

# Événements visuels de polyèdres

Guillaume BATOG

Xavier GOAOC

Equipe VEGAS, Loria (Nancy)

Événements visuels

Définir un bon cadre d'étude

Catalogue des rayons unilocaux instables

# Événement visuel

La vue d'un objet change  
par un léger déplacement du point de vue.

# Événement visuel

Que voit-on?



La **vue** d'un objet change

par un léger déplacement du point de vue.

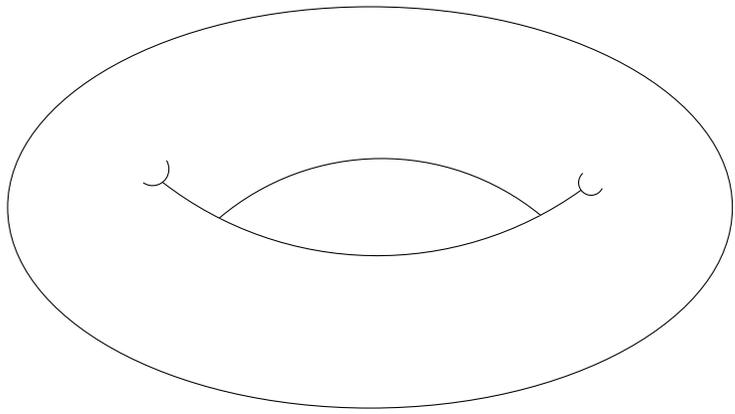
# Événement visuel

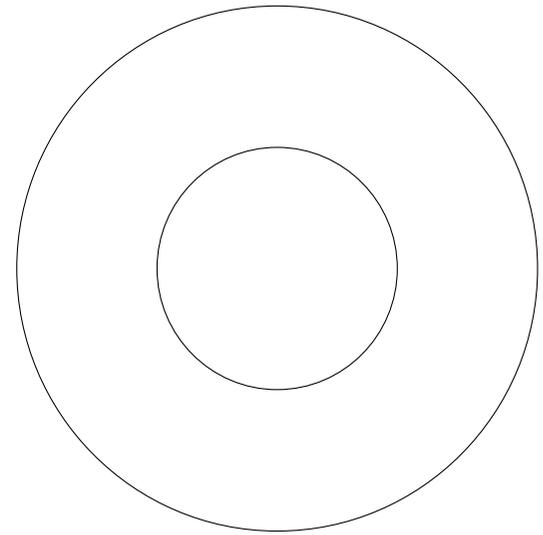
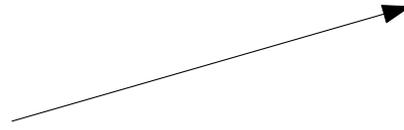
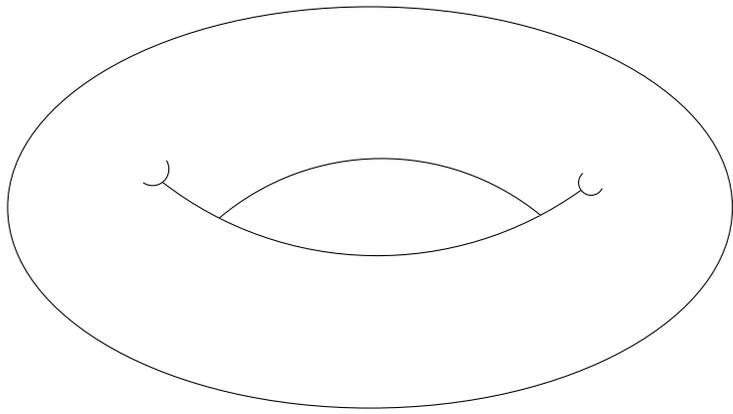
Que voit-on?

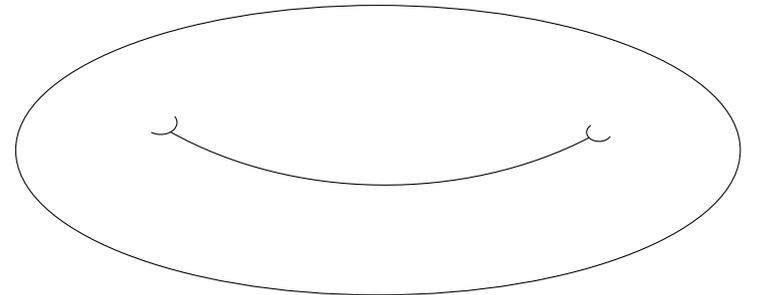
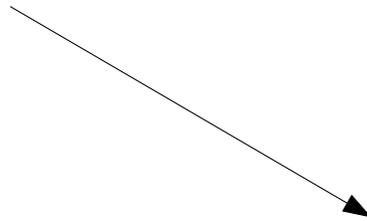
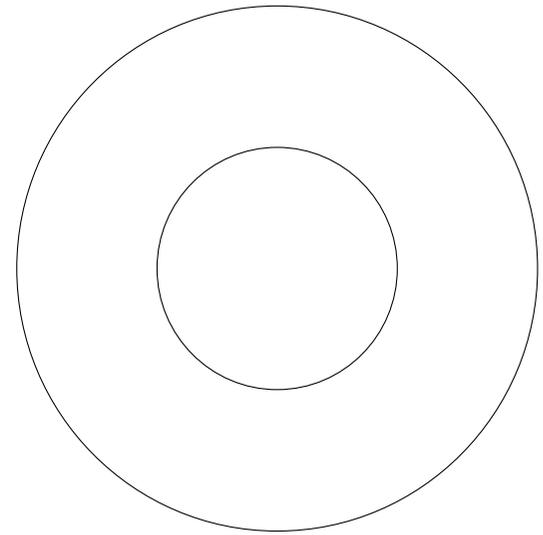
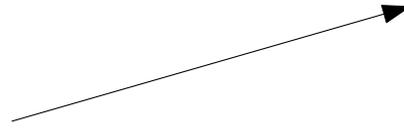
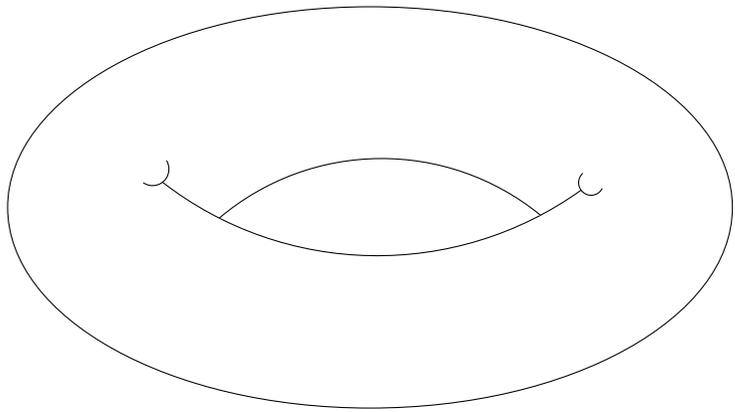
Quelle équivalence de vues?

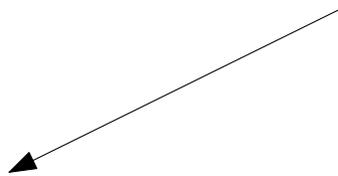
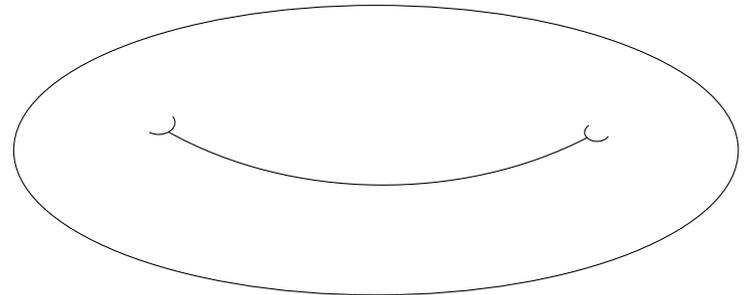
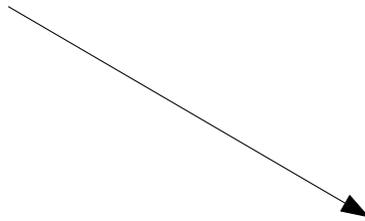
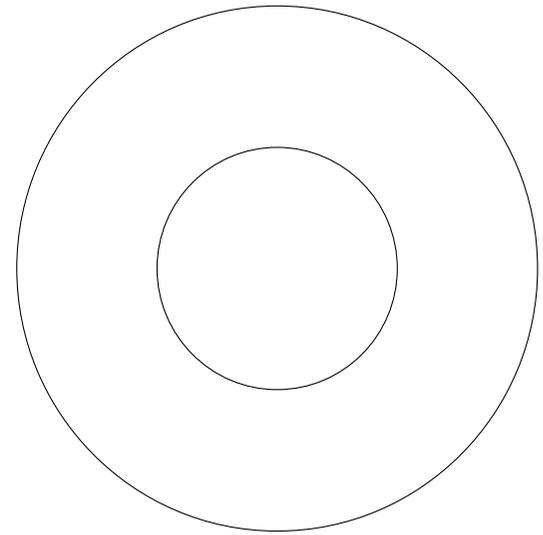
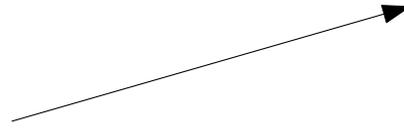
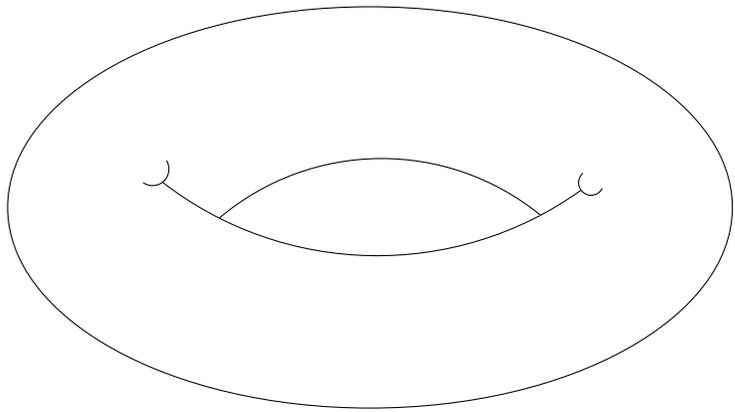
La **vue** d'un objet **change**

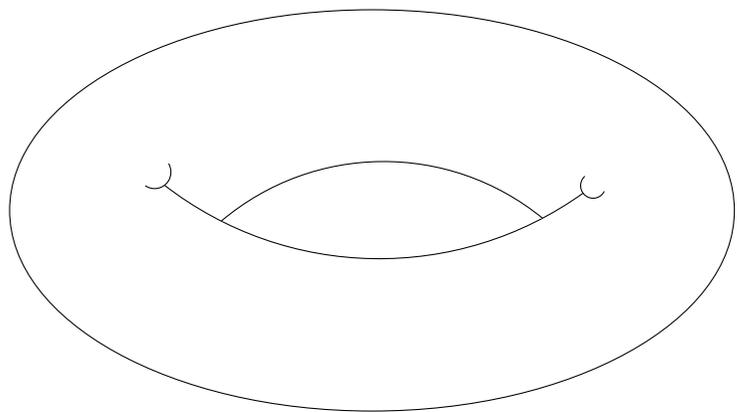
par un léger déplacement du point de vue.



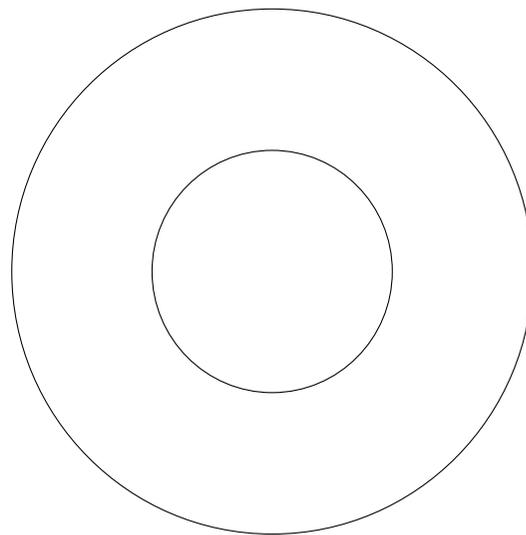




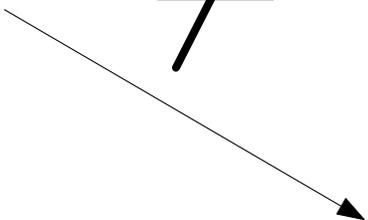




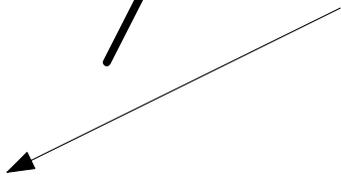
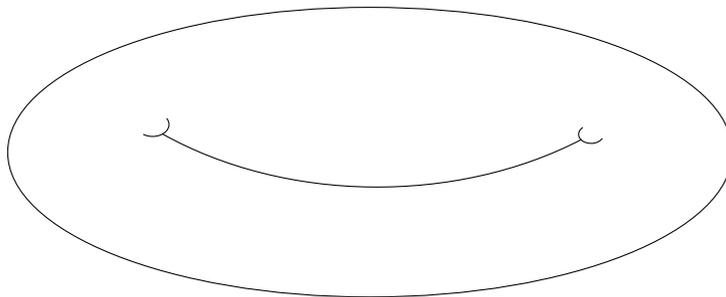
$\neq$

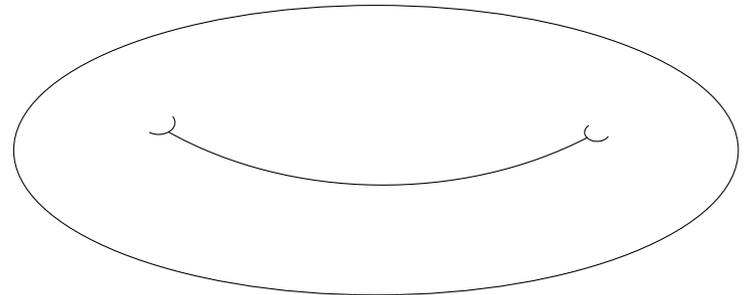
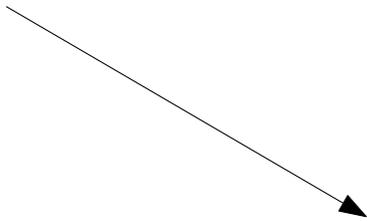
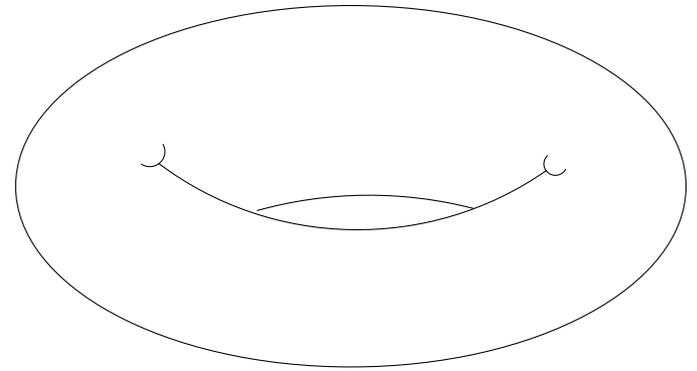
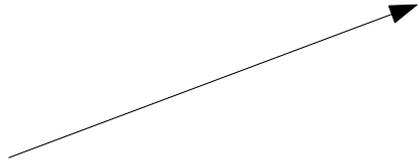
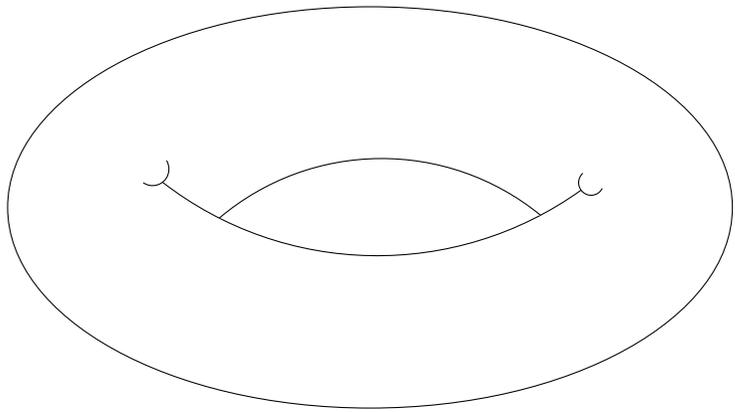


