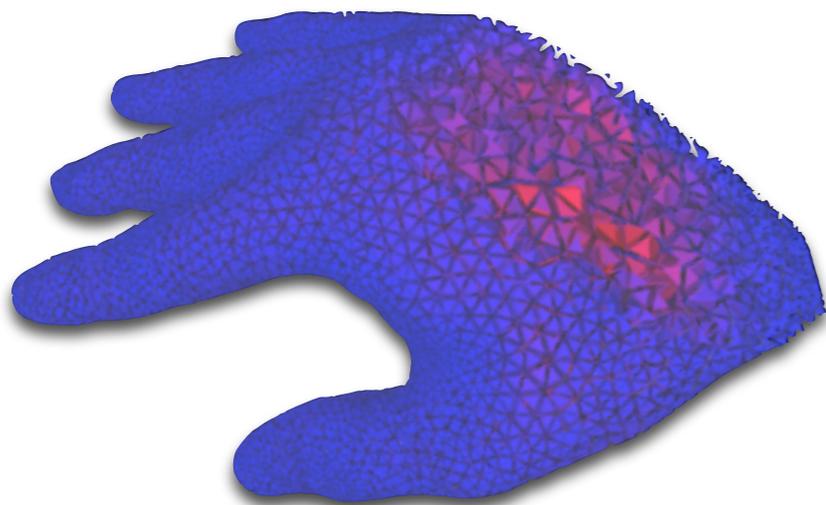
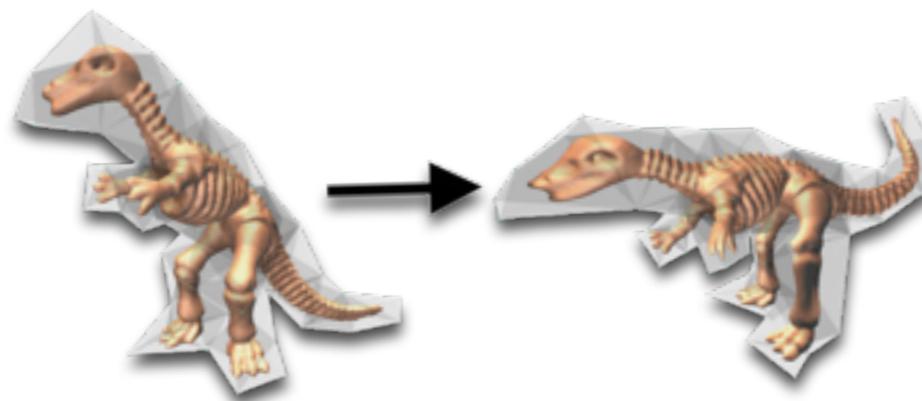
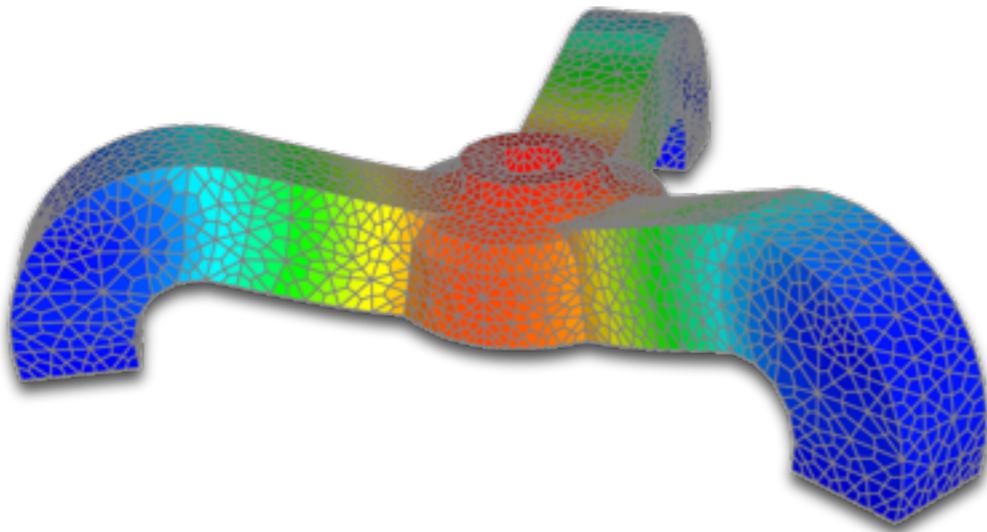


Cadre

Cadre

- modélisation géométrique
- visualisation scientifique
- analyse numérique

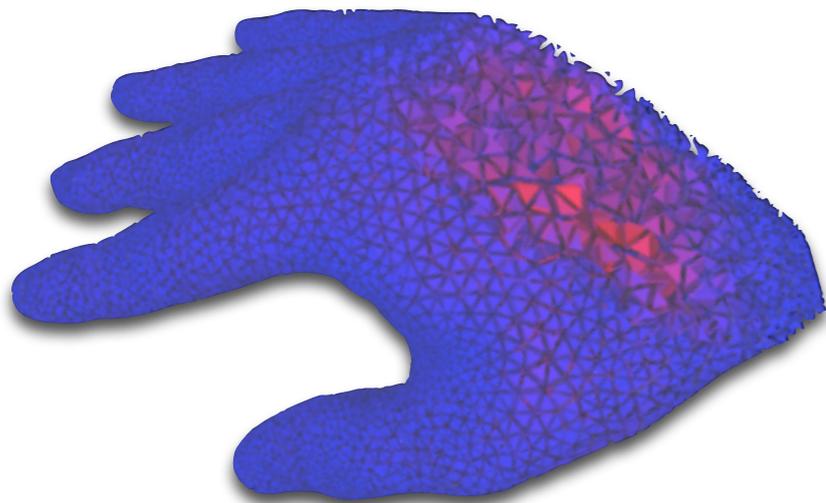
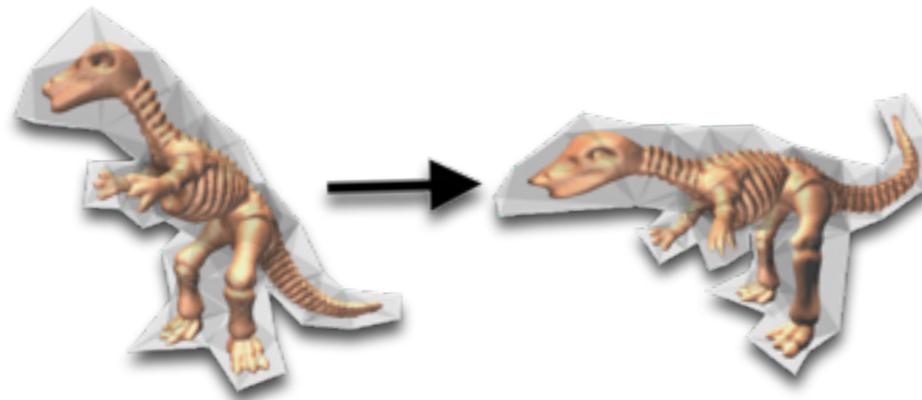
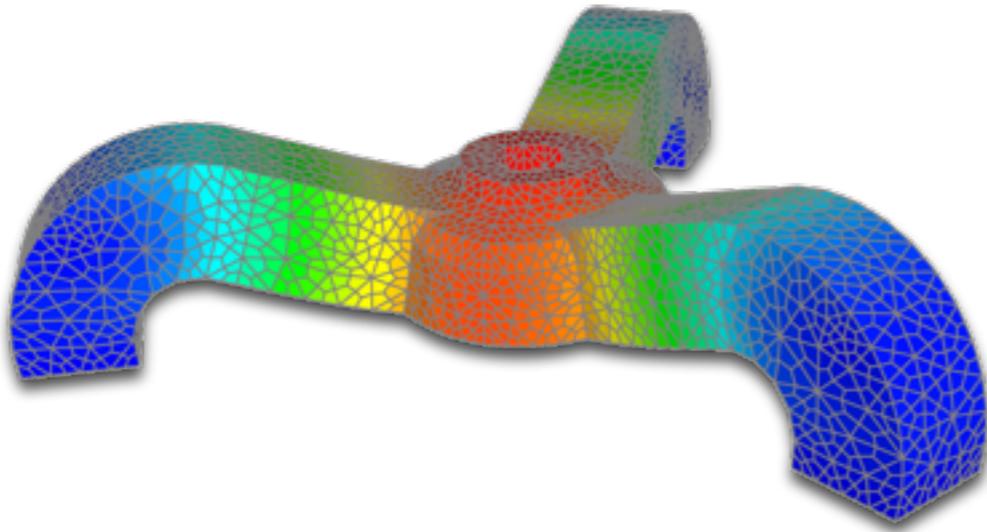
- outils et méthodes d'interaction



Cadre

- modélisation géométrique
- visualisation scientifique
- analyse numérique

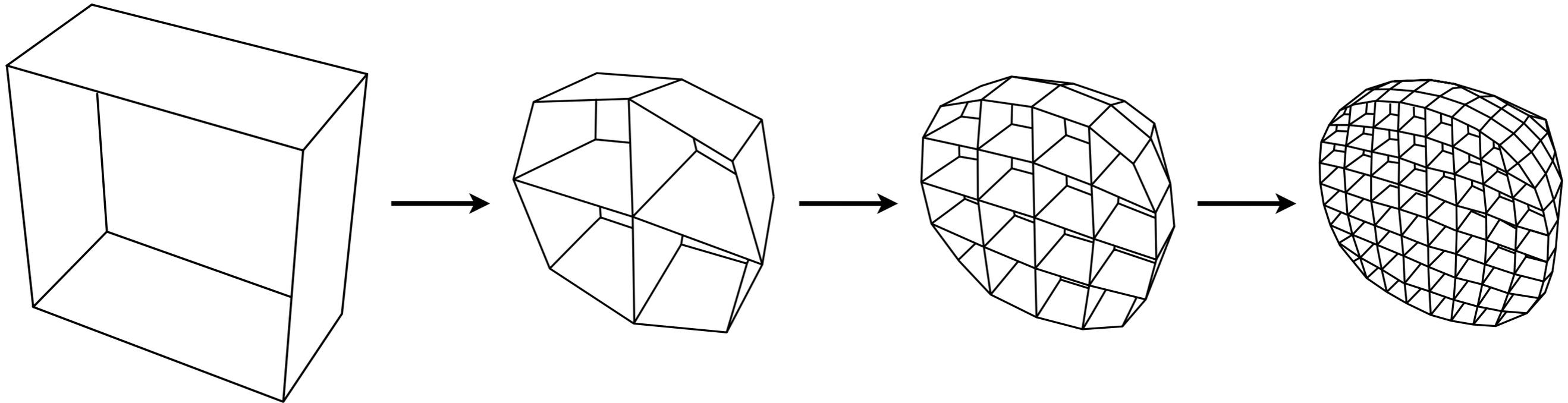
- outils et méthodes d'interaction



••➤ gestion à plusieurs échelles

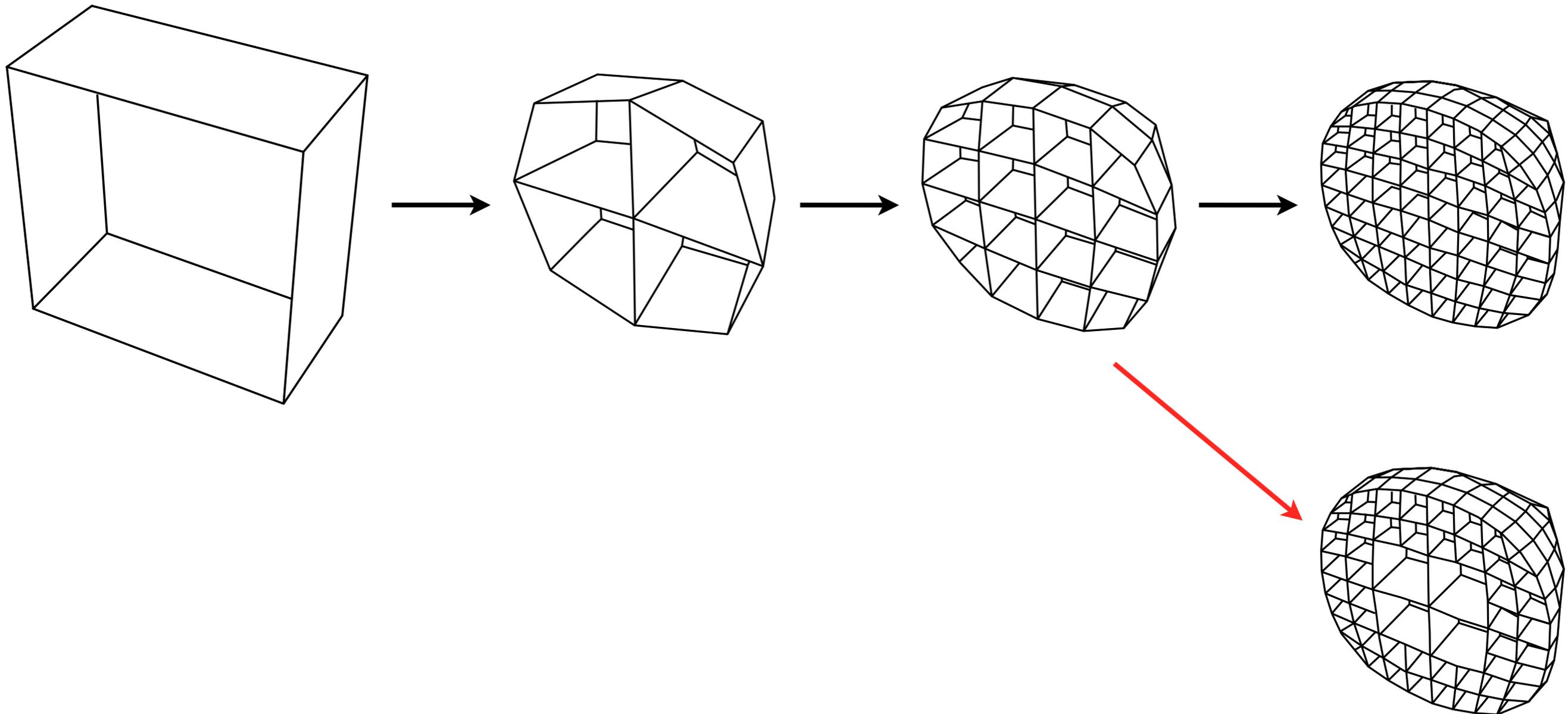
Maillages multirésolutions

- décomposition cellulaire d'un objet à différents niveaux de résolutions



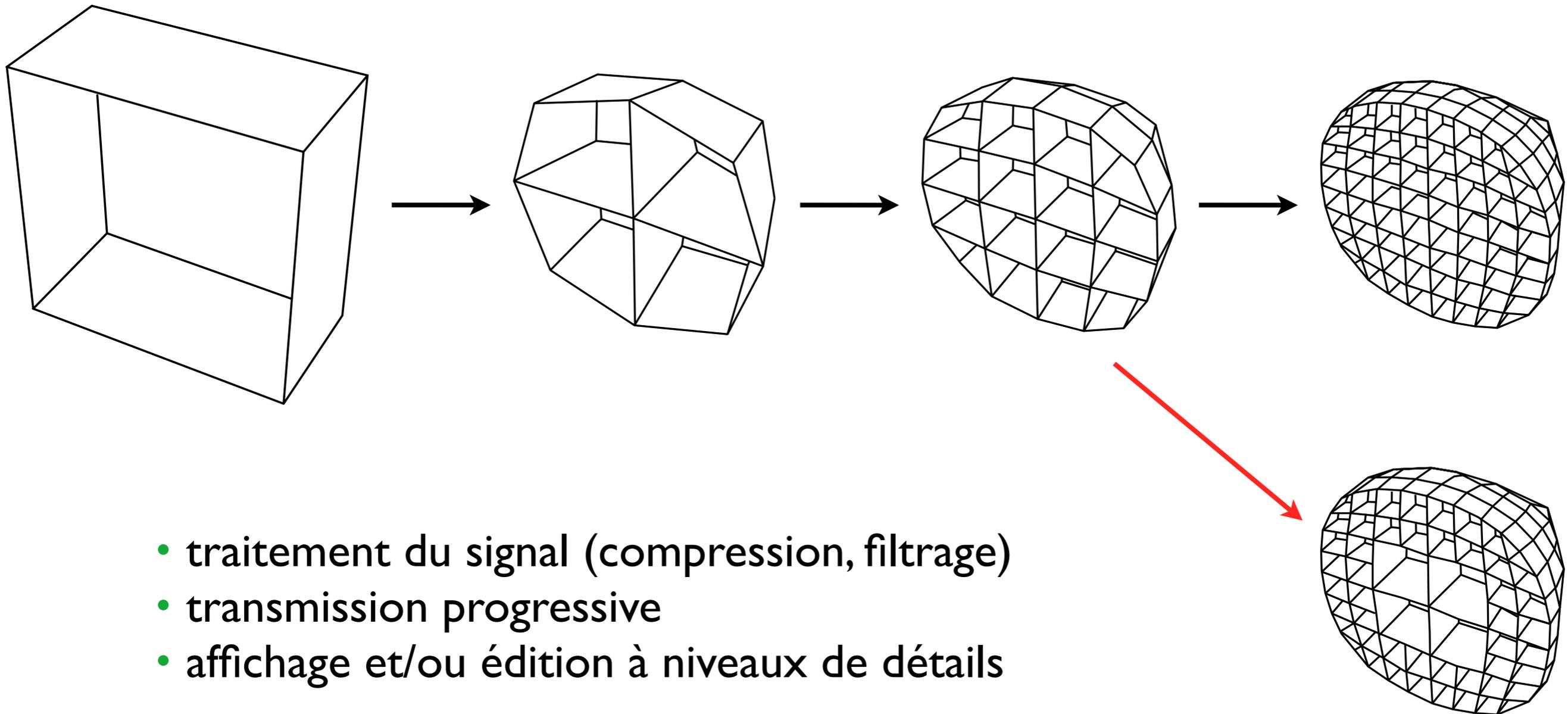
Maillages multirésolutions

- décomposition cellulaire d'un objet à différents niveaux de résolutions



Maillages multirésolutions

- décomposition cellulaire d'un objet à différents niveaux de résolutions



Représentation d'objets multirésolutions

- doit fournir :
 - un accès à différentes versions de la décomposition cellulaire d'un objet
 - requêtes de voisinage entre cellules

- obtenu par :
 - simplification d'un maillage fin existant
 - raffinement d'un maillage grossier existant

État de l'art

Approche par mises à jour

Maillages Progressifs Multi-triangulation

- accès à un maillage intermédiaire
 - appliquer un certain nombre de transformations au maillage courant
 - opération qui prend du temps
- pas de représentation directe de l'ensemble des niveaux
 - pas de connectivité directement accessible à chaque niveau
 - reconstruction des informations de voisinage
 - accès au voisinage non optimal

[Hop96] Hughes Hoppe, *Progressive Meshes*, Proceedings of SIGGRAPH'96

[SG98] O. G. Staadt et M. H. Gross : *Progressive tetrahedralizations*, Proceedings of IEEE Visualization'98

[dFP95] L. De Floriani, E. Puppo, *Hierarchical Triangulation for Multiresolution Surface Description*, ACM TOG 14(4):363-411, oct. 1995

[dFPP97] L. De Floriani, E. Puppo, M. Paola, *A formal approach to multiresolution hypersurface modeling*, Geometric Modeling: Theory and Practice, 1997

État de l'art

Approche hiérarchique : par raffinement

Octree Bissection Régulière de Simplexe Tétraèdres/Octaèdres

- approches spécialisées à certains types de cellules
 - cubes, tétraèdres, tétraèdres/octaèdres
- approches étroitement liées aux opérations de raffinements
 - structures de données liées à ces opérations
- pas de représentation topologique complète
 - apparition de trous topologiques
- les informations d'adjacences sont dépendantes de la profondeur de la structure hiérarchique
 - accès au voisinage non optimal

[Sam90] H. Samet, *The Design and Analysis of Spatial Data Structures*, Addison-Wesley Series in Computer Science, 1990

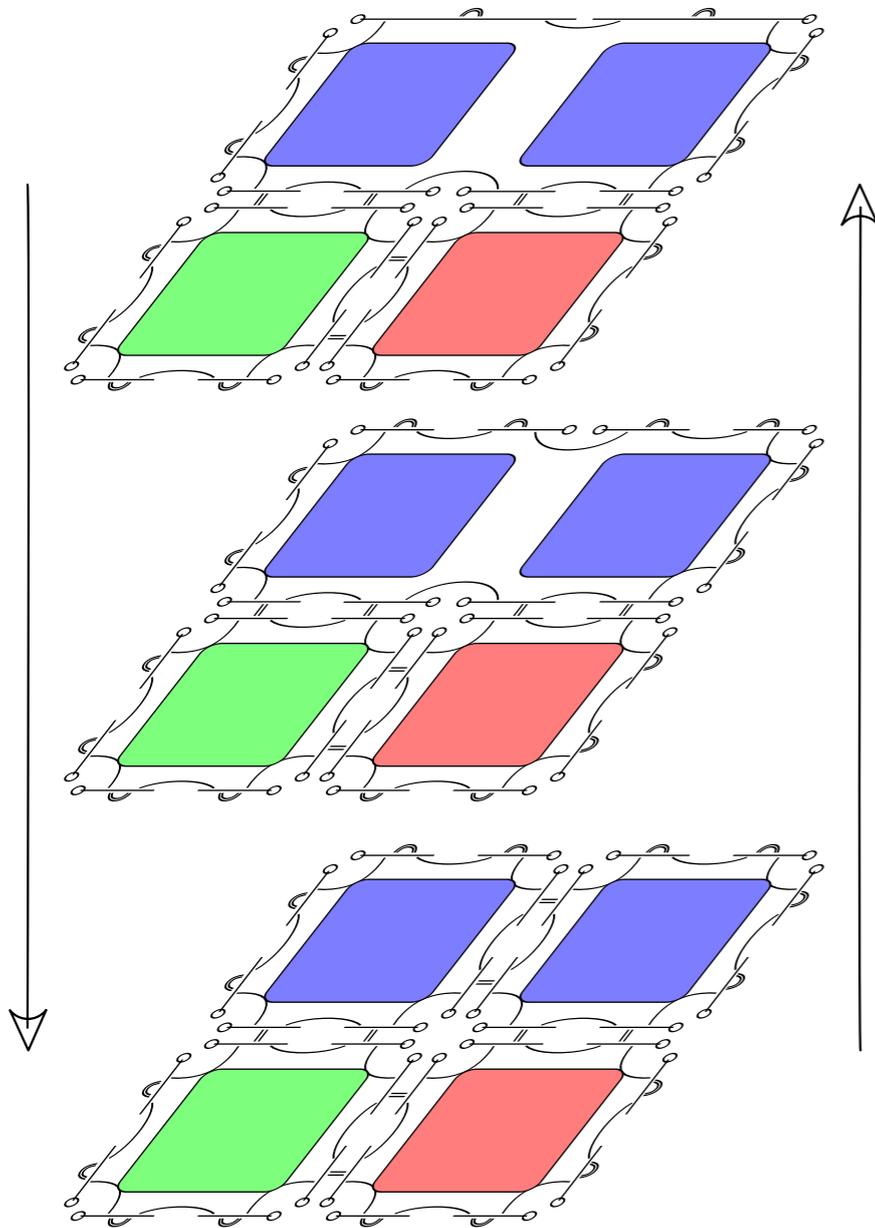
[WdFI 1] K. Weiss et L. De Floriani, *Simplex and diamond hierarchies: Models and applications*, Computer Graphics Forum, 30(8):2127–2155, 2011

[GG00] G. Greiner et R. Grosso, *Hierarchical tetrahedral-octahedral subdivision for volume visualization*. The Visual Computer, 16(6):357–369, oct. 2000

État de l'art

Approche hiérarchique combinatoire

Pyramides combinatoires 2-cartes combinatoires multirésolutions



- structure topologique multi-échelles à base de (g)-cartes
- opérations spécifiques de contraction ou suppression de cellules
- utilisation en analyse d'image 2D/3D pour la segmentation d'images

[BK03] L. Brun, W. Kropatsch, *Combinatorial Pyramids*, Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, 2003

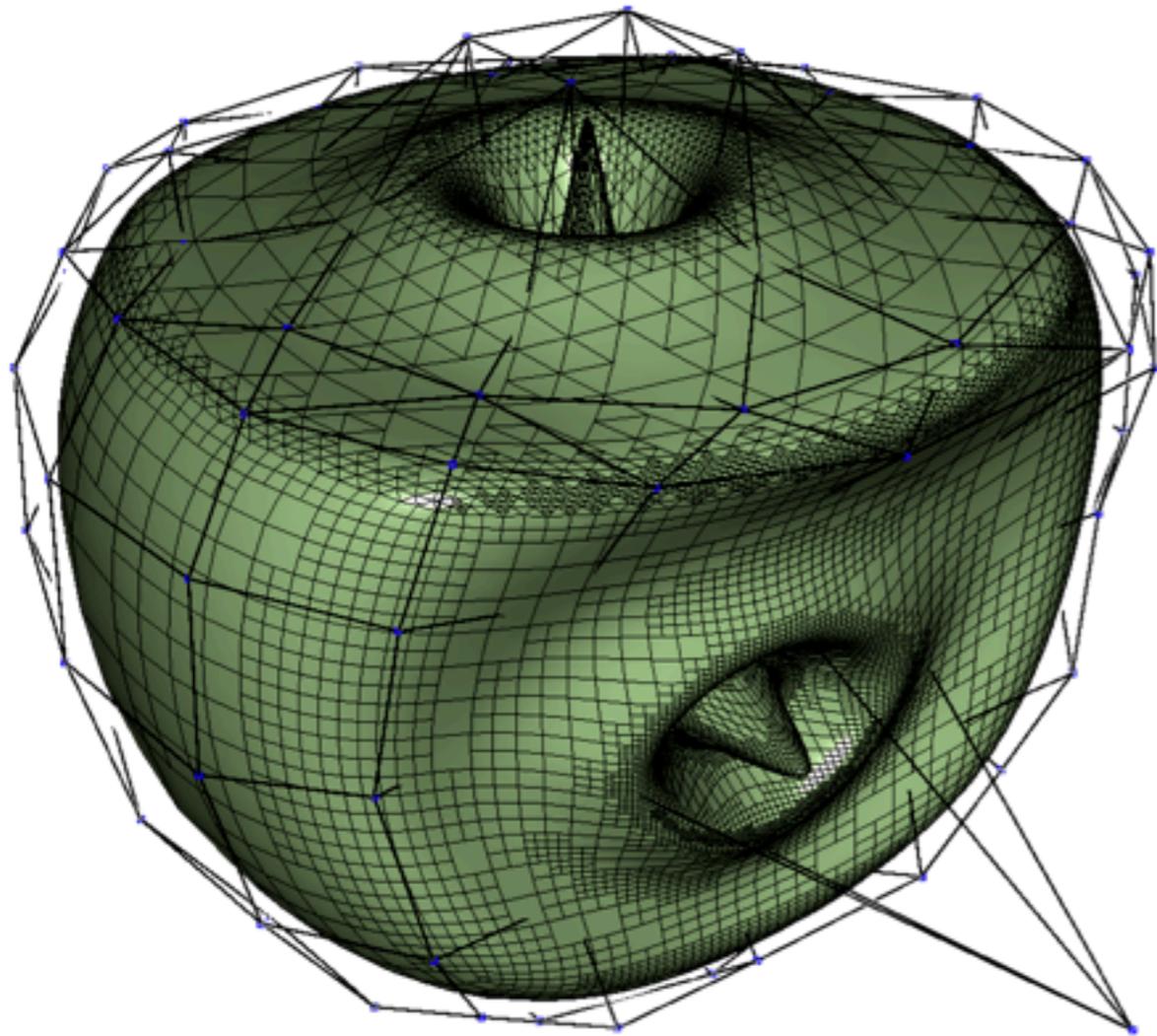
[GDL06] C. Grasset-Simon, G. Damiand, P. Lienhardt, *nD generalized map pyramids: Definition, representations and basic operations*, Pattern Recognition 39(4):527-538, 2006

[FB10] S. Fourey et L. Brun, *Efficient encoding of n-D combinatorial pyramids*, Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition, août 2010

État de l'art

Approche hiérarchique combinatoire

Pyramides combinatoires 2-cartes combinatoires multirésolutions



- structure topologique à base de cartes combinatoires de dimension 2
- représentation multirésolution des surfaces de subdivision
- structure topologique limitée à la représentation de surface

Enjeux et contributions

- ➔ **généricité de la représentation**
 - topologie arbitraire (cellules et connectivité)

- ➔ **universalité ou flexibilité en termes d'opérations**
 - modèle indépendant des opérations
 - large éventail de schémas de subdivision (et leurs mélanges)
 - liberté de construction de la hiérarchie

- ➔ **exhaustivité et efficacité de la représentation**
 - accès indépendant et simultané à tous les niveaux
 - information topologique complète à chaque niveau

- ➔ **généricité en dimension**

Plan

- ▶ **Cartes combinatoires multirésolutions**
- ▶ **Volumes de subdivision multirésolutions**
- ▶ **Représentations du modèle**
- ▶ **Conclusion**

Principaux modèles

- modèles simpliciaux
 - simples, pas généraux
- modèles avec représentation explicite des cellules
 - compactes, spécifiques à une utilisation
- modèles ordonnés
 - ➔ half-edge, quad-edge, DCEL (2D)
 - ➔ half-face, facet-edge (3D)
 - généraux, passage en dimension non intuitif

Principaux modèles

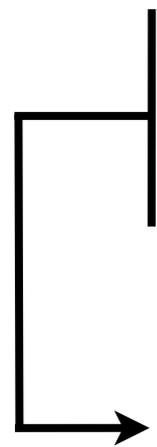
- modèles simpliciaux
 - simples, pas généraux
- modèles avec représentation explicite des cellules
 - compactes, spécifiques à une utilisation

- modèles ordonnés

- half-edge, quad-edge, DCEL (2D)

- half-face, facet-edge (3D)

- généraux, passage en dimension non intuitif



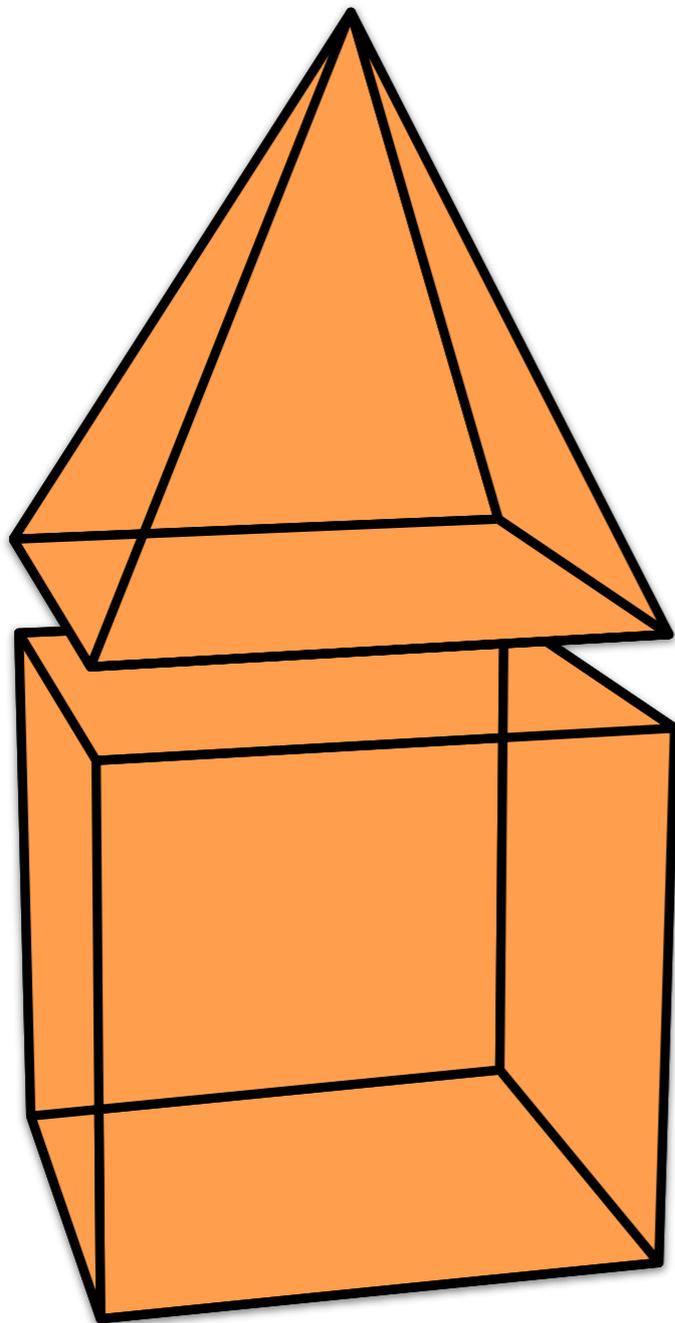
modèles à base de cartes

- formulation algébrique
- définition consistante en dimension
- indépendant d'une implantation

Carte combinatoire

Une carte combinatoire est constituée de

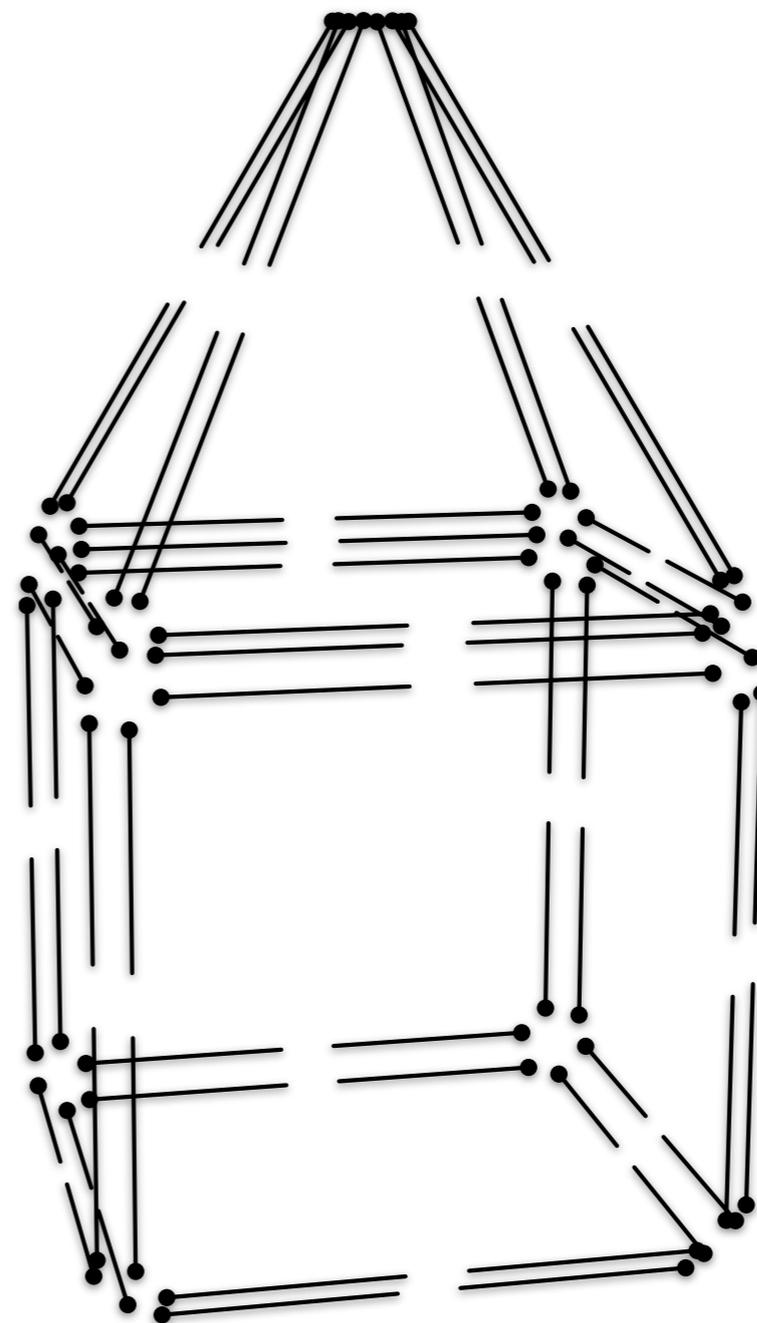
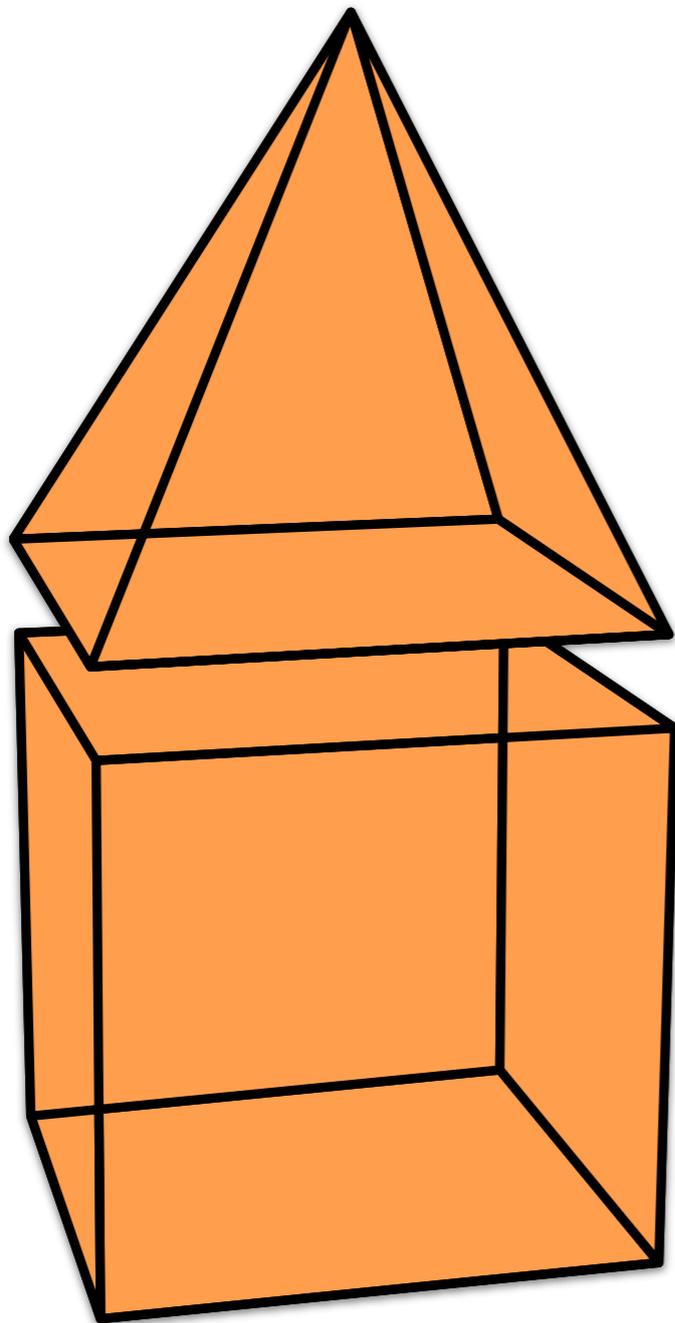
C