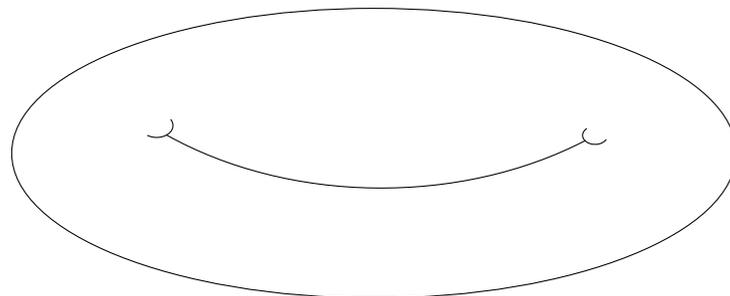
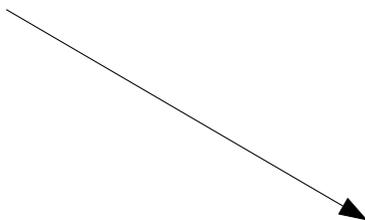
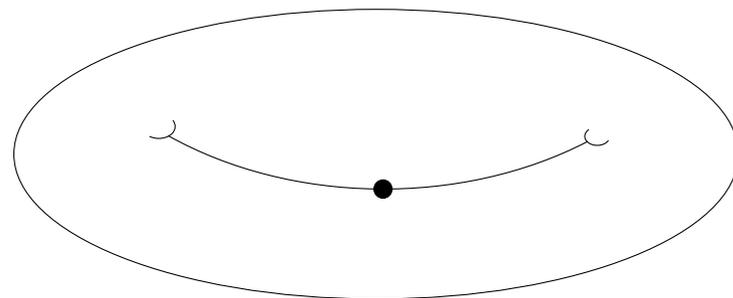
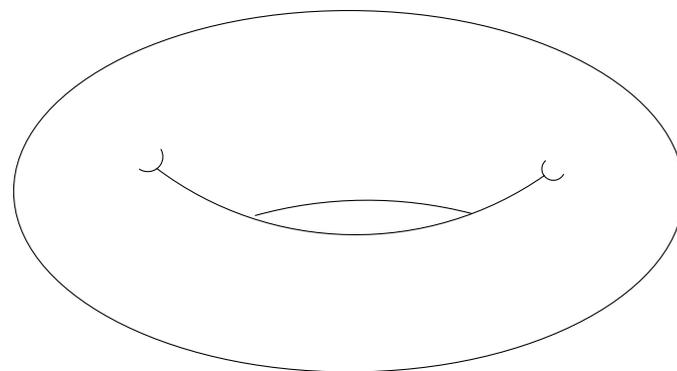
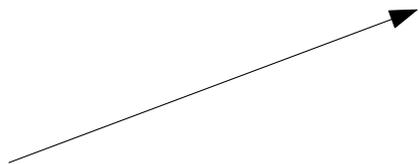
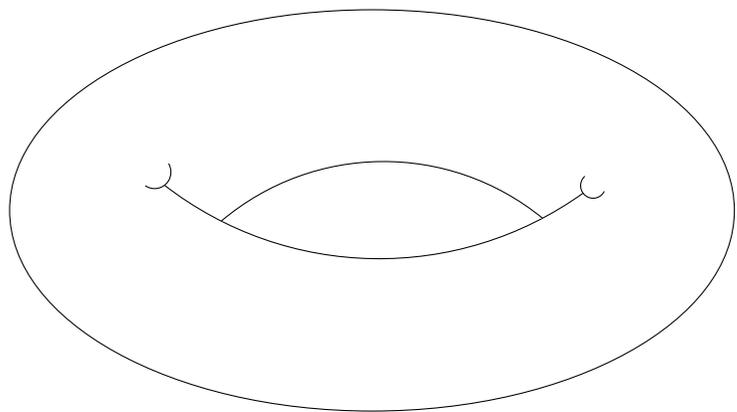
$\neq$

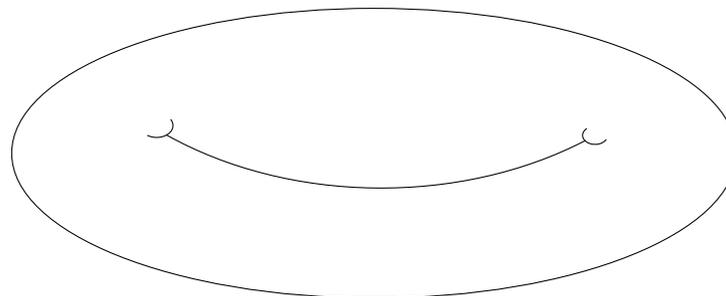
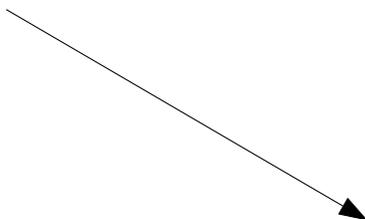
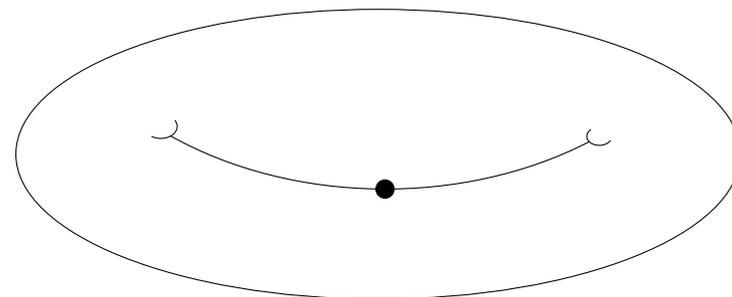
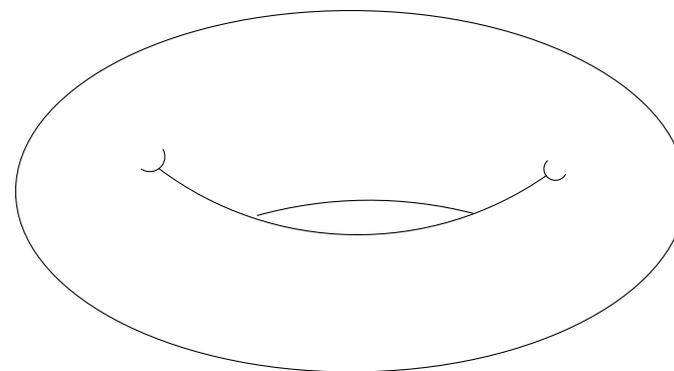
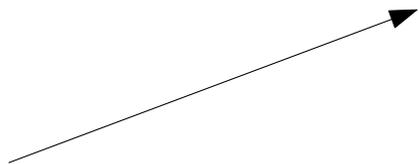
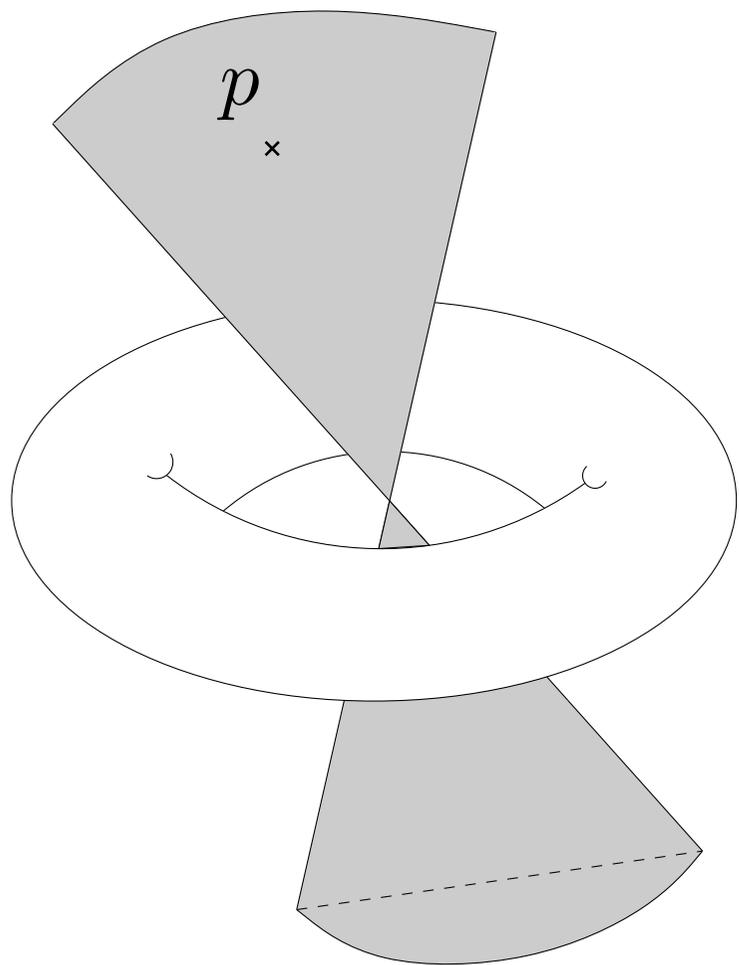


$\neq$

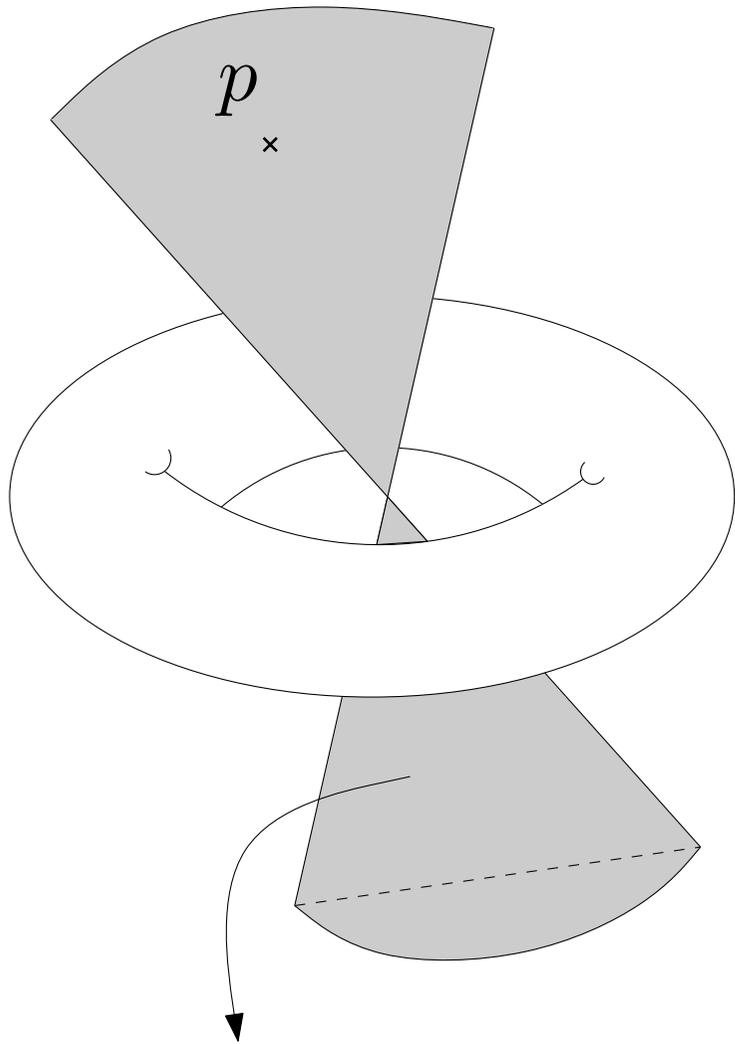




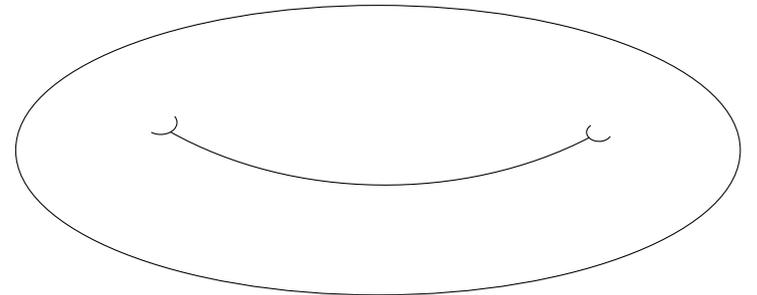
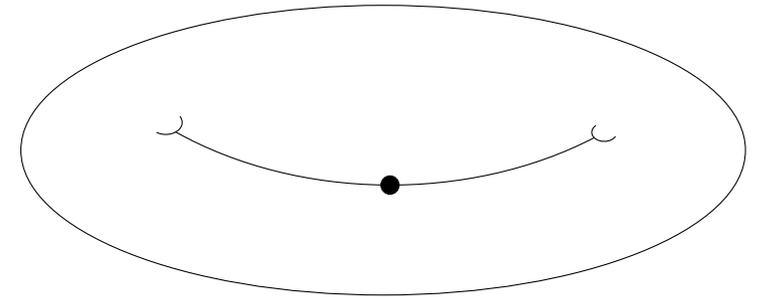
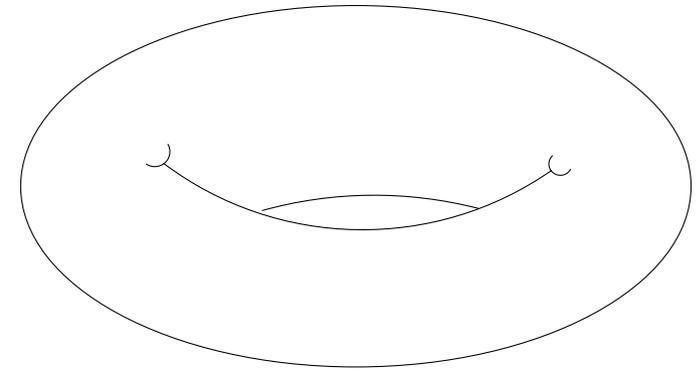
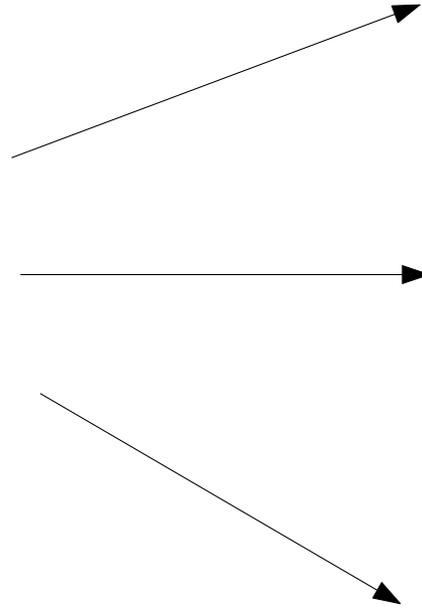




$p$  point de vue instable



surface d'événement visuel  
(SEV)



# Événement visuel

Que voit-on?

Quelle équivalence de vues?

La **vue** d'un objet **change**

par un léger déplacement du point de vue.

Motivations pratiques

# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

Graphes d'aspects [Koenderink & van Doorn, 79]

# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

Graphes d'aspects [Koenderink & van Doorn, 79]

- ★ décomposition de l'espace des points de vue en zones maximales où la vue reste inchangée

# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

Graphes d'aspects [Koenderink & van Doorn, 79]

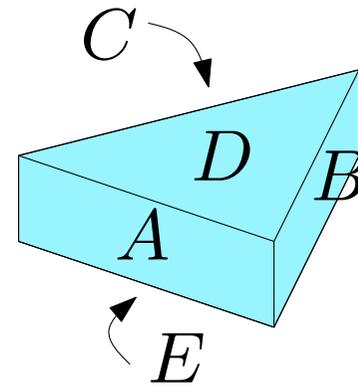
- ★ décomposition de l'espace des points de vue en zones maximales où la vue reste inchangée
- ★ graphe dual de cette décomposition

# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

Exemple:

- ★ vue: faces visibles du polyèdre
- ★ équivalence de vue  
=  
identité des vues

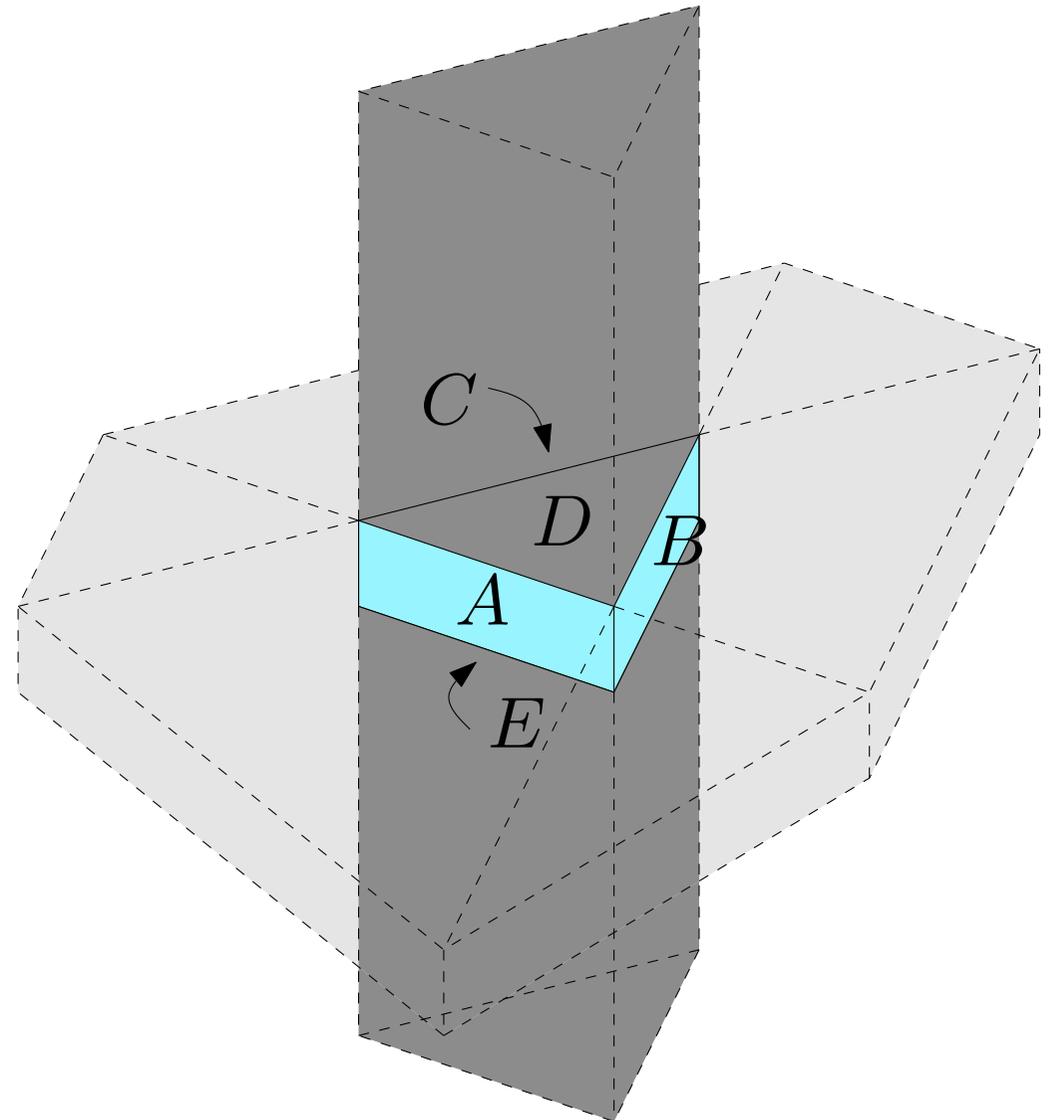


# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

Exemple:

- ★ vue: faces visibles du polyèdre
- ★ équivalence de vue  
=  
identité des vues

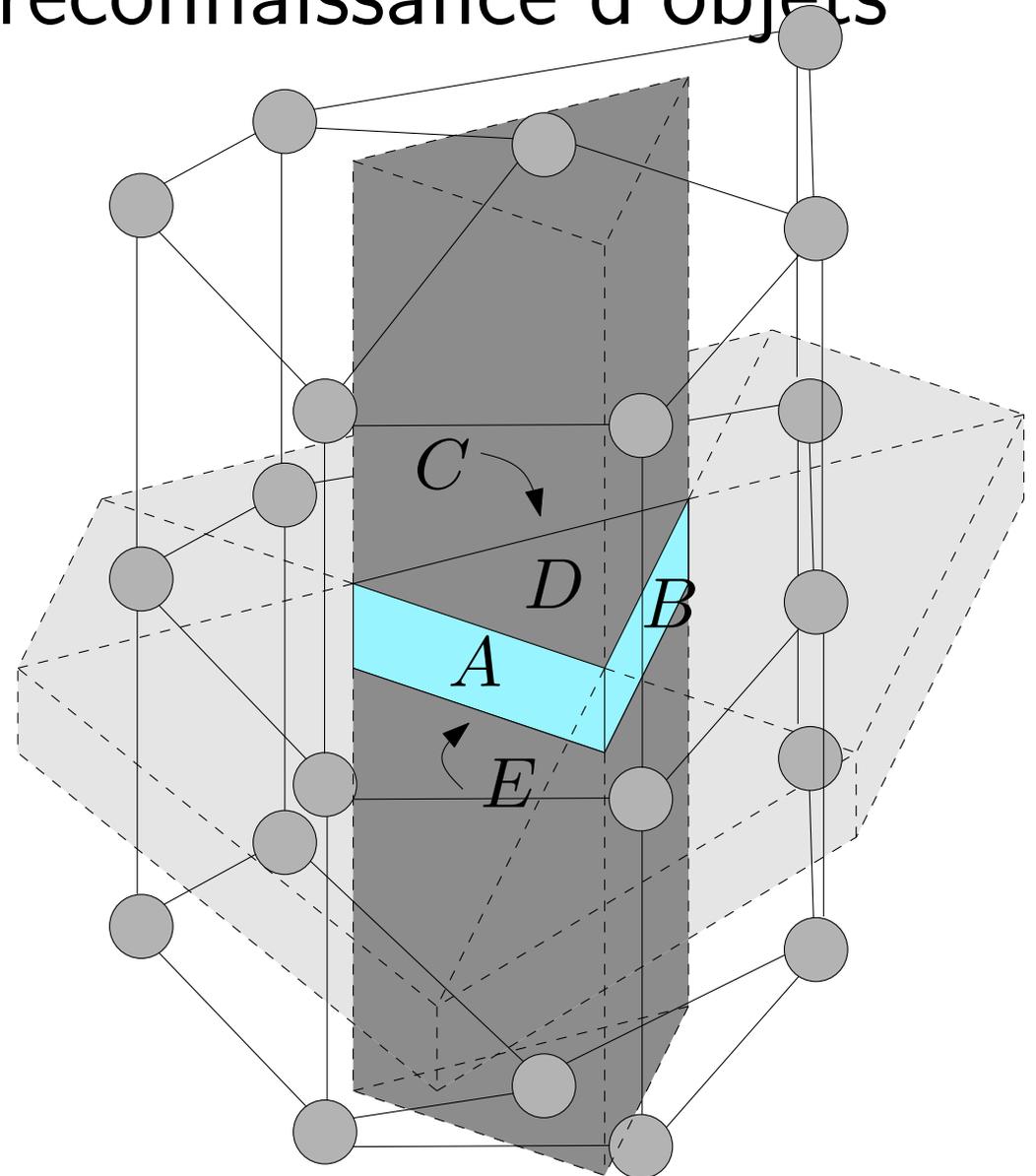


# Événement visuel

Application en vision: reconnaissance d'objets

Exemple:

- ★ vue: faces visibles du polyèdre
- ★ équivalence de vue  
=  
identité des vues



# Événement visuel

Application en infographie: contours d'ombre

# Événement visuel

Application en infographie: contours d'ombre

★ Modèle physique: illumination globale

$$B(x) = E(x) + \int_{z \in S} K(x, z) B(z) dz$$

# Événement visuel

Application en infographie: contours d'ombre

★ Modèle physique: illumination globale

$$B(x) = E(x) + \int_{z \in S} K(x, z) B(z) dz$$

éclairage



# Événement visuel

Application en infographie: contours d'ombre

- ★ Modèle physique: illumination globale

$$B(x) = E(x) + \int_{z \in S} K(x, z) B(z) dz$$

éclairage



- ★ Contour d'ombre

~ certaines zones de discontinuités de  $B(x)$

# Événement visuel

Application en infographie: contours d'ombre

★ Modèle physique: illumination globale

$$B(x) = E(x) + \int_{z \in S} K(x, z) B(z) dz$$

éclairage



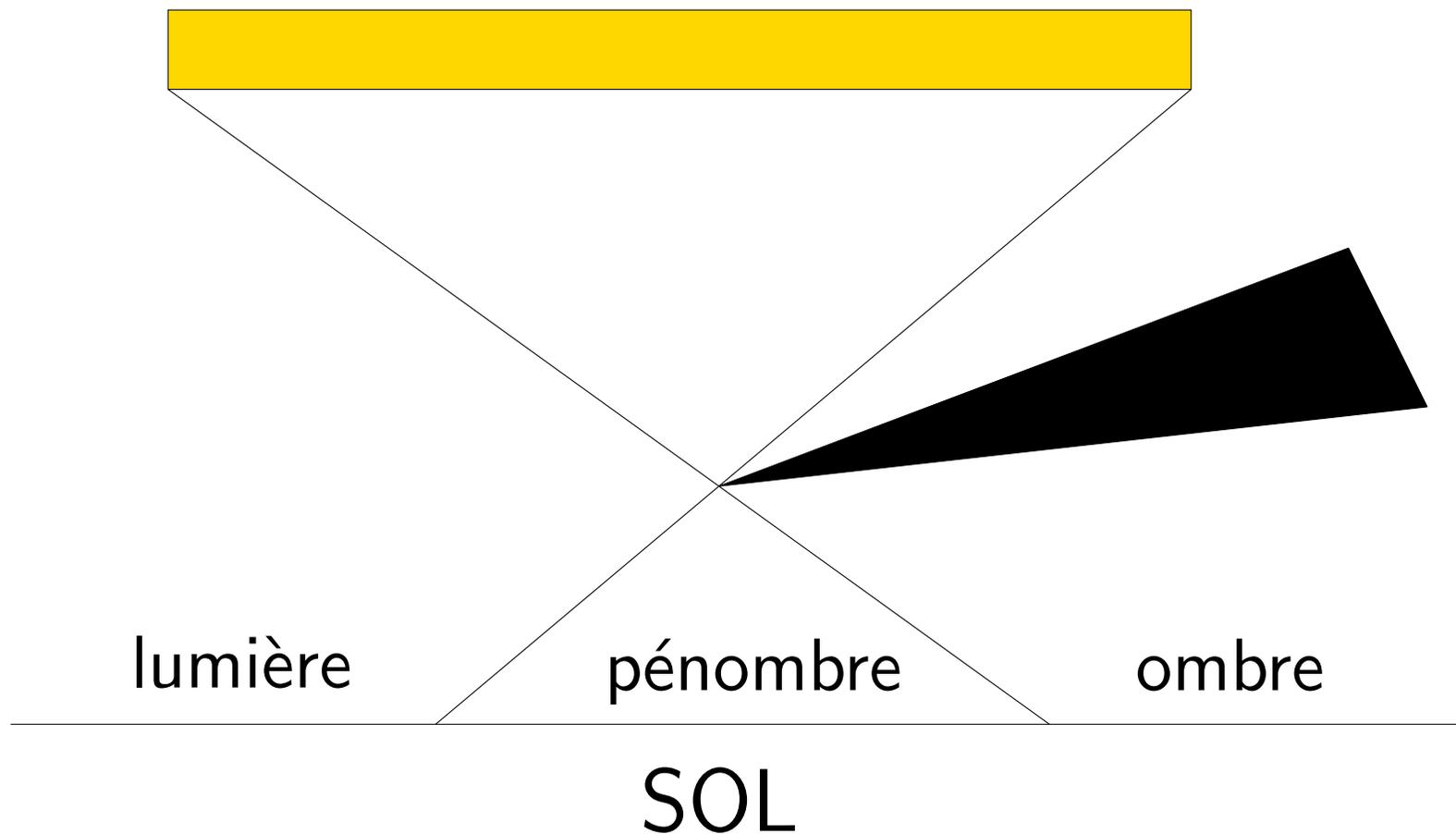
★ Contour d'ombre

~ certaines zones de discontinuités de  $B(x)$

~ trace sur les objets des surfaces d'événements visuels

# Événement visuel

Application en infographie: contours d'ombre



# Définir un bon cadre d'étude (1)

# Définir un bon cadre d'étude (1)

Etudier les événements visuels  
relatifs aux changements topologiques  
sur le contour apparent de polyèdres

# Définir un bon cadre d'étude (1)

équivalence de vues

Etudier les événements visuels  
relatifs aux changements topologiques  
sur le contour apparent de polyèdres

vue

objets

# Définir un bon cadre d'étude (1)

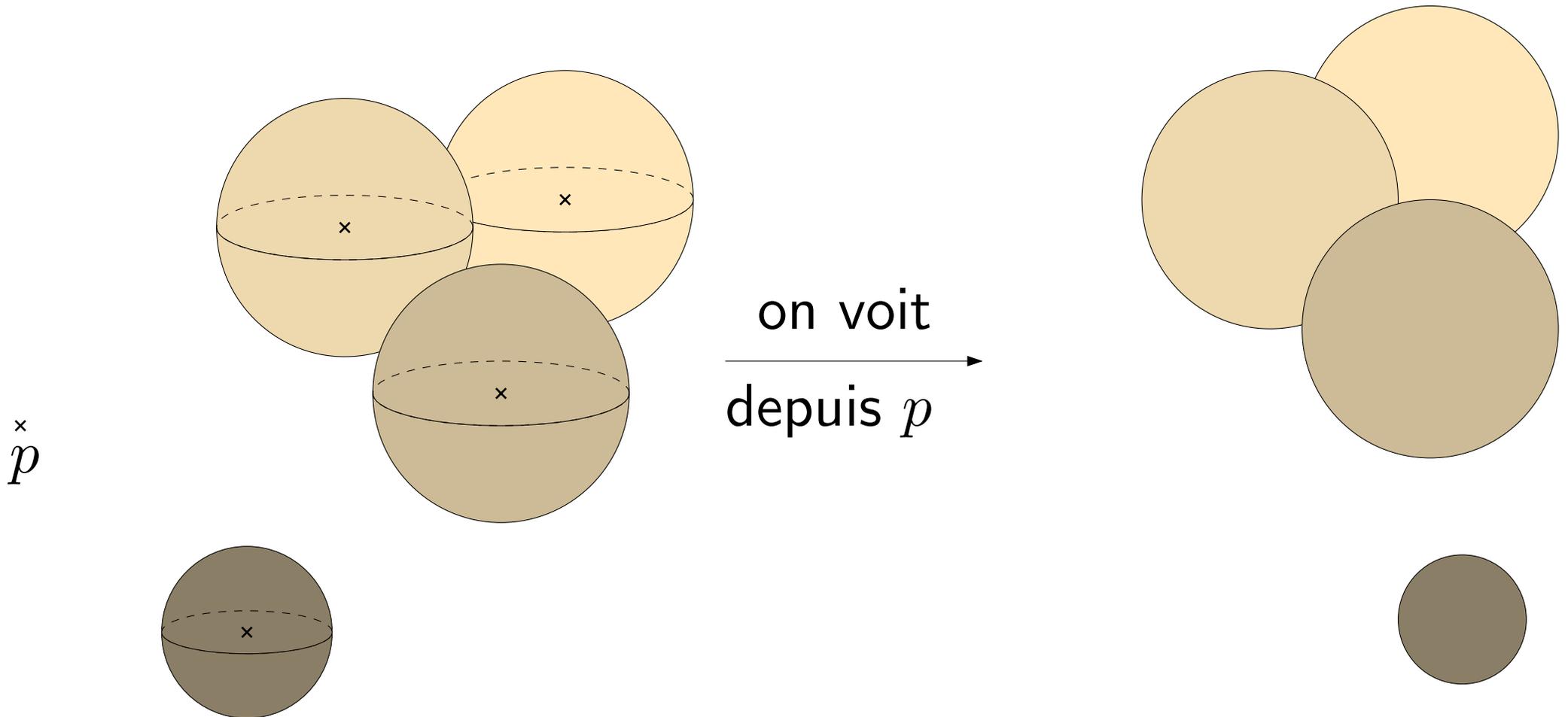
Etudier les événements visuels  
relatifs aux changements topologiques  
sur le contour apparent de polyèdres

Pourquoi?