Carte combinatoire

Une carte combinatoire est constituée de *brins*

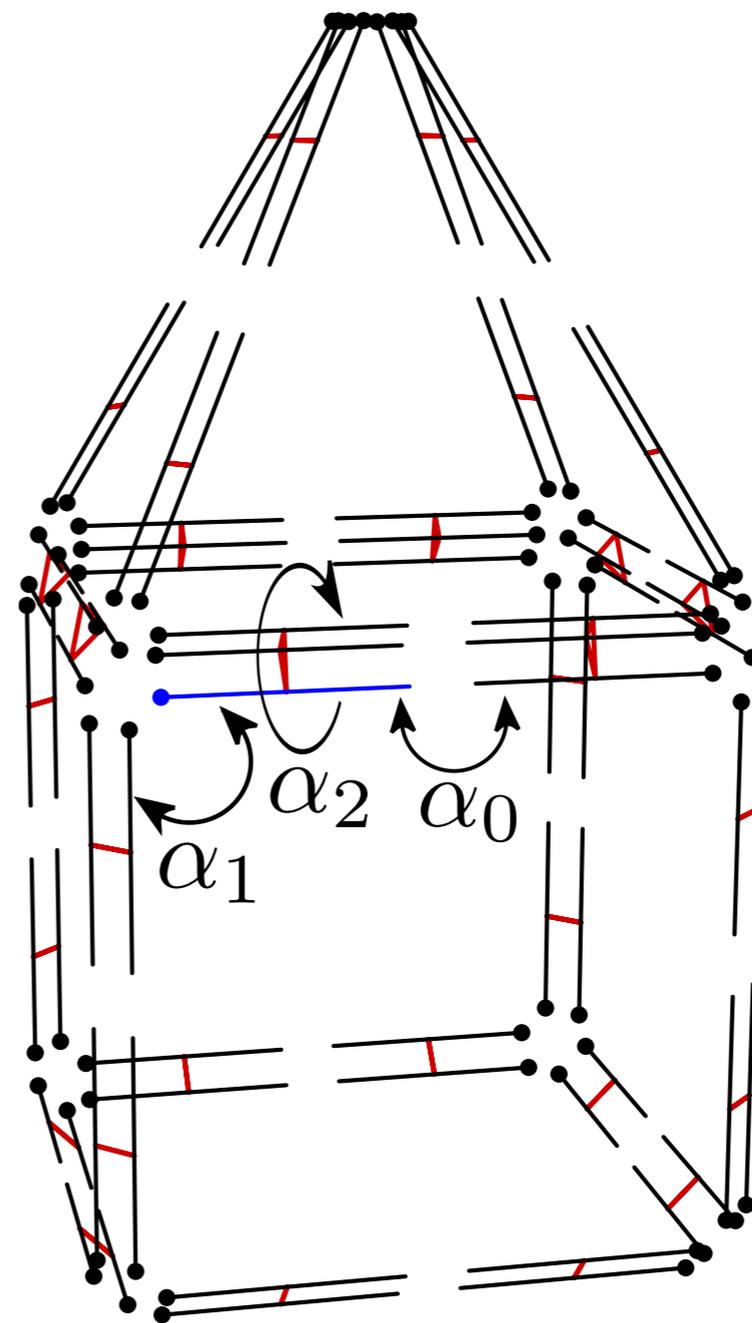
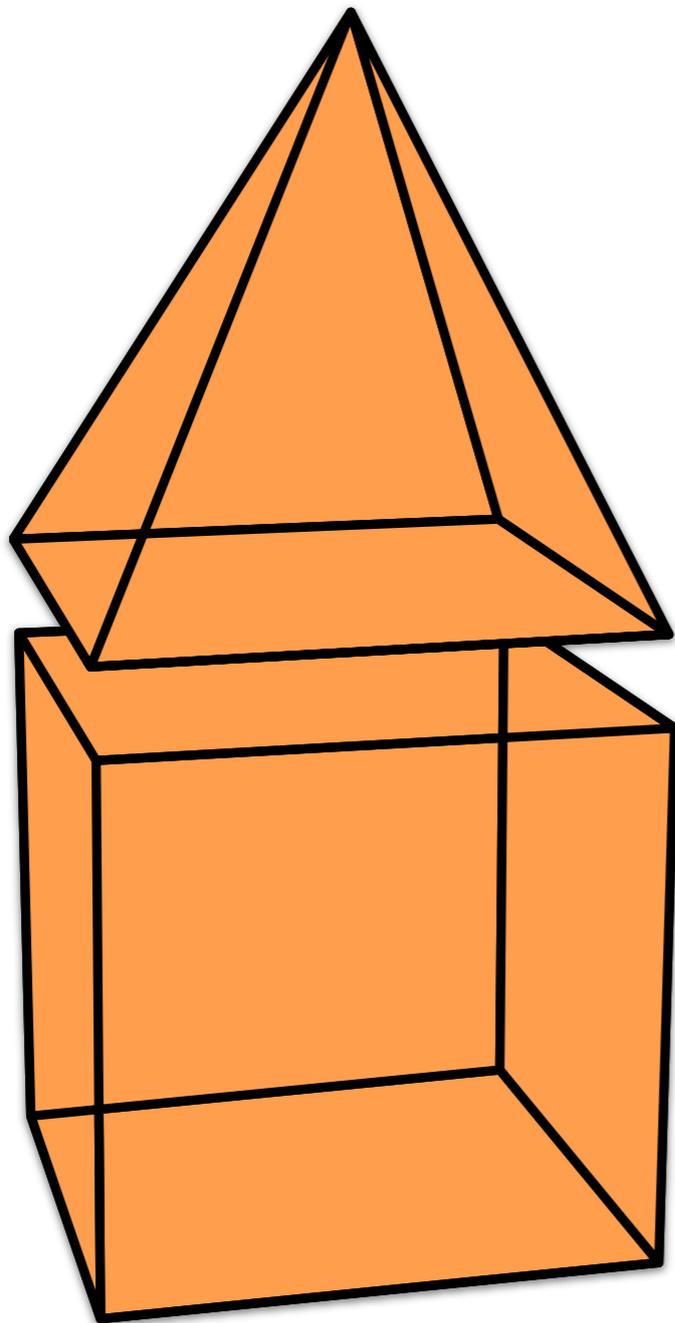
$$C = (B$$



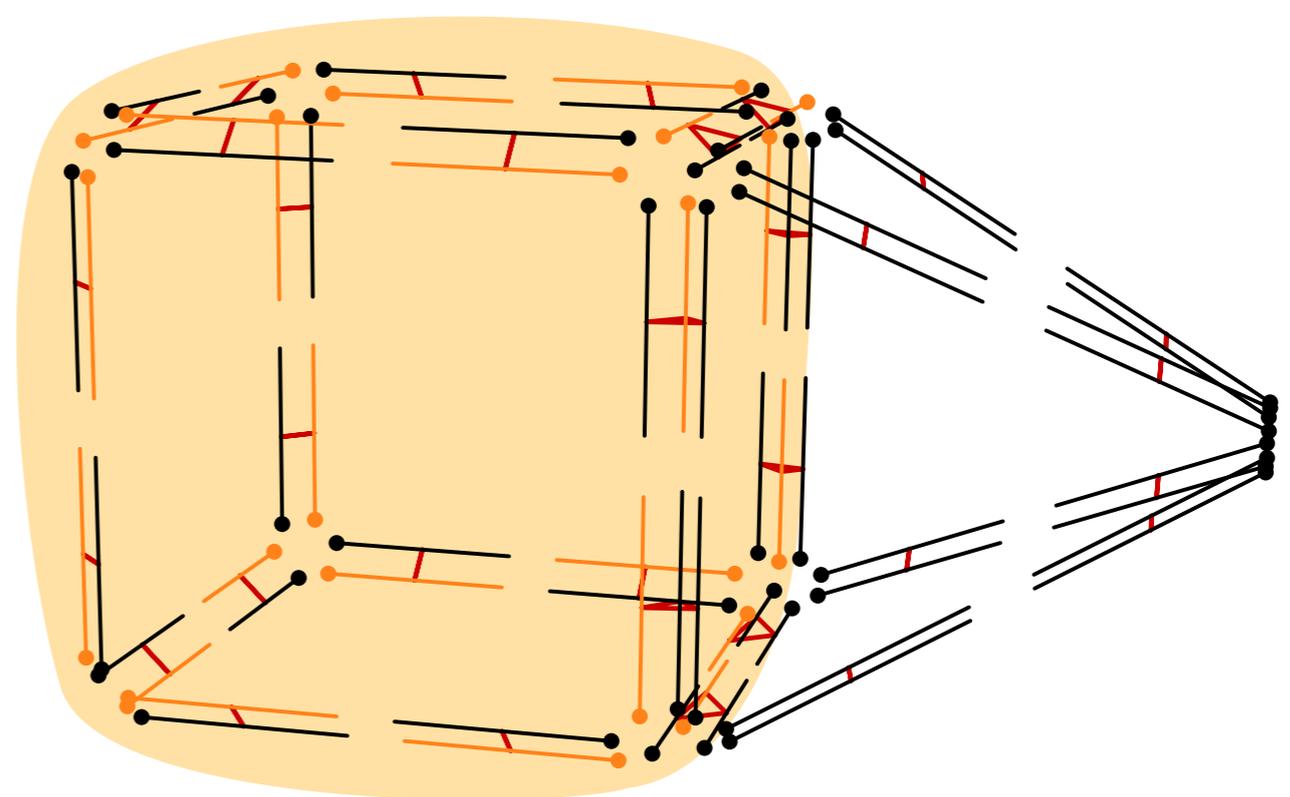
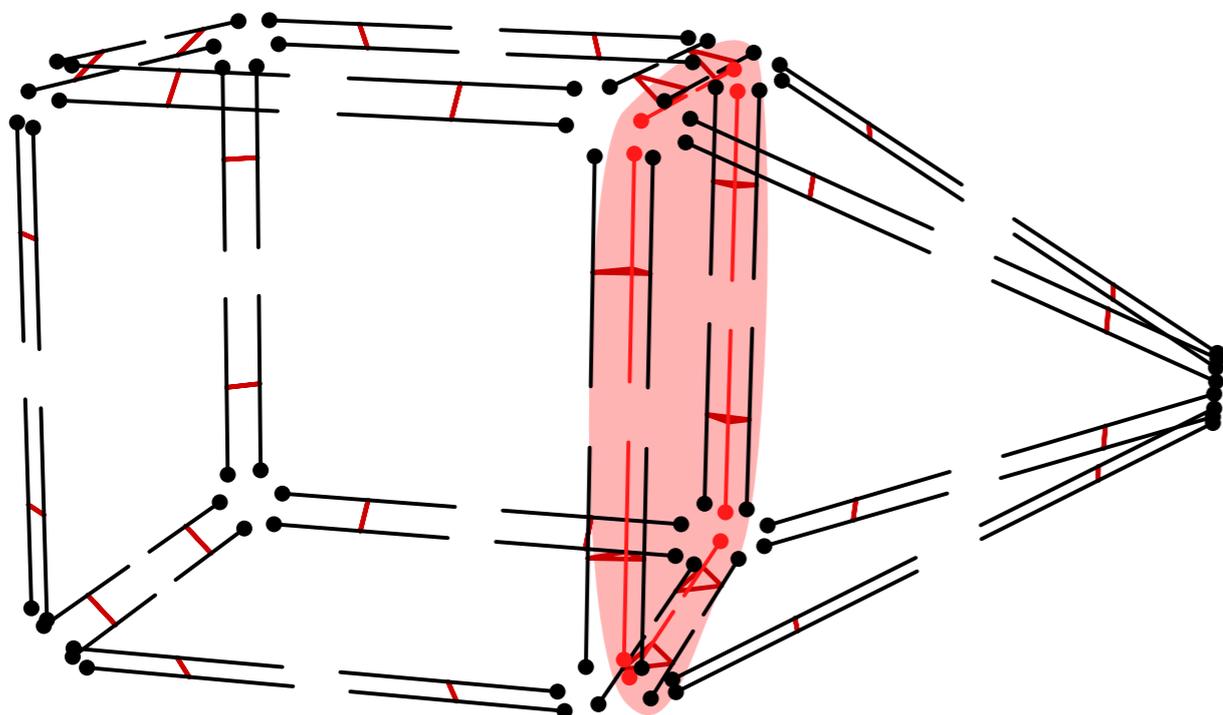
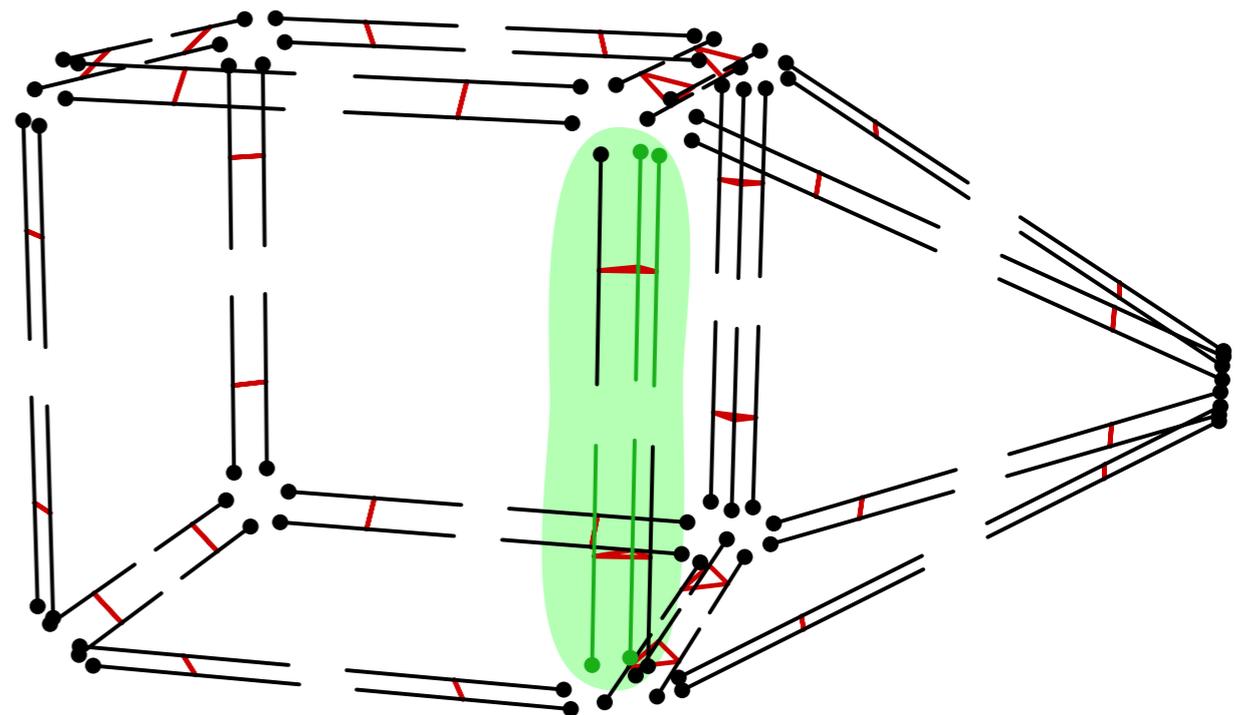
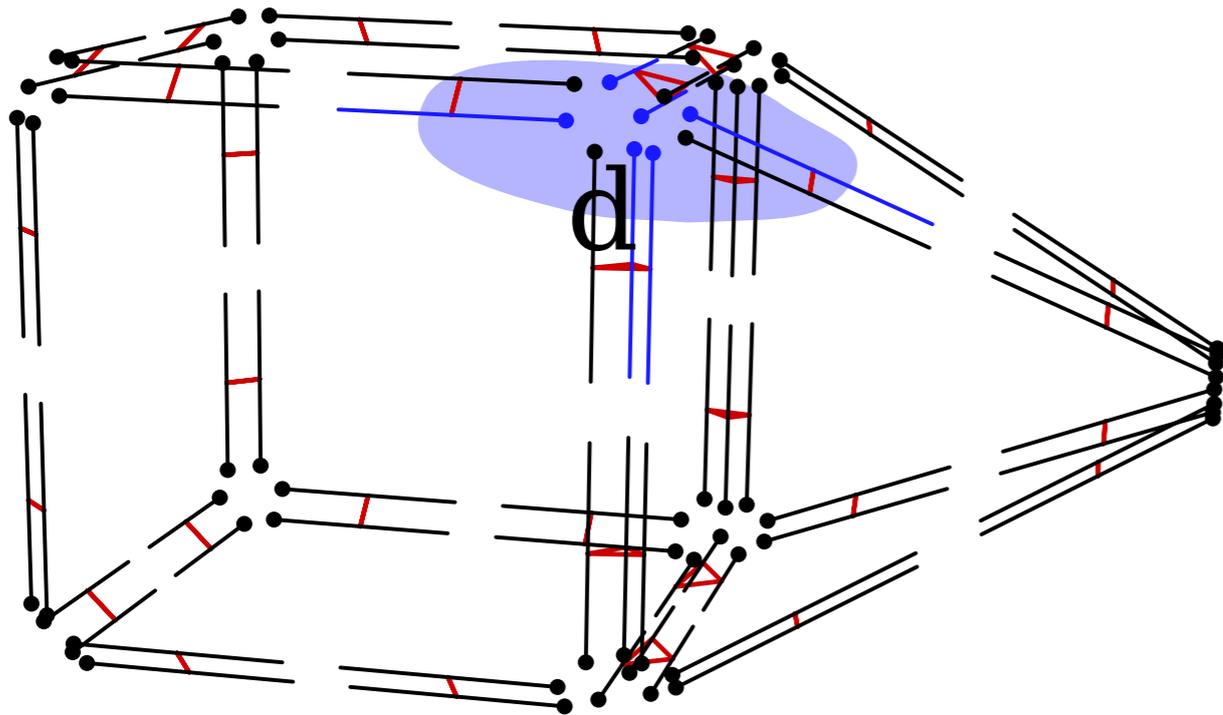
Carte combinatoire

Une carte combinatoire est constituée de *brins* et de *relations*

$$C = (B, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-1})$$



Carte combinatoire

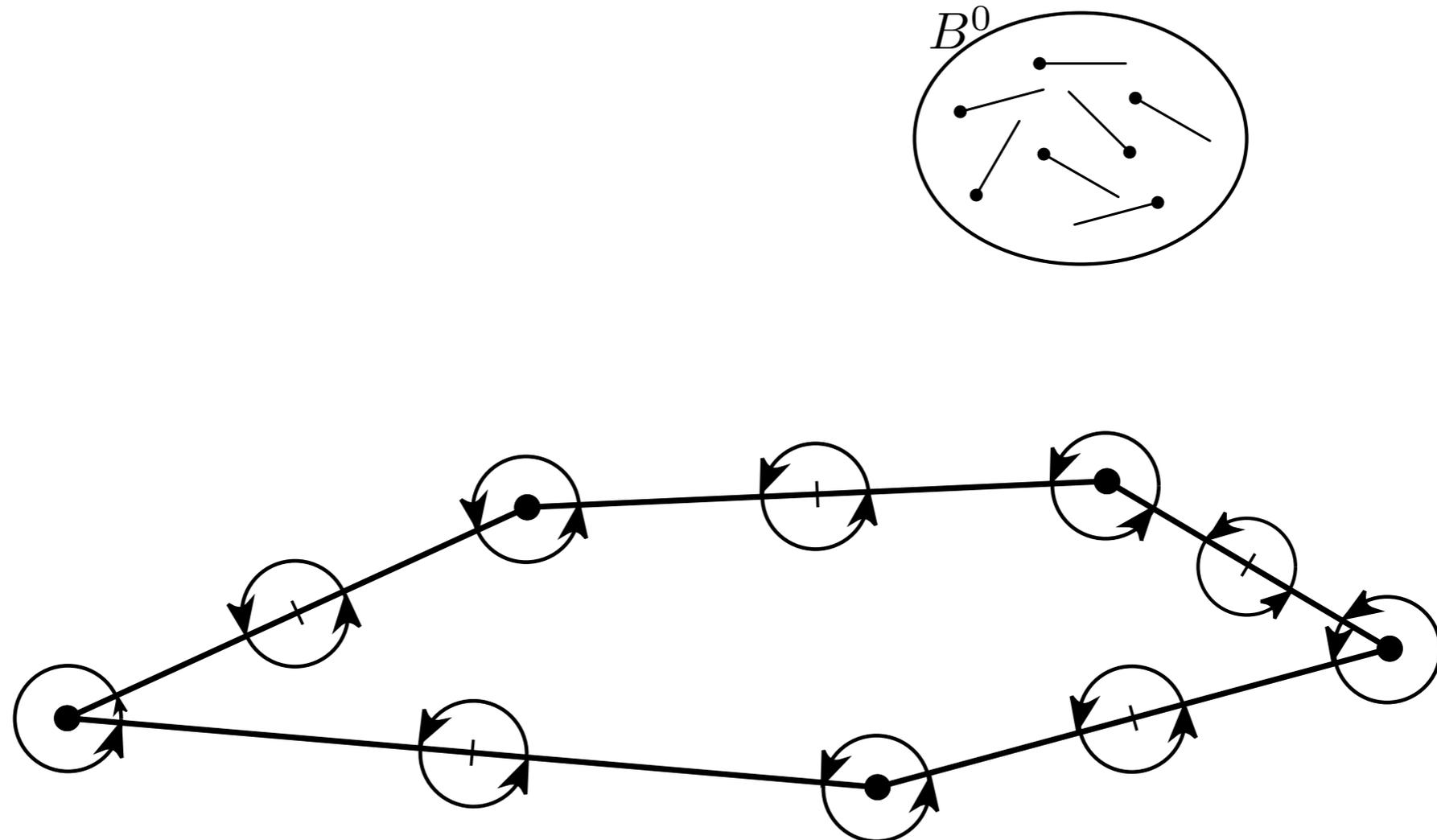


Carte combinatoire multirésolution

- la carte est enrichie progressivement
- réutilisation des brins

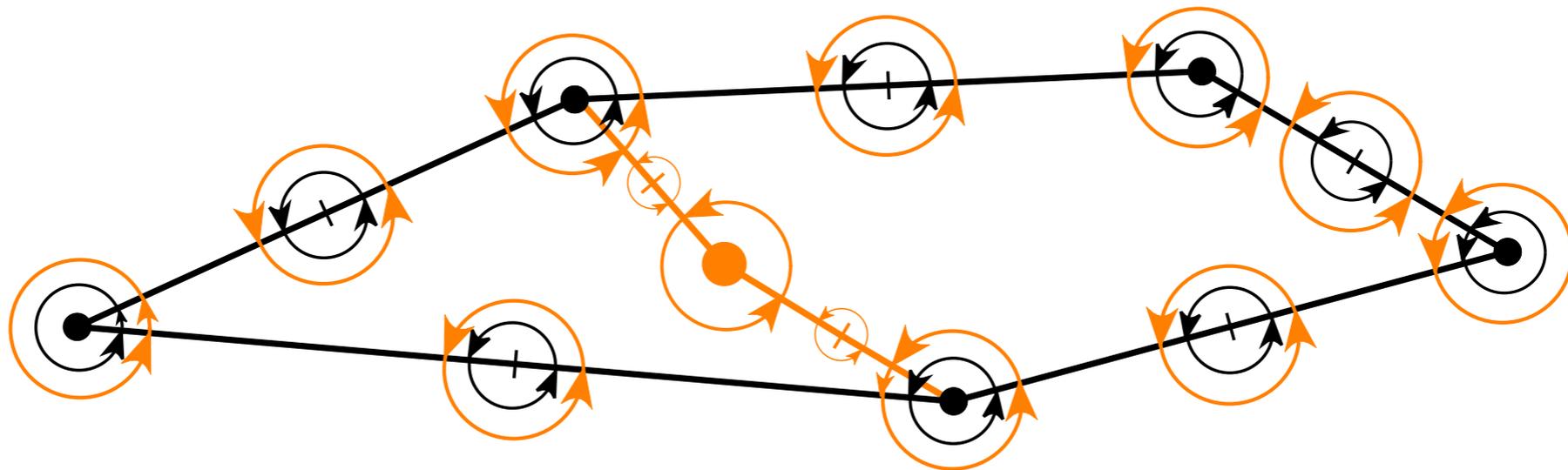
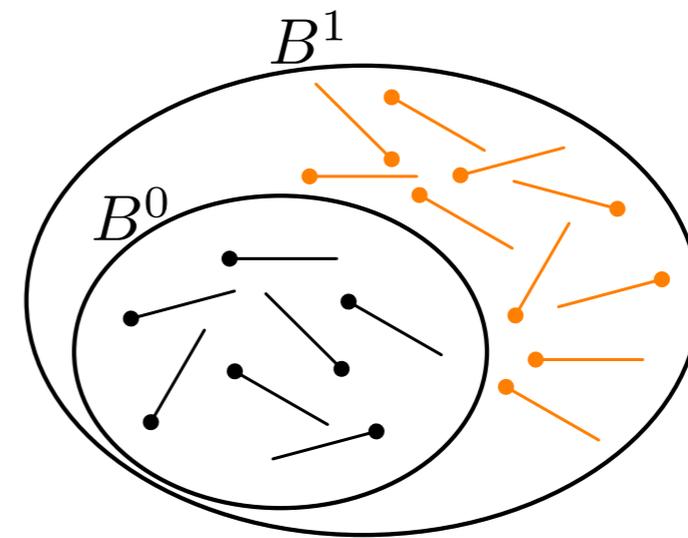
Carte combinatoire multirésolution

- la carte est enrichie progressivement
- réutilisation des brins



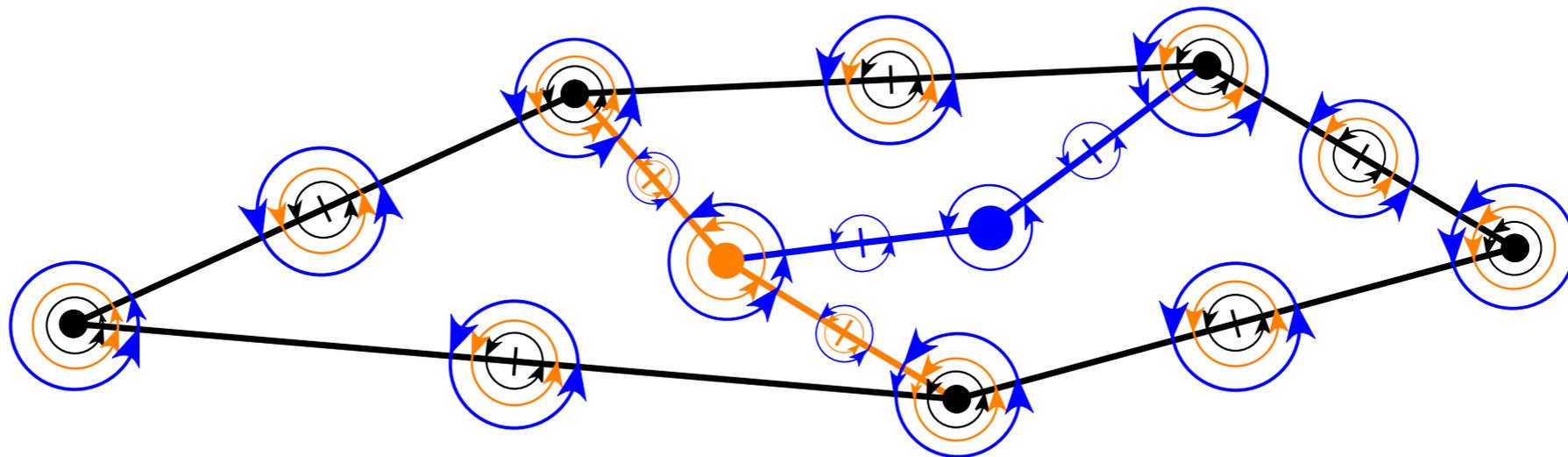
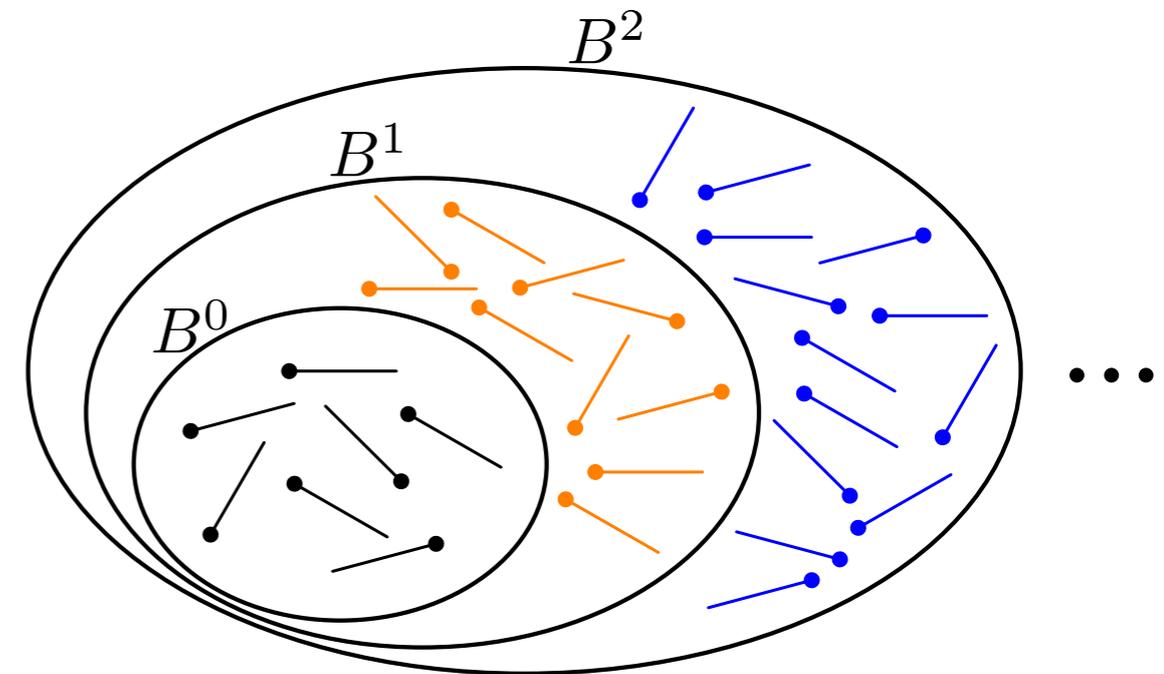
Carte combinatoire multirésolution

- la carte est enrichie progressivement
- réutilisation des brins



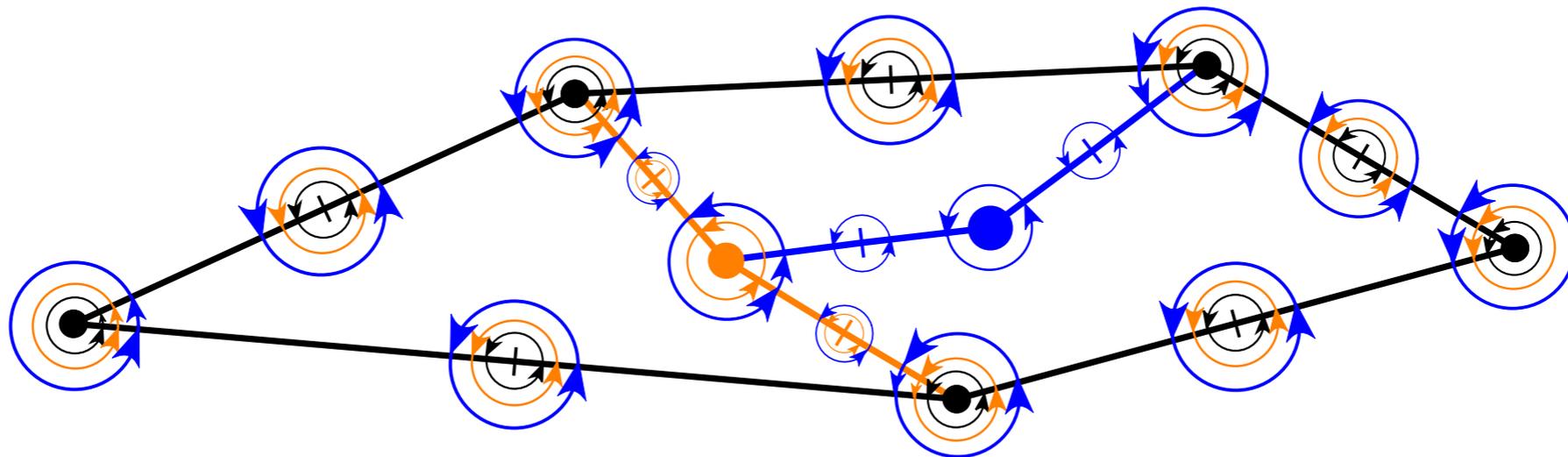
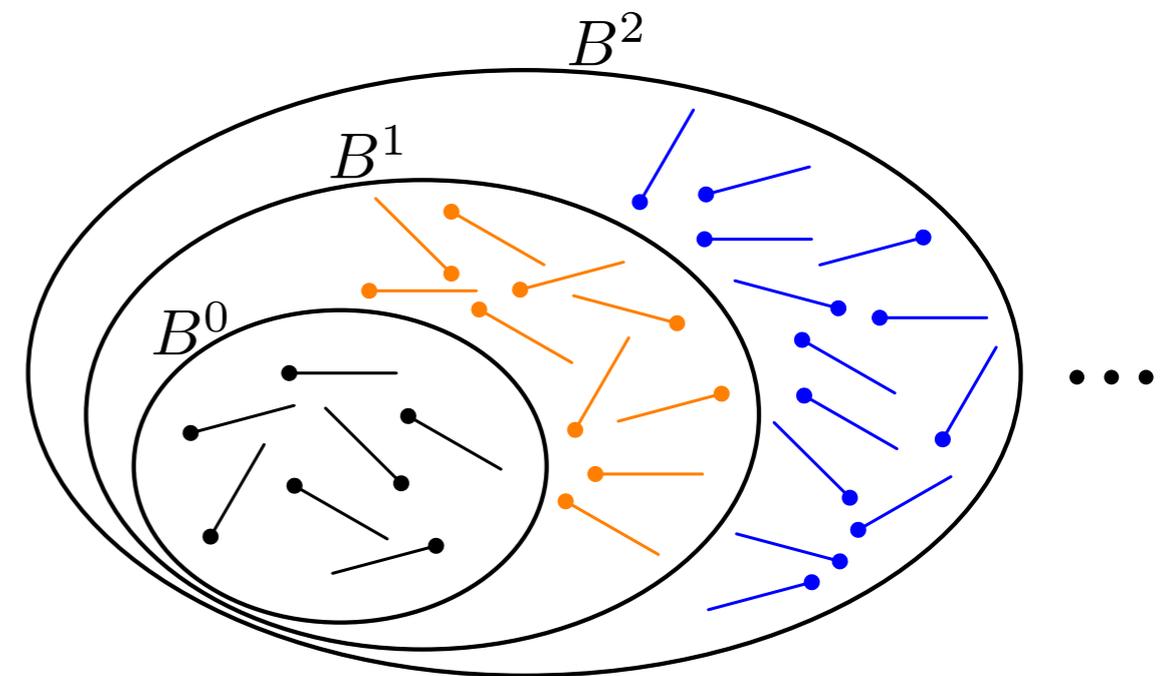
Carte combinatoire multirésolution

- la carte est enrichie progressivement
- réutilisation des brins



Carte combinatoire multirésolution

- la carte est enrichie progressivement
- réutilisation des brins
- un brin dispose d'une relation différente pour chaque niveau où il existe
 - à chaque niveau les brins sont liés par les relations du modèle



Carte combinatoire multirésolution

- décomposition cellulaire multirésolution d'une variété de dimension n

$$C_{MR} = (\{B^k\}_{k \geq 0}, \{\alpha_0^k\}_{k \geq 0}, \{\alpha_1^k\}_{k \geq 0}, \dots, \{\alpha_{n-1}^k\}_{k \geq 0})$$