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres

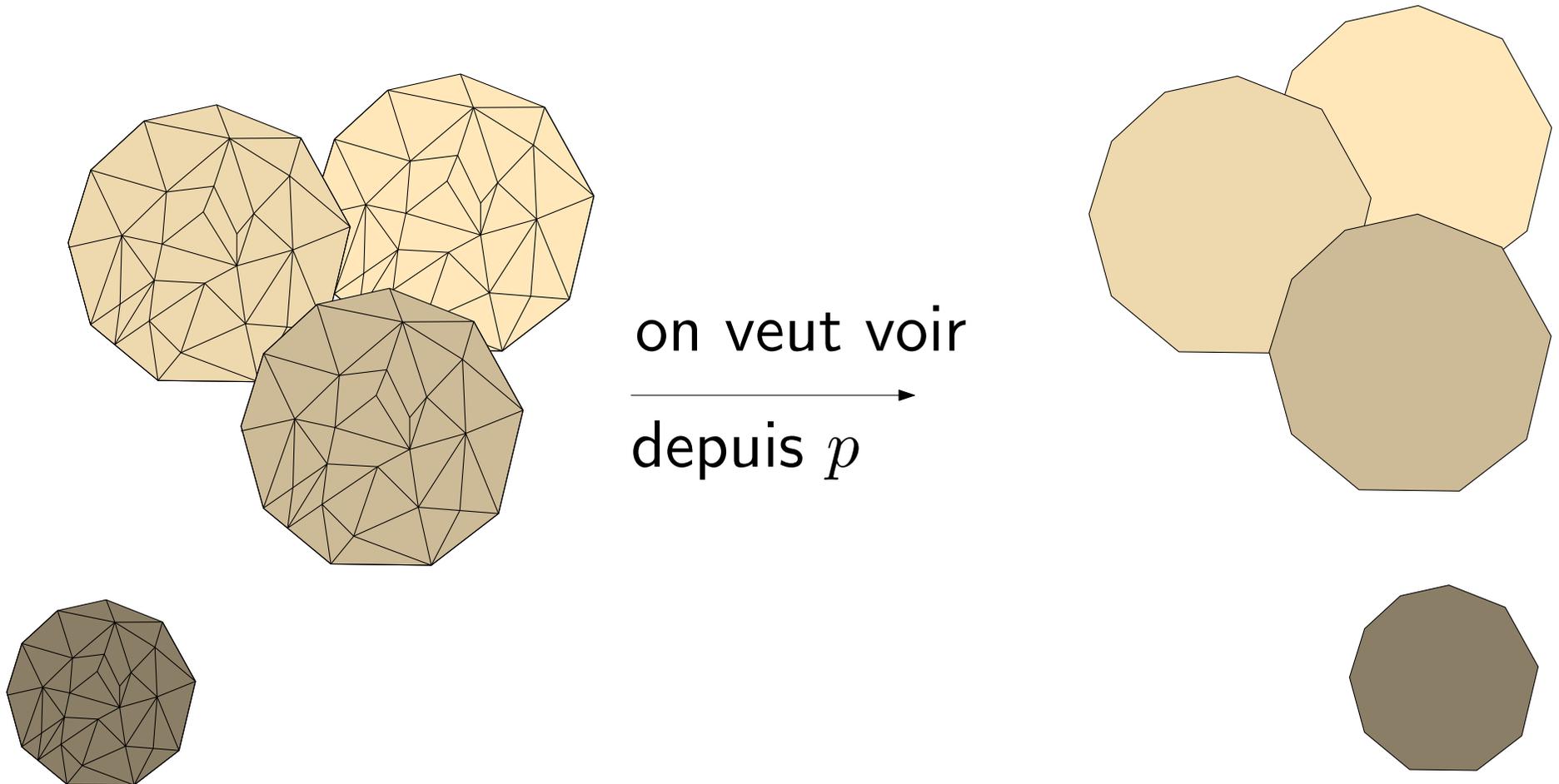
Dans le cas lisse opaque



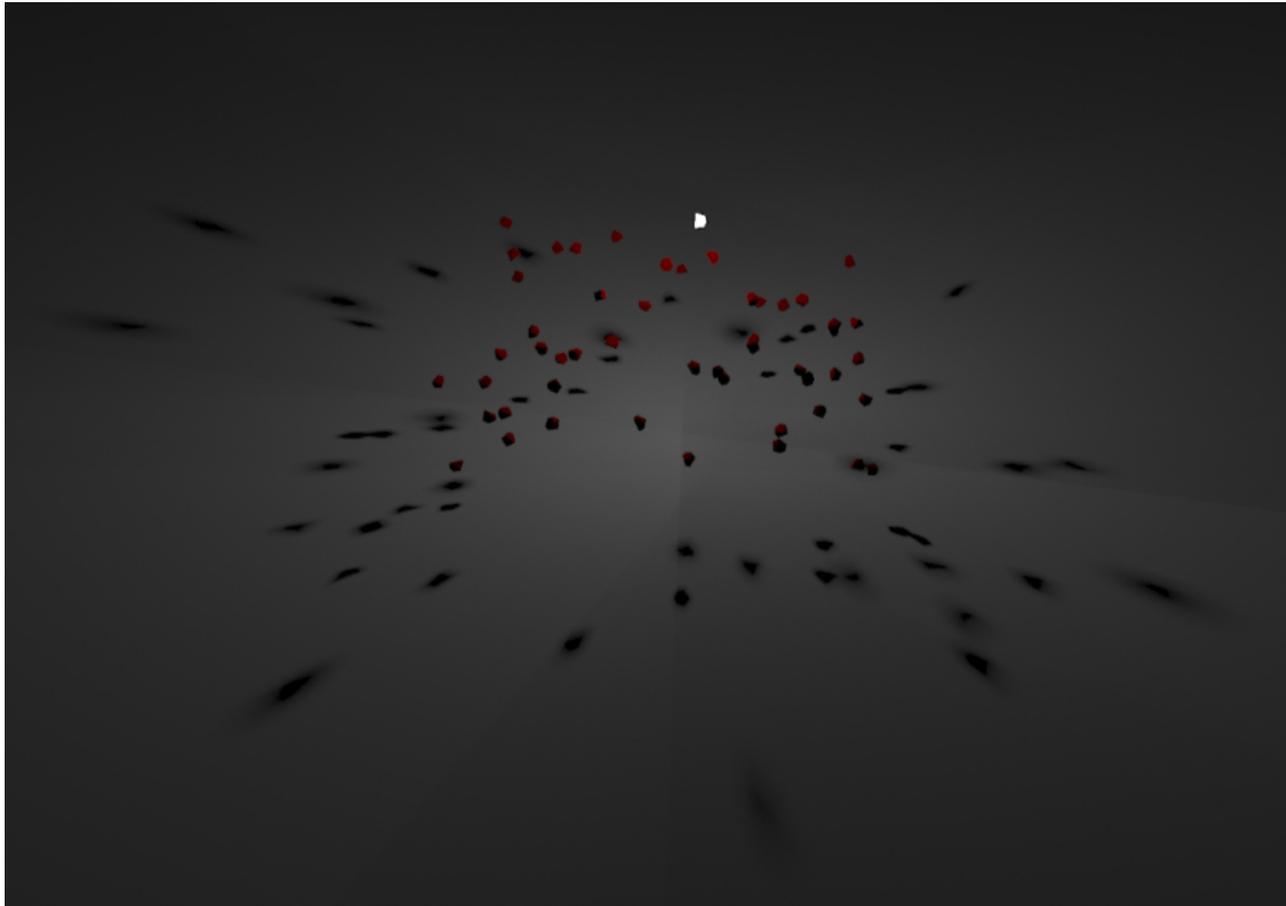
Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres

Dans le cas polyédrique

$\times$   
 $p$

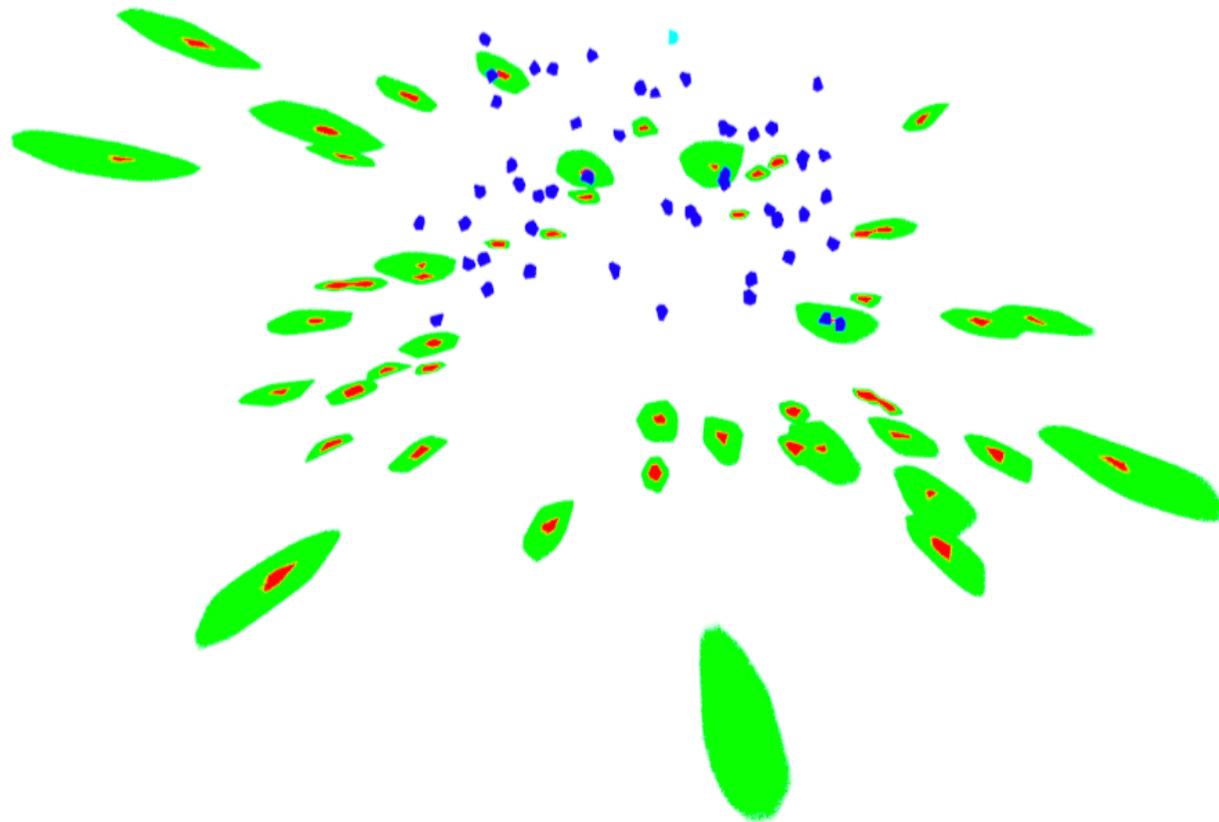


Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres



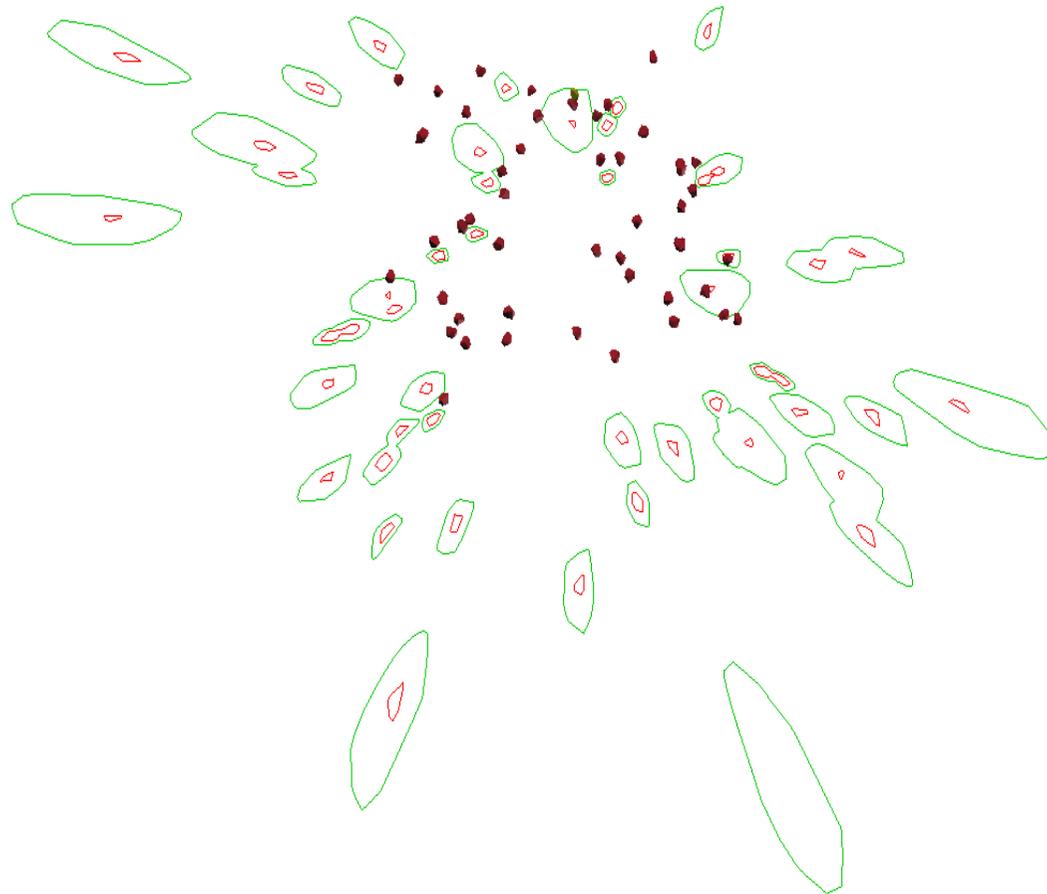
*Images tirées des travaux de Demouth & Goaoc*

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres



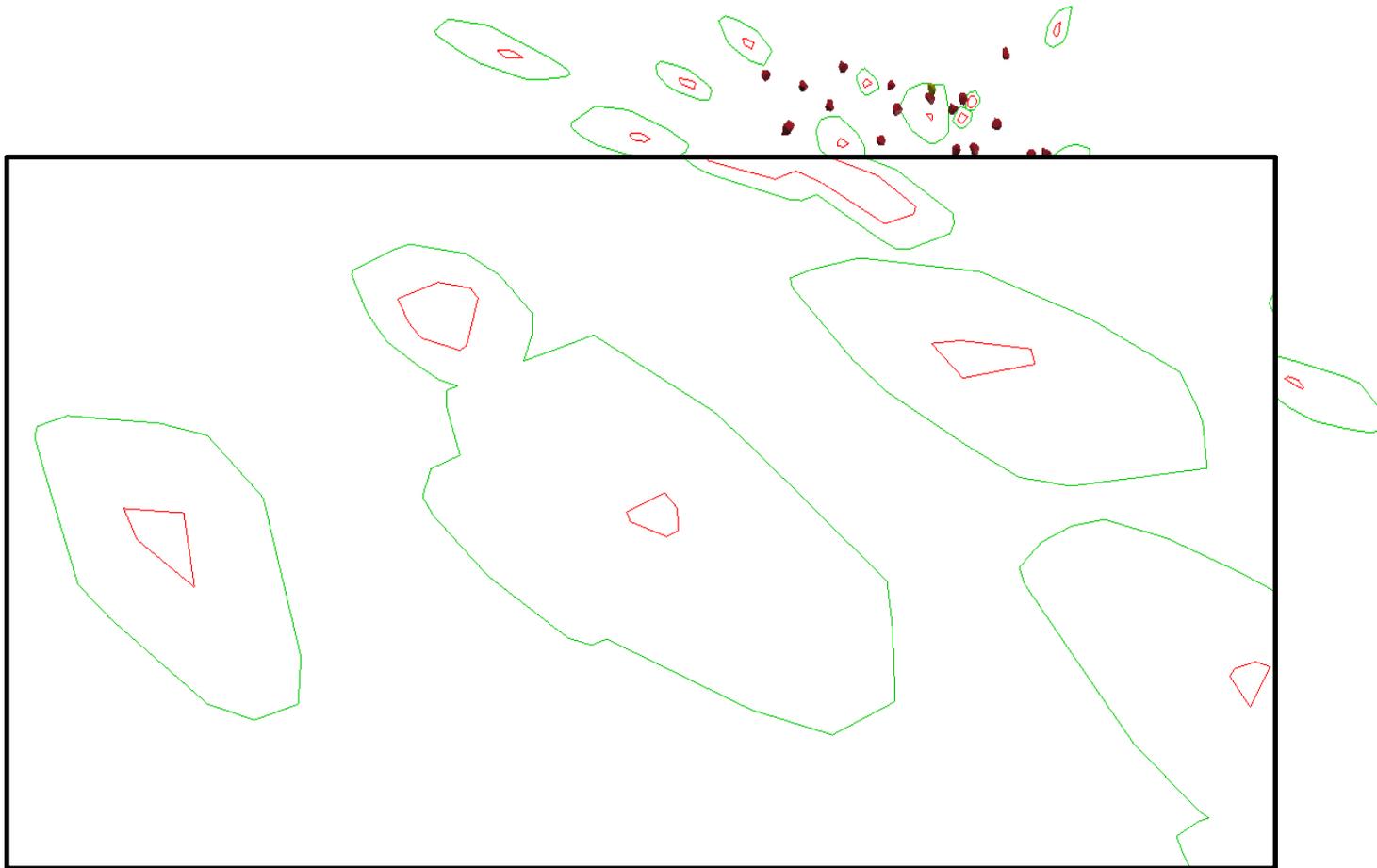
*Images tirées des travaux de Demouth & Goaoc*