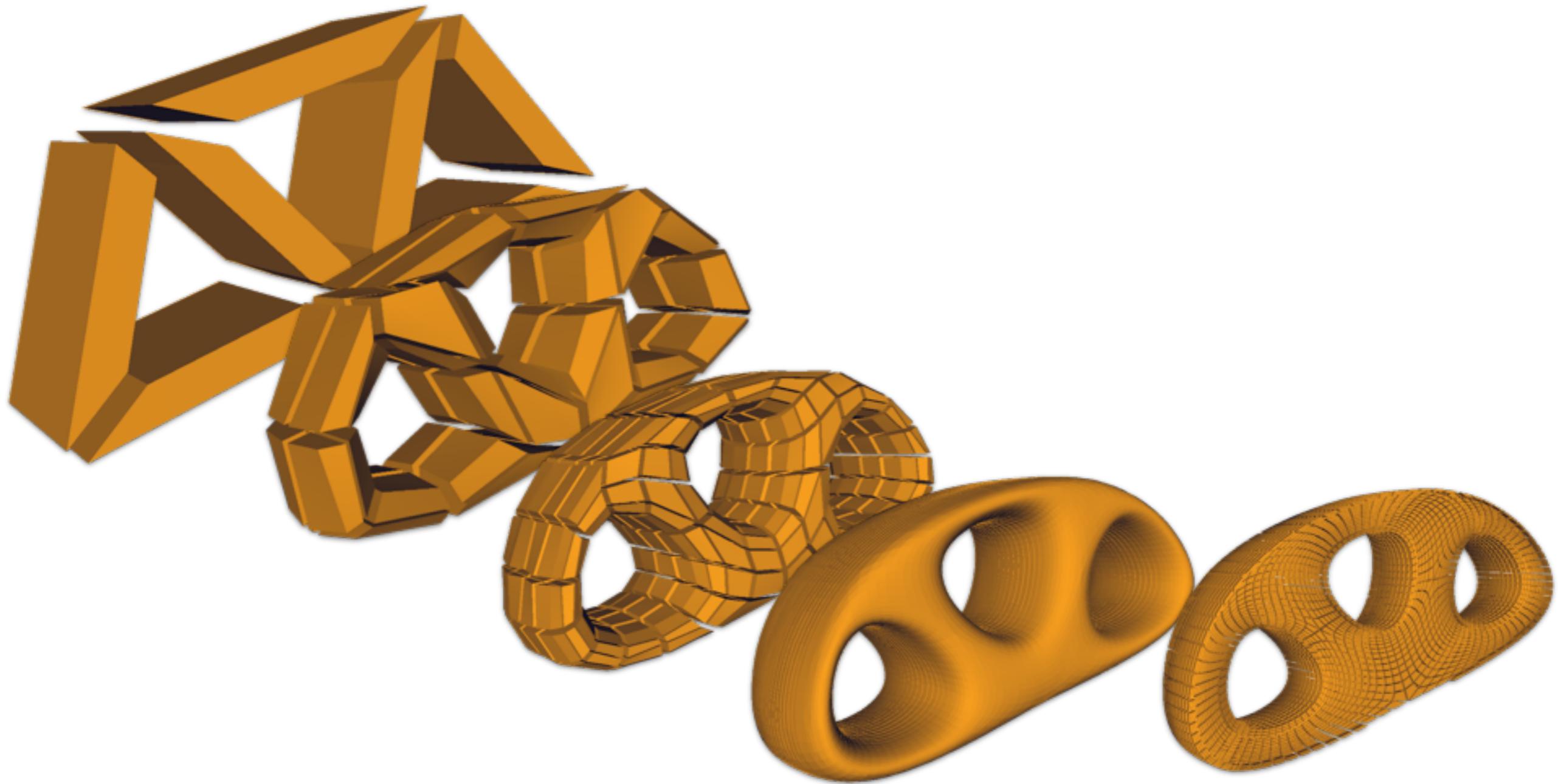
avec $B^0 \subset B^1 \subset B^2 \subset \dots$

et pour tout $k \geq 0$

$$C^k = (B^k, \alpha_0^k, \alpha_1^k, \dots, \alpha_{n-1}^k)$$

est une n -carte combinatoire décrivant le niveau de résolution k

Volumes de subdivision multirésolutions



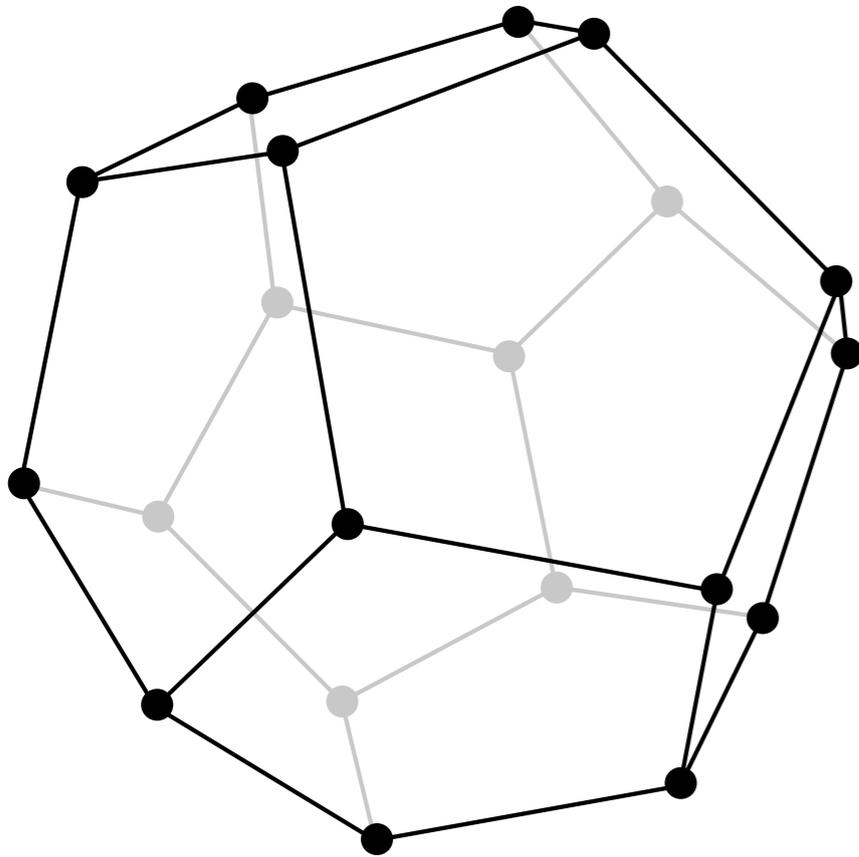
[UCB13] L. Untereiner, D. Cazier et D. Bechmann, *n-Dimensional multiresolution representation of subdivision meshes with arbitrary topology*, Graphical Models, 75(5):231-246, 2013

Raffinement de volumes

- objectifs :
 - opérations de raffinement de volumes
 - raffinement régulier et adaptatif

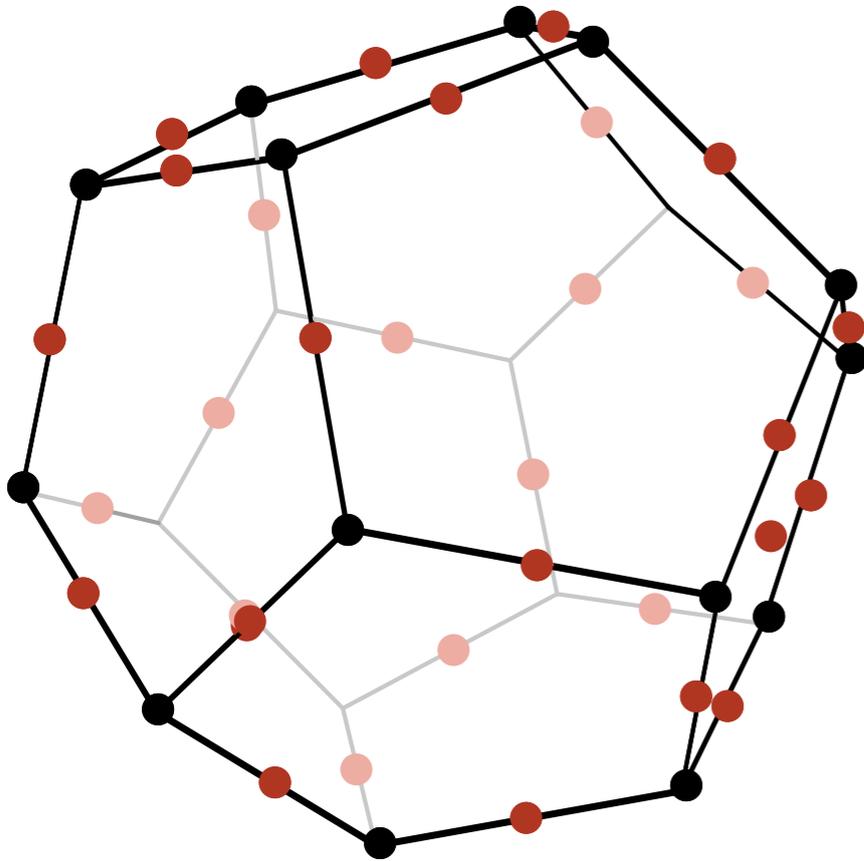
Raffinement de volumes

- objectifs :
 - opérations de raffinement de volumes
 - raffinement régulier et adaptatif



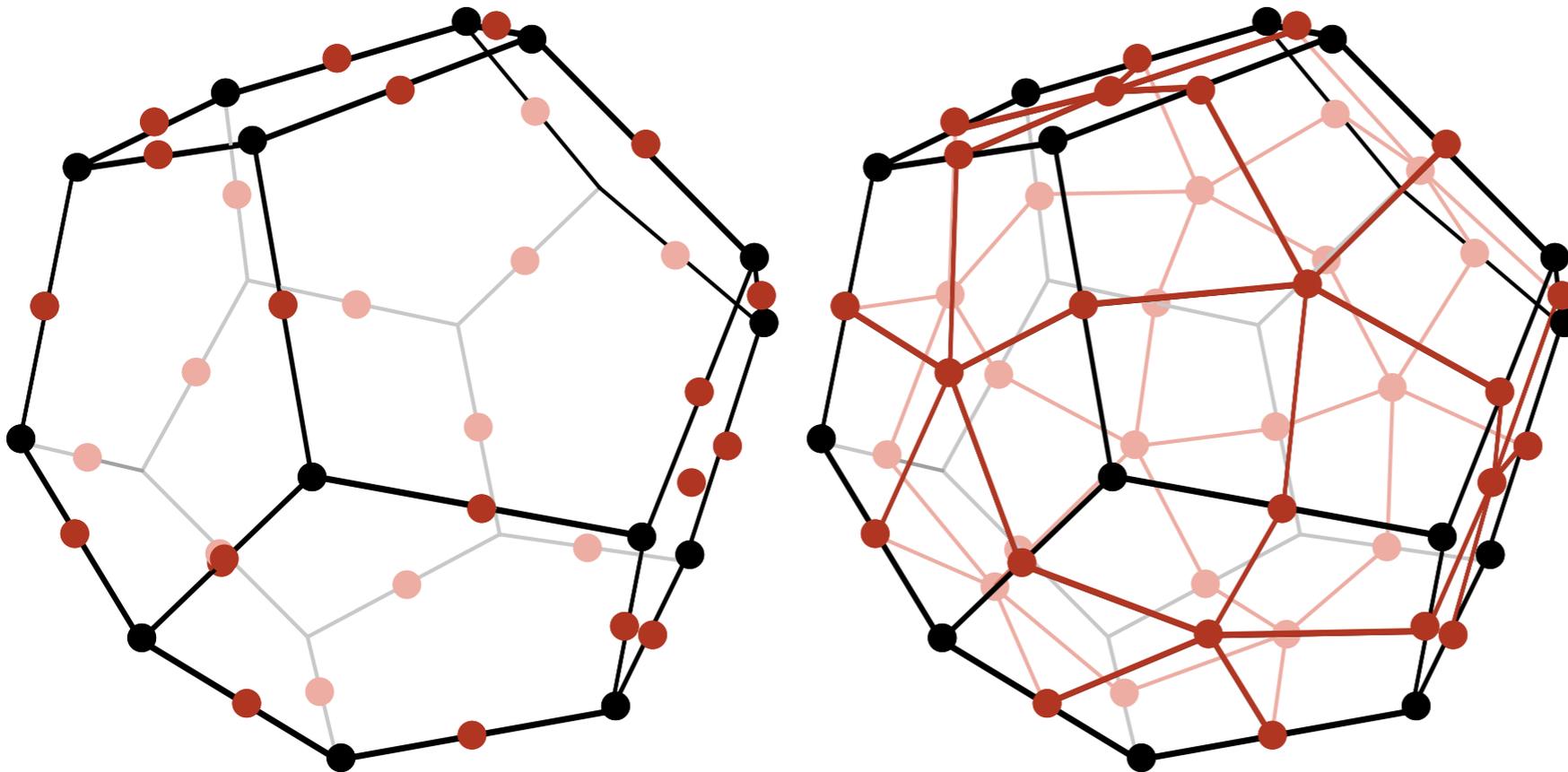
Raffinement de volumes

- objectifs :
 - opérations de raffinement de volumes
 - raffinement régulier et adaptatif



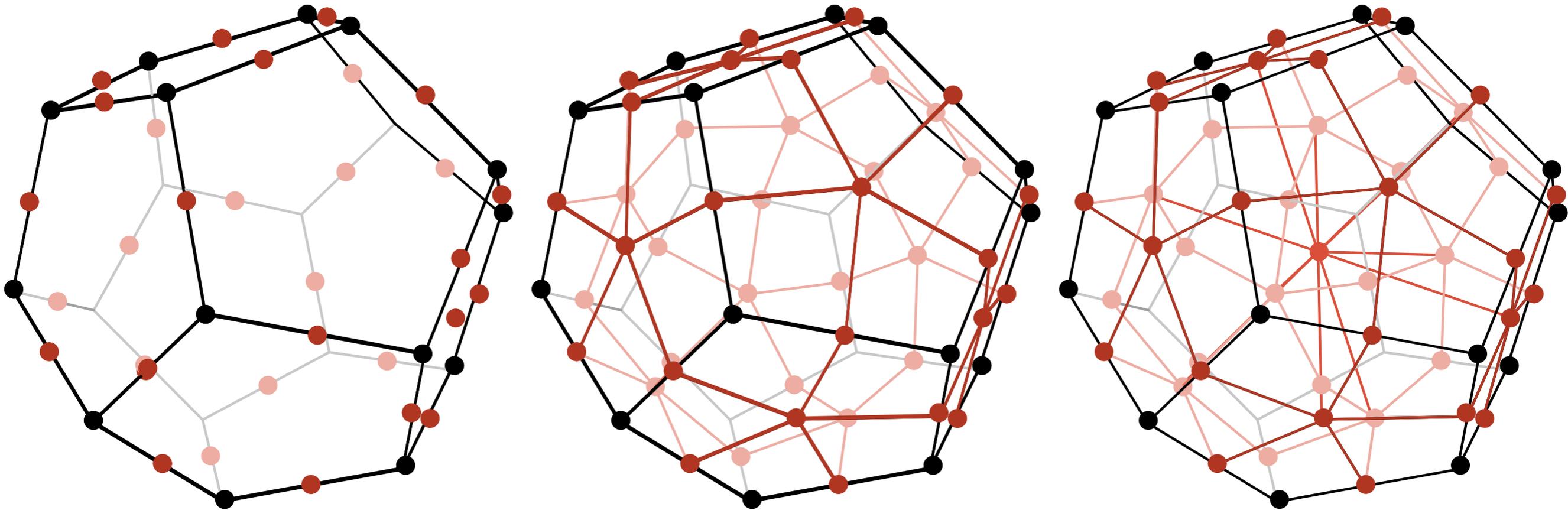
Raffinement de volumes

- objectifs :
 - opérations de raffinement de volumes
 - raffinement régulier et adaptatif



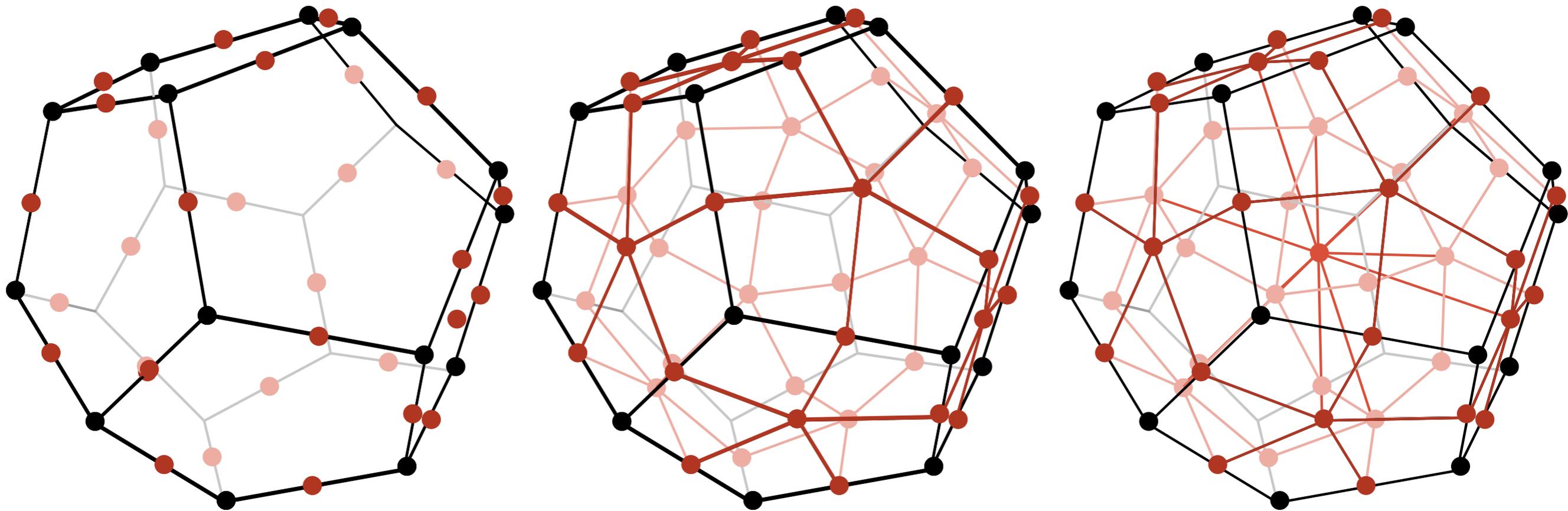
Raffinement de volumes

- objectifs :
 - opérations de raffinement de volumes
 - raffinement régulier et adaptatif



Raffinement de volumes

- objectifs :
 - opérations de raffinement de volumes
 - raffinement régulier et adaptatif



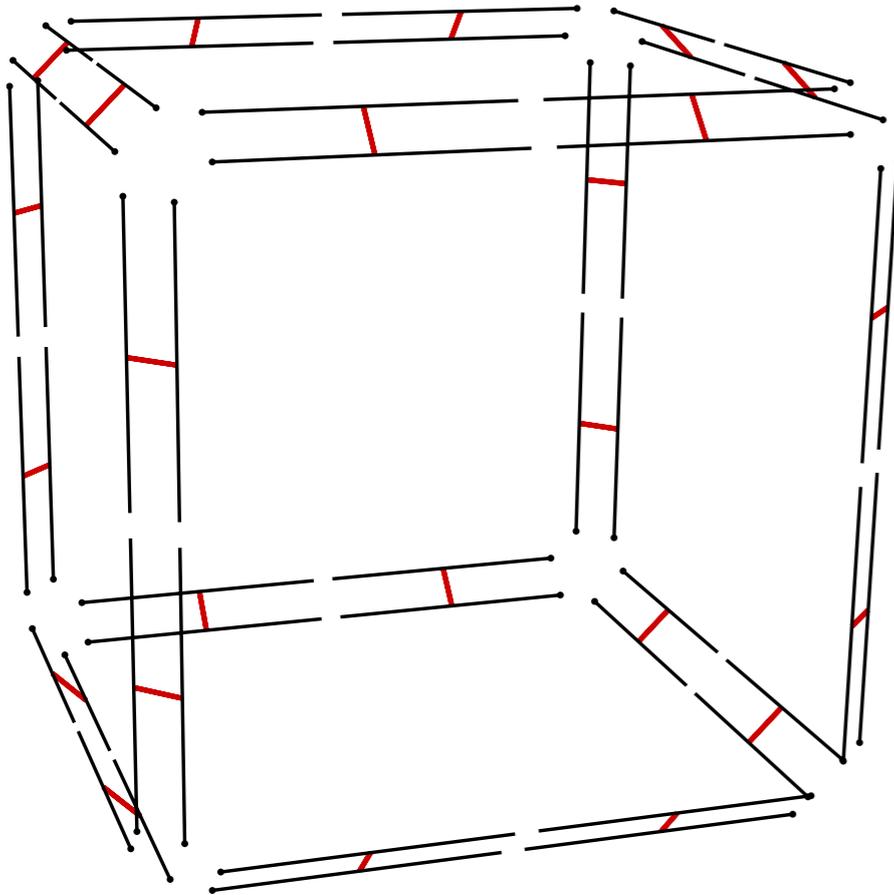
- opérations de raffinement :
 - raffinement polyédrique
 - deux raffinements spécifiques : tétraédrique/octaédrique et mixte
 - un raffinement $\sqrt{3}$ volumique

Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte



Raffinements primaux

polyédrique

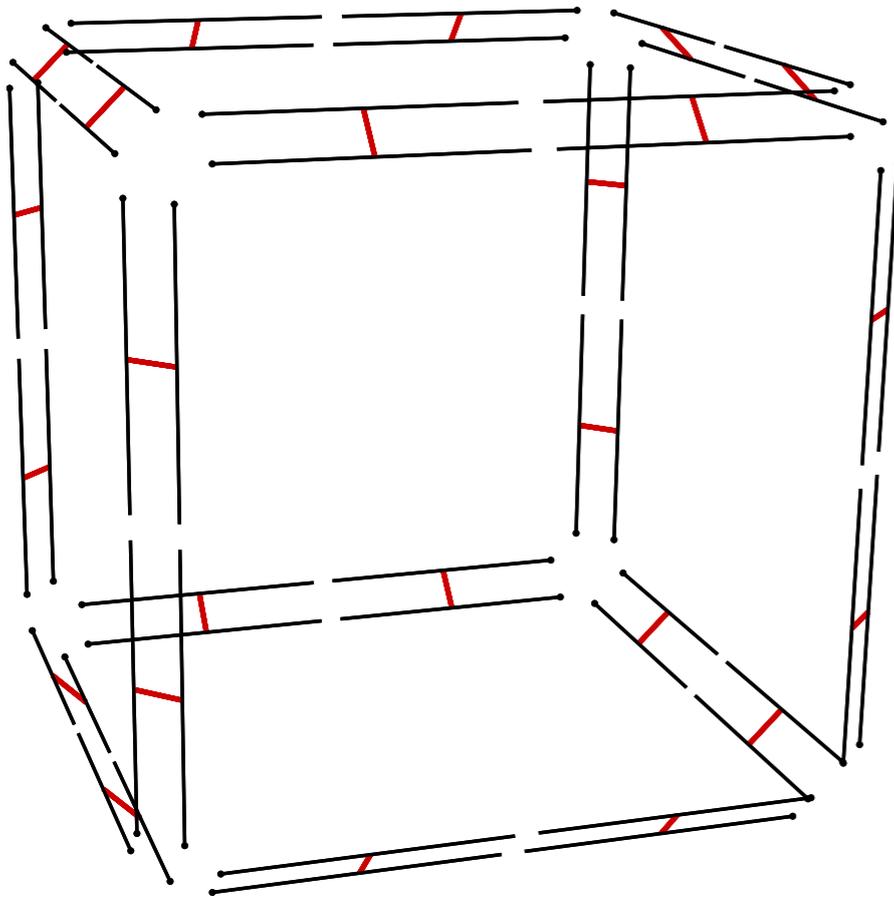
tétraédrique/octaédrique

mixte

arête

face

volume



Raffinements primaux

polyédrique

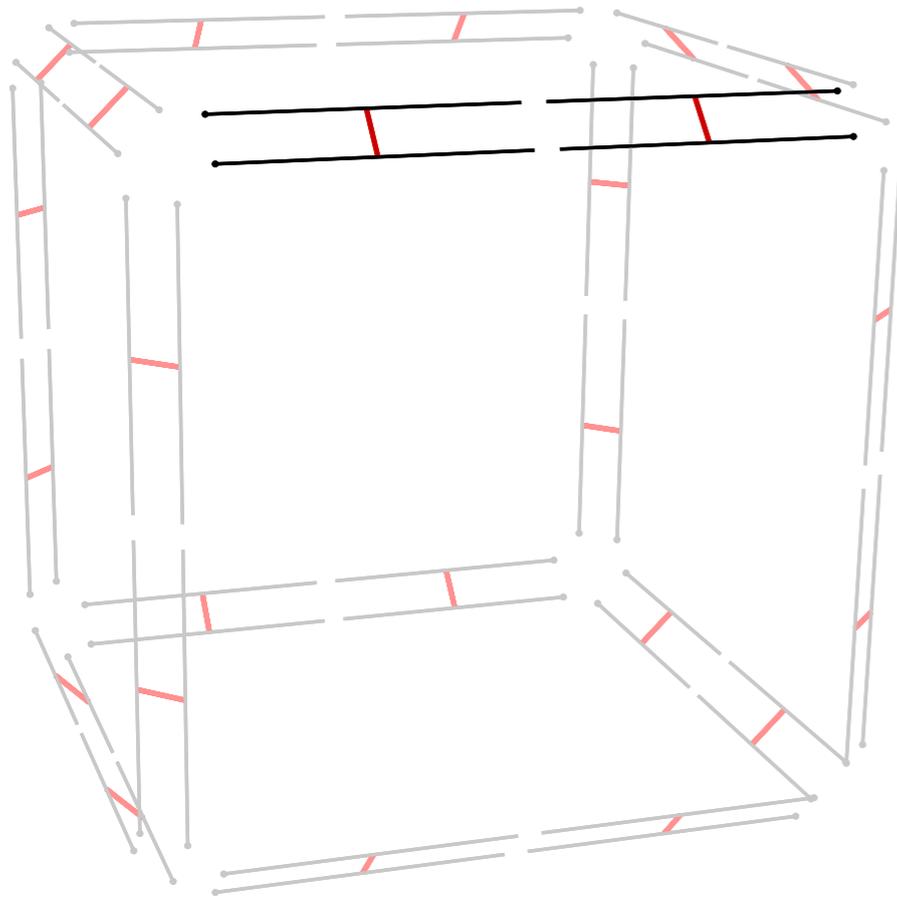
tétraédrique/octaédrique

mixte

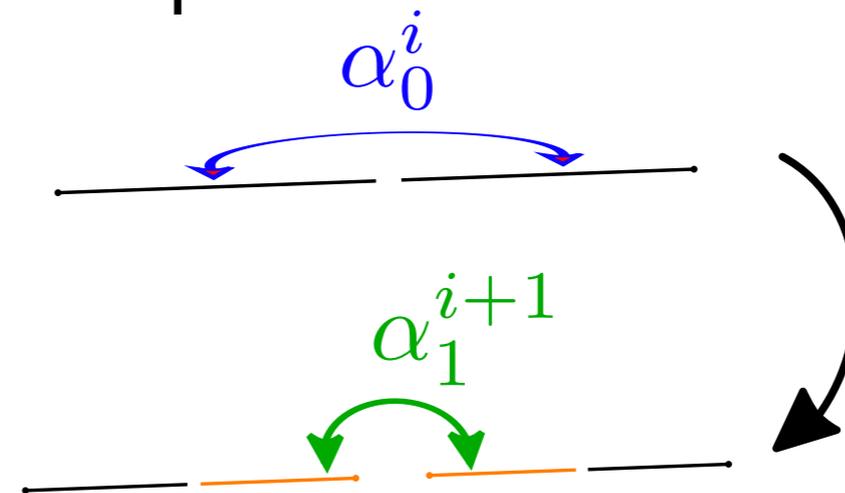
arête

face

volume



- arête simple :



Raffinements primaux

polyédrique

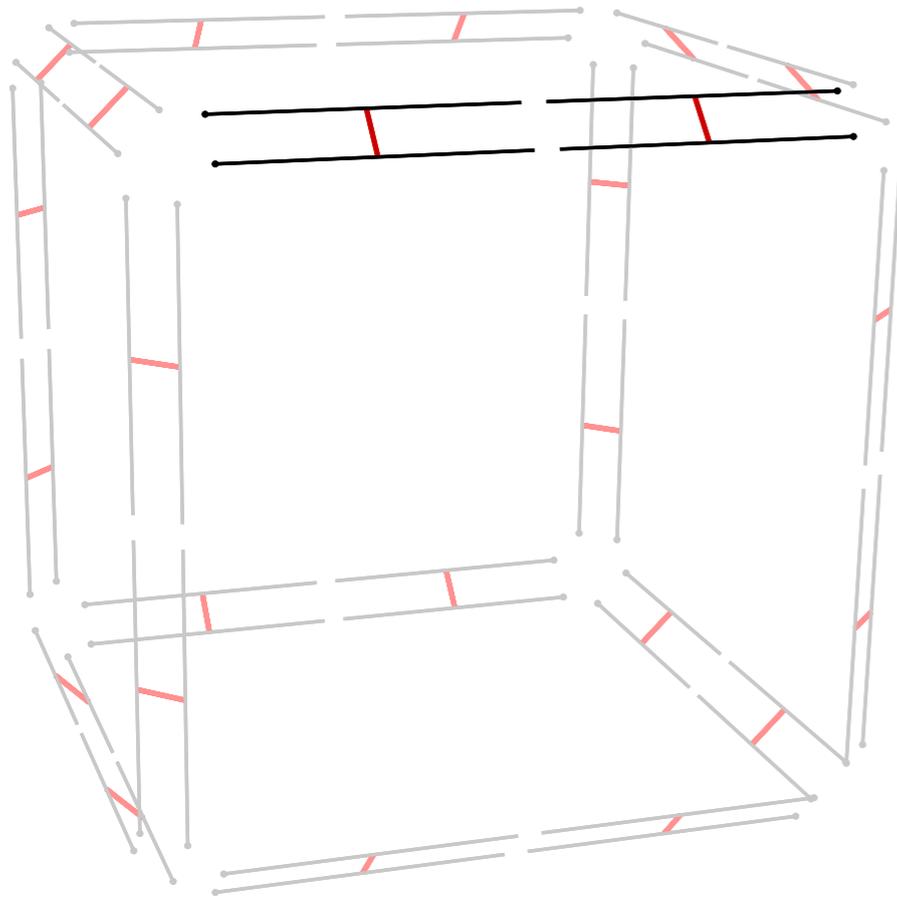
tétraédrique/octaédrique

mixte

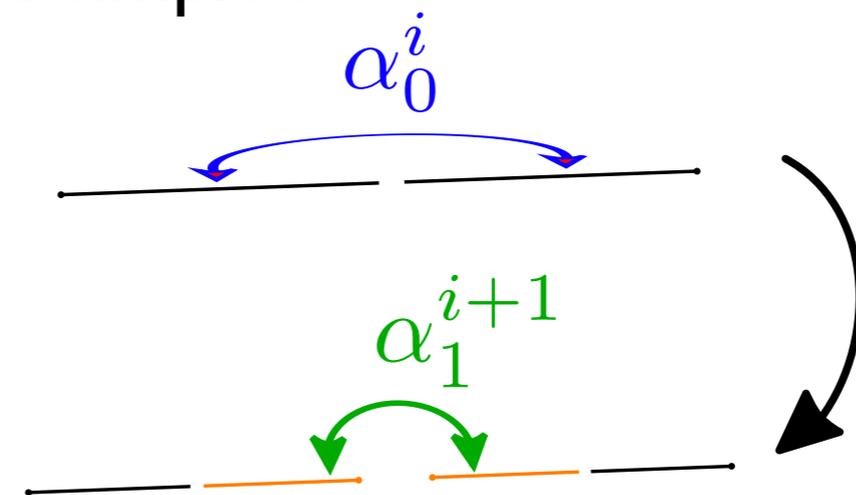
arête

face

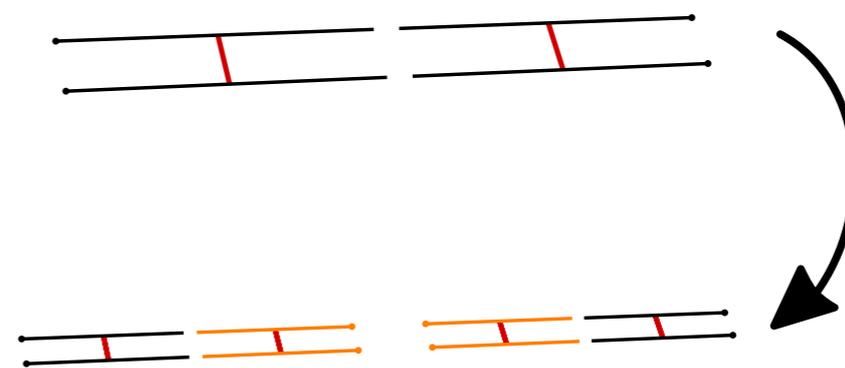
volume



- arête simple :



- arête :



Raffinements primaux

polyédrique

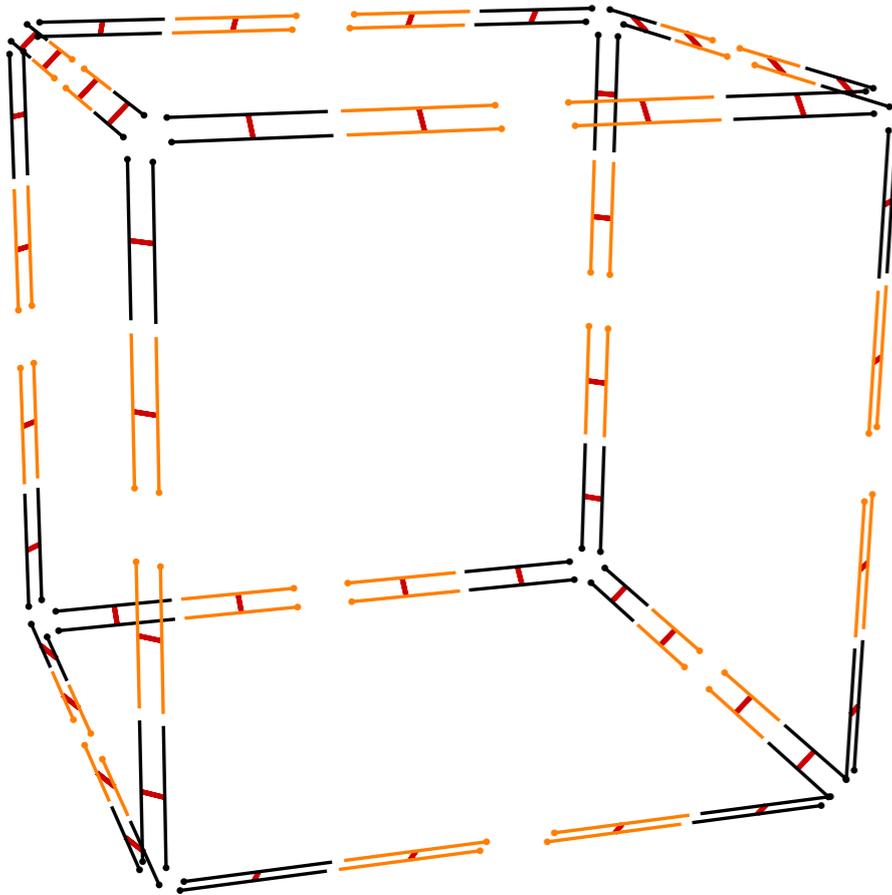
tétraédrique/octaédrique

mixte

arête

face

volume



Raffinements primaux

polyédrique

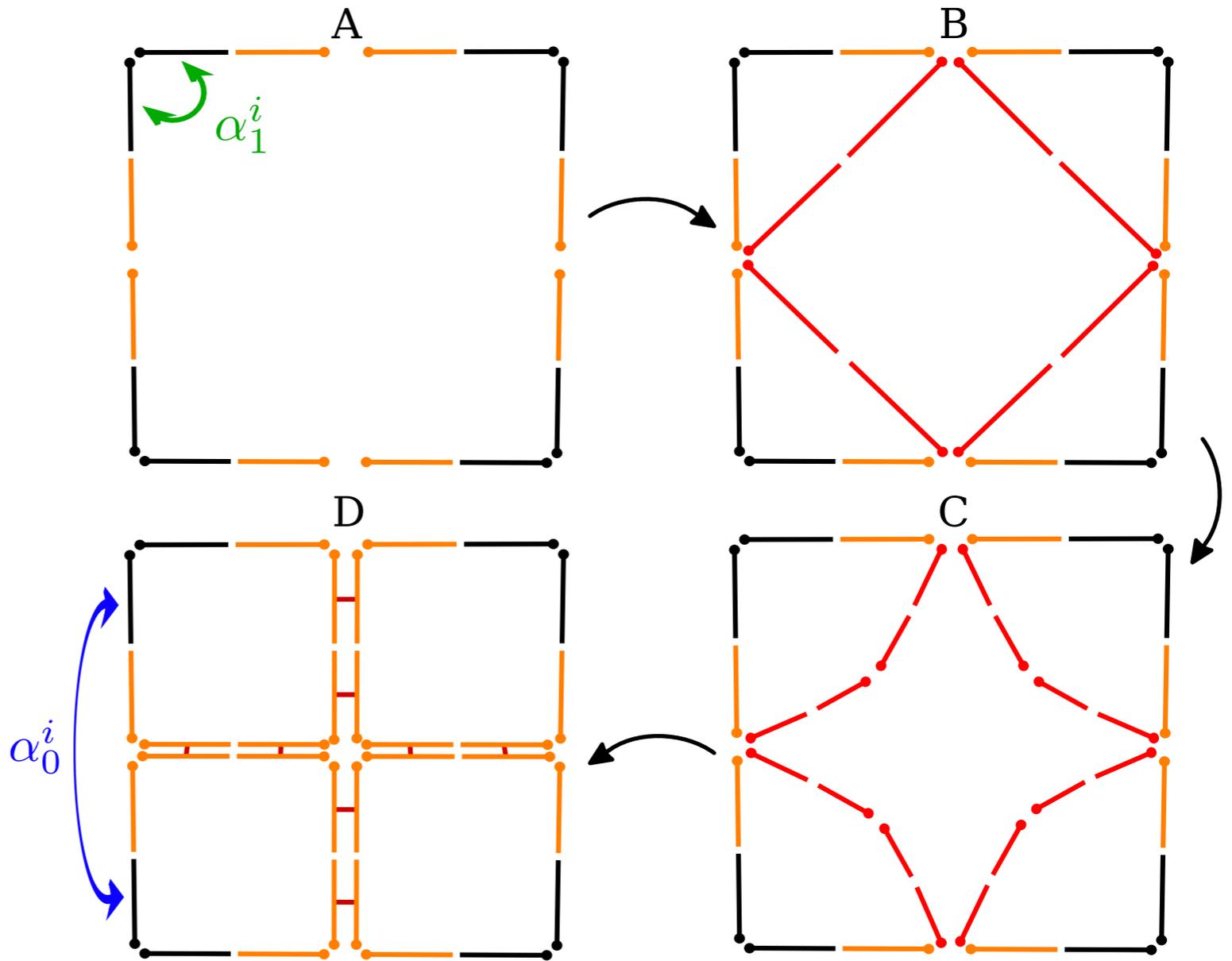
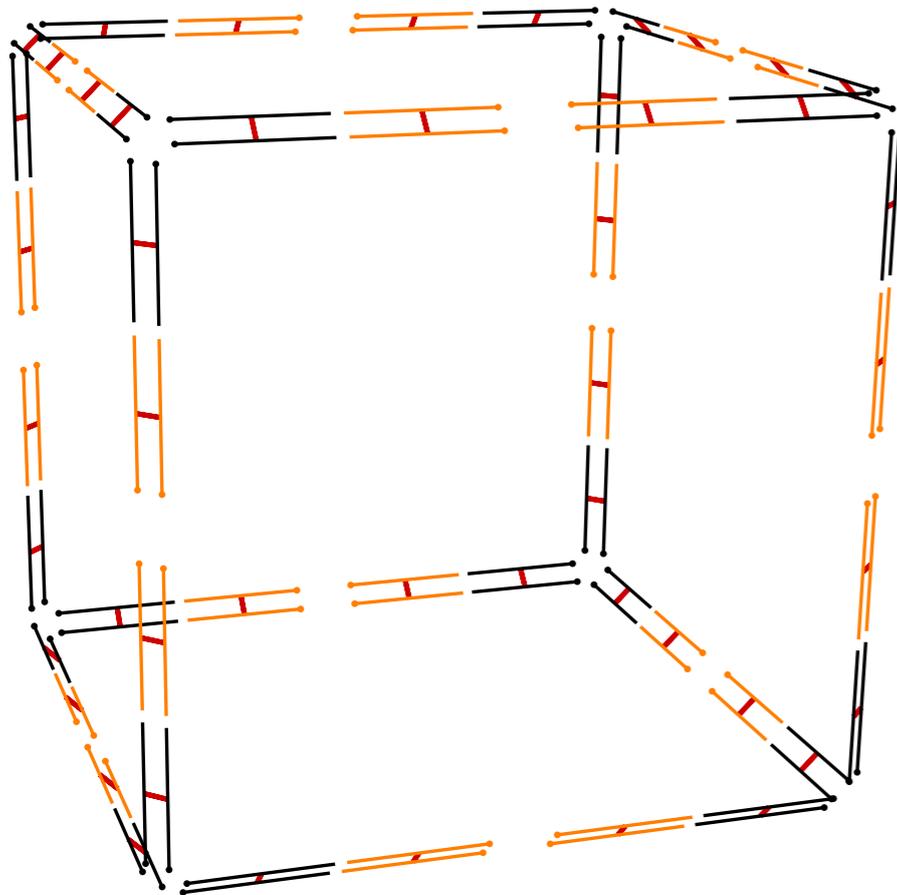
tétraédrique/octaédrique

mixte

arête

face

volume



Raffinements primaux

polyédrique

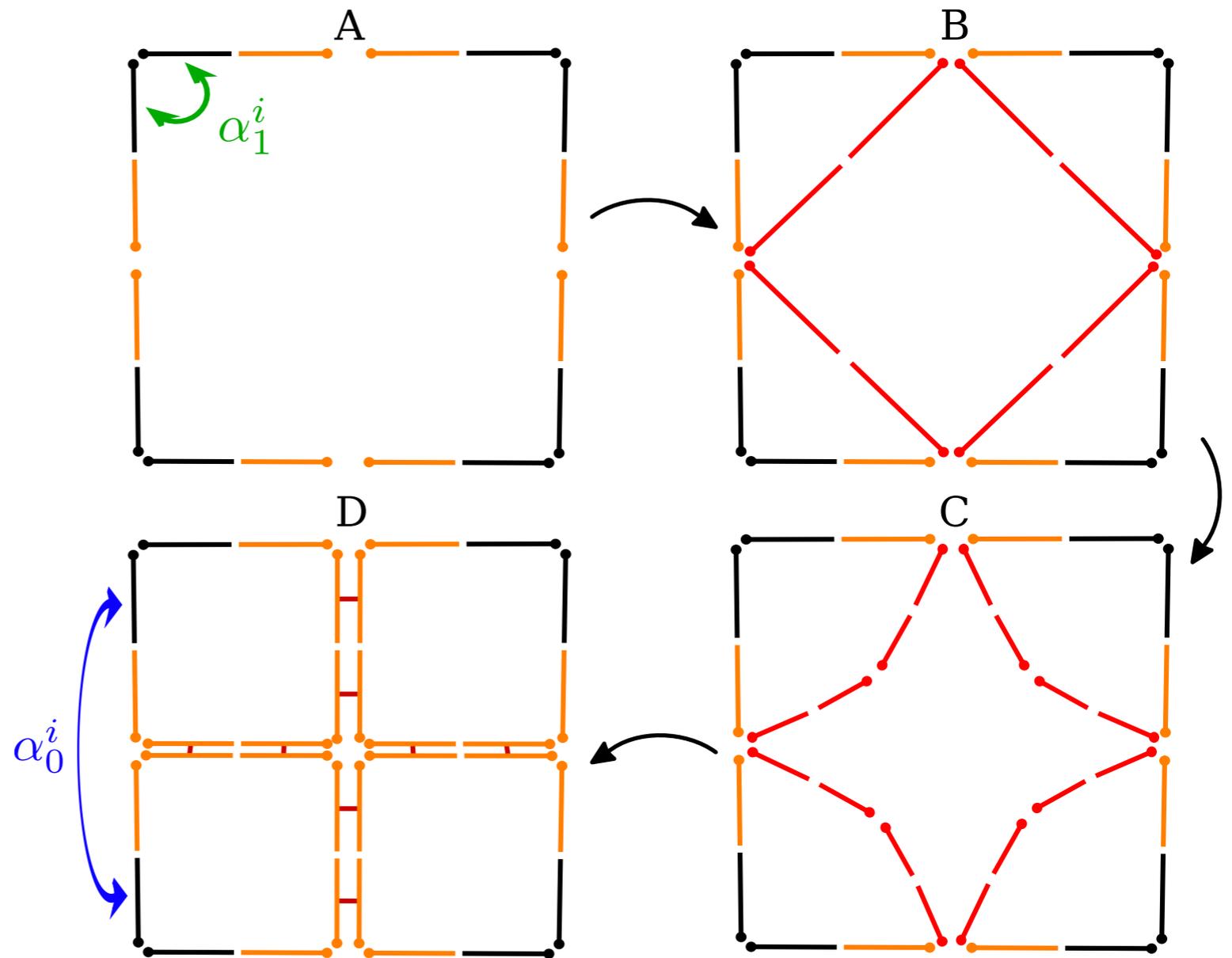
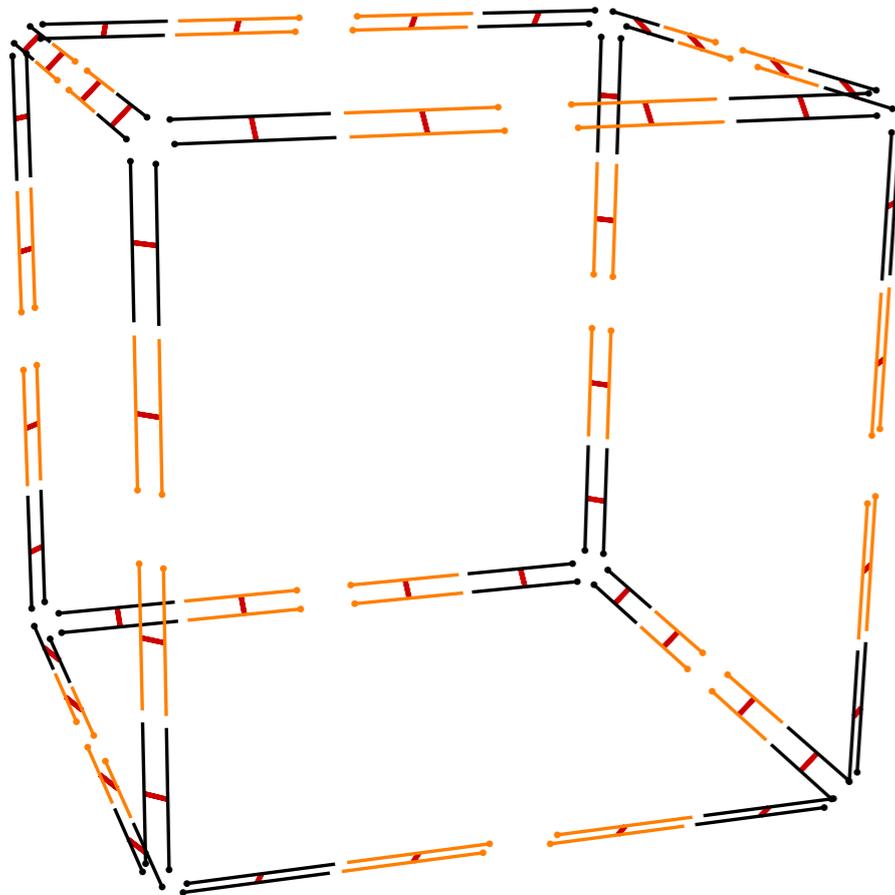
tétraédrique/octaédrique

mixte

arête

face

volume



➔ algorithme indépendant du degré de la face

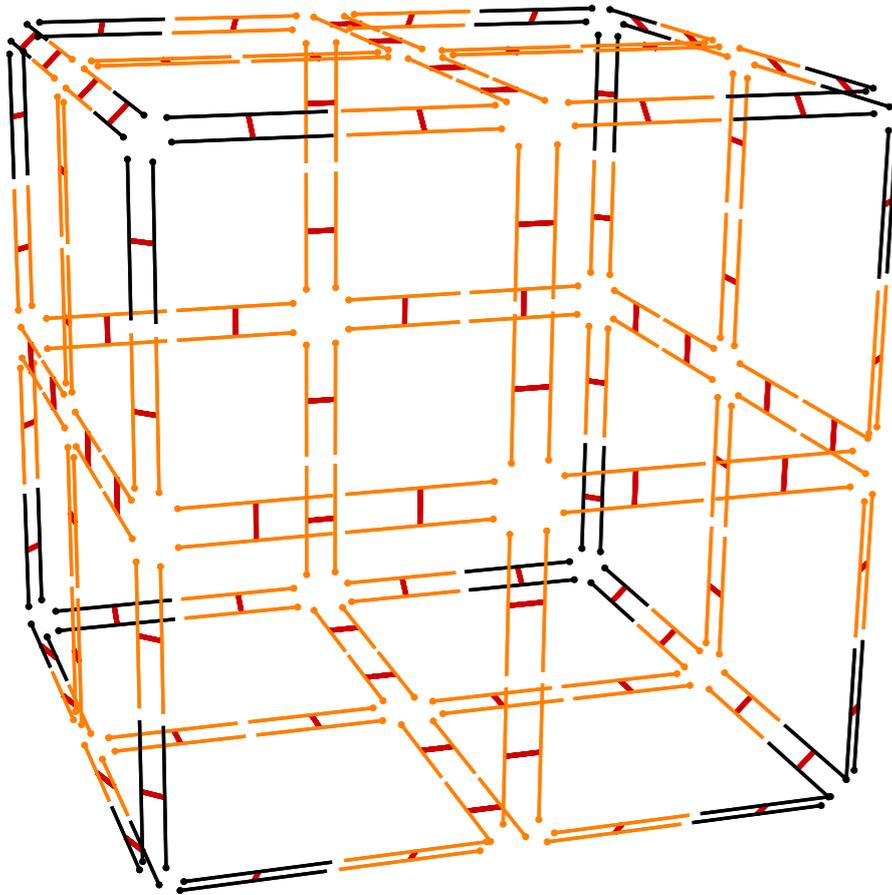
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



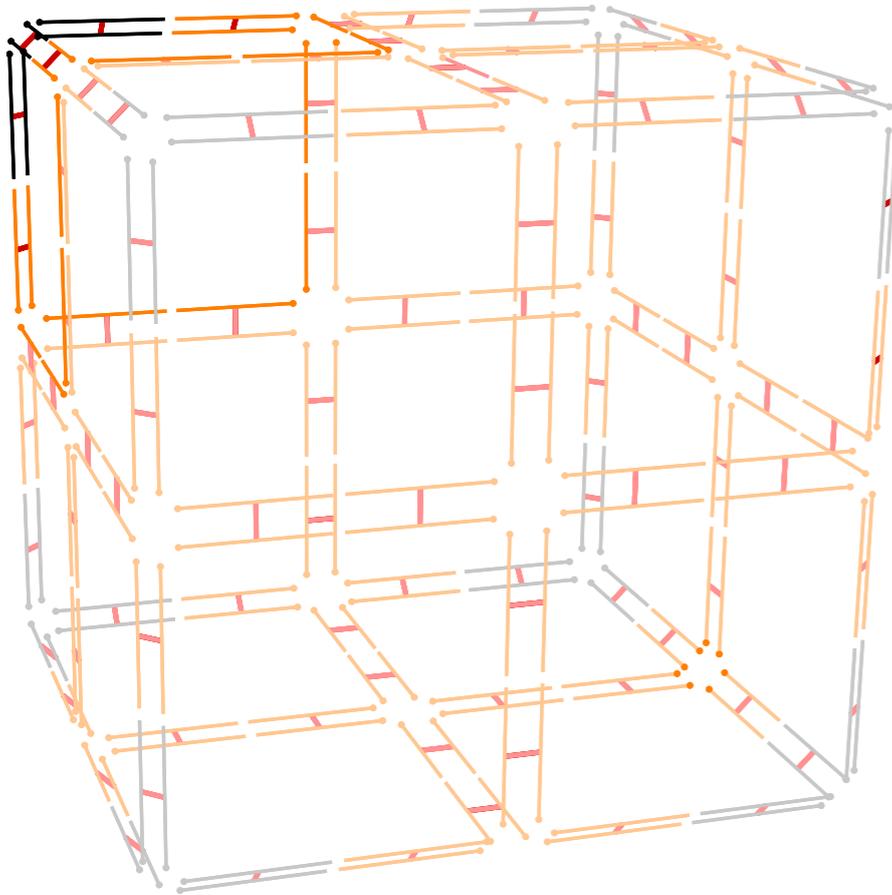
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



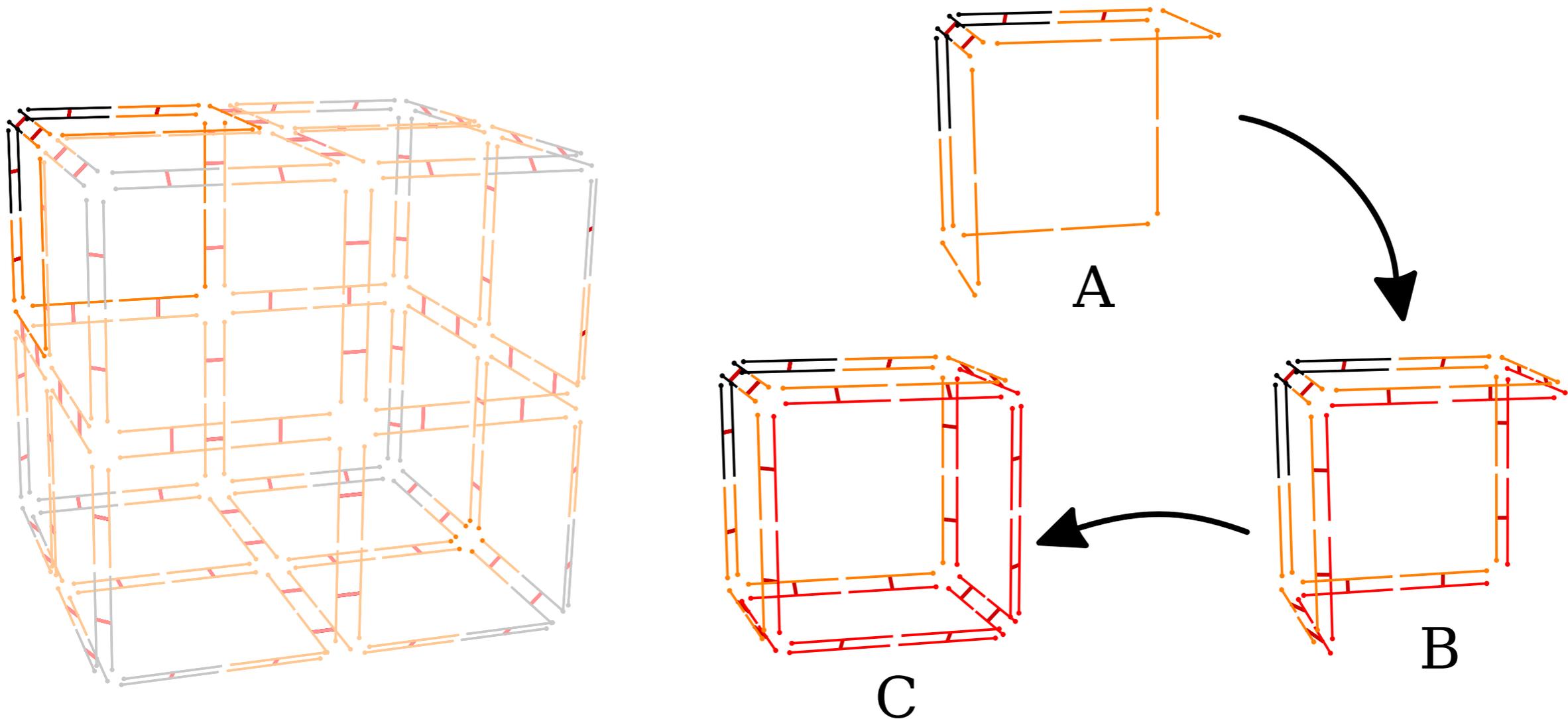
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



Raffinements primaux

polyédrique

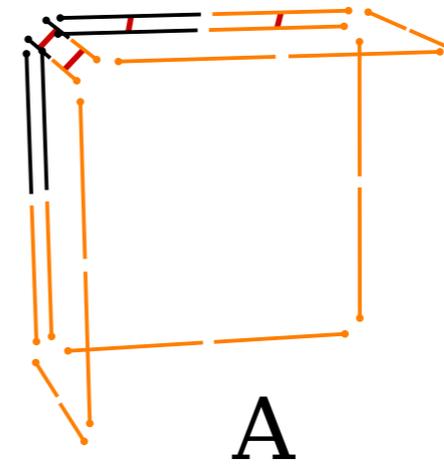
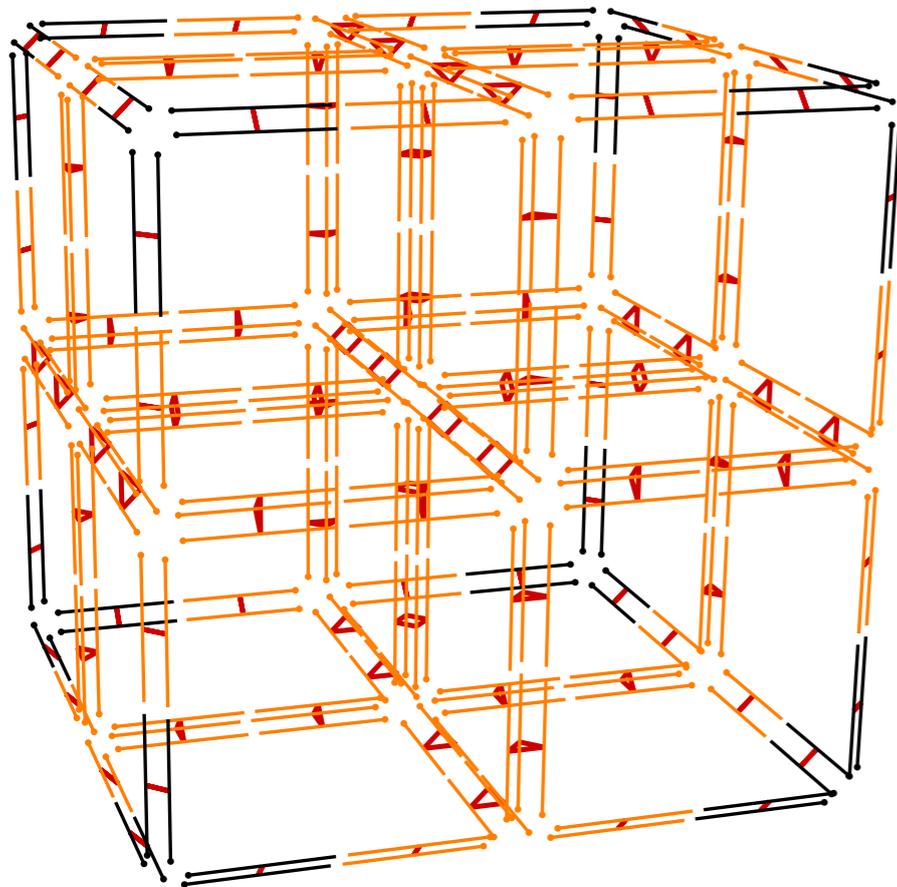
tétraédrique/octaédrique

mixte

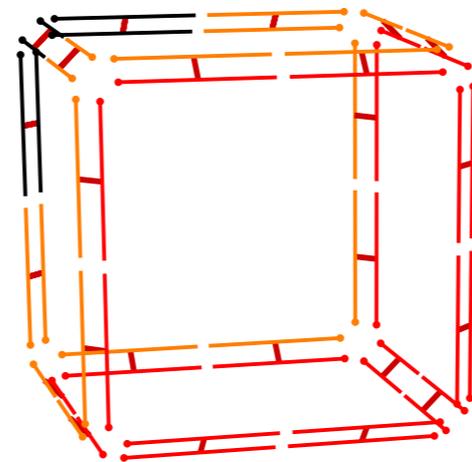
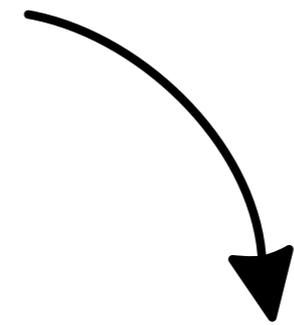
arête

face

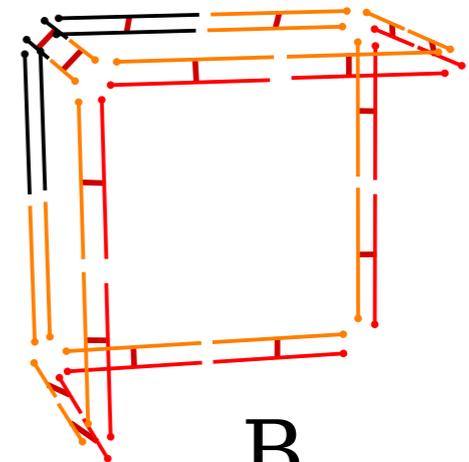
volume



A



C



B



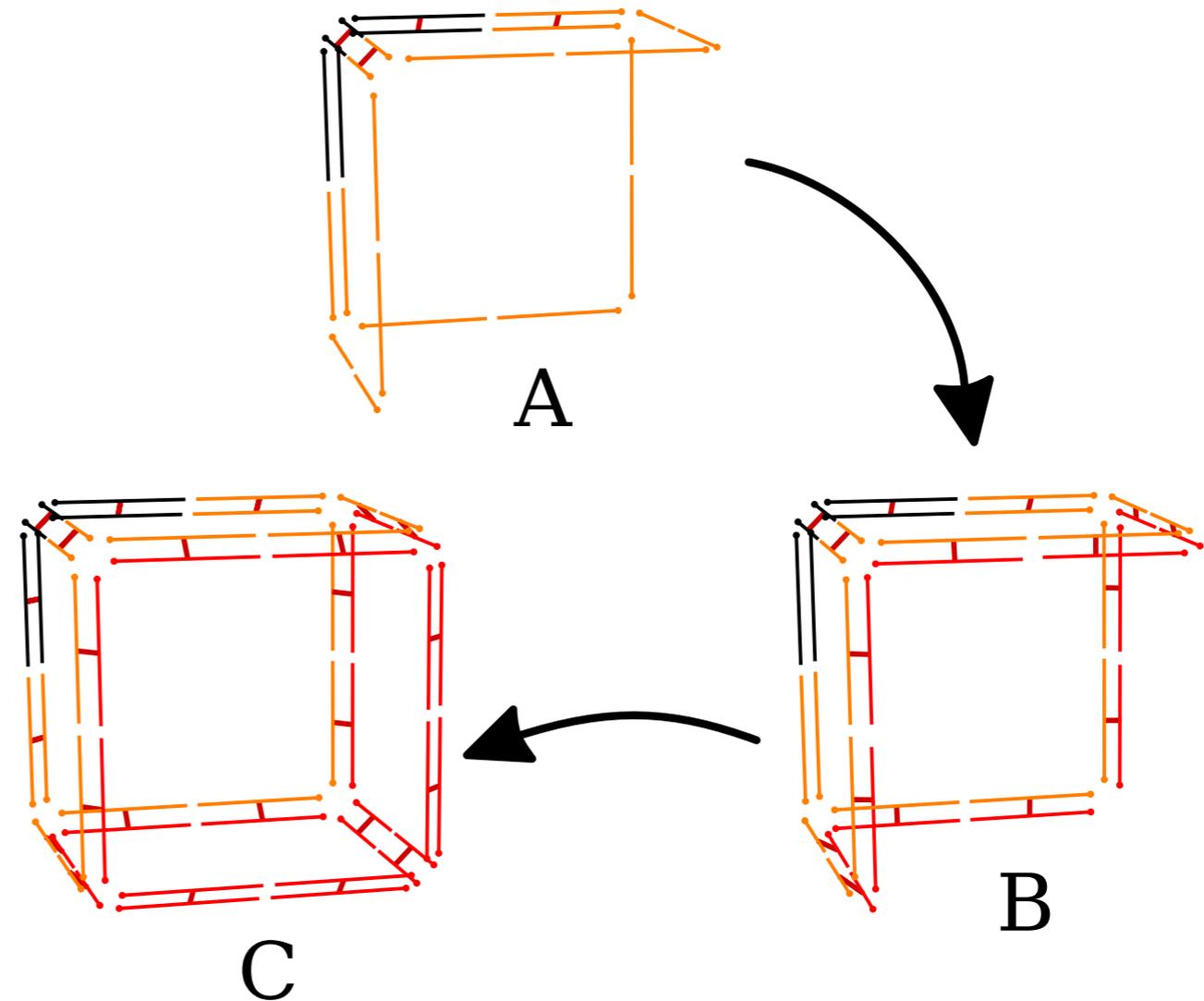
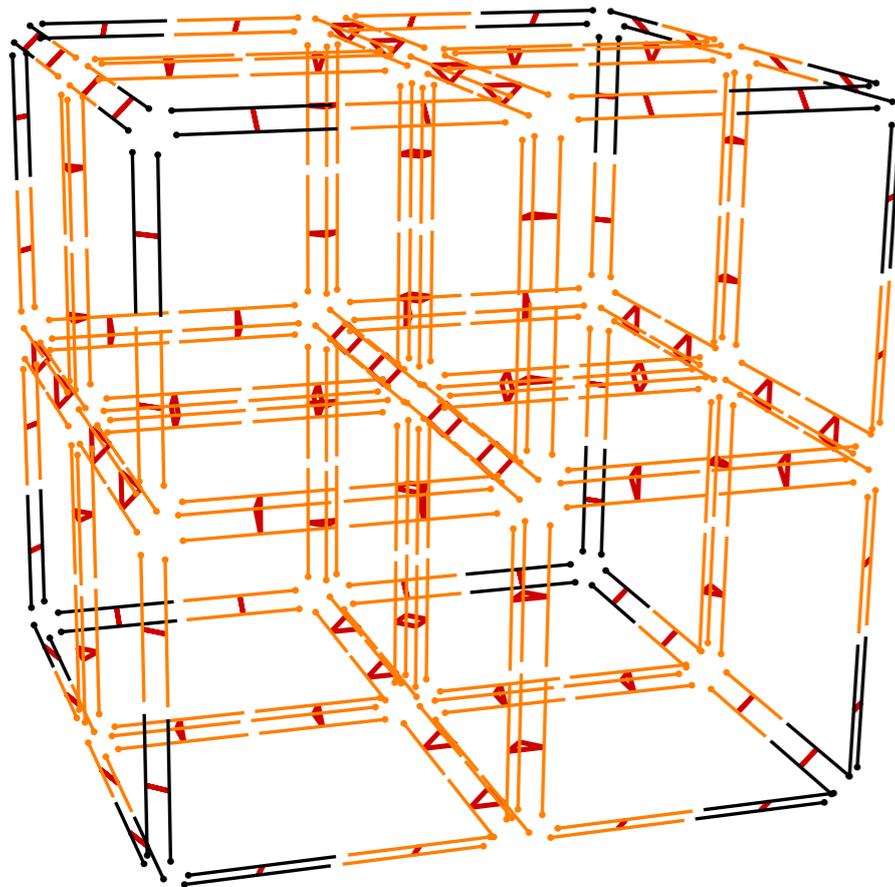
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



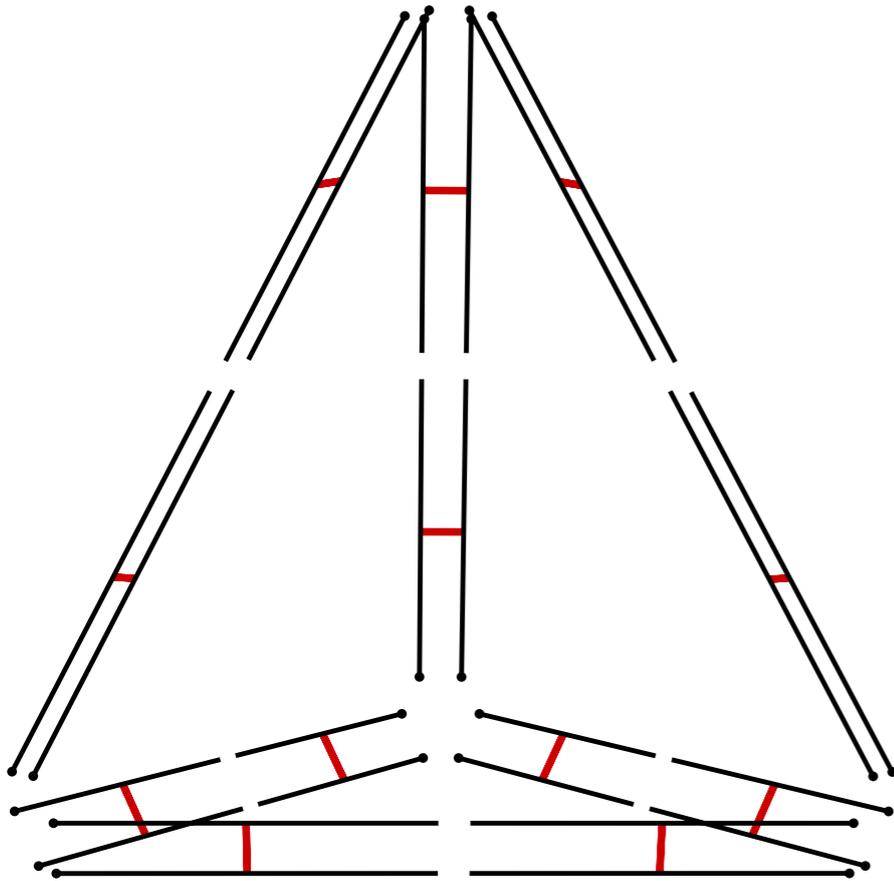
➔ algorithme indépendant du degré du volume

Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte



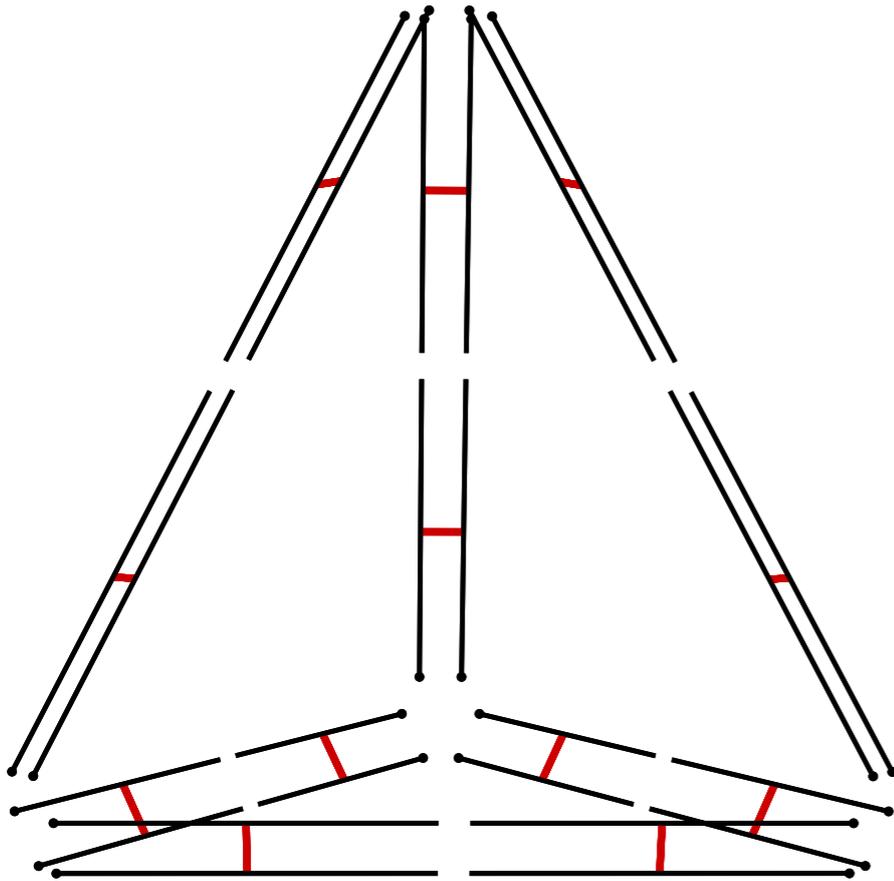
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



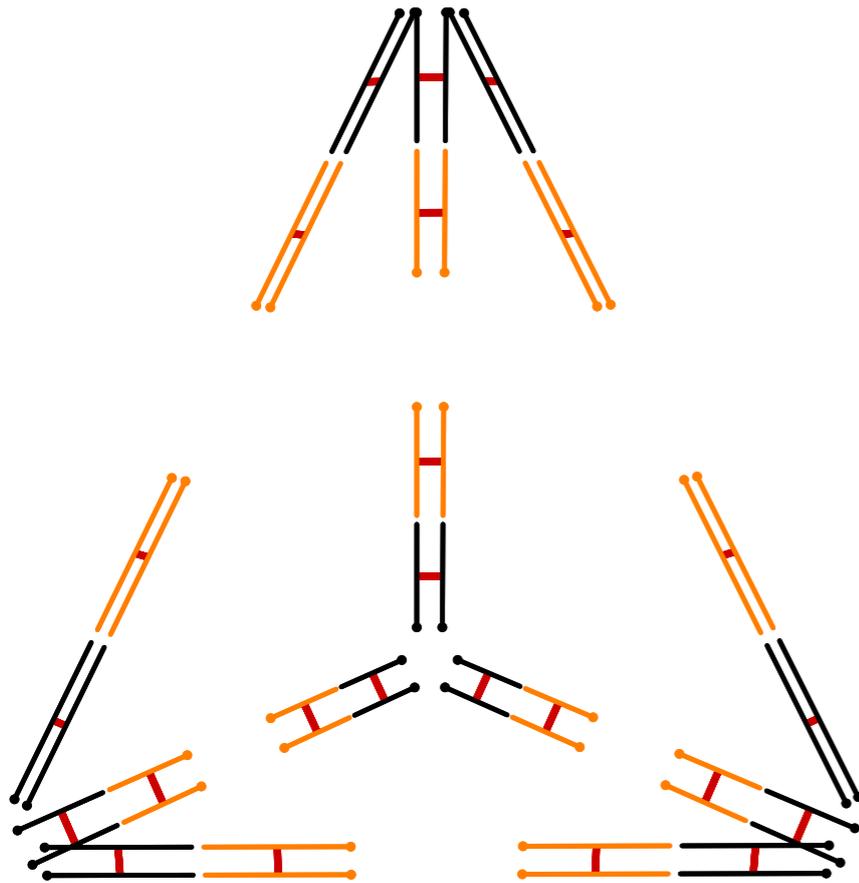
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



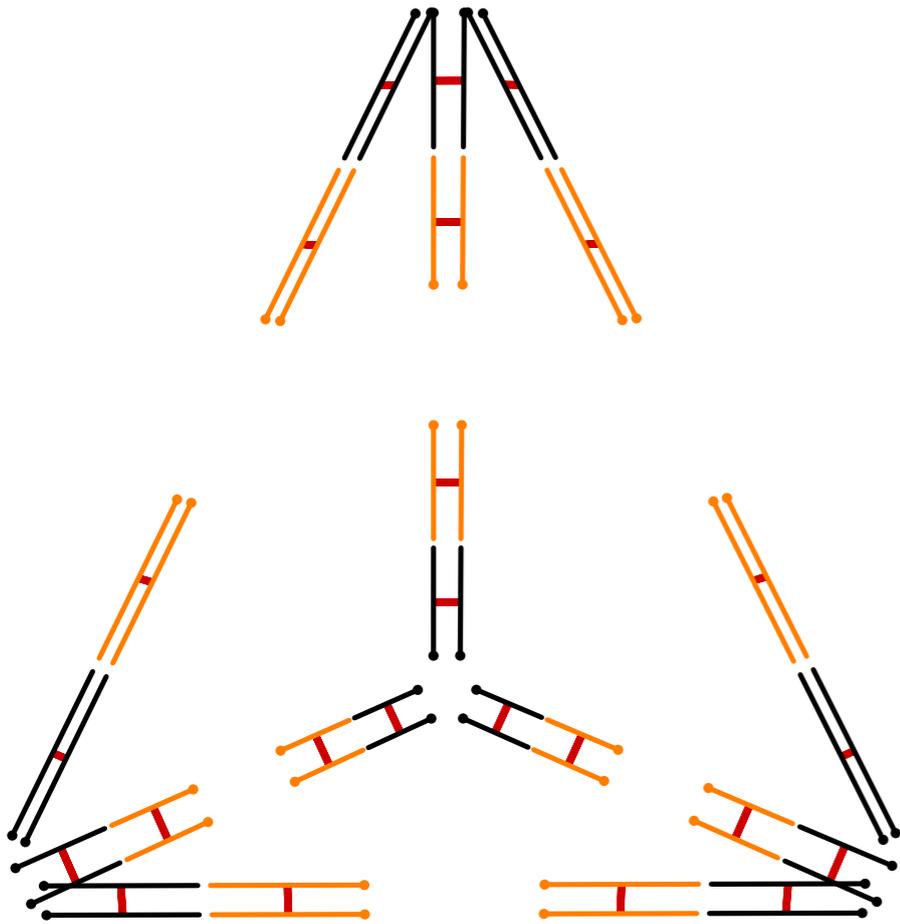
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