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres



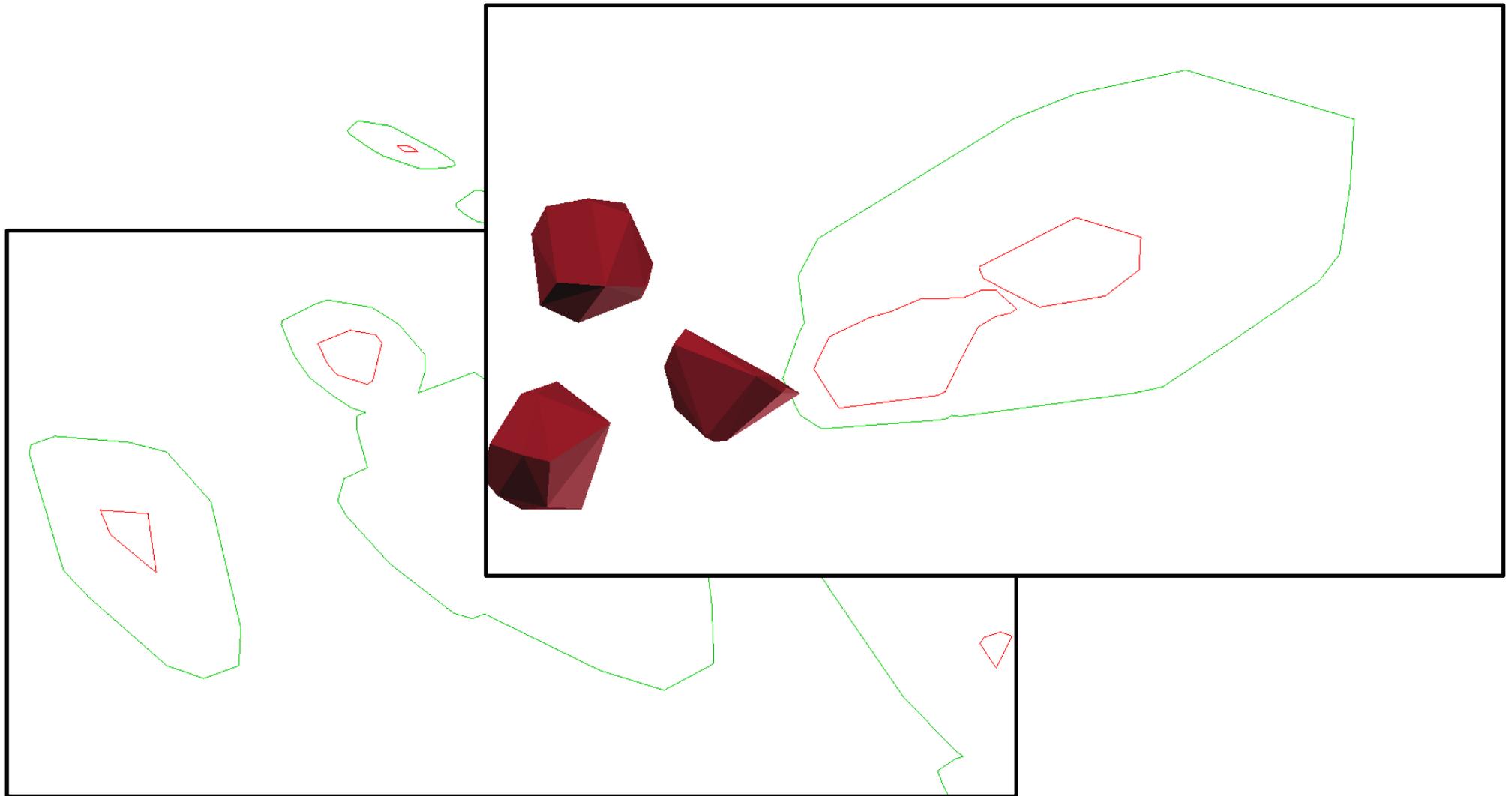
*Images tirées des travaux de Demouth & Goaoc*

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres



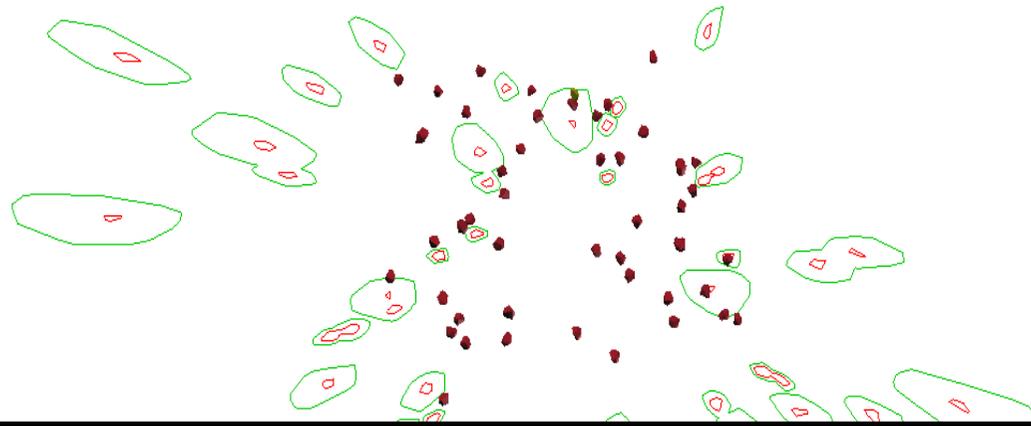
*Images tirées des travaux de Demouth & Goaoc*

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres



*Images tirées des travaux de Demouth & Goaoc*

Motivation: détecter les SEV **observables**  
pour le calcul de contours d'ombres



80% de SEV en moins  
30 sphères 128 points par sphère 7680 triangles

# Définir un bon cadre d'étude (2)

Etudier les événements visuels  
relatifs aux changements topologiques  
sur le contour apparent de polyèdres

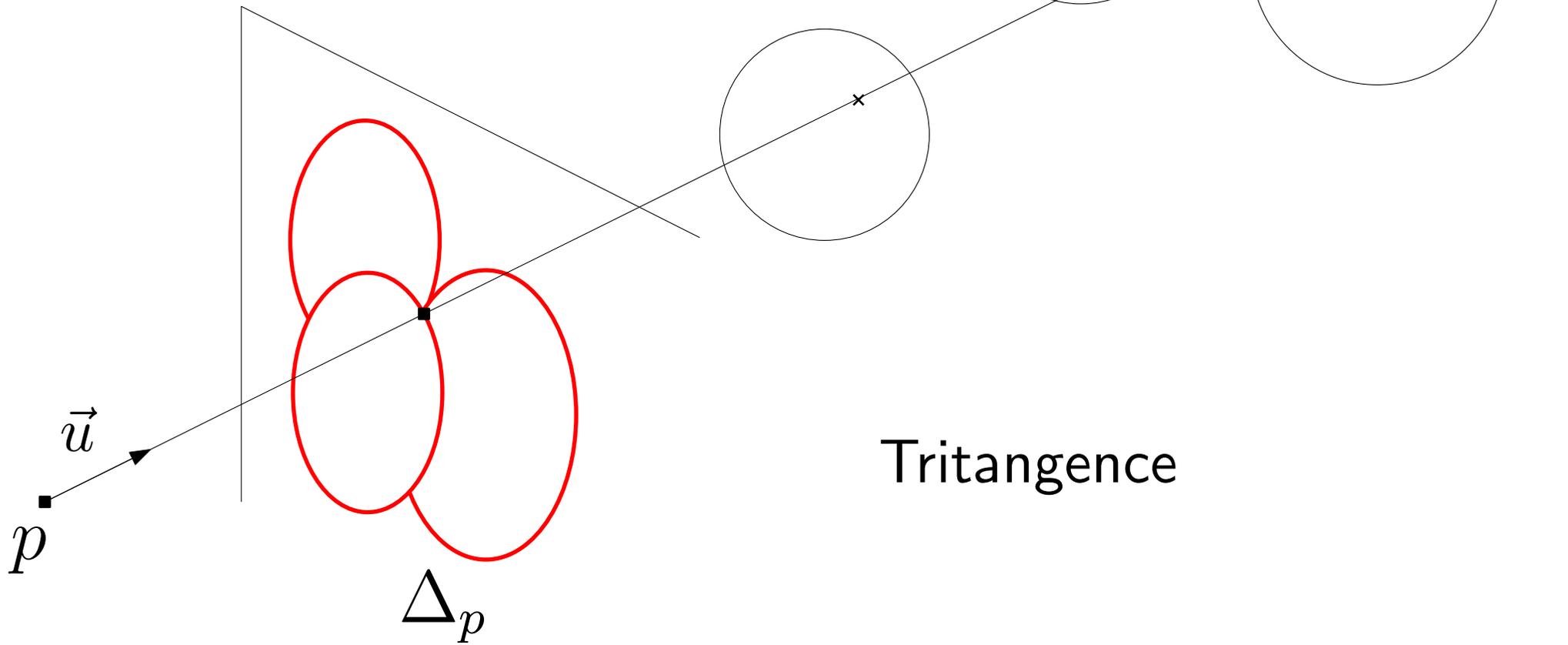
# Définir un bon cadre d'étude (2)

Etudier les événements visuels  
relatifs aux changements topologiques  
sur le contour apparent de polyèdres

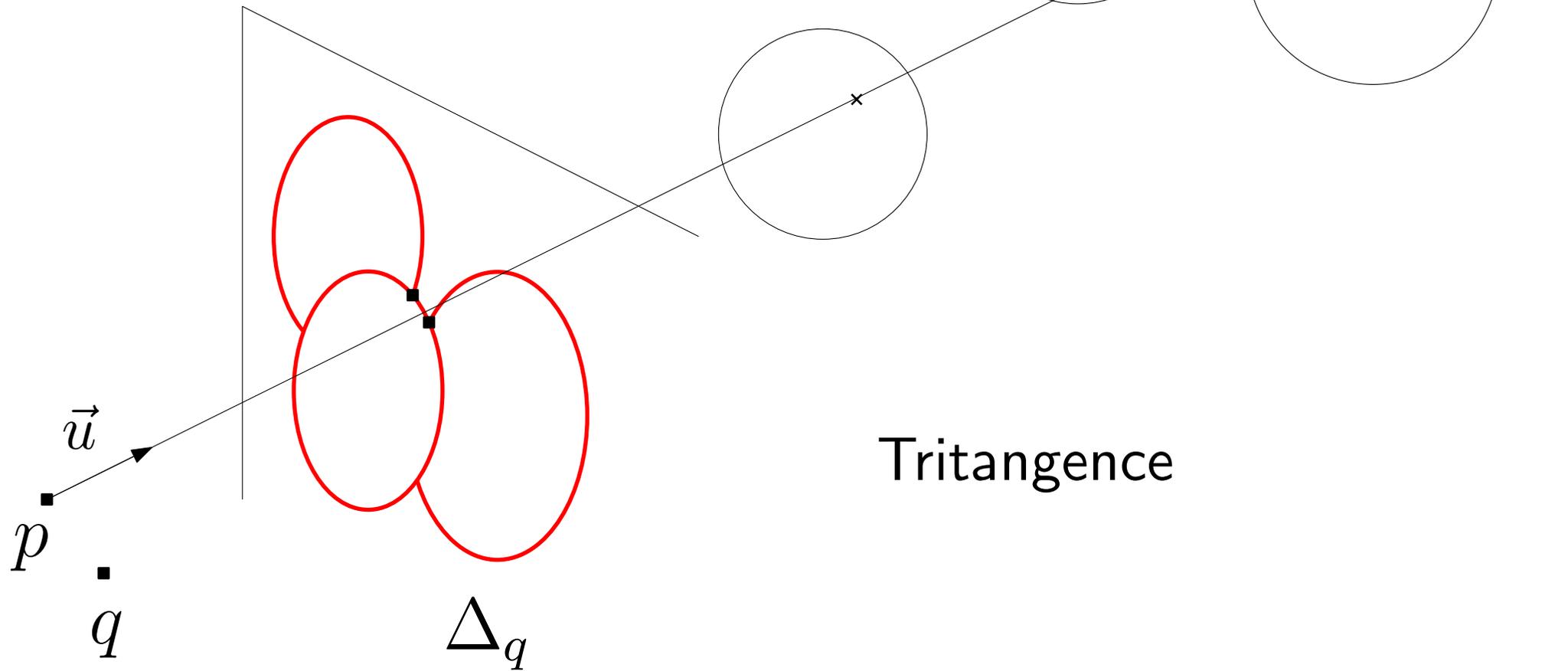


Observation **locale** sur le contour apparent

le rayon  $[p\vec{u}]$  est instable



le rayon  $[p\vec{u})$  est instable



## Objectif

SEV = { points de vue  $p$  tq  
 $\exists$  rayon instable depuis  $p$  }

Objectif

$$\text{SEV} = \left\{ \begin{array}{l} \text{points de vue } p \text{ tq} \\ \exists \text{ rayon instable depuis } p \end{array} \right\}$$

★ cas lisse: théorie des singularités (Mather)

Objectif

$$SEV = \left\{ \begin{array}{l} \text{points de vue } p \text{ tq} \\ \exists \text{ rayon instable depuis } p \end{array} \right\}$$

★ cas lisse: théorie des singularités (Mather)

★ cas polyédrique: OK pour le LISG (Gigus & Malik)

## Objectif

$$\text{SEV} = \left\{ \begin{array}{l} \text{points de vue } p \text{ tq} \\ \exists \text{ rayon instable depuis } p \end{array} \right\}$$

★ cas lisse: théorie des singularités (Mather)

★ cas polyédrique: OK pour le LISG (Gigus & Malik)

Légende urbaine

*En vision, les instabilités locales engendrent une instabilité globale.*

## Objectif

$$\text{SEV} = \left\{ \begin{array}{l} \text{points de vue } p \text{ tq} \\ \exists \text{ rayon instable depuis } p \end{array} \right\}$$

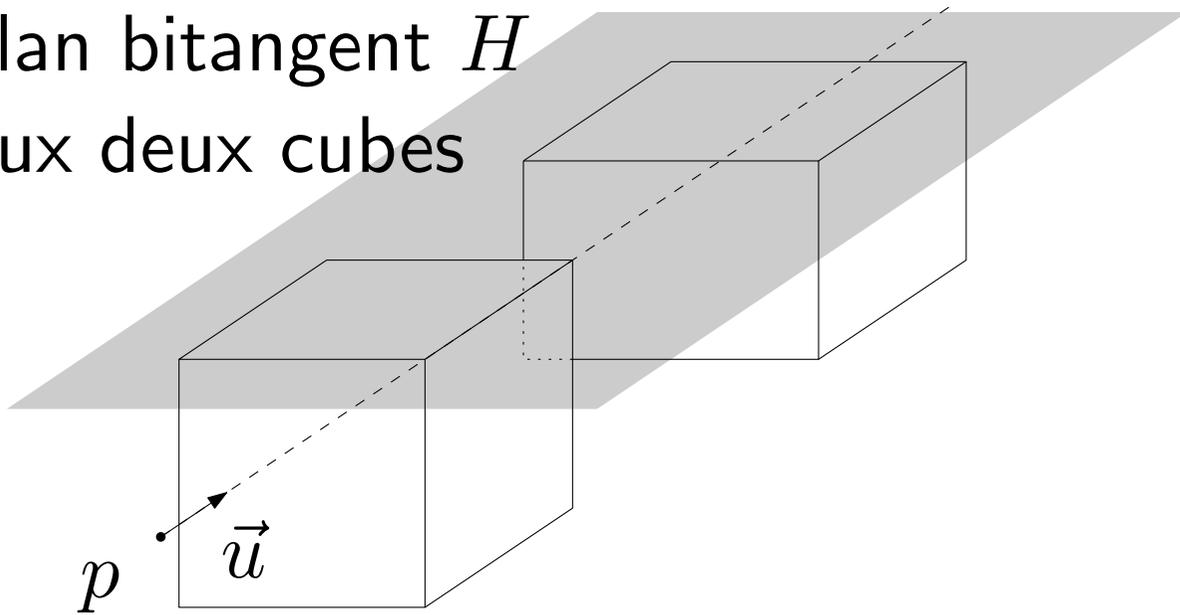
- ★ cas lisse: théorie des singularités (Mather)
- ★ cas polyédrique: OK pour le LISG (Gigus & Malik)