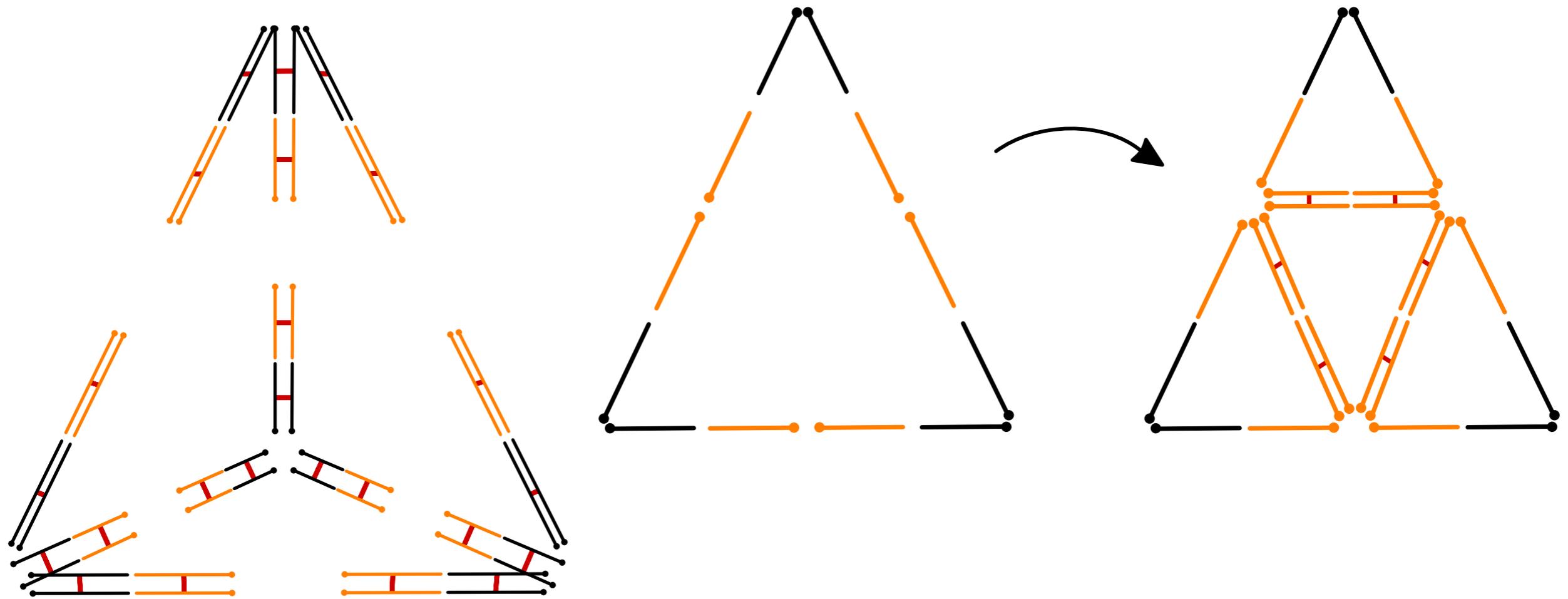
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



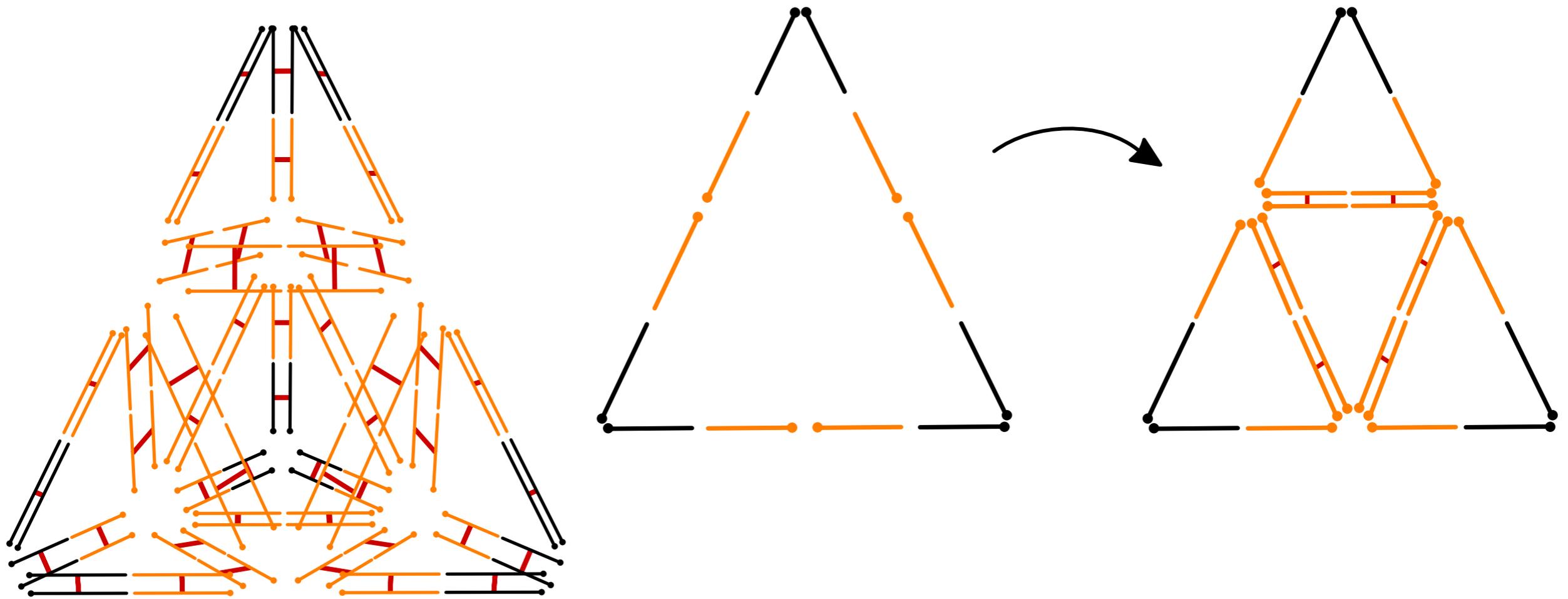
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



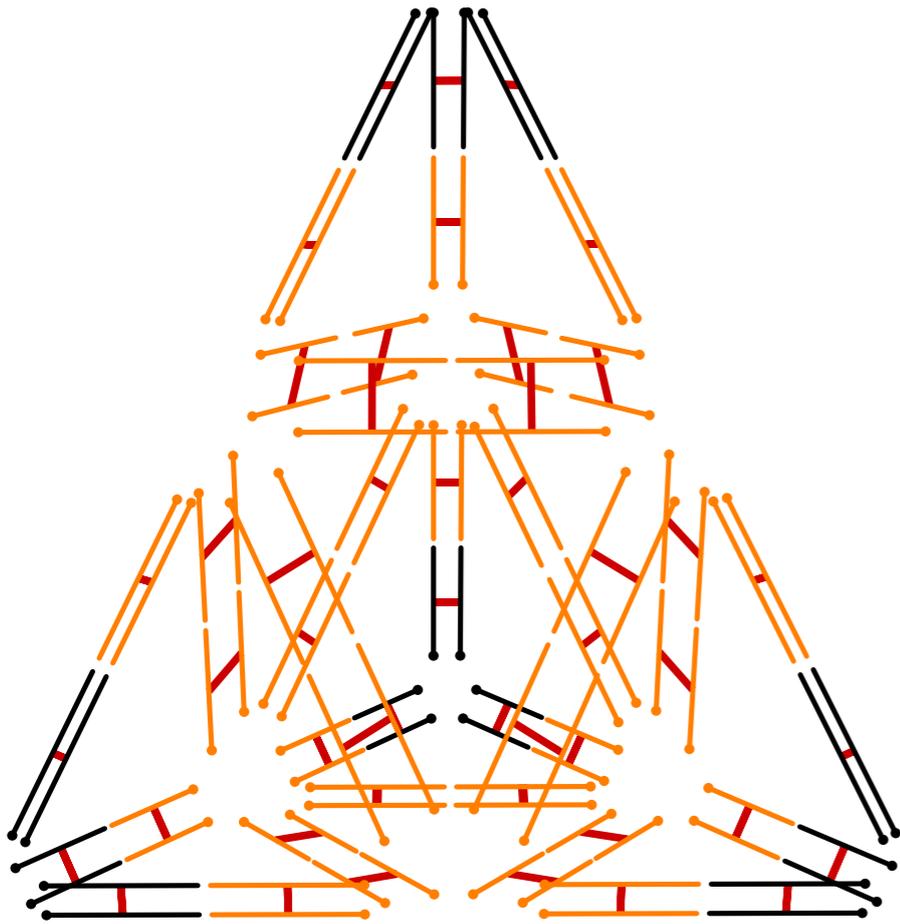
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



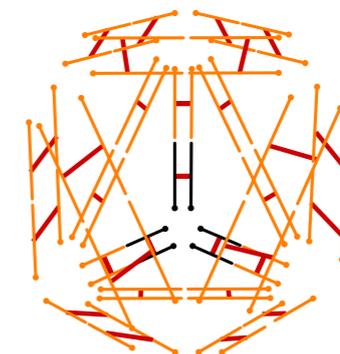
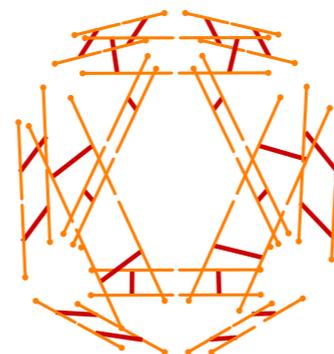
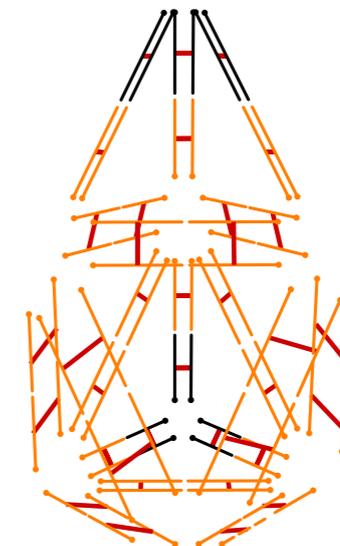
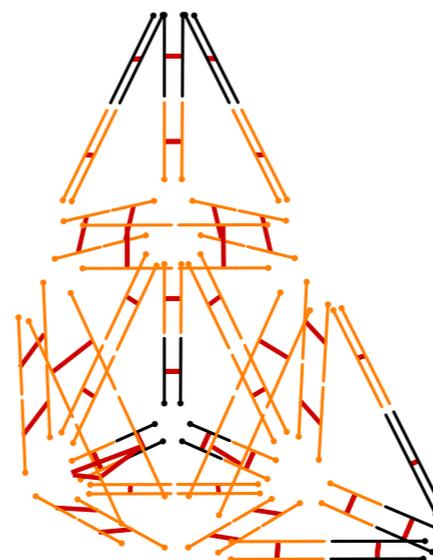
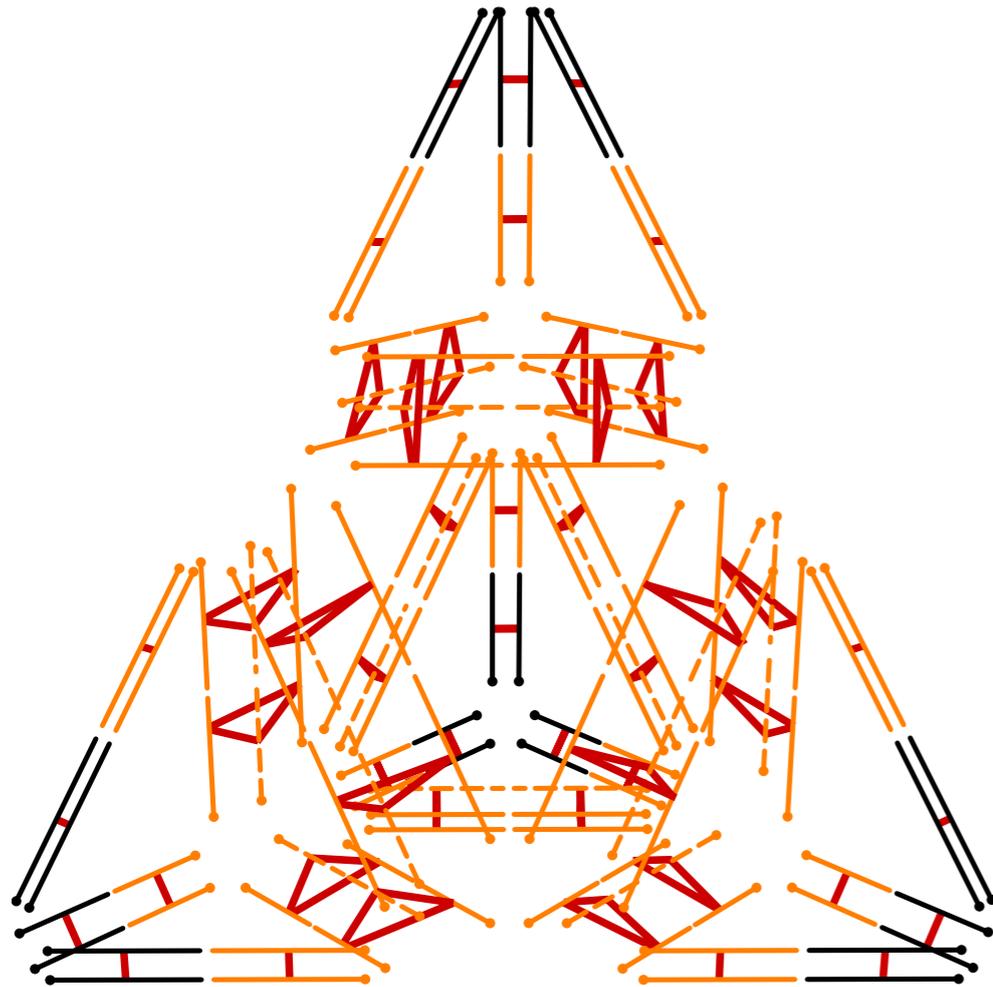
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



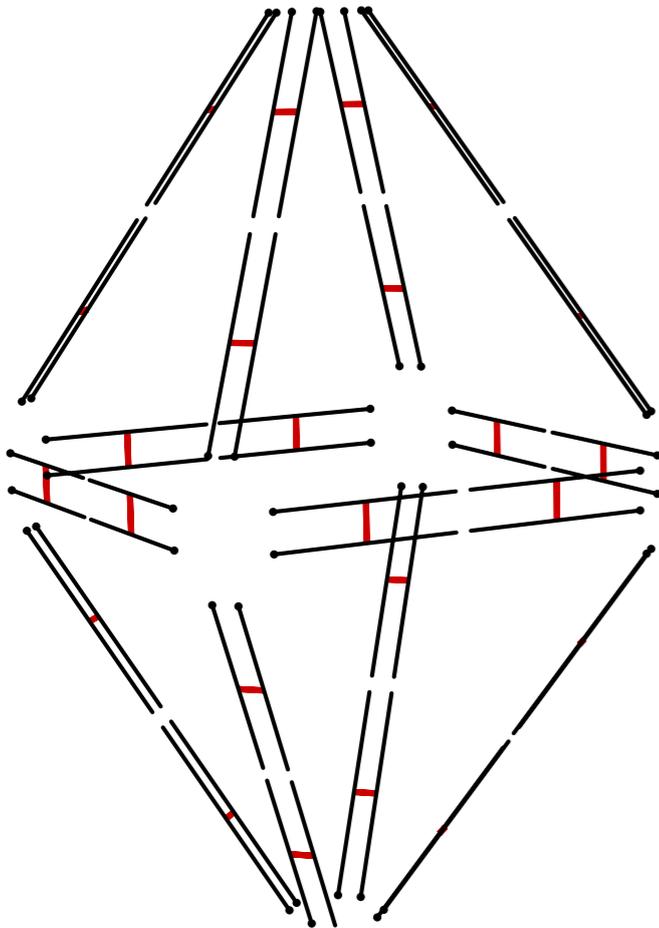
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



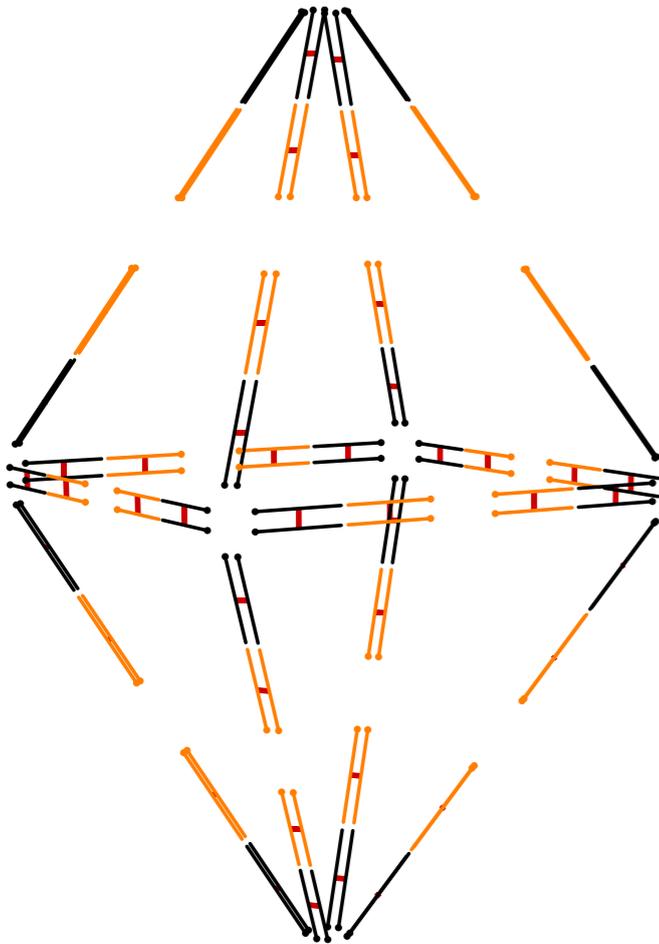
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



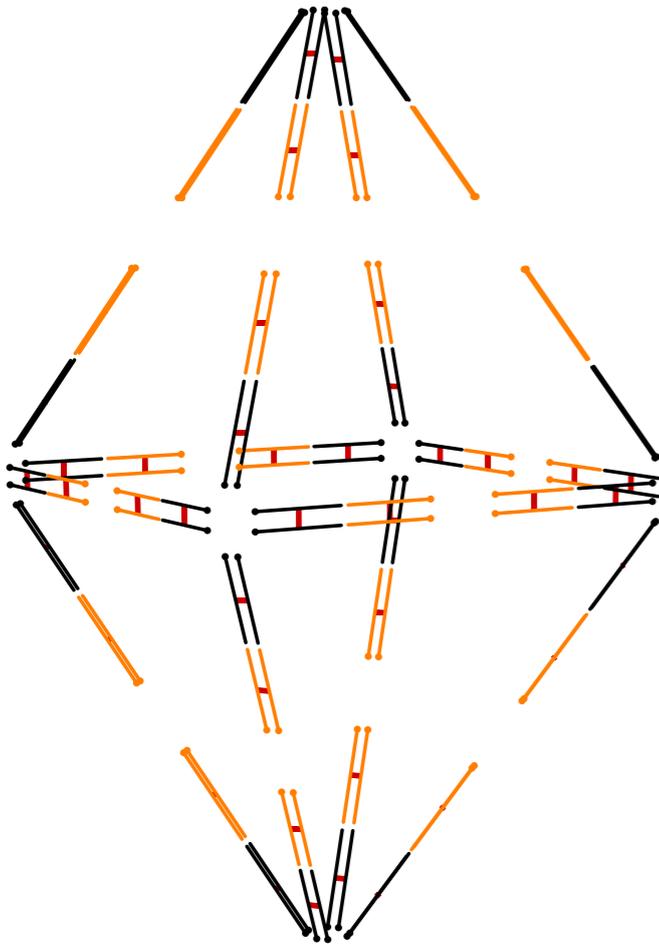
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



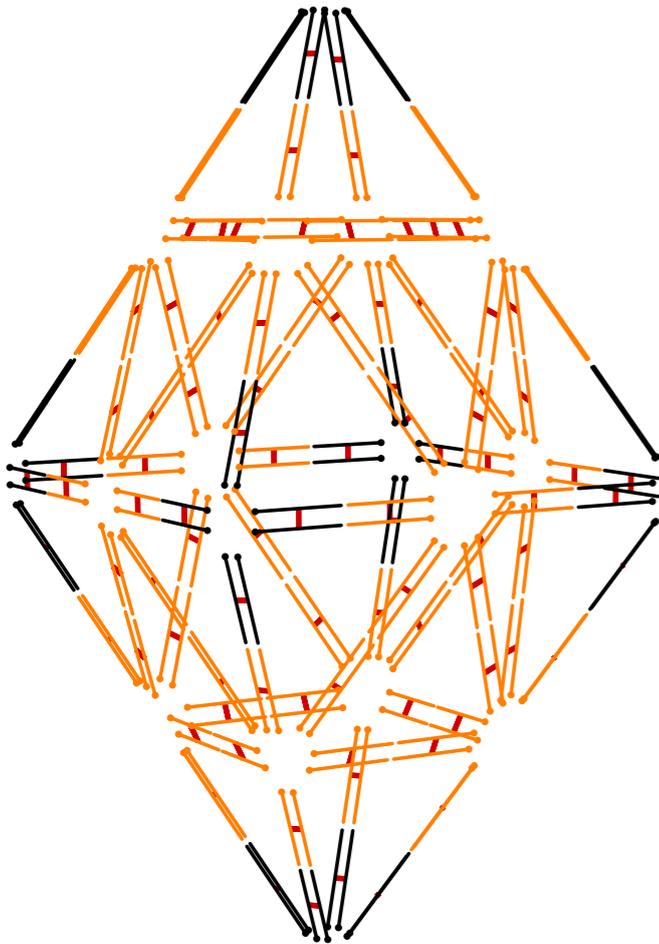
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



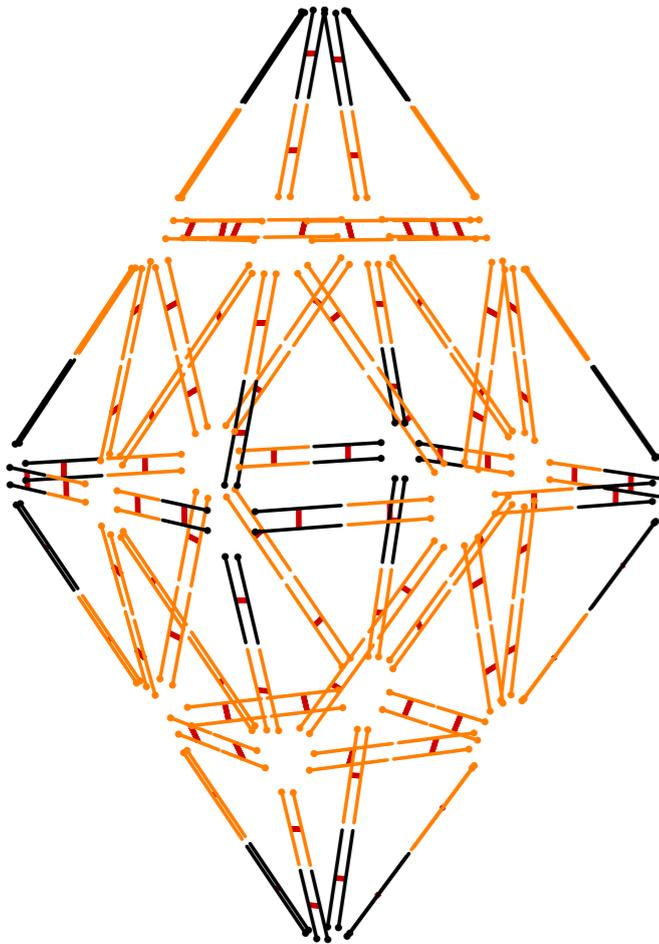
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



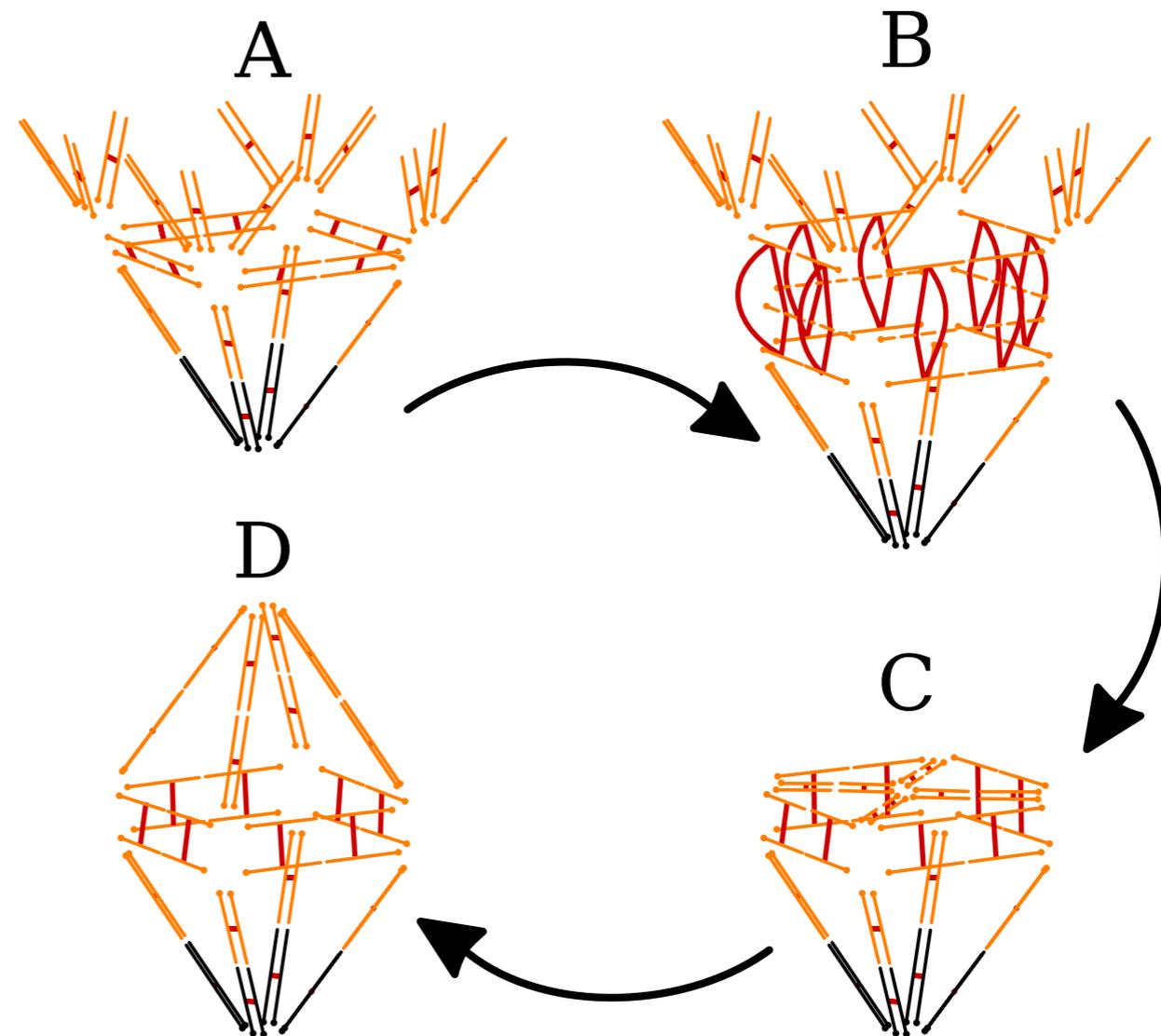
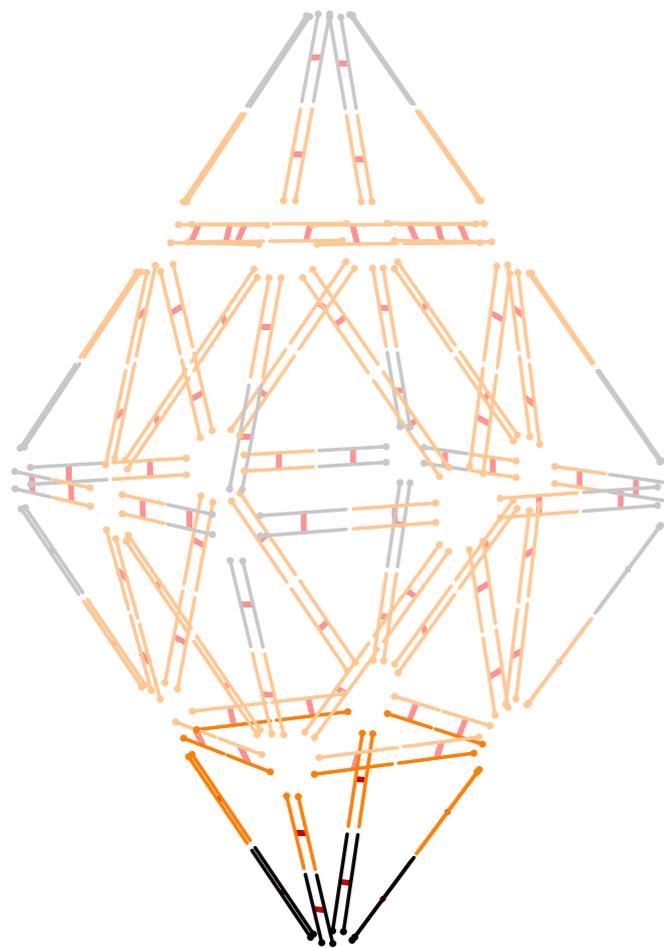
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



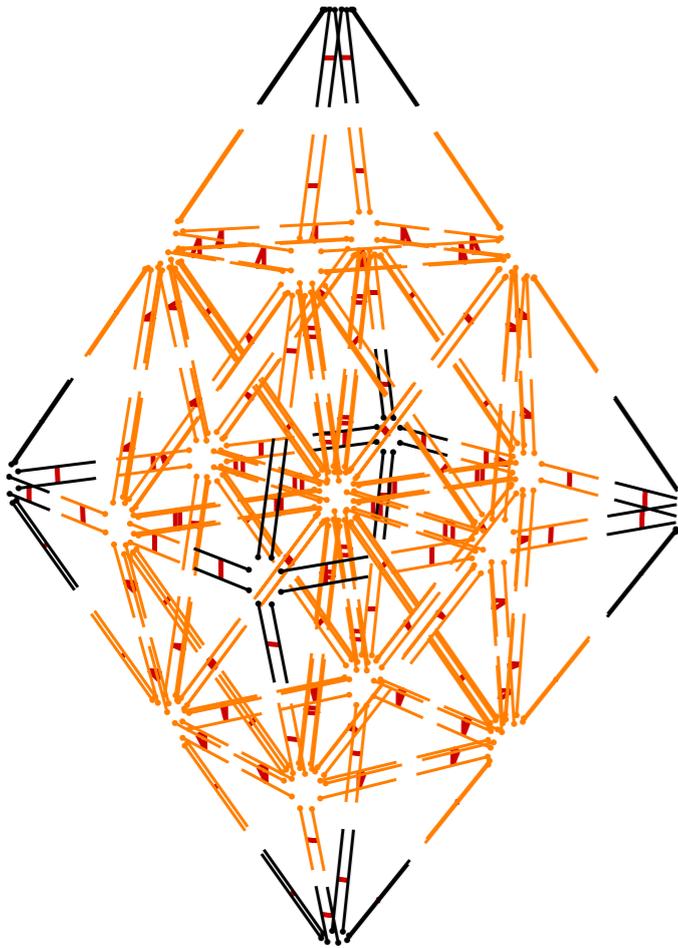
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



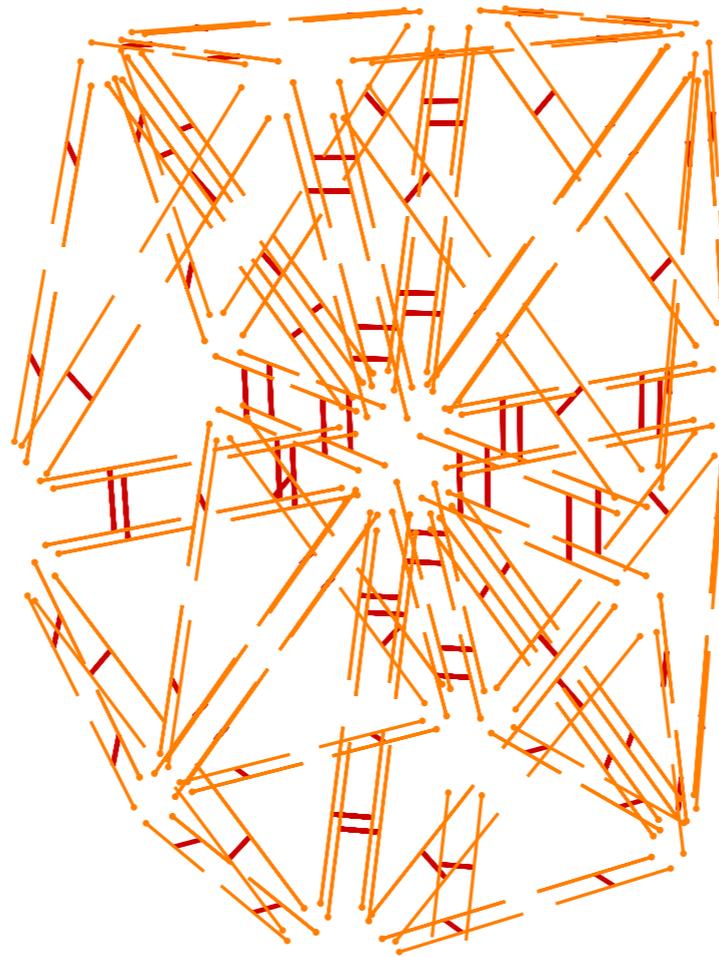
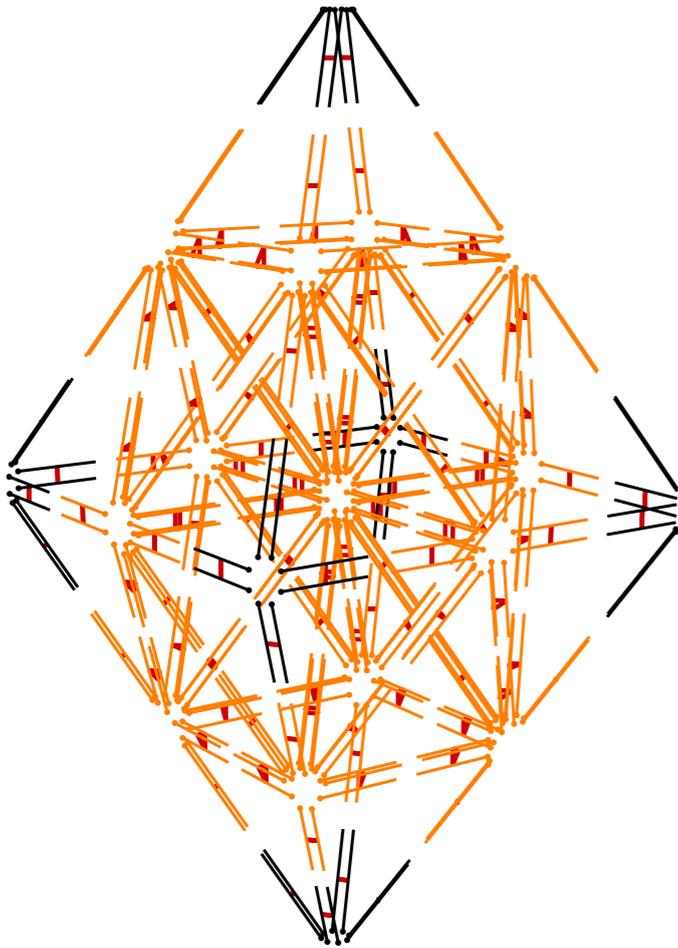
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