Légende urbaine

~~*En vision, les instabilités locales engendrent une instabilité globale.*~~

# Contre-exemple

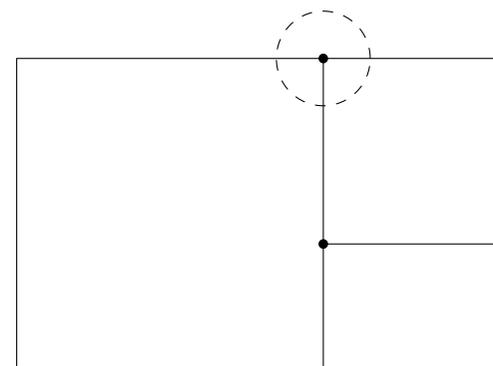
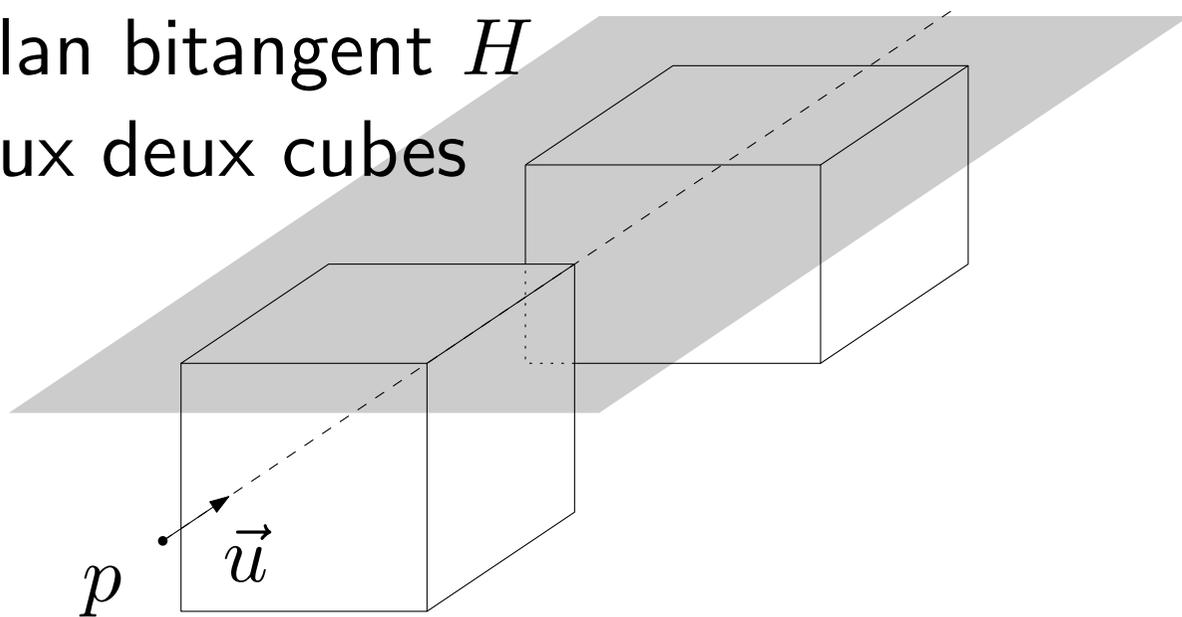
plan bitangent  $H$   
aux deux cubes



# Contre-exemple

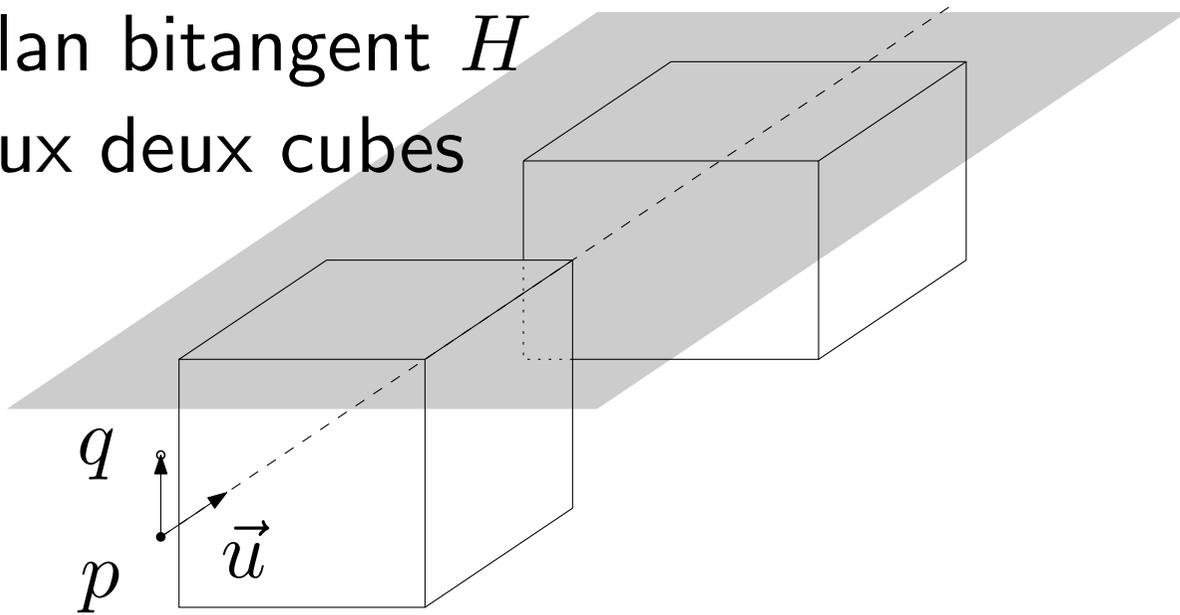
Vue depuis  
 $p$  dans  $H$

plan bitangent  $H$   
aux deux cubes

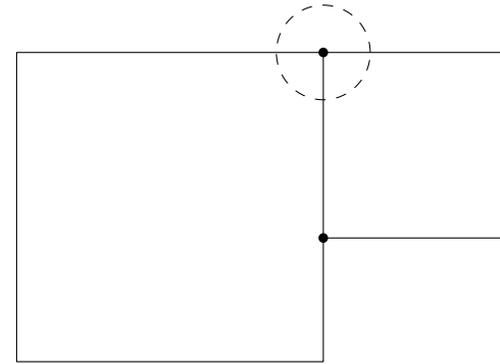


# Contre-exemple

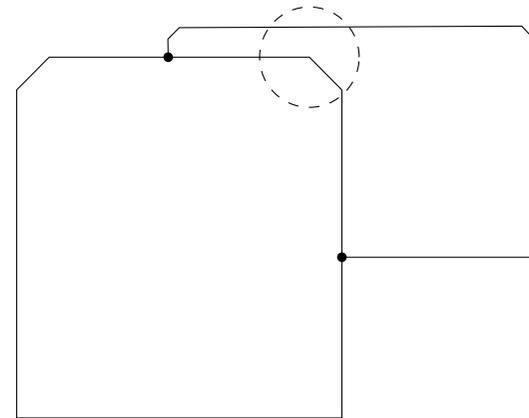
plan bitangent  $H$   
aux deux cubes



Vue depuis  
 $p$  dans  $H$

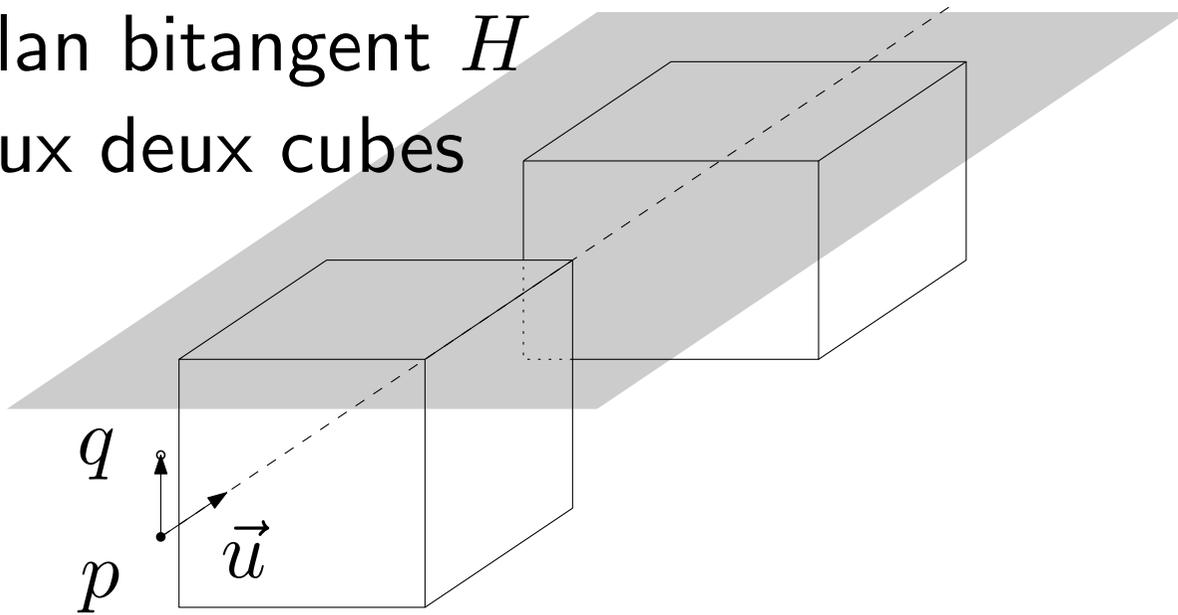


Vue depuis  $q$



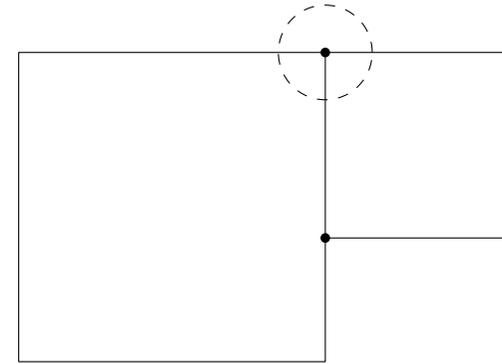
# Contre-exemple

plan bitangent  $H$   
aux deux cubes

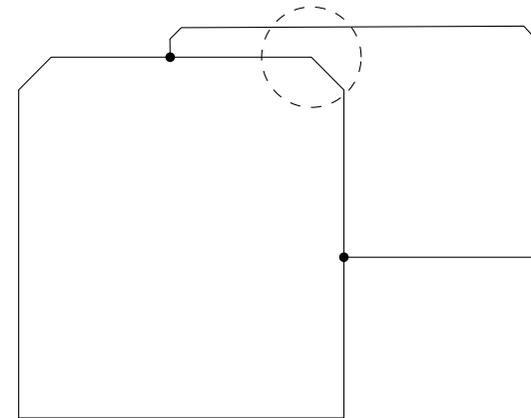


Saut de jonction

Vue depuis  
 $p$  dans  $H$



Vue depuis  $q$



# Définir un bon cadre d'étude (fin)

Besoin d'un critère dynamique

# Définir un bon cadre d'étude (fin)

Besoin d'un critère dynamique

$p$  est stable par *isotopie* ssi

au voisinage de  $p$

- ★ le contour évolue continûment
- ★ sa topologie reste invariante

# Définir un bon cadre d'étude (fin)

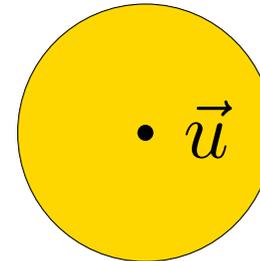
Besoin d'un critère dynamique

$p$  est stable par *isotopie* ssi

au voisinage de  $p$

- ★ le contour évolue continûment
- ★ sa topologie reste invariante

$[p\vec{u})$  stable  $\Leftrightarrow$  stabilité sur



# Définir un bon cadre d'étude (fin)

Thm. *Pour l'isotopie, un point de vue est stable ssi tous les rayons issus de celui-ci sont stables.*

# Définir un bon cadre d'étude (fin)

Thm. *Pour l'isotopie, un point de vue est stable ssi tous les rayons issus de celui-ci sont stables.*

## Ingrédients

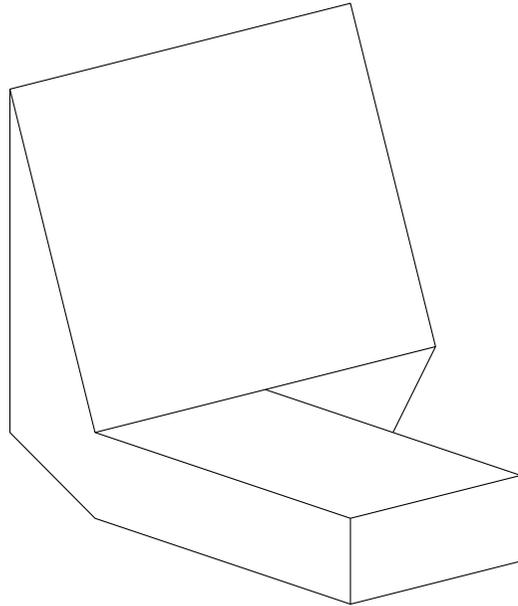
- ★ géométrie du contour apparent
- ★ notion de continuité dans la stabilité

# Définir un bon cadre d'étude (fin)

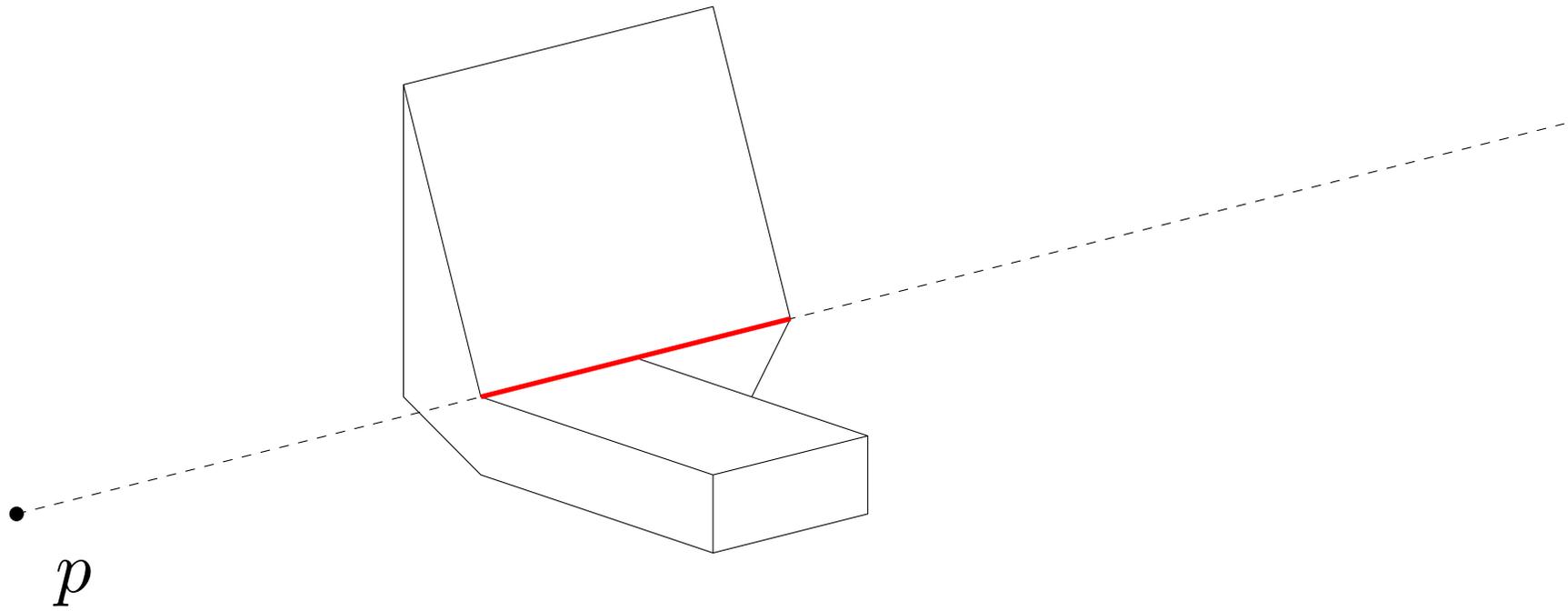
Thm. *Pour l'isotopie, un point de vue est stable ssi tous les rayons issus de celui-ci sont stables.*

Caractériser les rayons instables  
(polyèdre, contour apparent, isotopie)

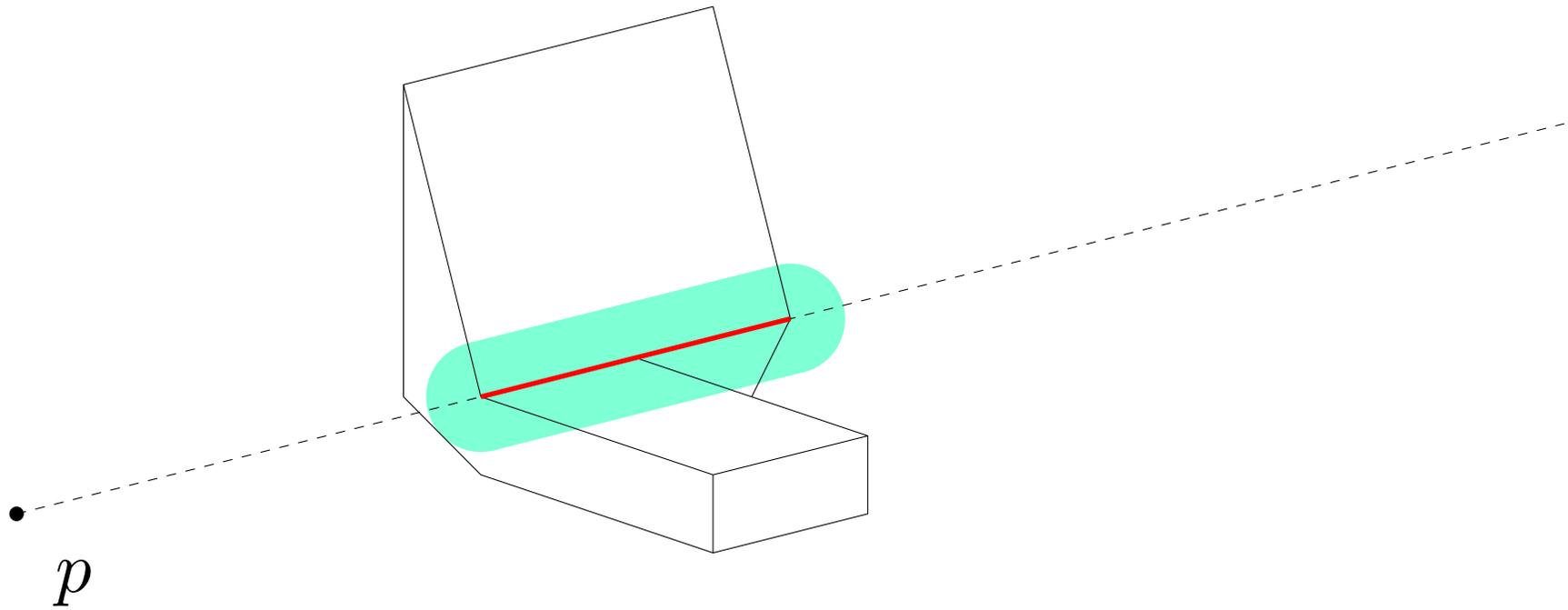
# Quelques définitions



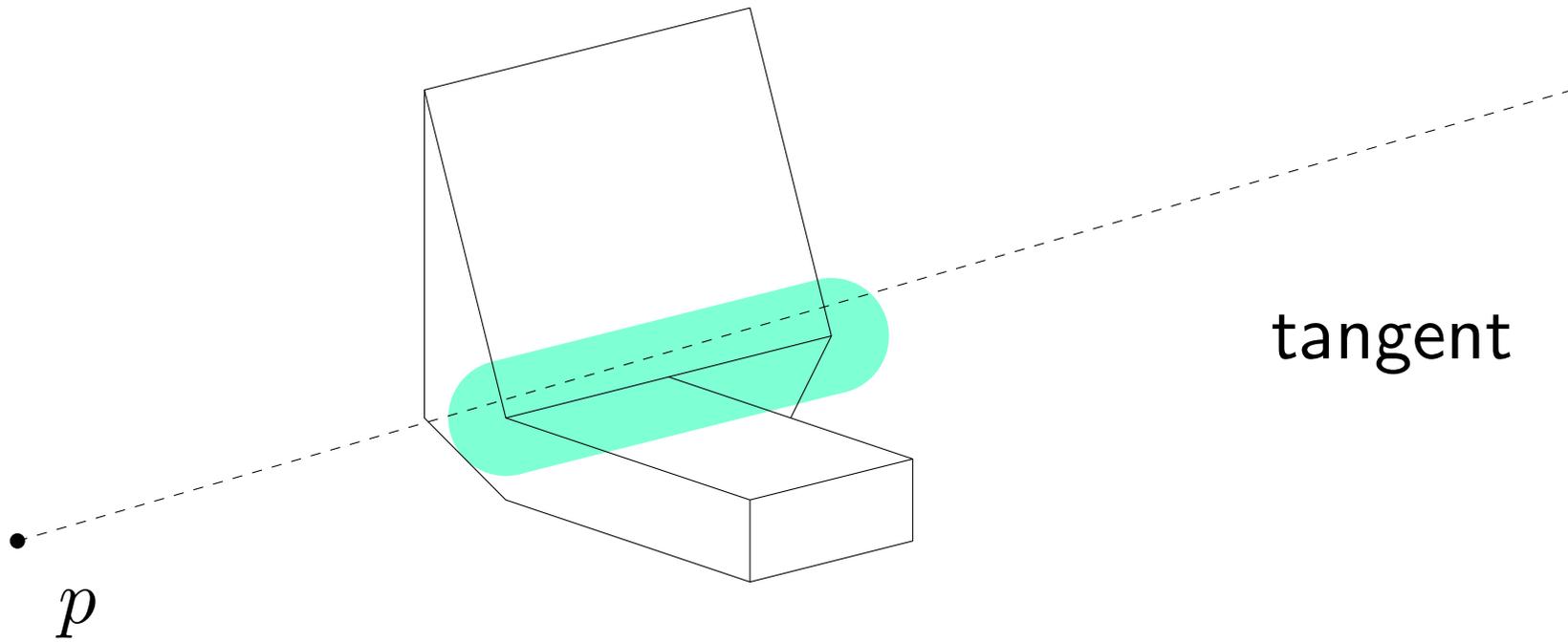
# Quelques définitions



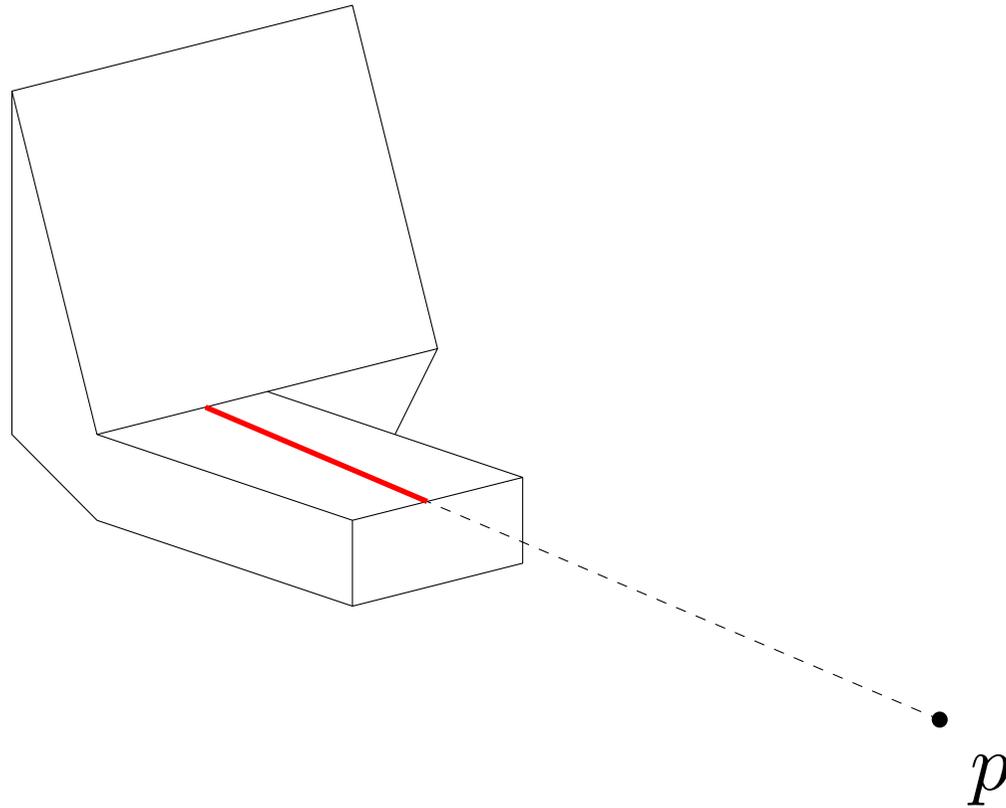
# Quelques définitions



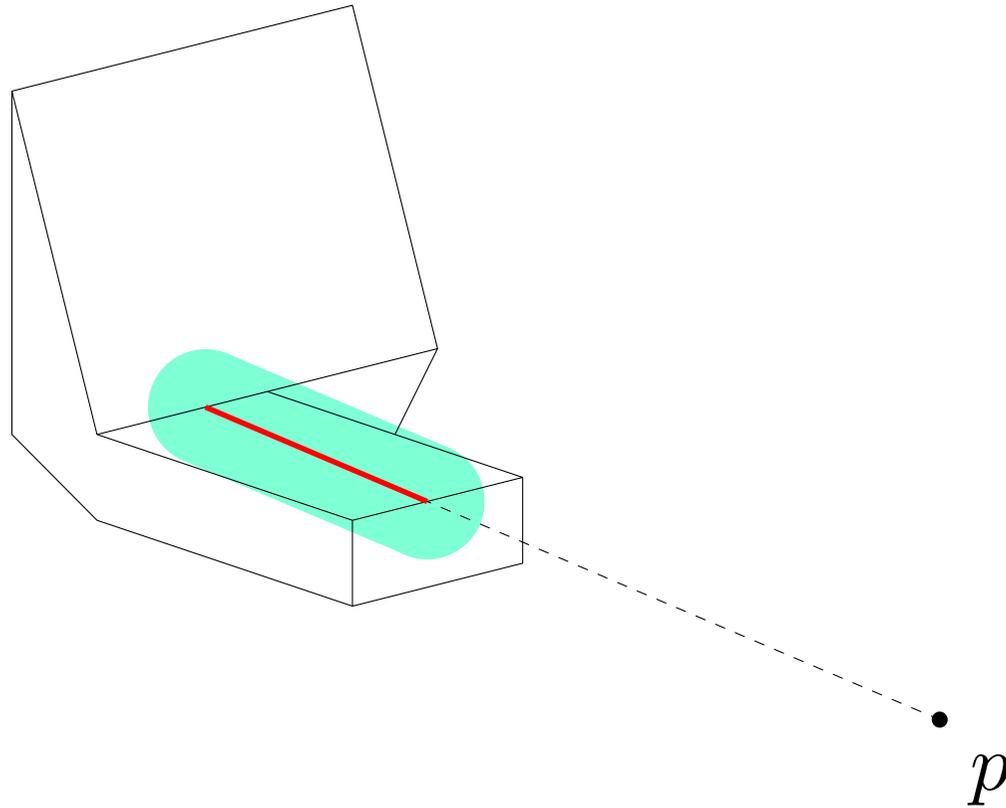
# Quelques définitions



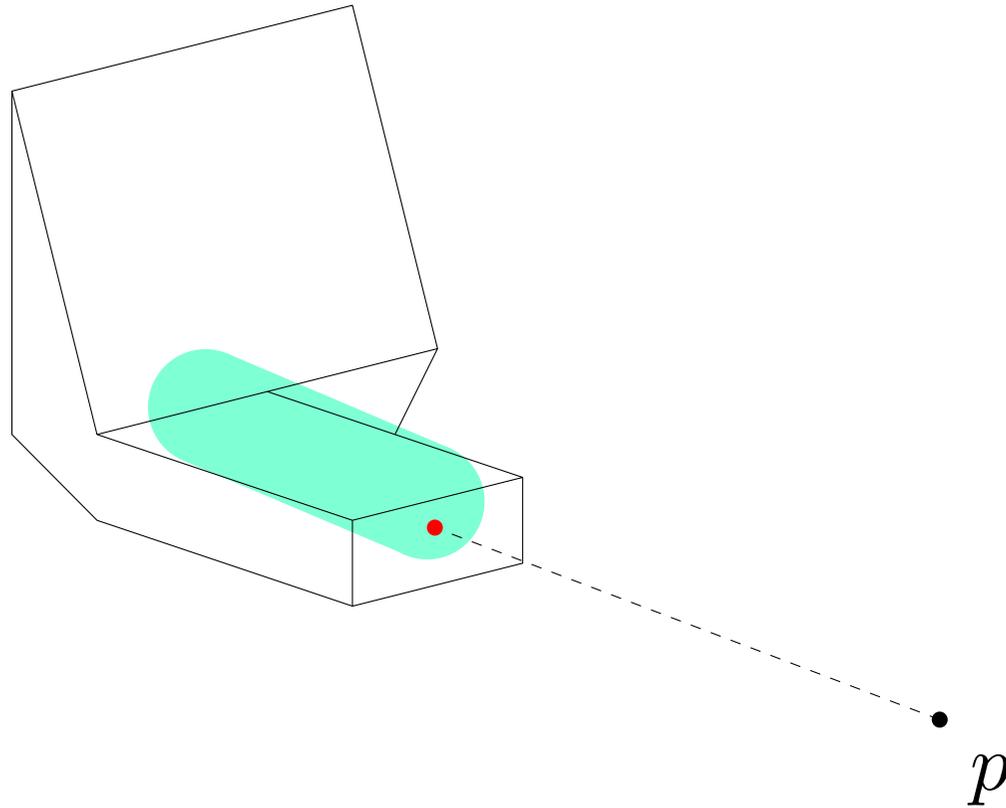
# Quelques définitions



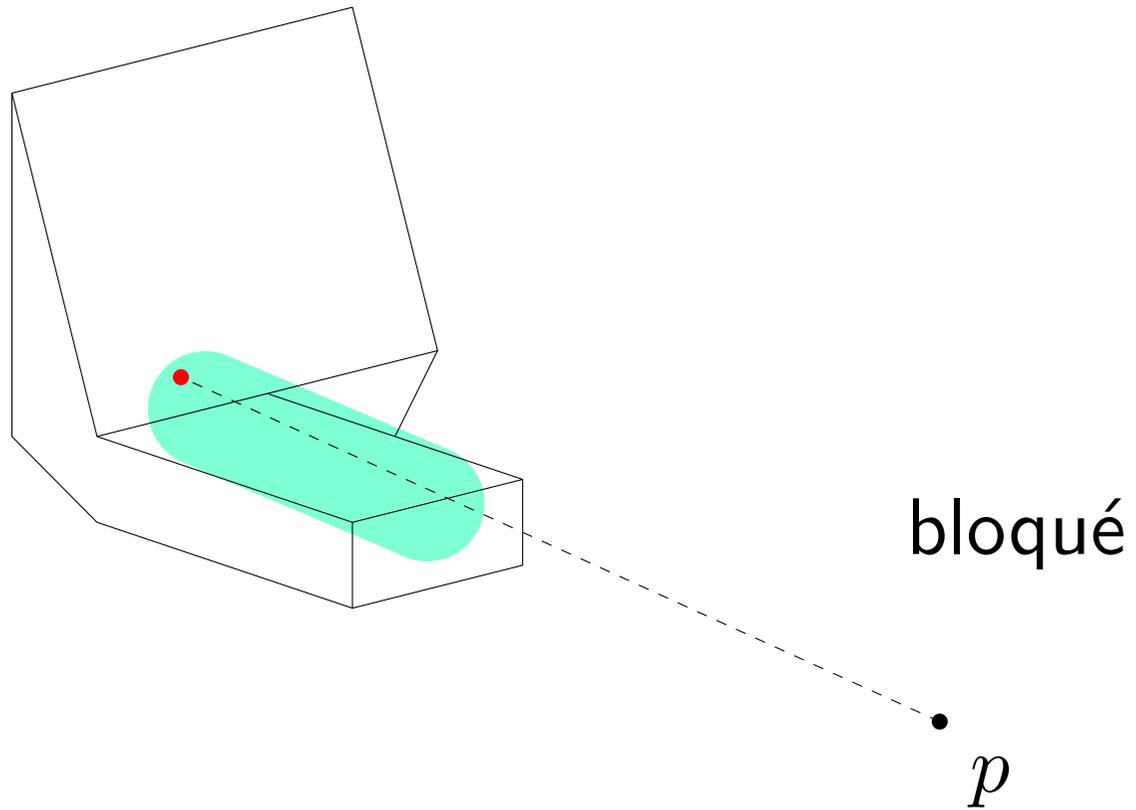
# Quelques définitions



# Quelques définitions

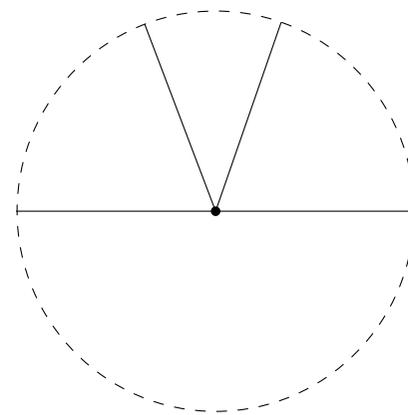
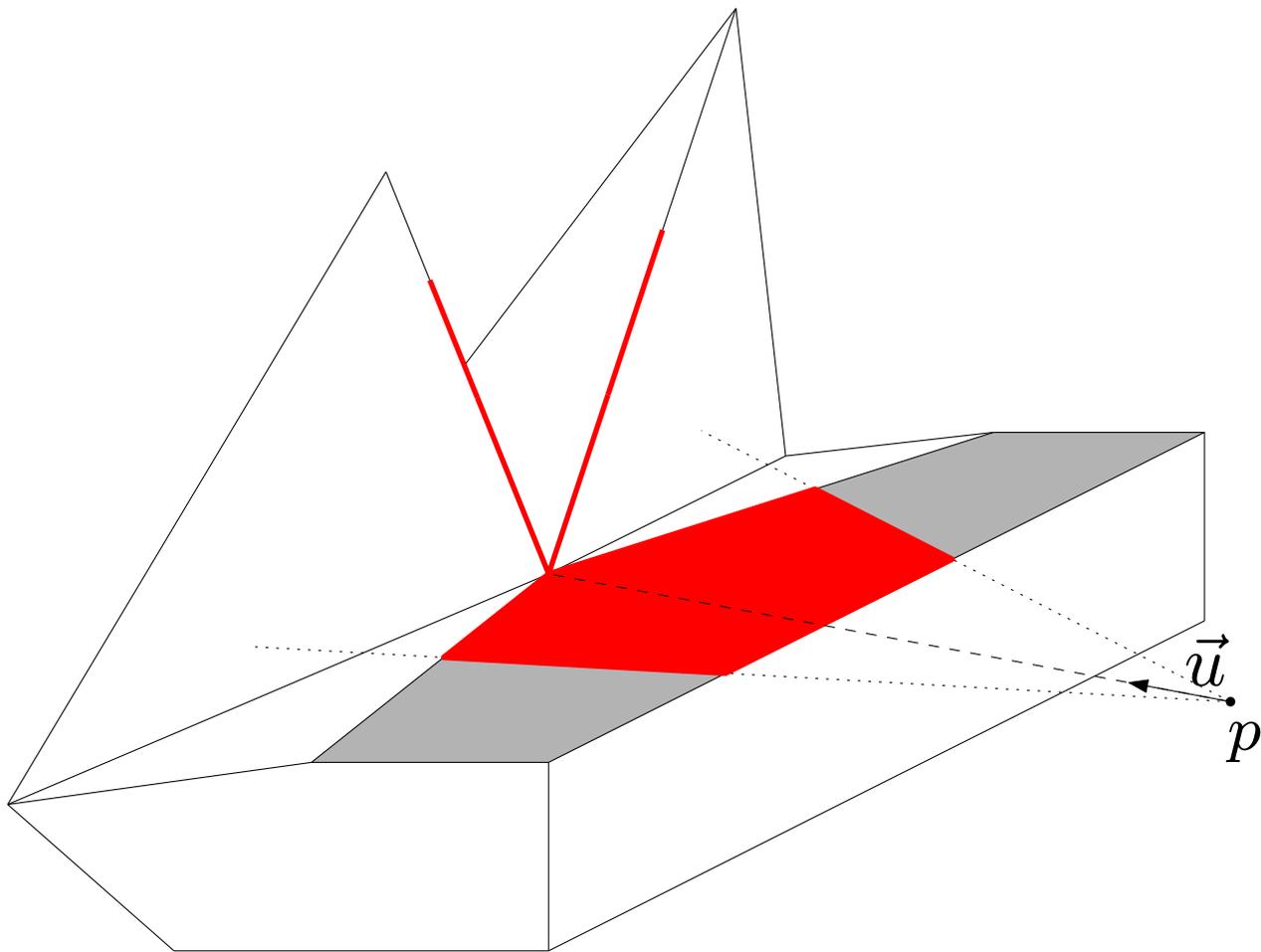


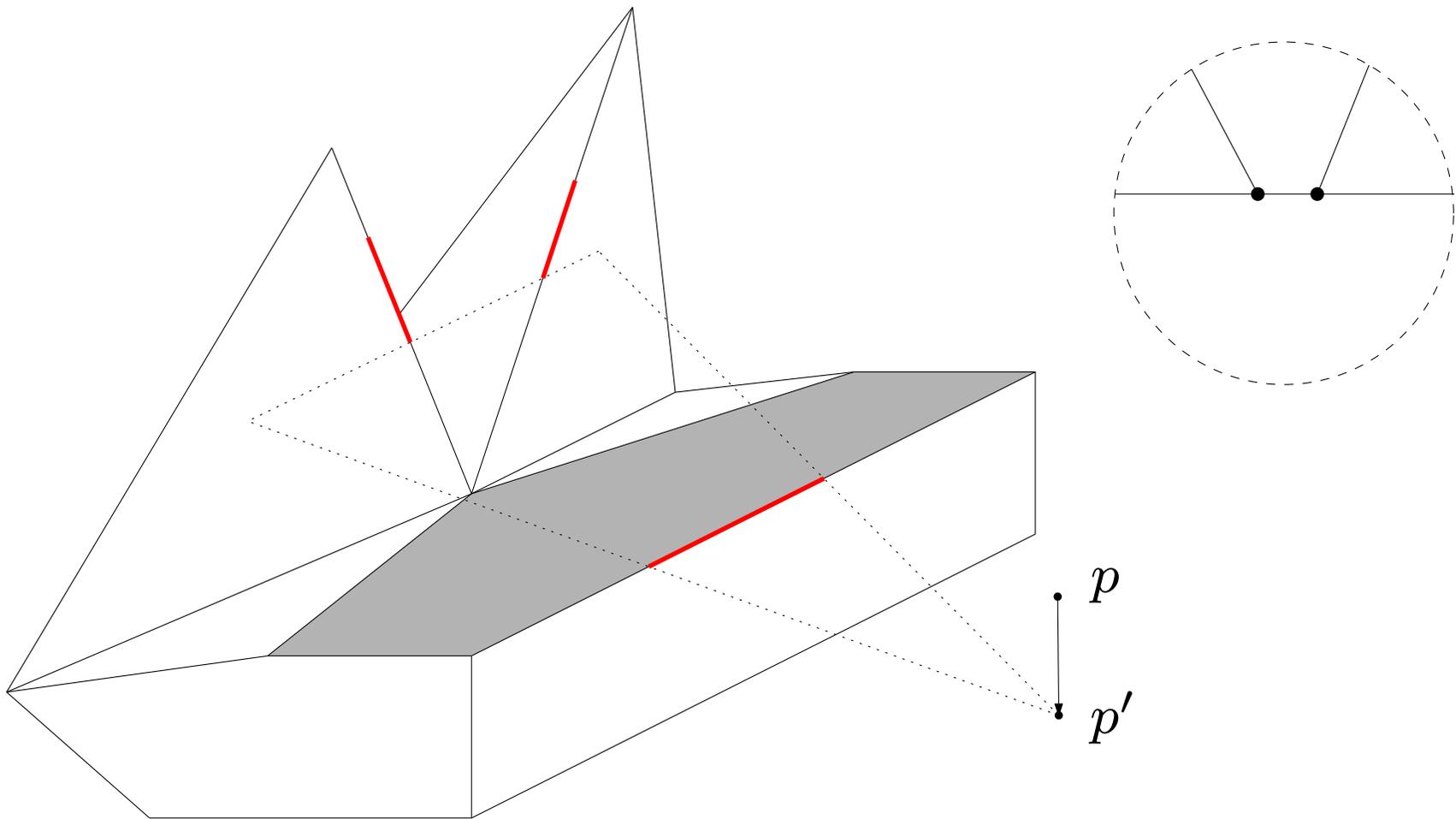
# Quelques définitions



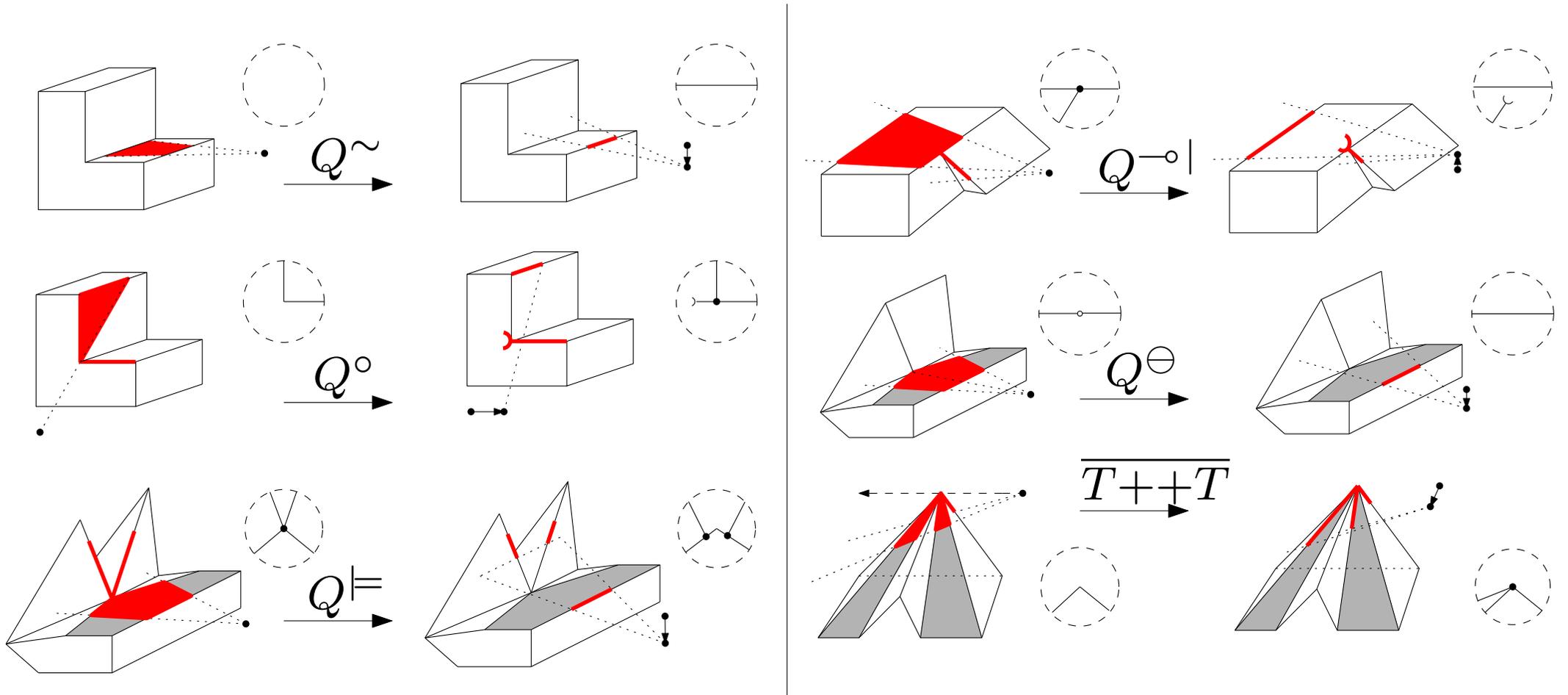