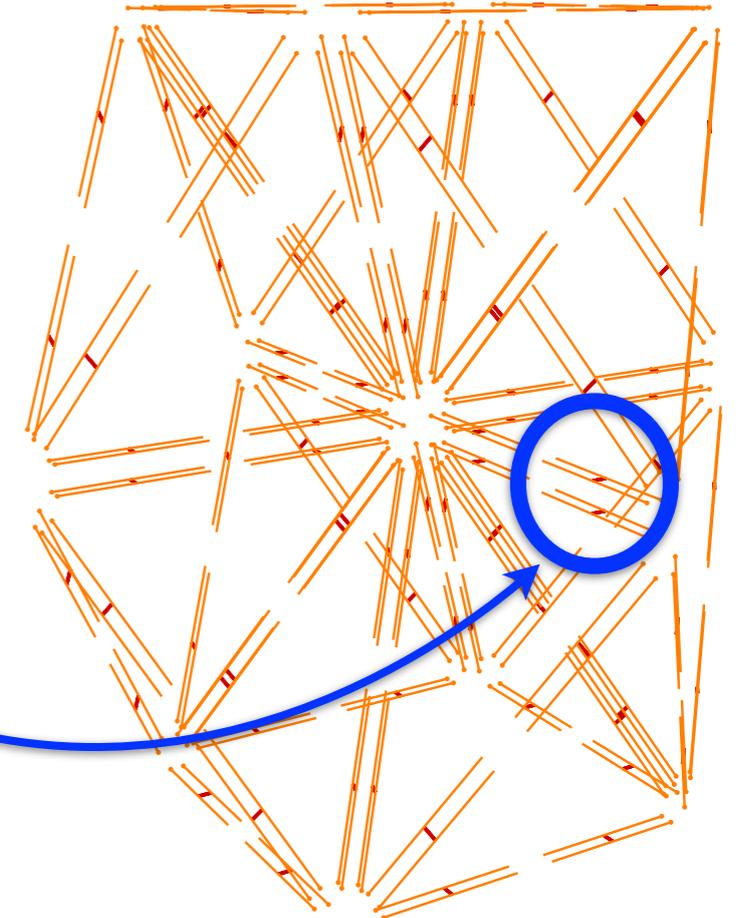
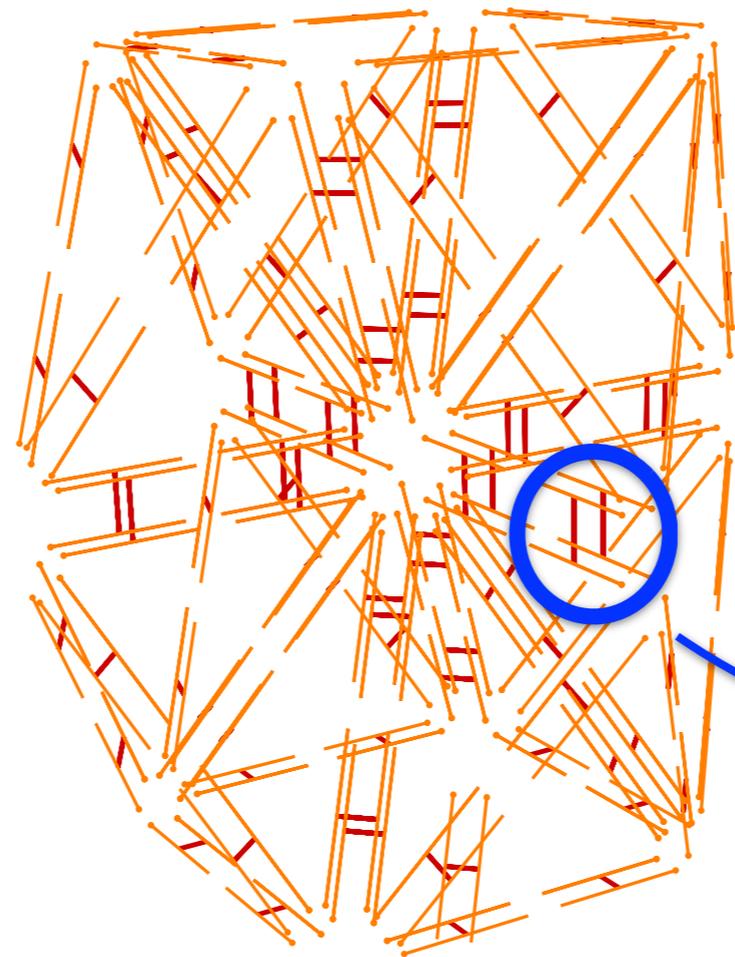
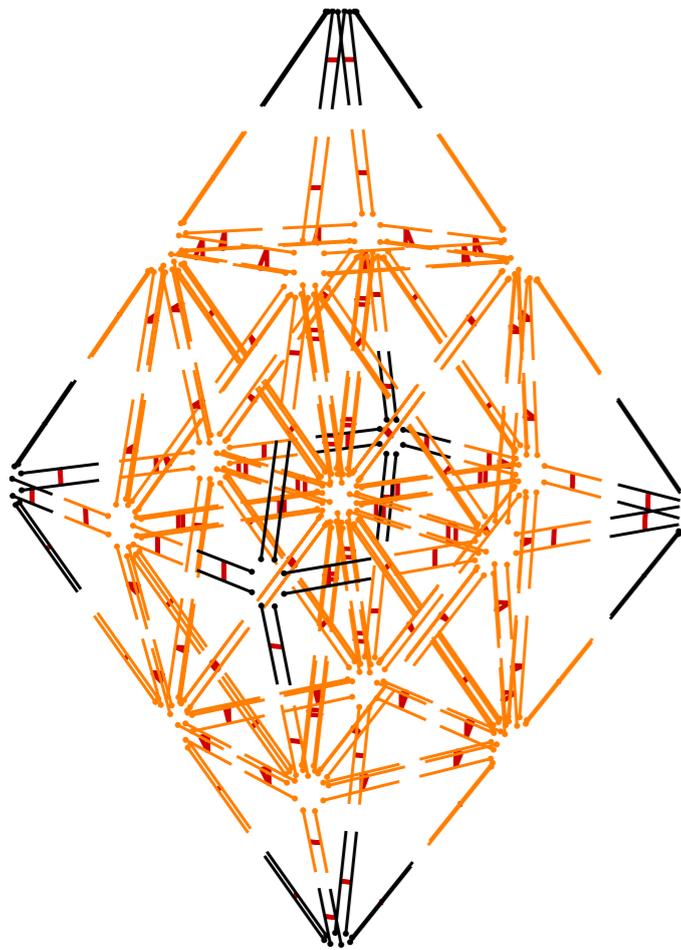
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

arête face volume



Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

- mélange quadrissection tri/quad trivial en 2D
 - extension en 3D non naturelle
- préservation d'un type de polyèdre par le raffinement
 - utile pour des méthodes numériques

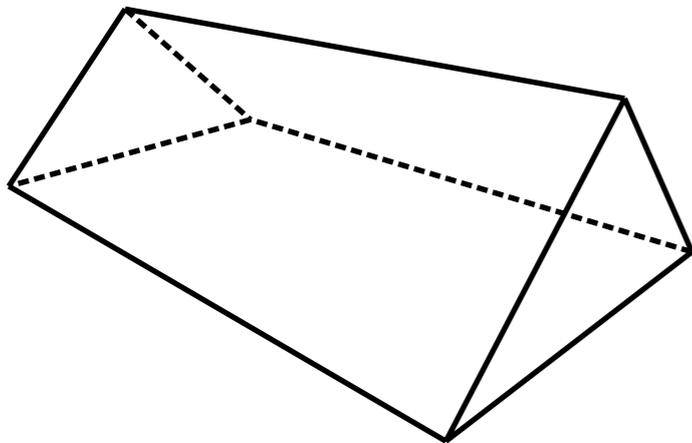
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

- mélange quadrisection tri/quad trivial en 2D
 - extension en 3D non naturelle
- préservation d'un type de polyèdre par le raffinement
 - utile pour des méthodes numériques



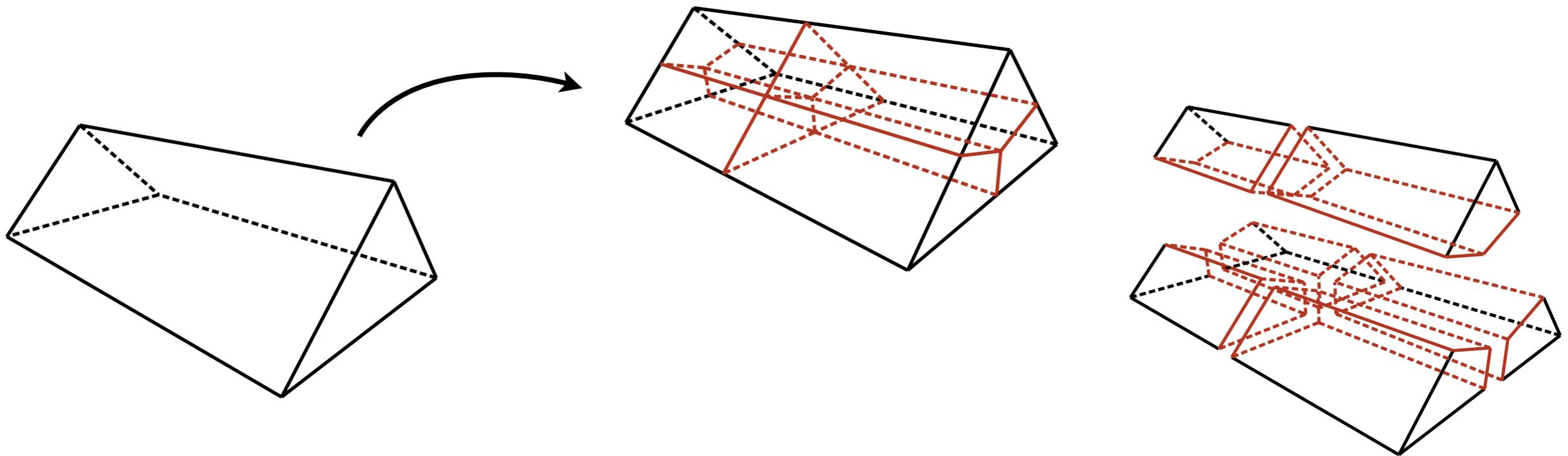
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

- mélange quadrisection tri/quad trivial en 2D
 - extension en 3D non naturelle
- préservation d'un type de polyèdre par le raffinement
 - utile pour des méthodes numériques



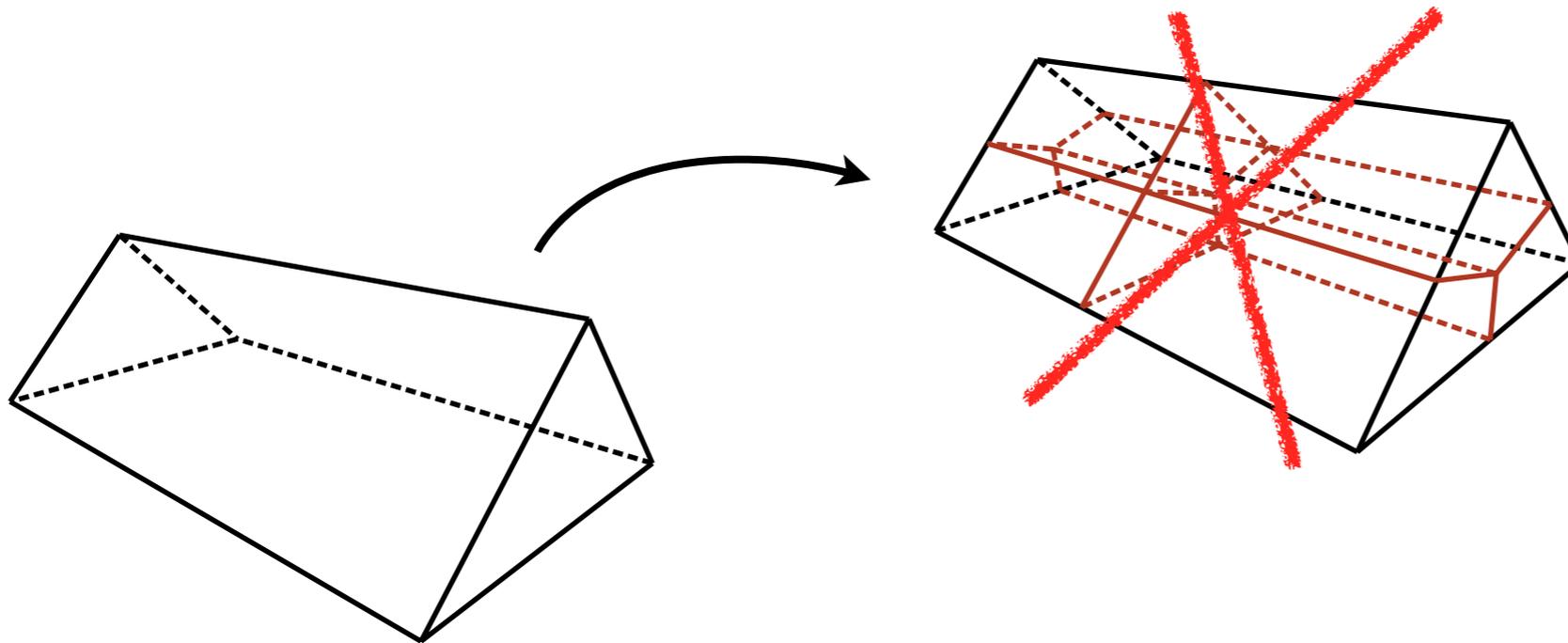
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

- mélange quadrisection tri/quad trivial en 2D
 - extension en 3D non naturelle
- préservation d'un type de polyèdre par le raffinement
 - utile pour des méthodes numériques



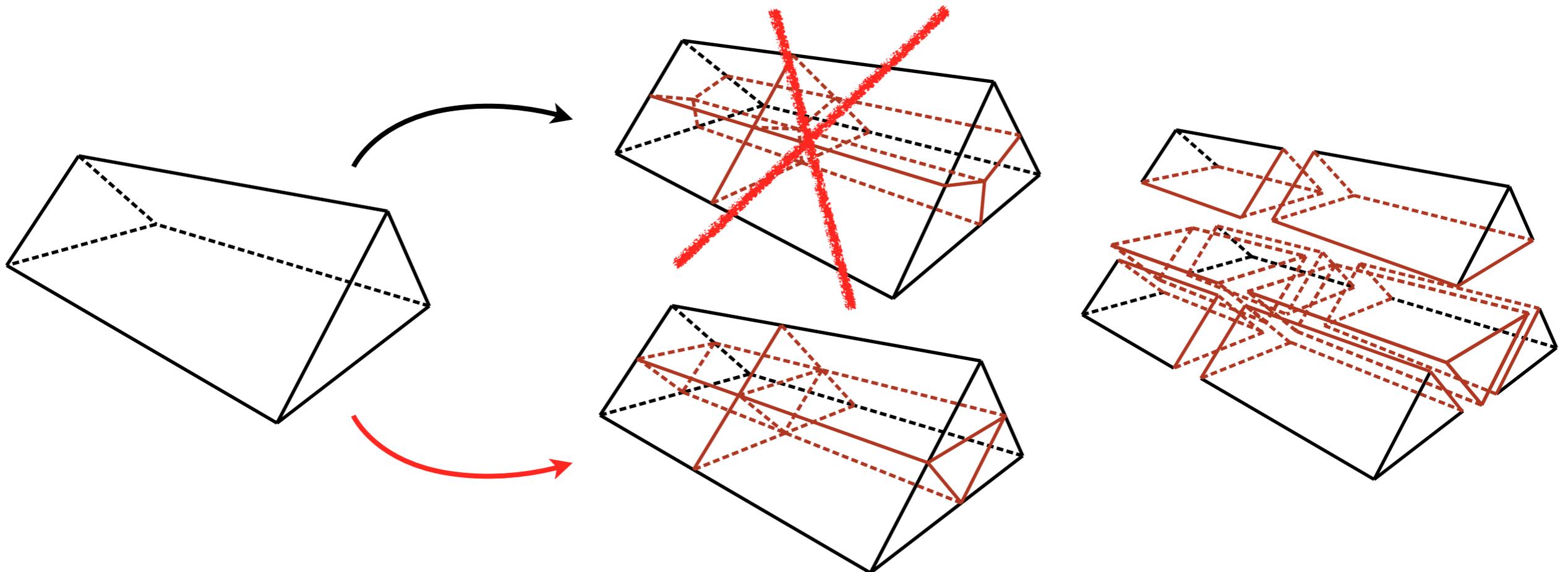
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

- mélange quadrisection tri/quad trivial en 2D
 - extension en 3D non naturelle
- préservation d'un type de polyèdre par le raffinement
 - utile pour des méthodes numériques



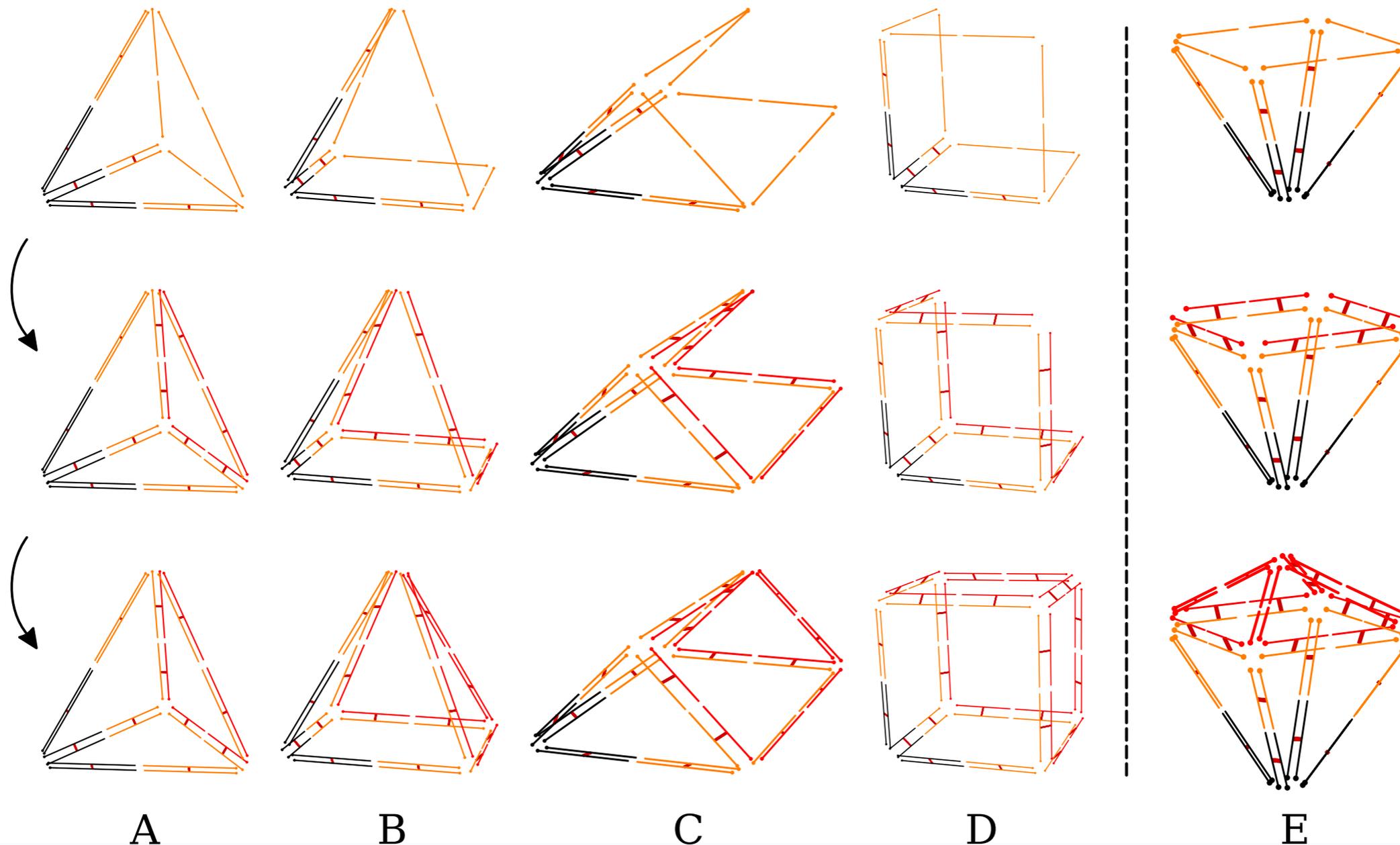
Raffinements primaux

polyédrique

tétraédrique/octaédrique

mixte

- méthode :
 - énumération de cas qui ont un sens
 - sinon méthode polyédrique



A

B

C

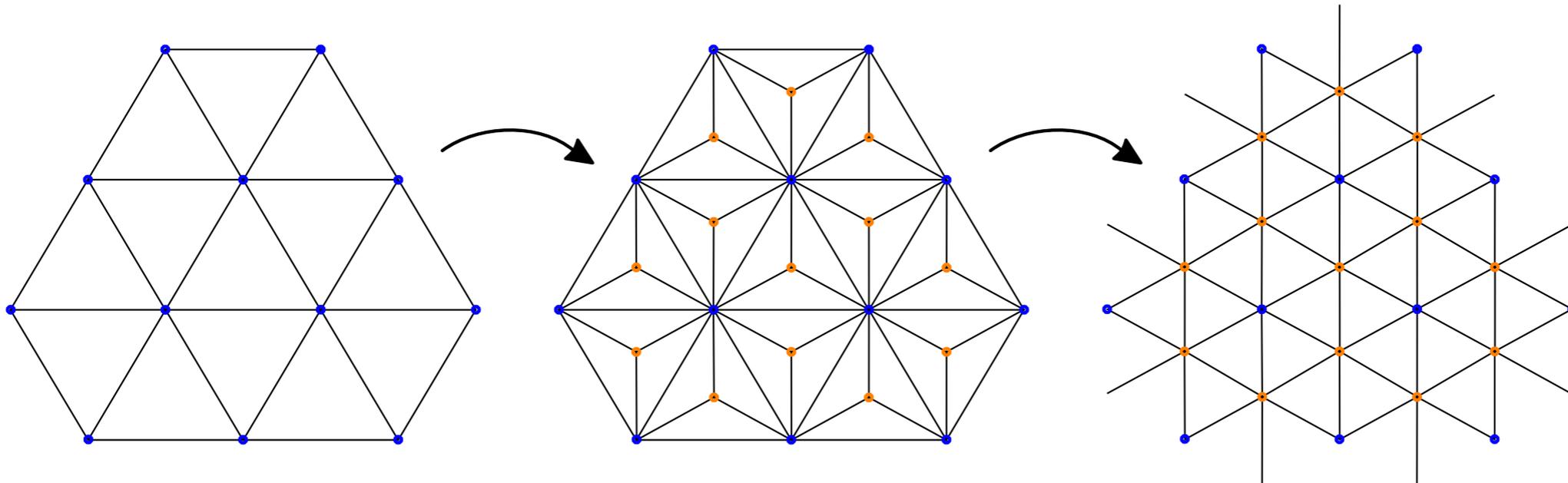
D

E

Autre raffinement

$\sqrt{3}$ volumique

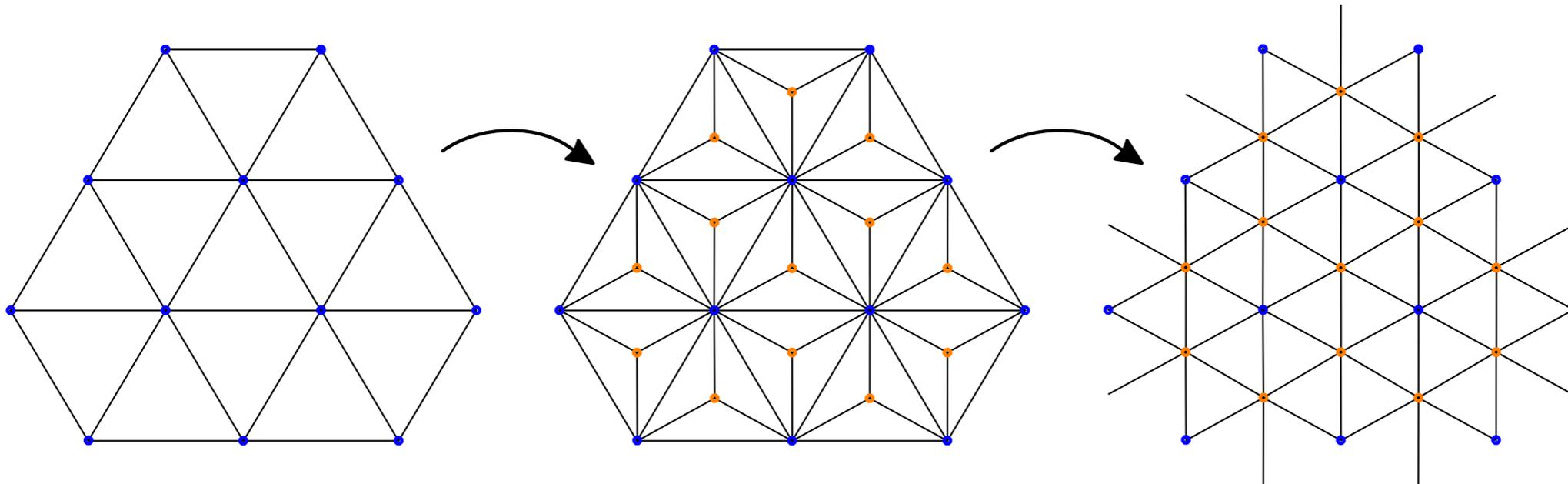
- définition du modèle des cartes multirésolutions non contraint
- autres types d'opérations [BHUI0]
- 1ère version multirésolution de ce raffinement tétraédrique



Autre raffinement

$\sqrt{3}$ volumique

- définition du modèle des cartes multirésolutions non contraint
- autres types d'opérations [BHUI0]
- 1ère version multirésolution de ce raffinement tétraédrique



- raffinement volumique en 4 étapes :
 - split 1-4 : subdivision des tétraèdres intérieurs en 4
 - swap 2-3 : bascule de la face incidente à deux tétraèdres
 - split 1-3 : subdivision des tétraèdres du bord en 3
 - swapGen 3-2 : bascule d'une arête du bord

[BHUI0] D. Burkhart, B. Hamann et G. Umlauf, *Adaptive and feature-preserving subdivision for high-quality tetrahedral meshes*, Computer Graphics Forum, 29(1):117–127, mars 2010

Autre raffinement

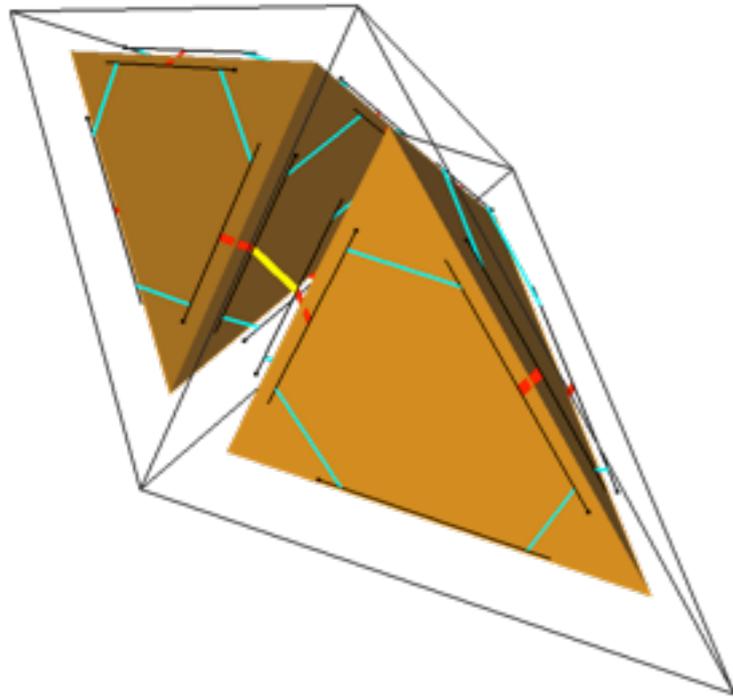
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

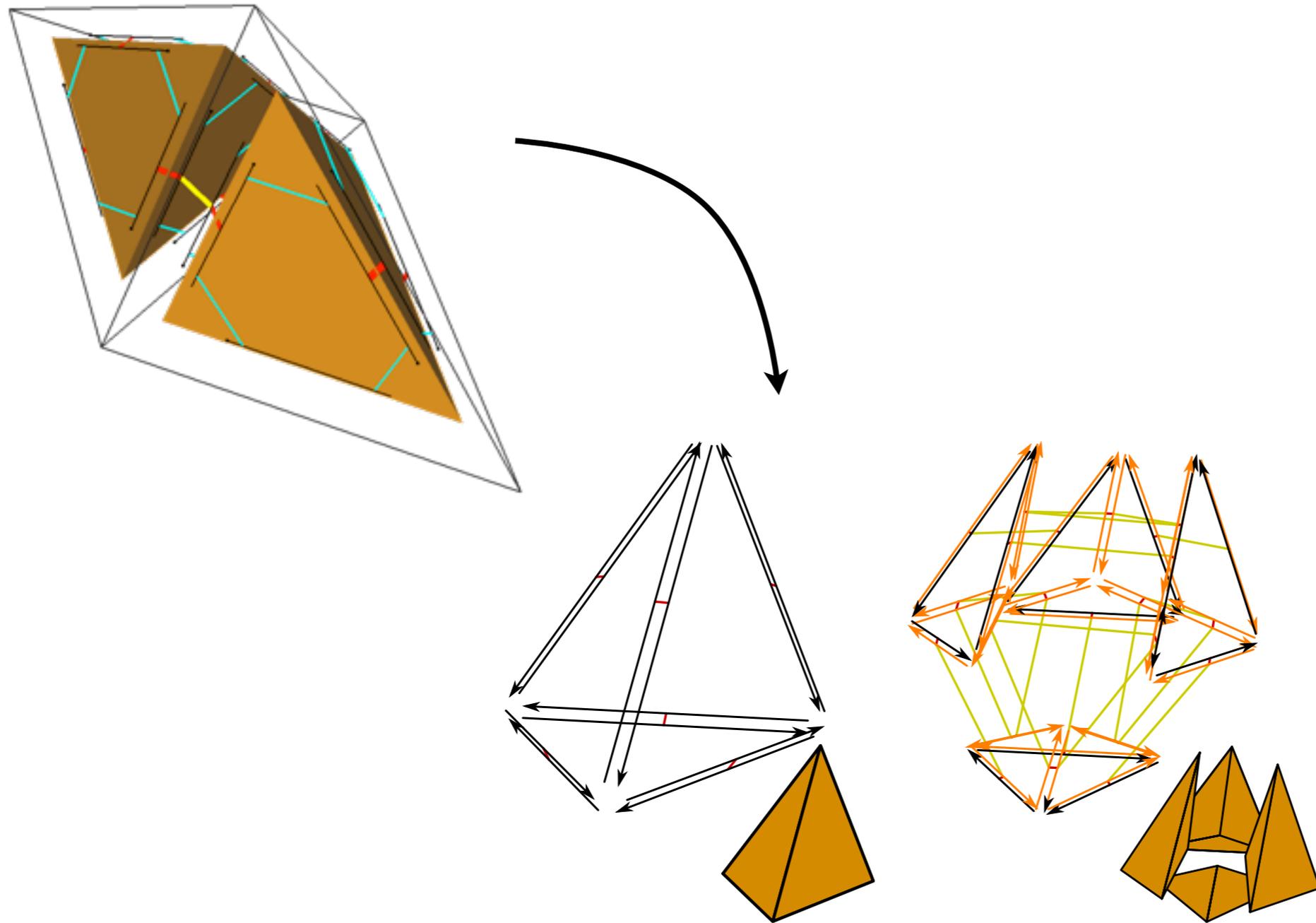
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

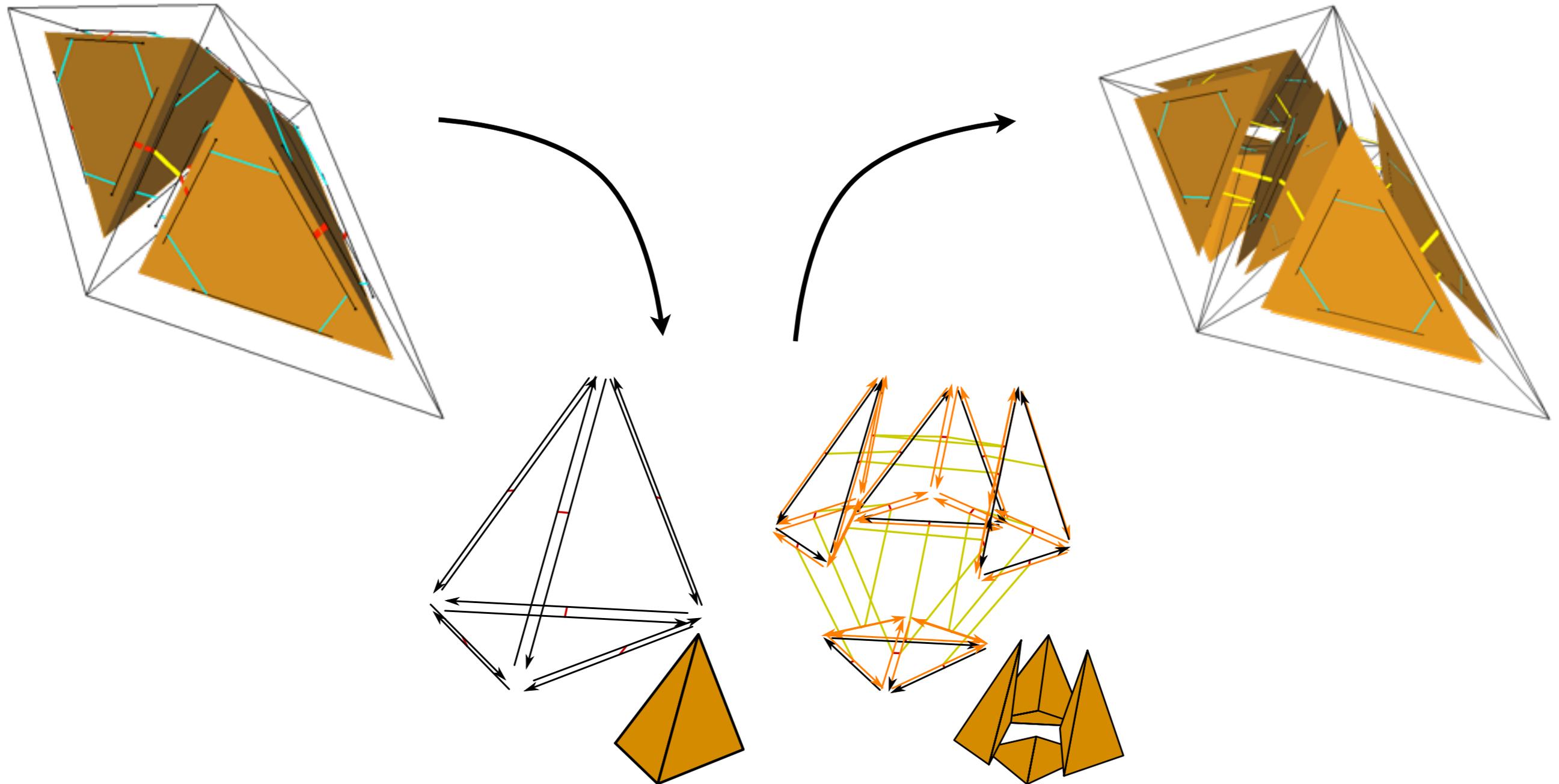
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

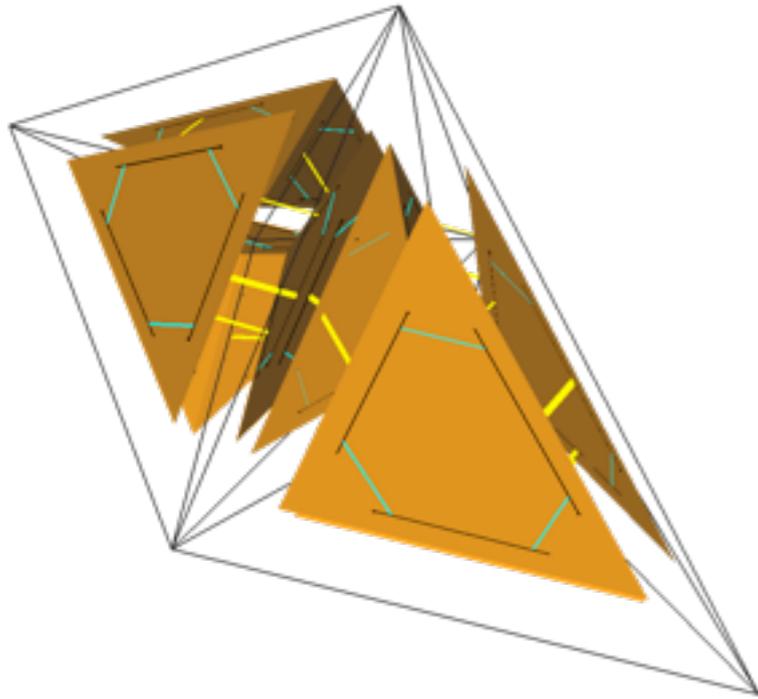
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

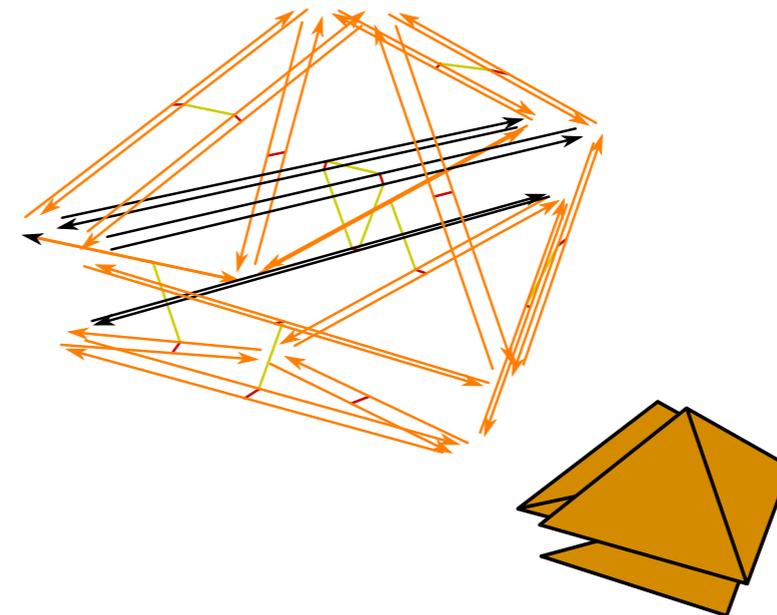
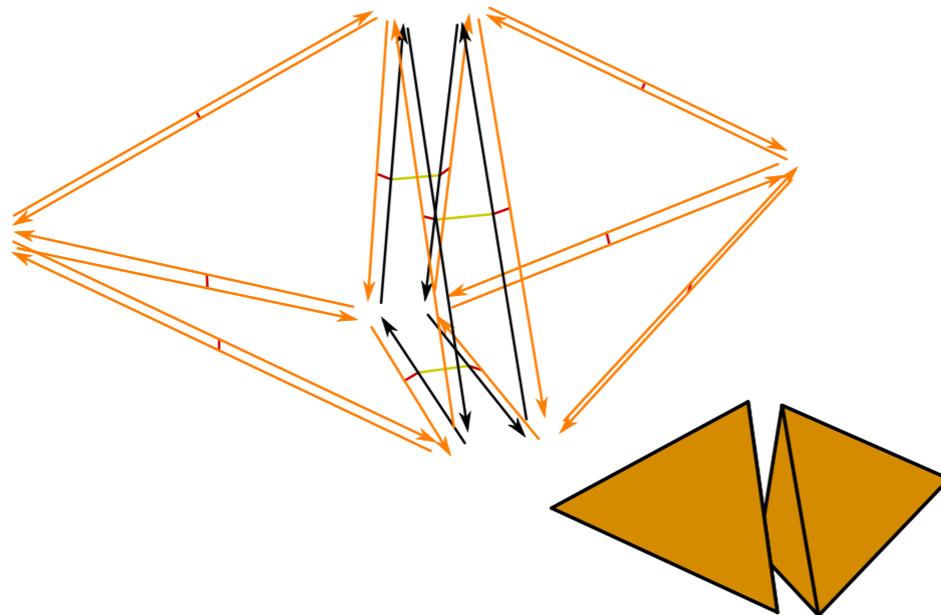
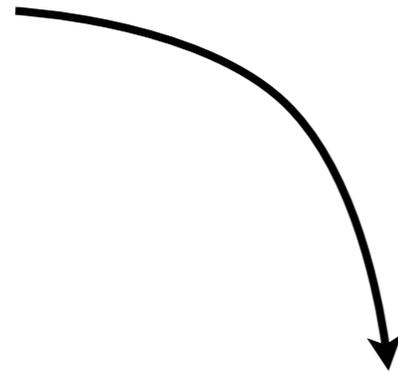
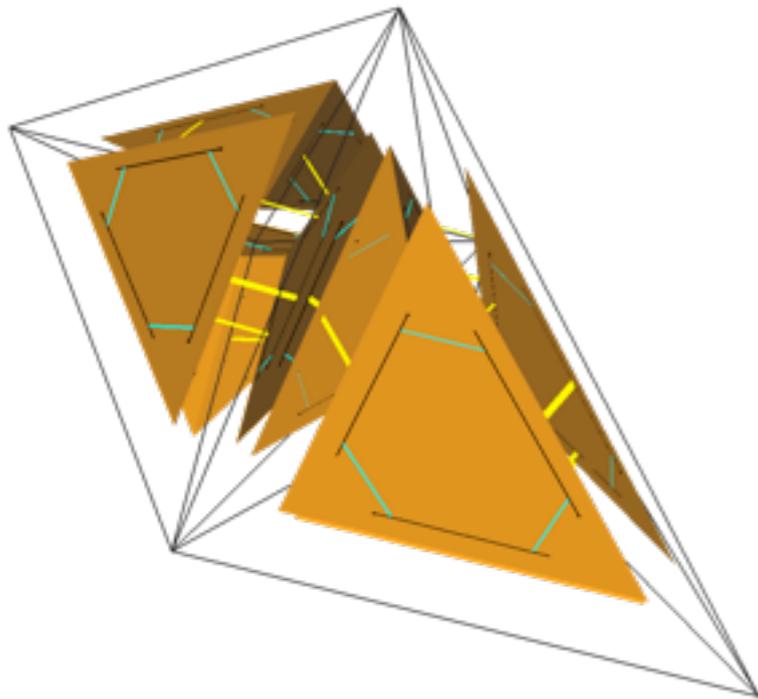
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

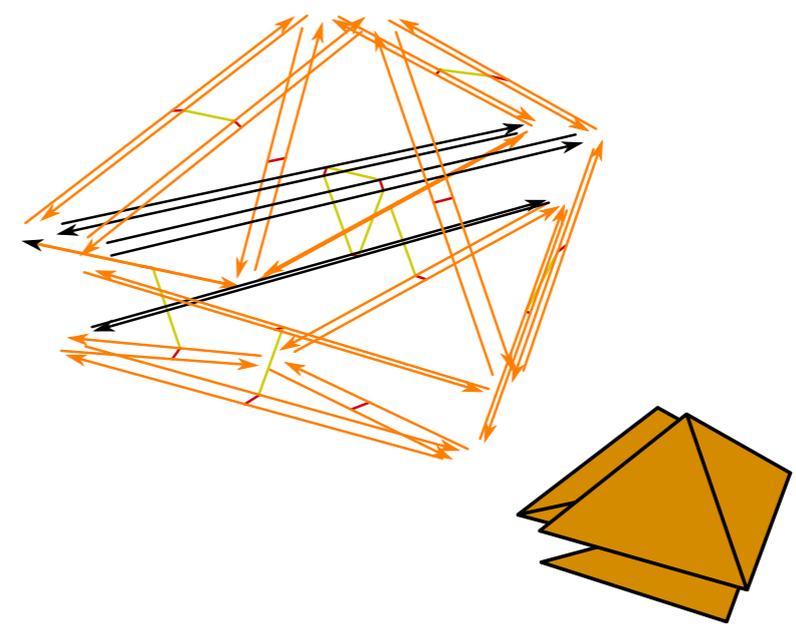
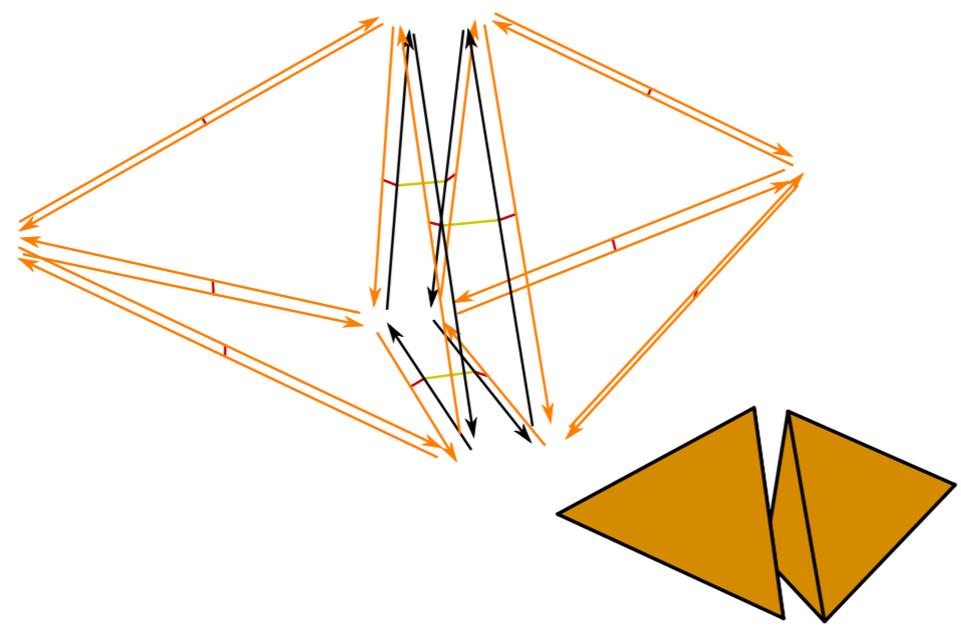
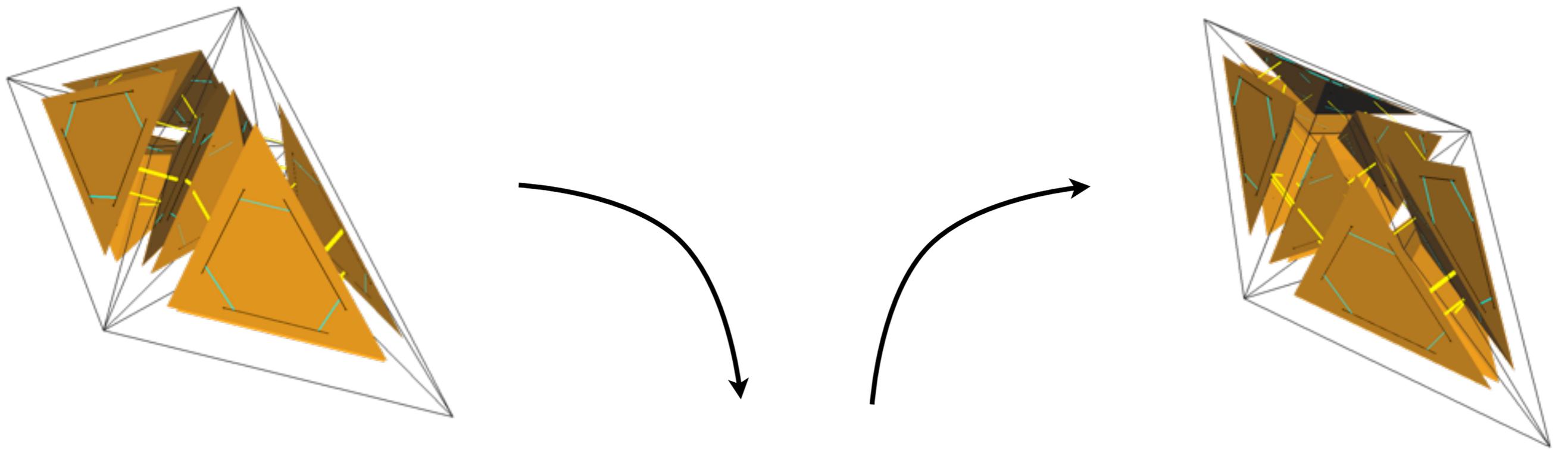
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

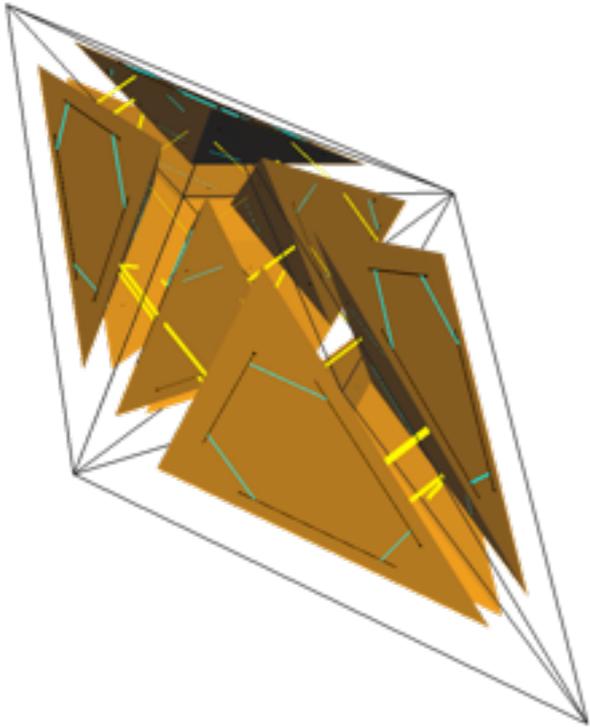
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

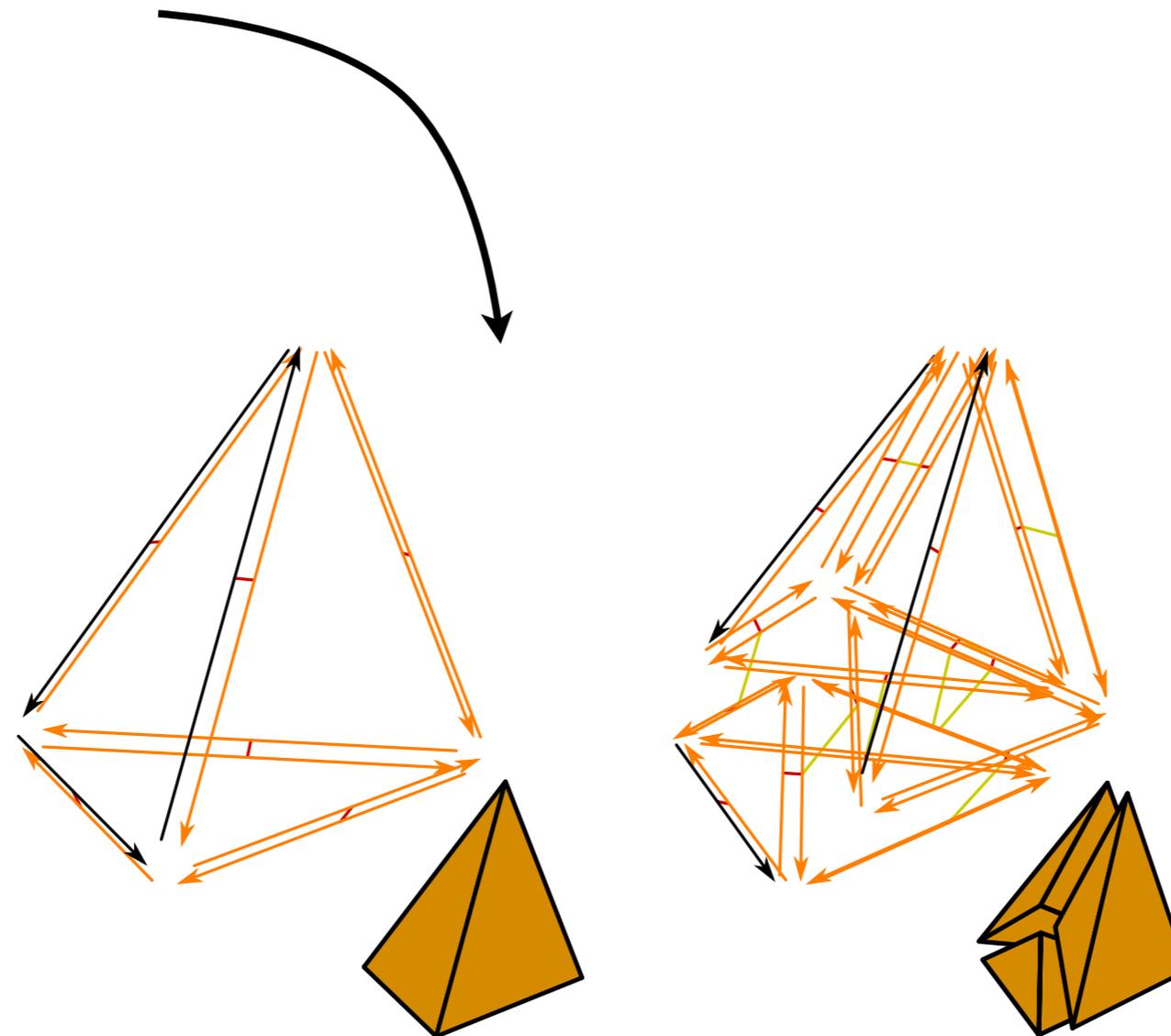
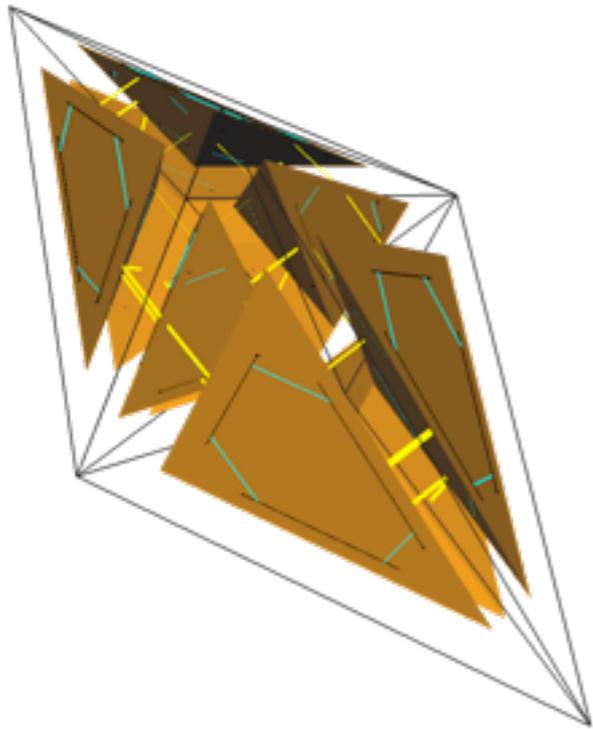
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

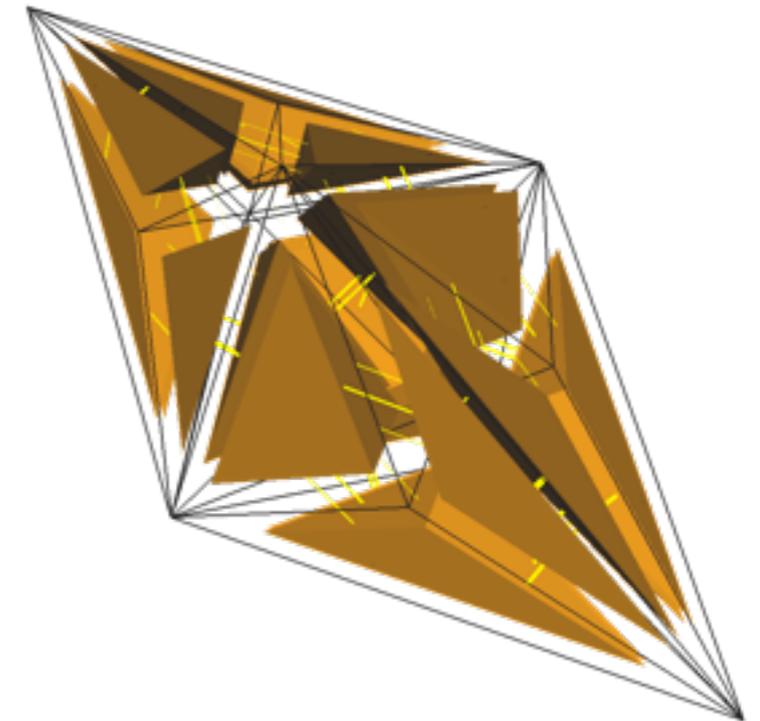
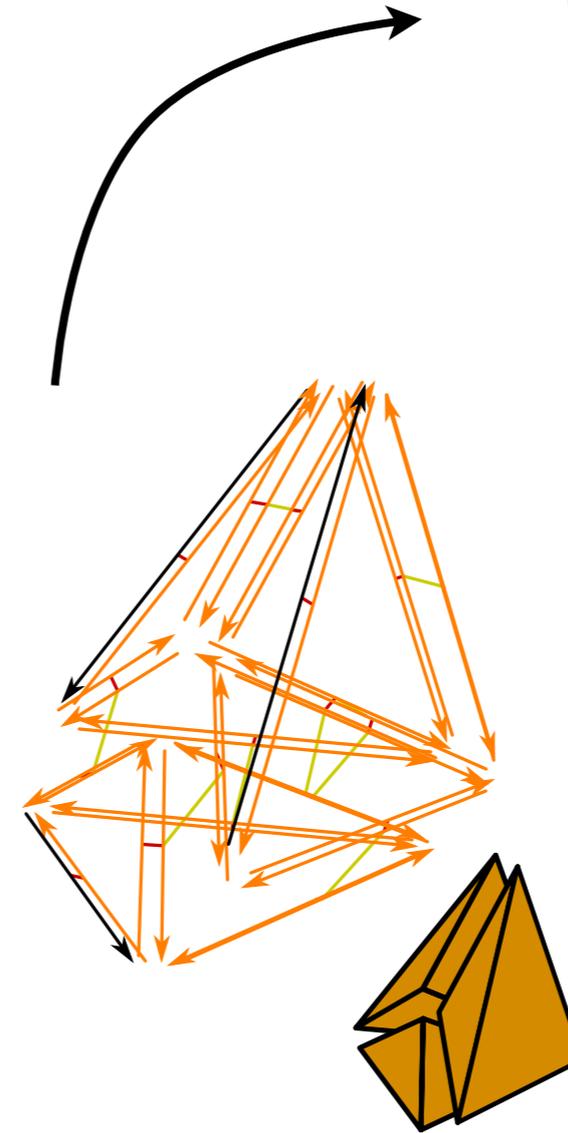
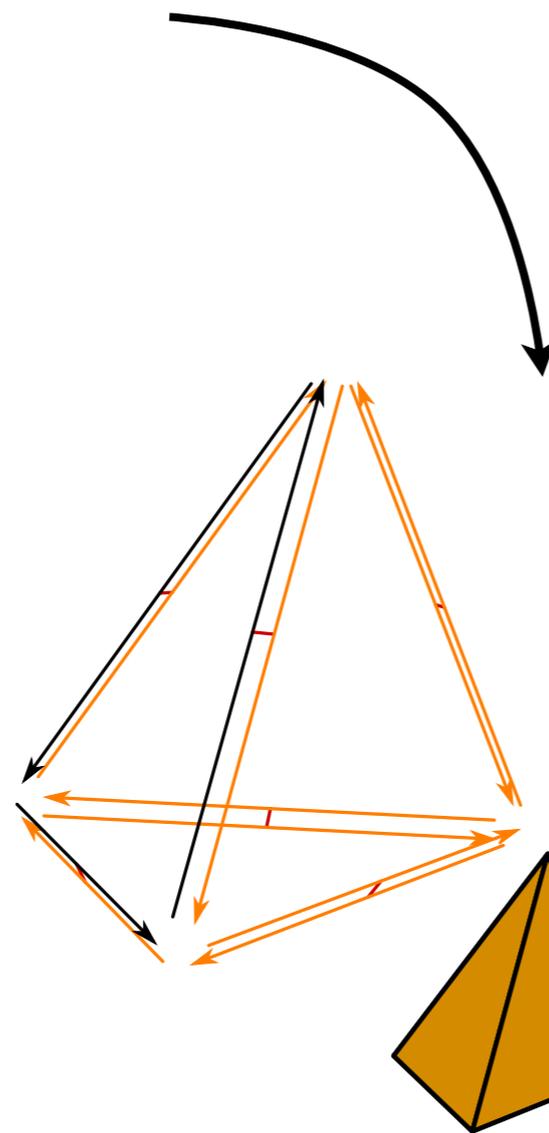
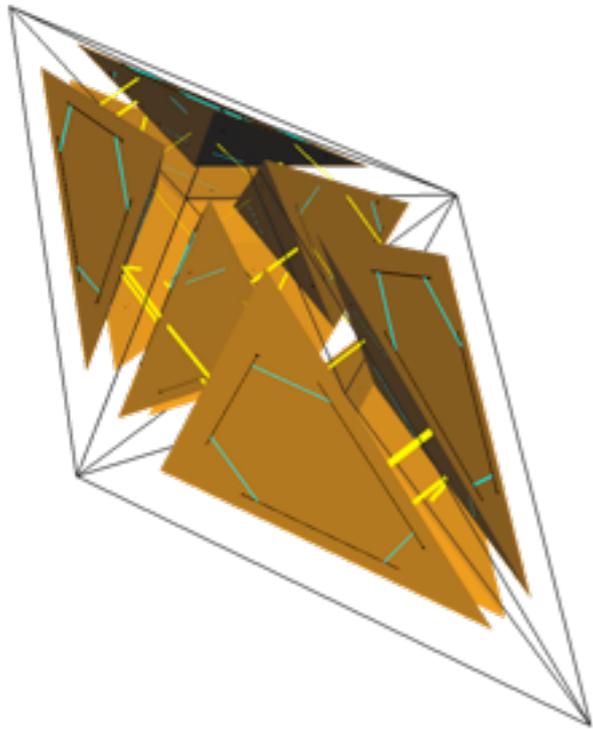
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

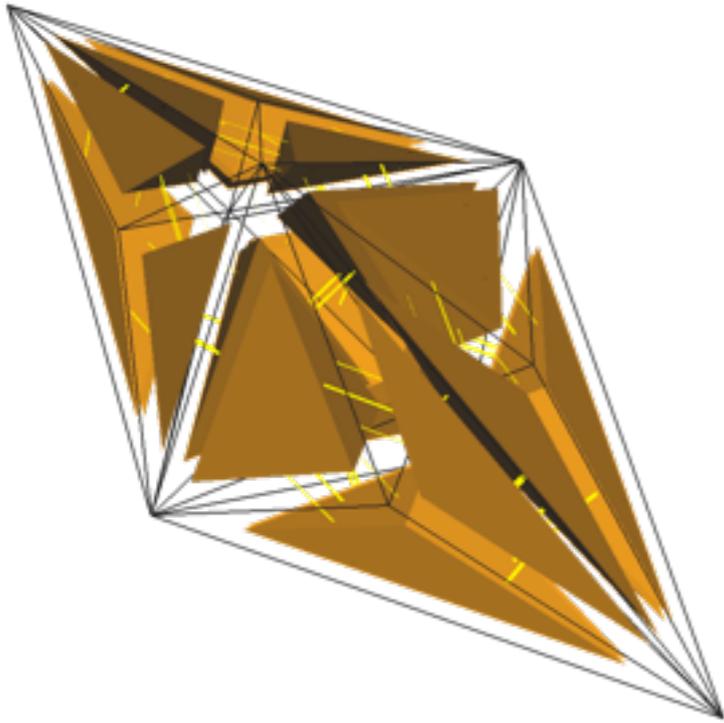
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

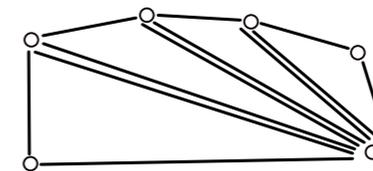
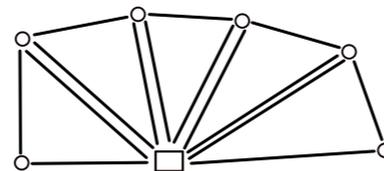
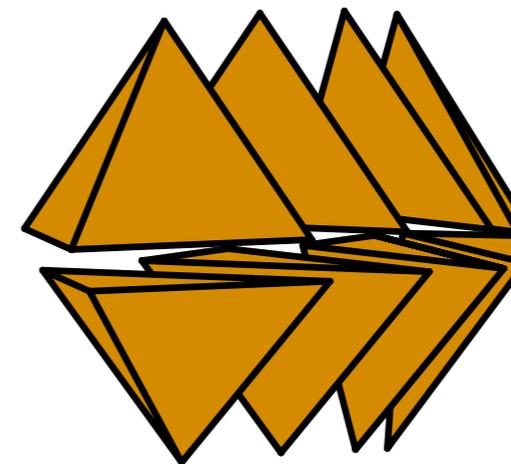
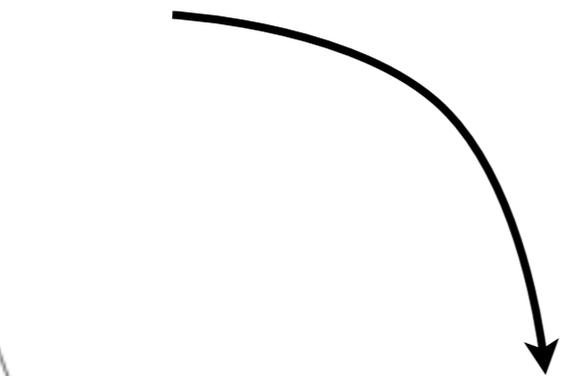
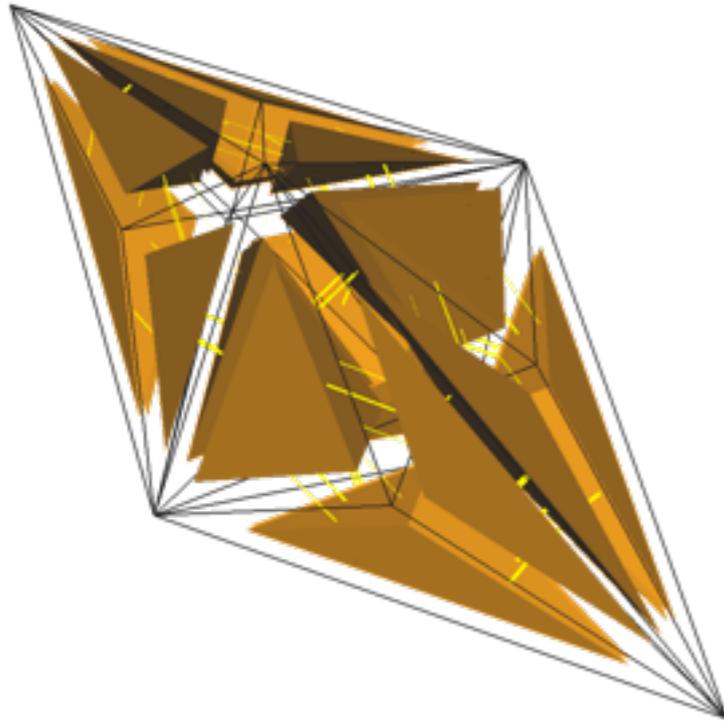
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

split 1-3

swapGen 3-2



Autre raffinement

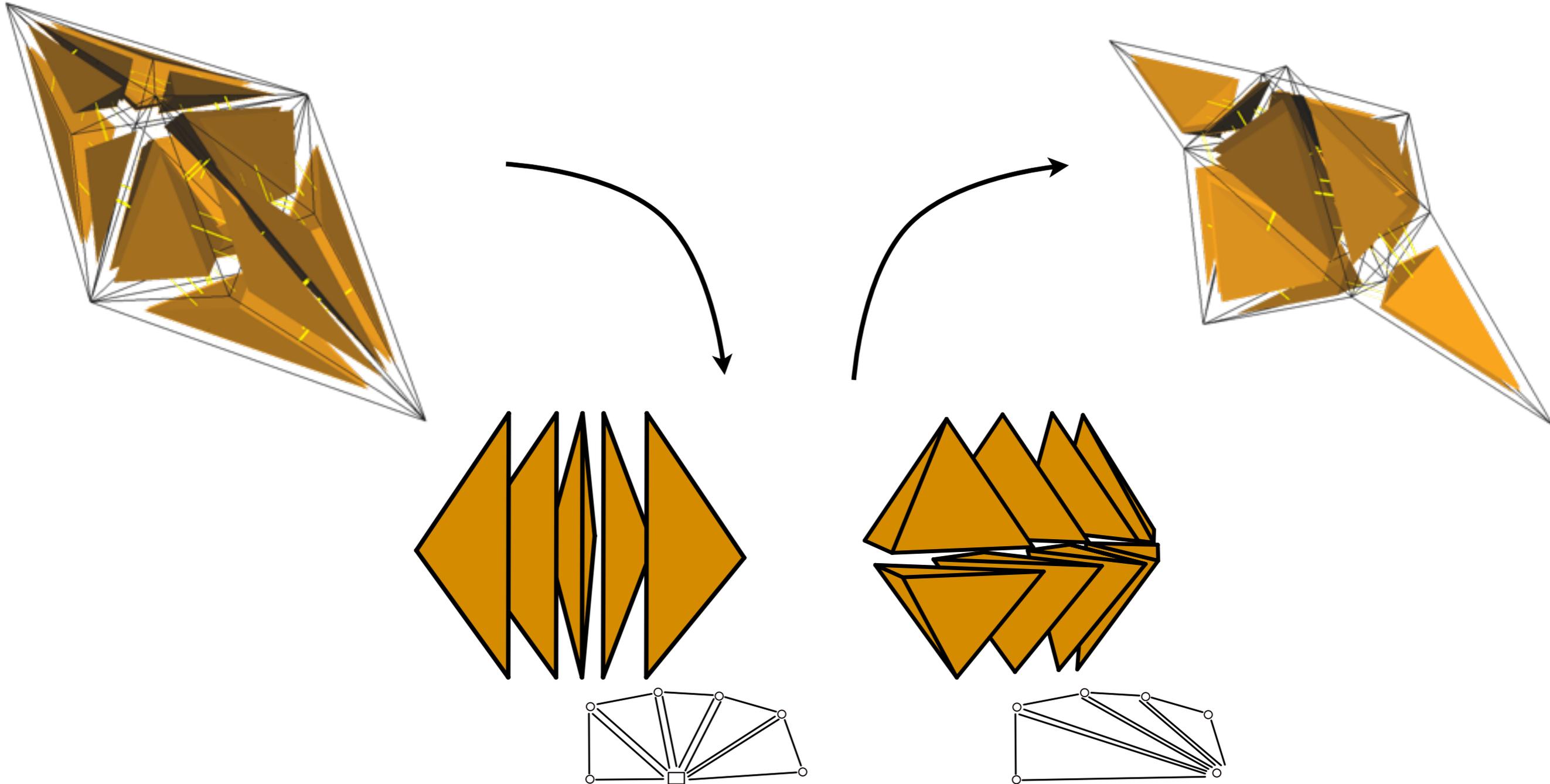
$\sqrt{3}$ volumique

split 1-4

swap 2-3

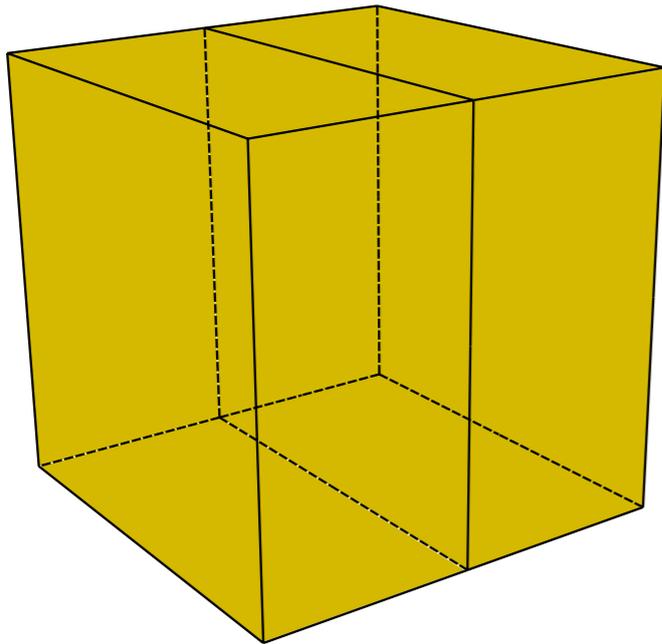
split 1-3

swapGen 3-2



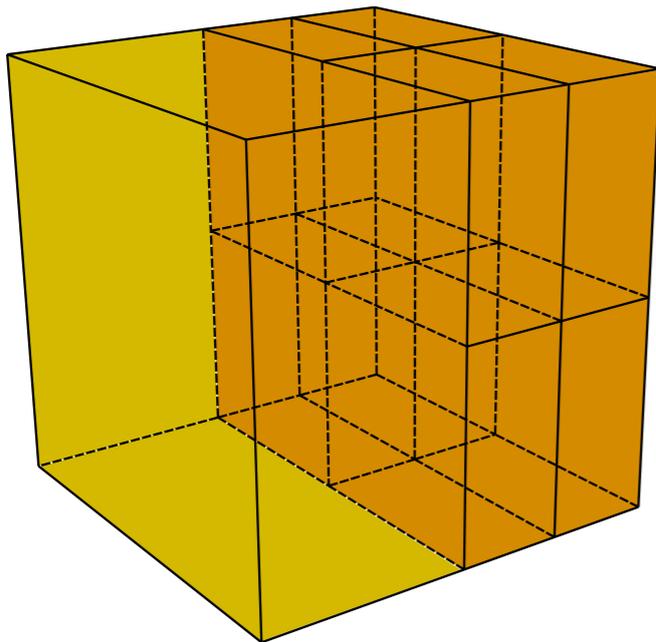
Subdivision adaptative

- support naturel de la subdivision adaptative
 - niveau de subdivision d'une cellule dans un maillage de niveau i



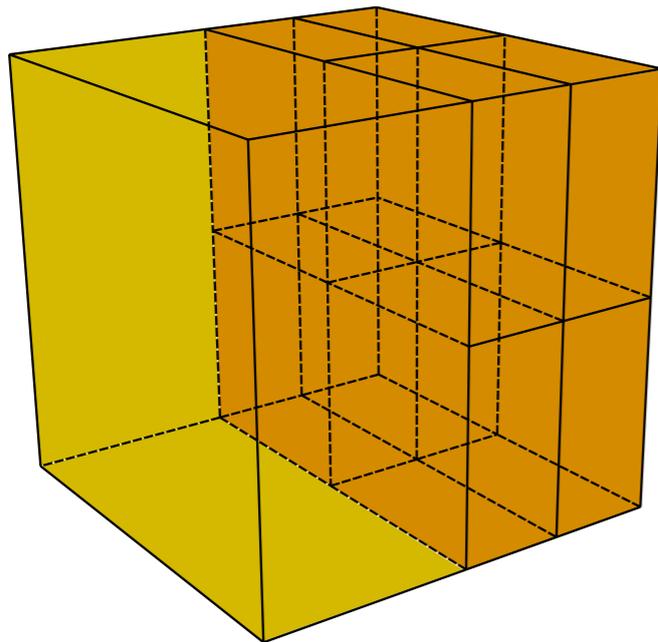
Subdivision adaptative

- support naturel de la subdivision adaptative
 - niveau de subdivision d'une cellule dans un maillage de niveau i

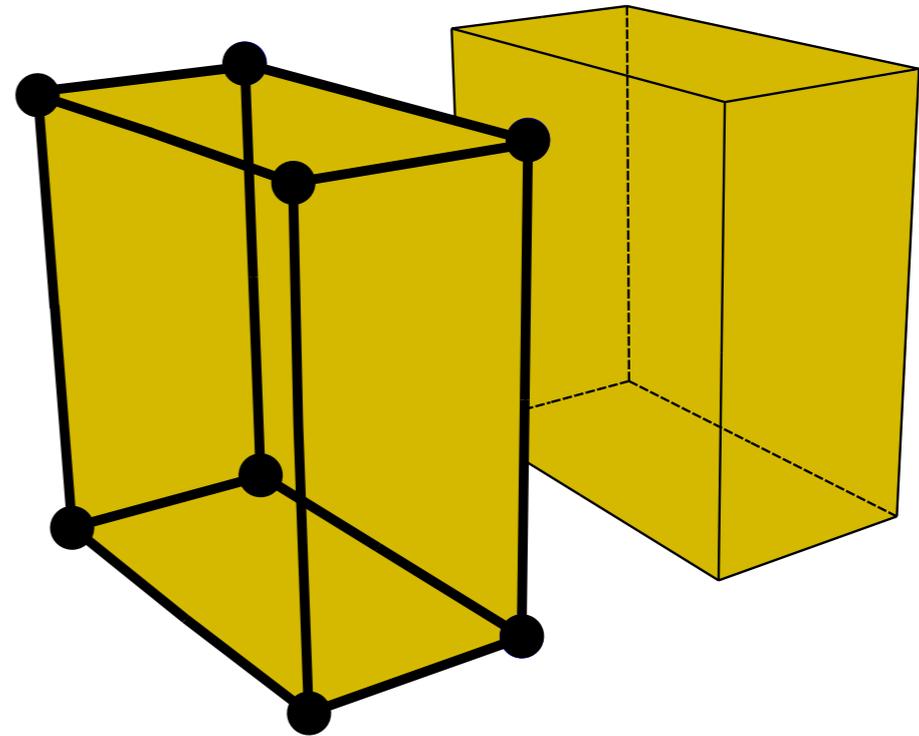


Subdivision adaptative

- support naturel de la subdivision adaptative
 - niveau de subdivision d'une cellule dans un maillage de niveau i

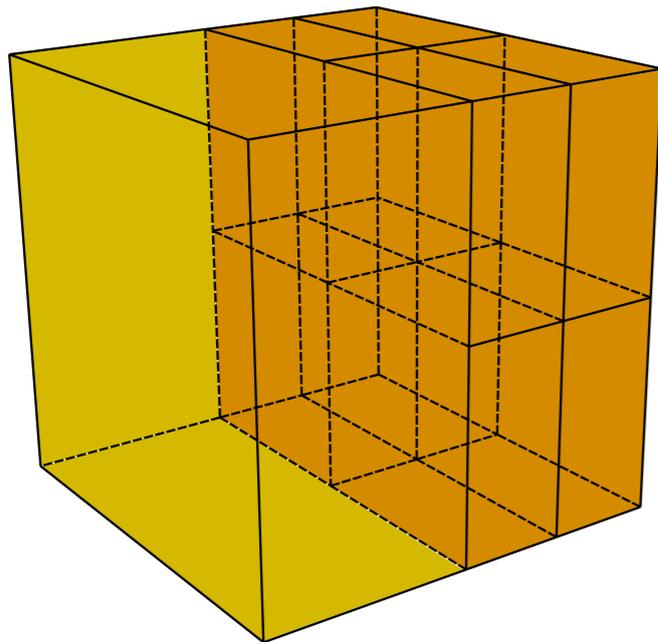


niveau i

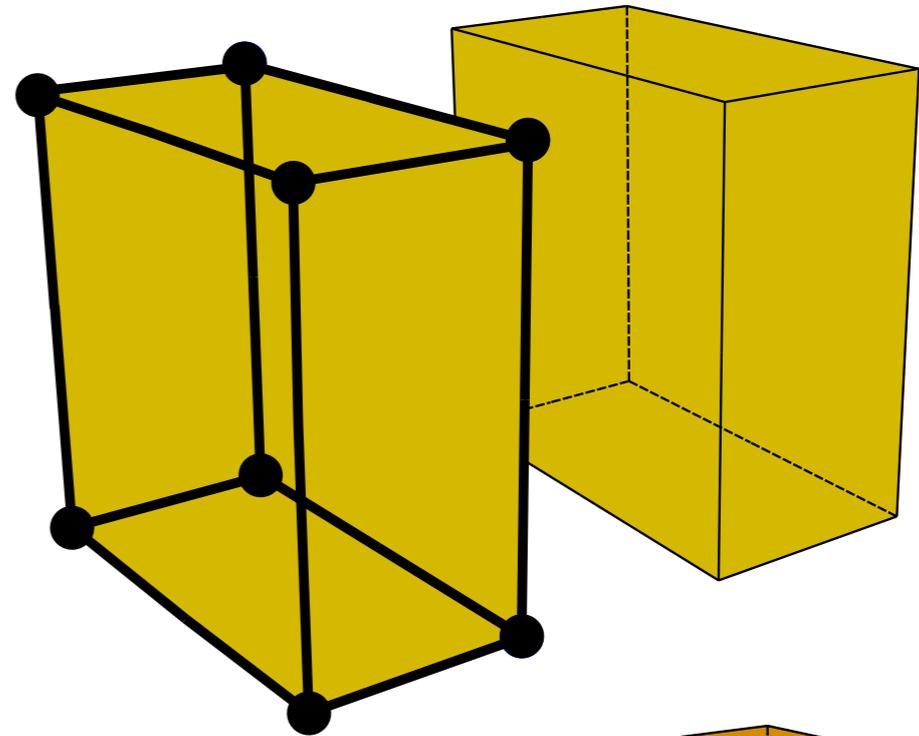


Subdivision adaptative

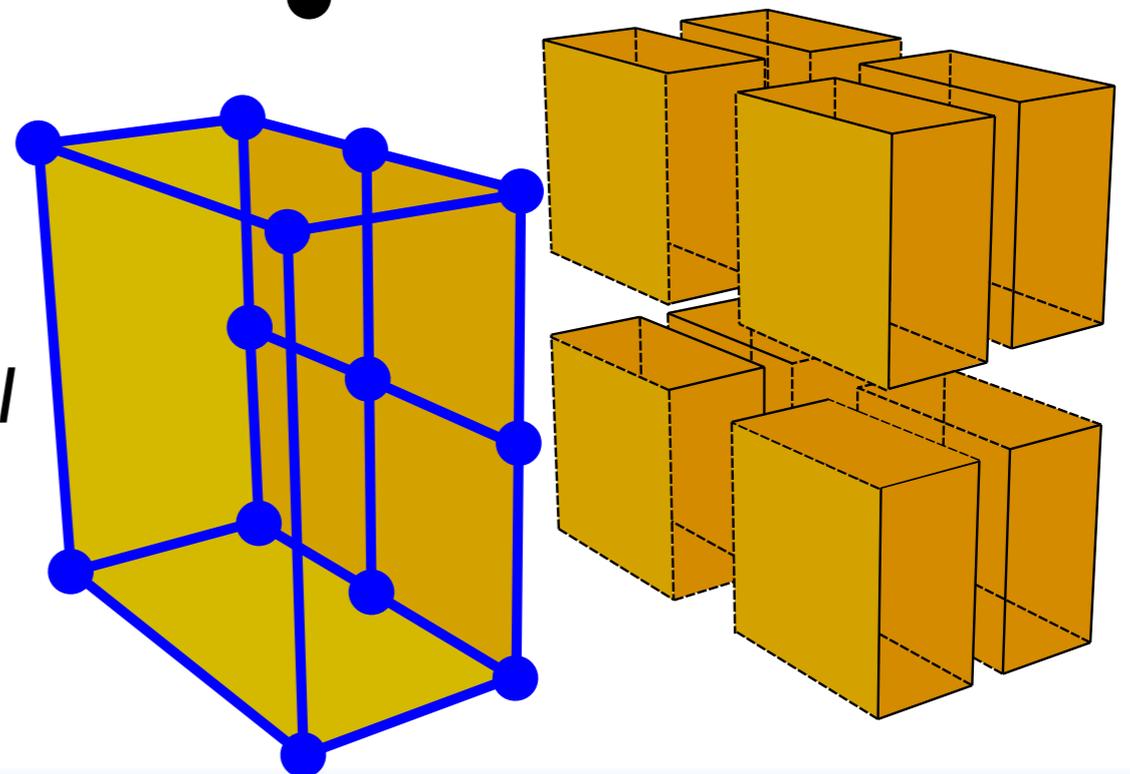
- support naturel de la subdivision adaptative
 - niveau de subdivision d'une cellule dans un maillage de niveau i



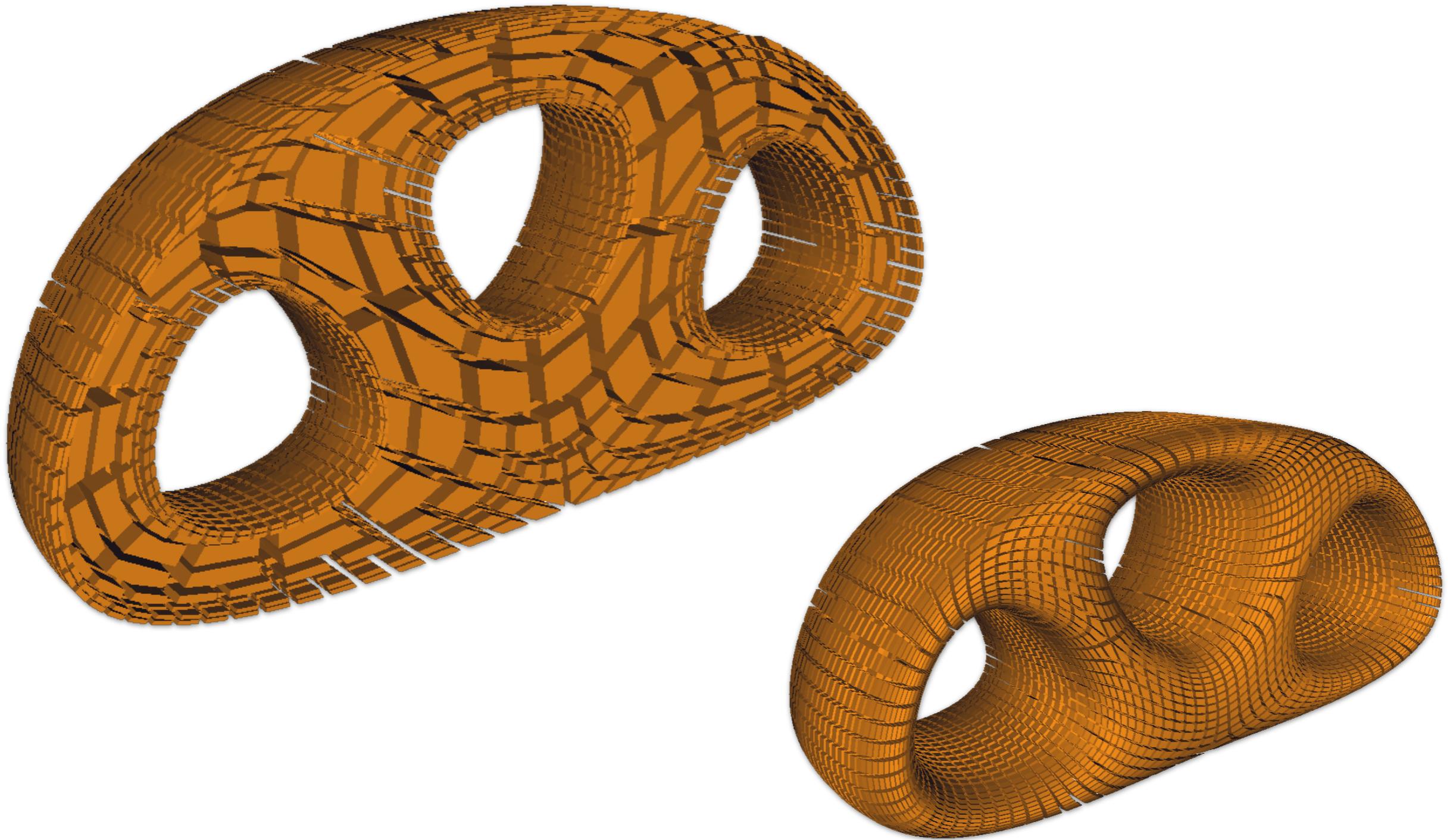
niveau i



niveau $i+1$



Subdivision adaptative



Représentations du modèle

Différentes représentations

Objectifs

- proposer plusieurs représentations de la multirésolution
- socle commun en termes de modèle
- balance entre coût mémoire et temps de calcul

Avantage

- indépendant d'une implantation

Représentation multirésolution explicite

Principe

- chaque n-uplet de relations existe en mémoire
- chaque brin connaît son niveau d'insertion
- association d'une relation à un niveau à chaque brin
- seules les relations modifiées sont stockées

Représentation multirésolution explicite

Principe

- chaque n-uplet de relations existe en mémoire
- chaque brin connaît son niveau d'insertion
- association d'une relation à un niveau à chaque brin
- seules les relations modifiées sont stockées

Avantages

- accès direct aux relations du modèle à chaque niveau
- parcours direct de l'ensemble de brins formant les cellules à chaque niveau
- support de tout type d'opération de construction
- indépendant de la dimension de la carte

Représentation multirésolution explicite

Principe

- chaque n-uplet de relations existe en mémoire
- chaque brin connaît son niveau d'insertion
- association d'une relation à un niveau à chaque brin
- seules les relations modifiées sont stockées

Avantages

- accès direct aux relations du modèle à chaque niveau
- parcours direct de l'ensemble de brins formant les cellules à chaque niveau
- support de tout type d'opération de construction
- indépendant de la dimension de la carte

À propos du coût mémoire :

- 30% plus coûteux qu'une forêt d'octree
- en étant plus général
- surcoût faible de l'extension multirésolution

Représentation multirésolution implicite

Principe

- représentation compacte d'une hiérarchie
- seuls les brins du niveau le plus fin sont stockés en mémoire
- régularité de la subdivision primale
- ré-écriture des relations du modèle

Représentation multirésolution implicite

Principe

- représentation compacte d'une hiérarchie
- seuls les brins du niveau le plus fin sont stockés en mémoire
- régularité de la subdivision primale
- ré-écriture des relations du modèle

Avantages

- représentation complète de la connectivité à chaque niveau
- coût mémoire très faible
 - équivalent à une structure monorésolution

Représentation multirésolution implicite

Principe

- représentation compacte d'une hiérarchie
- seuls les brins du niveau le plus fin sont stockés en mémoire
- régularité de la subdivision primale
- ré-écriture des relations du modèle

Avantages

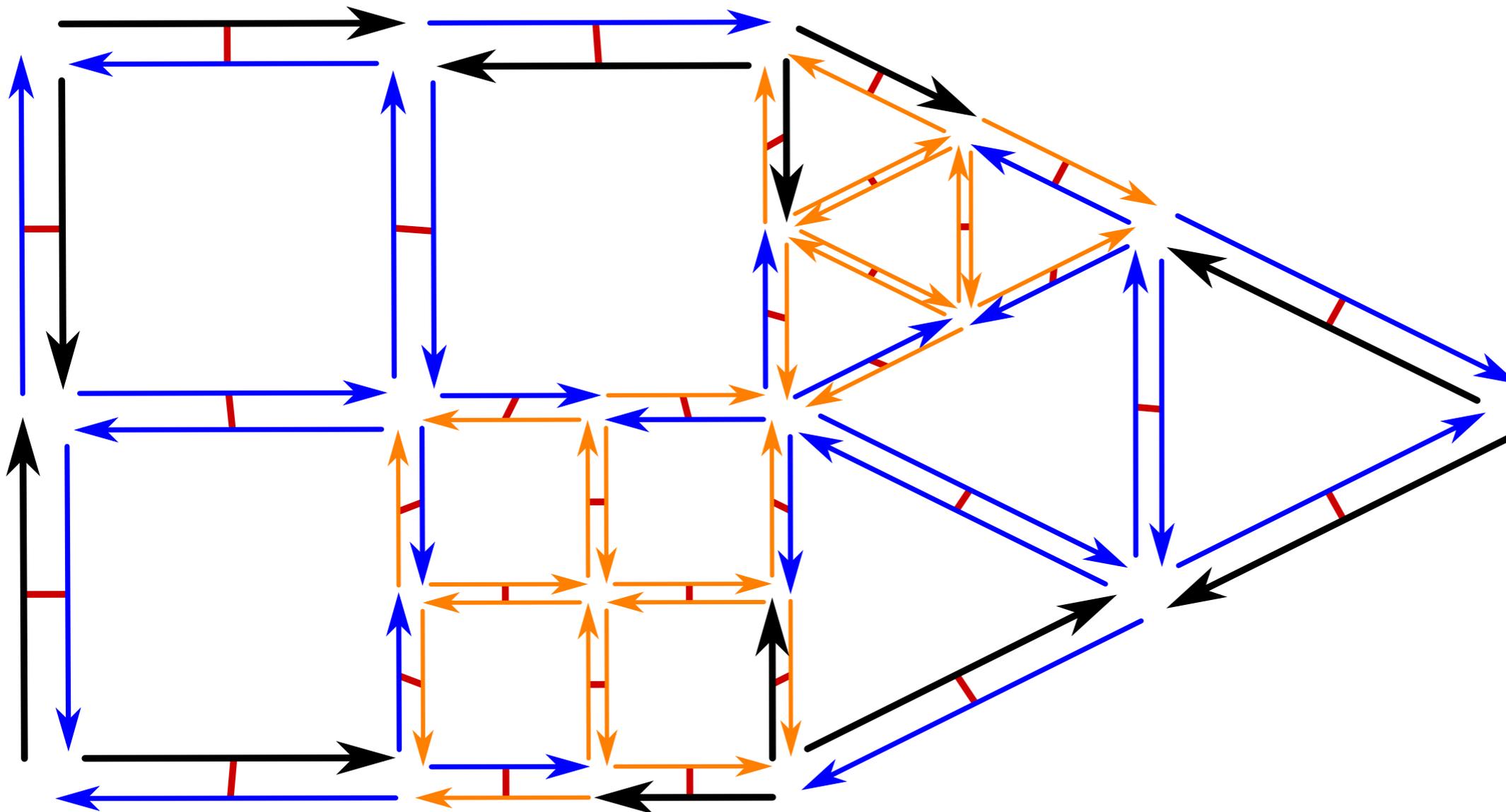
- représentation complète de la connectivité à chaque niveau
- coût mémoire très faible
 - équivalent à une structure monorésolution

Inconvénients

- surcoût lié à la reconstruction des relations

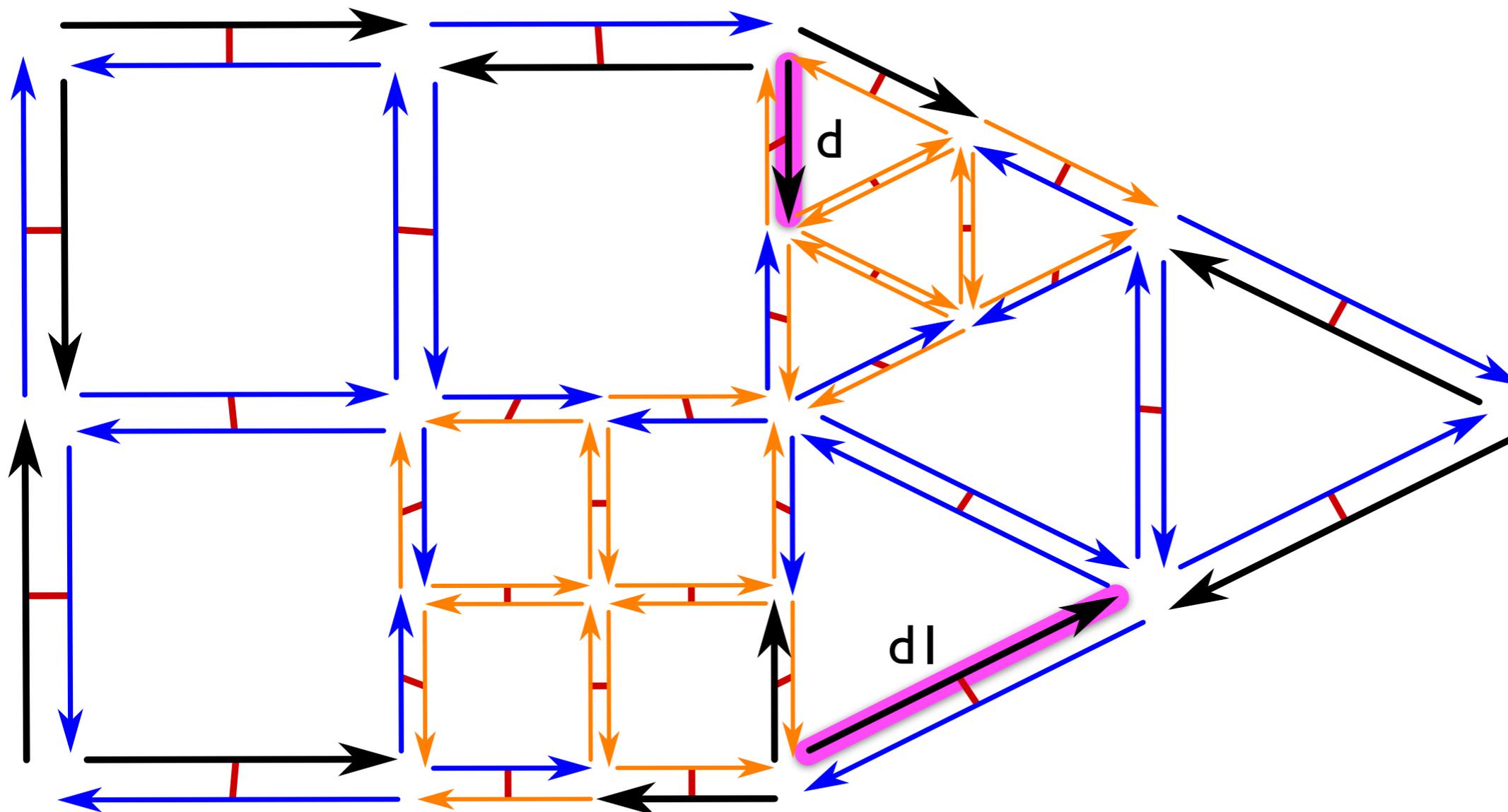
Représentation multirésolution implicite

- étiquetage des nouveaux brins par leur niveau d'insertion
 - reconstruction des ensembles de brins imbriqués
- reconstruction des relations



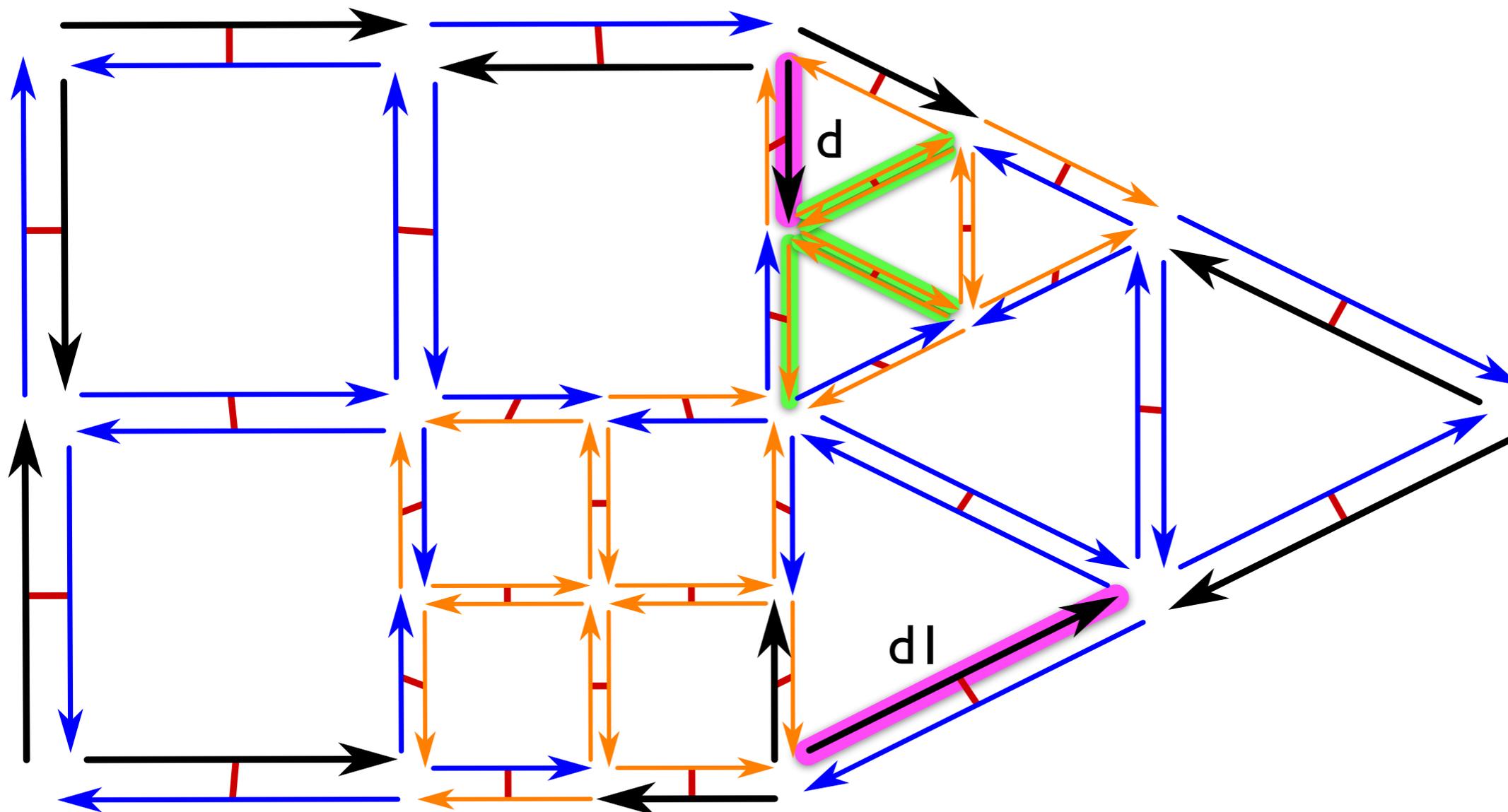
Représentation multirésolution implicite

- étiquetage des nouveaux brins par leur niveau d'insertion
 - reconstruction des ensembles de brins imbriqués
- reconstruction des relations



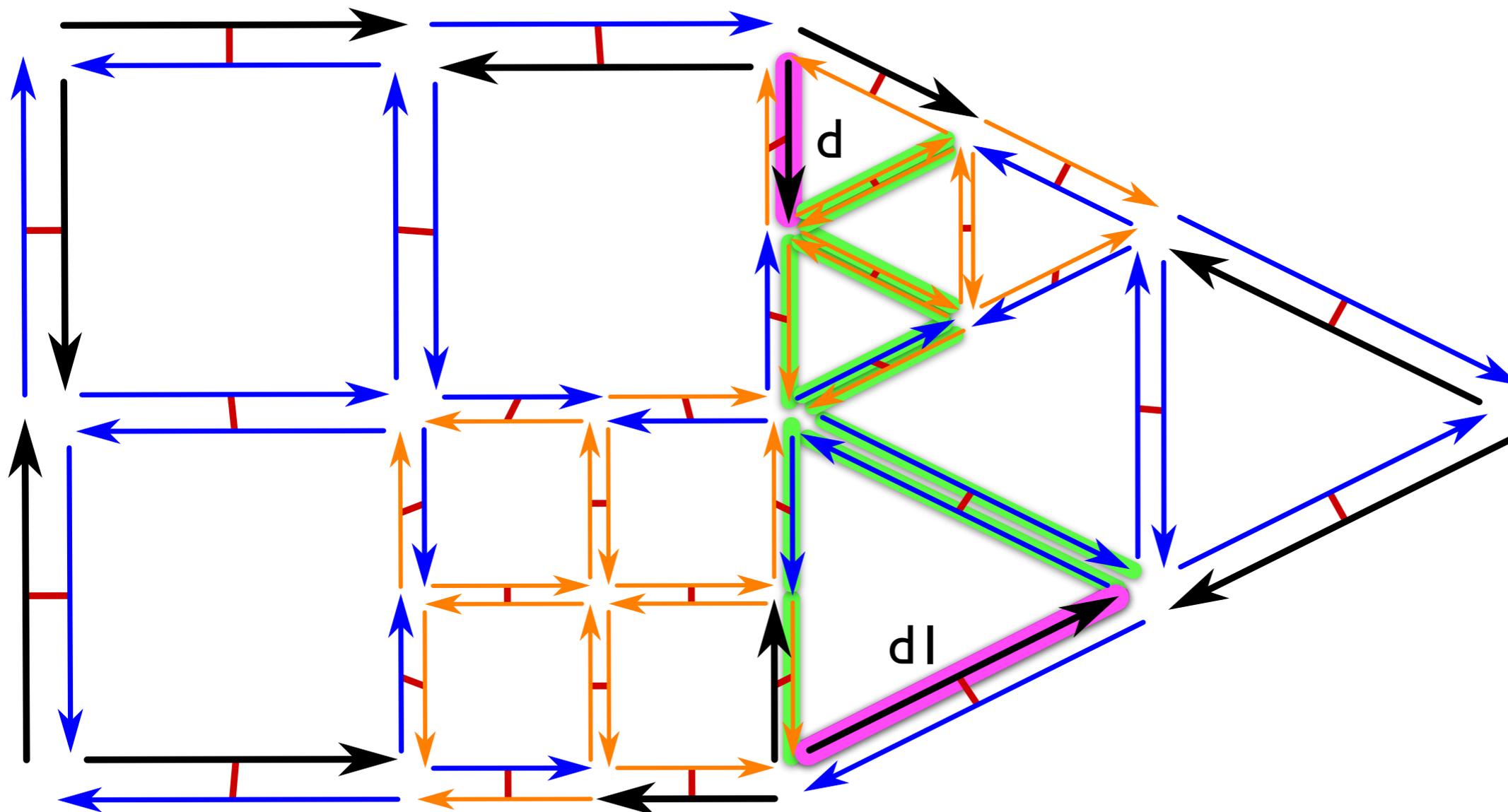
Représentation multirésolution implicite

- étiquetage des nouveaux brins par leur niveau d'insertion
 - reconstruction des ensembles de brins imbriqués
- reconstruction des relations



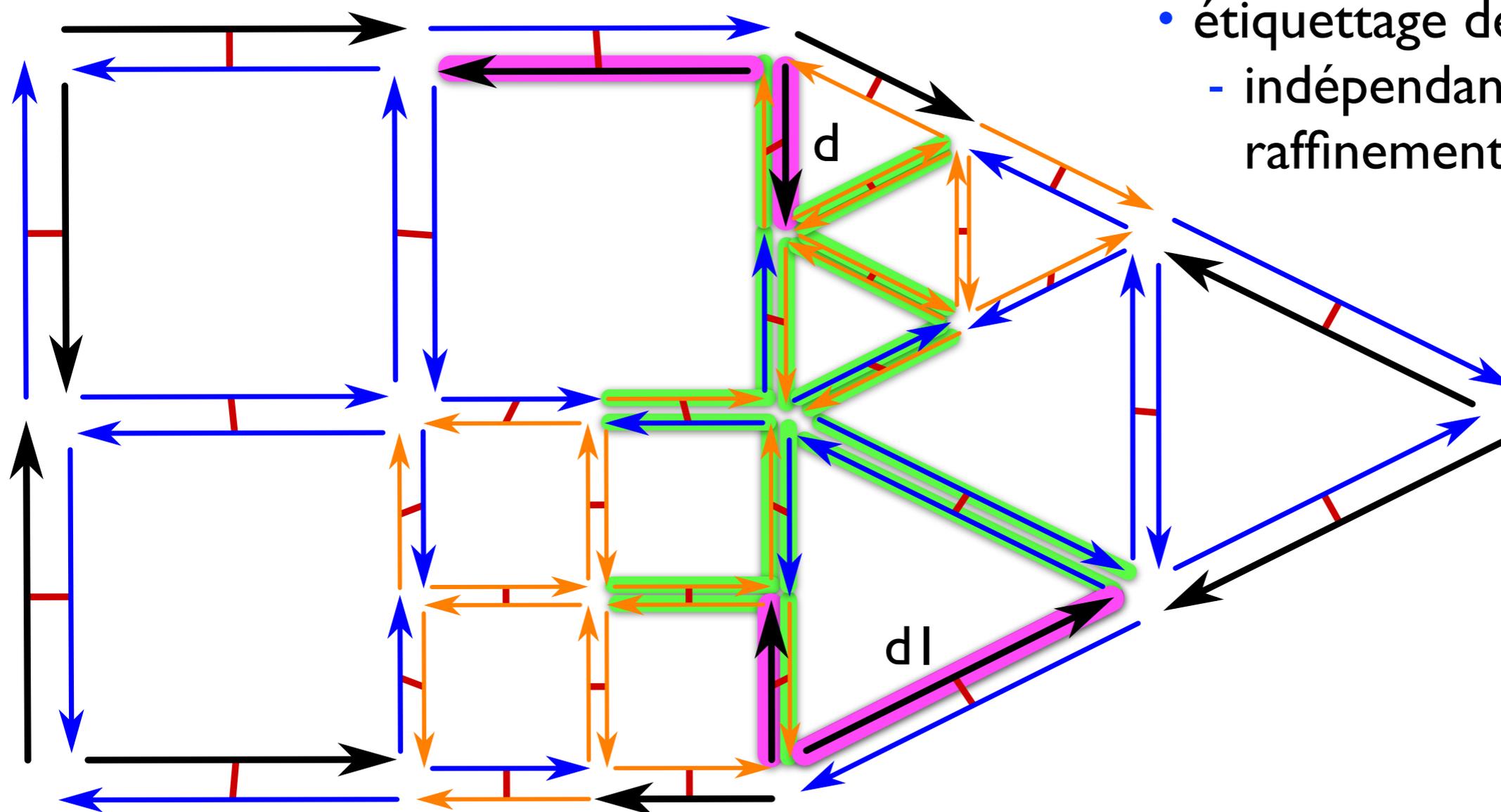
Représentation multirésolution implicite

- étiquetage des nouveaux brins par leur niveau d'insertion
 - reconstruction des ensembles de brins imbriqués
- reconstruction des relations



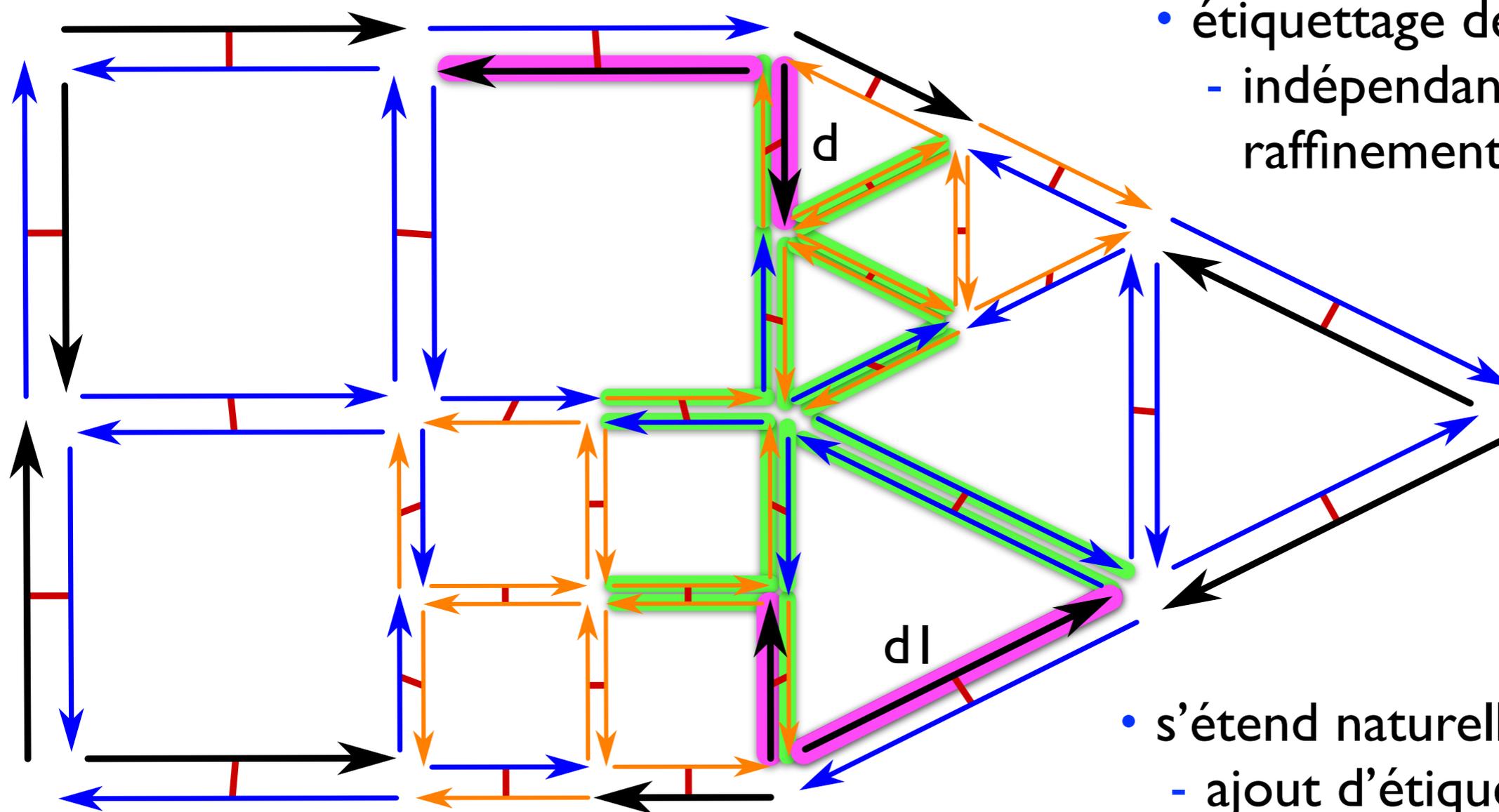
Représentation multirésolution implicite

- étiquetage des nouveaux brins par leur niveau d'insertion
 - reconstruction des ensembles de brins imbriqués
- reconstruction des relations



Représentation multirésolution implicite

- étiquetage des nouveaux brins par leur niveau d'insertion
 - reconstruction des ensembles de brins imbriqués
- reconstruction des relations



- étiquetage des arêtes
 - indépendant du type de raffinement

- s'étend naturellement en 3D
 - ajout d'étiquettes de face

Représentation multirésolution implicite

À propos du coût mémoire : (pour 1 octet/brin)

- en 2D :
 - étiquettes d'arête : max 2bits
 - niveau d'insertion : 6 bits
- en 3D :
 - étiquettes d'arête : max 2bits
 - étiquettes de face : max 2bits
 - niveau d'insertion : 4bits \longrightarrow 16 niveaux de résolutions
- par rapport à la représentation multirésolution explicite :
 - en 2D : 40% de mémoire en moins
 - en 3D : 24% de mémoire en moins

À propos du coût en temps :

- complexité de la reconstruction : 2^{n-i} sauts
- peu de cellules de niveau 0

À propos de performance pratique

Objectifs

- évaluation de nos structures de données et algorithmes multirésolutions
- implantation dans la bibliothèque CGoGN [KUJTC14]
 - bibliothèque logicielle C++ - cgogn.unistra.fr
- comparatif inexistant pour des structures multirésolutions
 - introduction d'une méthodologie expérimentale

Méthode

- basée sur des tests proposés par [SB12] en 2D et [KBK13] en 3D
 - énumération de cellules (incidences et adjacences)
 - opérations de subdivision

[SB12] D. Sieger et M. Botsch, *Design, implementation, and evaluation of the surface_mesh data structure*, 20th International Meshing Roundtable, 2012

[KBK13] M. Kremer, D. Bommers et L. Kobbelt, *Open volumemesh – a versatile index-based data structure for 3d polytopal complexes*, 21st International Meshing Roundtable, 2013

[KUJTC14] P. Kraemer, L. Untereiner, T. Jund, S. They et D. Cazier, *CGoGN: N-dimensional Meshes with Combinatorial Maps*, 22nd International Meshing Roundtable, 2014

À propos de performance pratique

- évaluation de notre structure de données
 - globalement aussi efficace que les autres bibliothèques testées (2D/3D)
 - fonctionnalités de haut-niveau (mise en cache de voisinage)
- évaluation de notre structure de données multirésolution
 - 1,5 fois plus lent que la représentation monorésolution
 - performances identiques pour chaque niveau de résolution
 - accès à toute la généricité de notre représentation
- évaluation de nos structures de données multirésolutions
 - résultats pratiques conformes aux résultats théoriques
 - résultats similaires pour tous les tests
 - le niveau 0 est celui qui contient le moins de cellules

Bilan

Cartes combinatoires multirésolutions : applications aux volumes de subdivision

- extension multirésolution en dimension quelconque
- algorithmes de raffinement volumique variés
 - subdivision régulière ou adaptative
 - opérations topologiques de bas niveau sur les cartes
- représentations des cartes combinatoires multirésolutions

Bilan

Cartes combinatoires multirésolutions : applications aux volumes de subdivision

- extension multirésolution en dimension quelconque
- algorithmes de raffinement volumique variés
 - subdivision régulière ou adaptative
 - opérations topologiques de bas niveau sur les cartes
- représentations des cartes combinatoires multirésolutions

Points forts

- généricité des méthodes
- préservation de la cohérence topologique
- efficacité
 - parcours de la topologie
- flexibilité
 - définitions indépendantes d'une implantation

Perspectives

- extension de nos méthodes
 - implantation d'autres algorithmes
 - spécialisation de nos algorithmes et structures de données
- approche par simplification
 - hiérarchie de maillages progressifs
- évolution du modèle des cartes multirésolutions
 - brins à durée de vie limitée
- exploitation du cadre formel
 - formalisation de notre modèle et des algorithmes de subdivision

Merci de votre attention !

Questions ?