# Quelques définitions

Rayon unilocal =  $\left\{ \begin{array}{l} \text{1ère composante d'intersection} \\ \text{– bloquée} \\ \text{ou} \\ \text{– tangente (sans autre} \\ \text{intersection)} \end{array} \right.$





Résultat: *On construit un catalogue  $\mathcal{C}_I$  de rayons unilocaux instables.*



Résultat: *On construit un catalogue  $\mathcal{C}_I$   
de rayons unilocaux instables.*

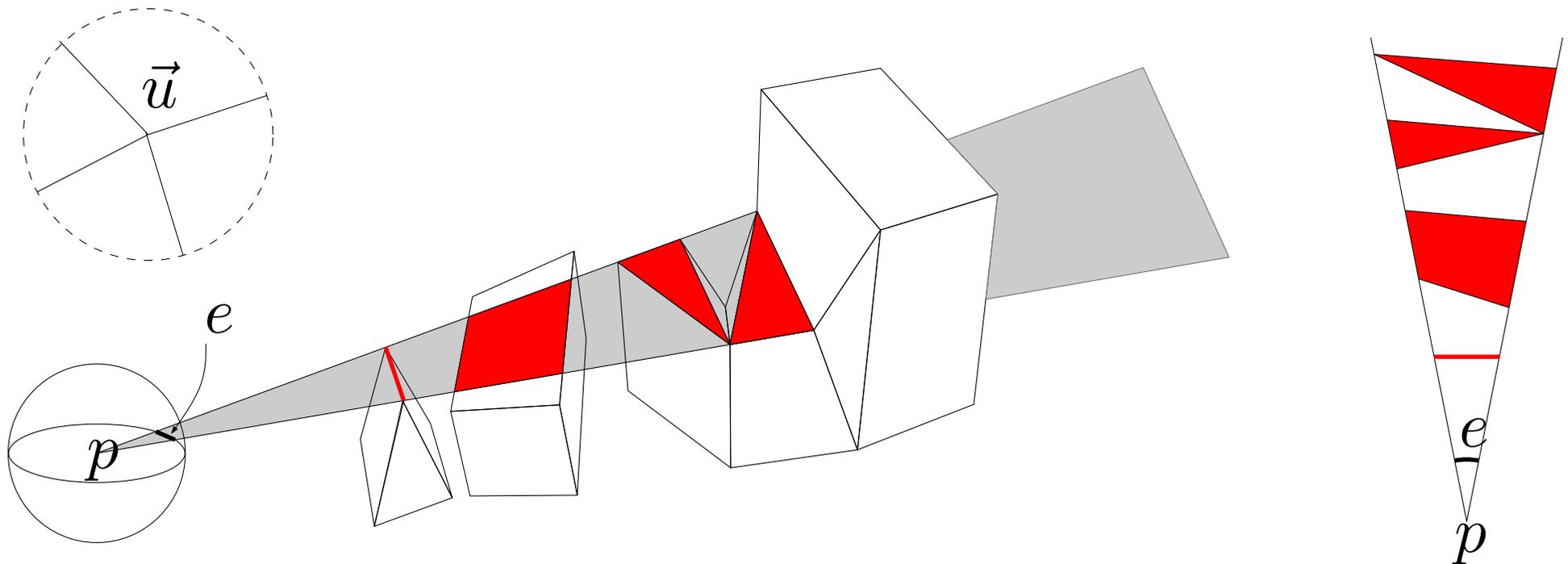
Idée de la preuve

Stable  $\Rightarrow \neg \mathcal{C}_I$

Résultat: *On construit un catalogue  $\mathcal{C}_I$  de rayons unilocaux instables.*

Idée de la preuve

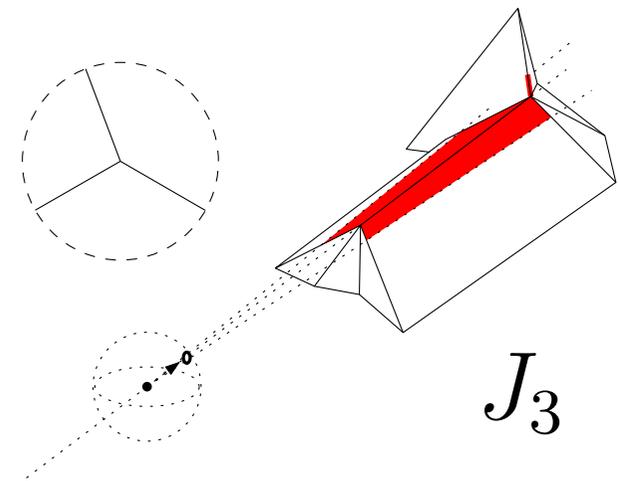
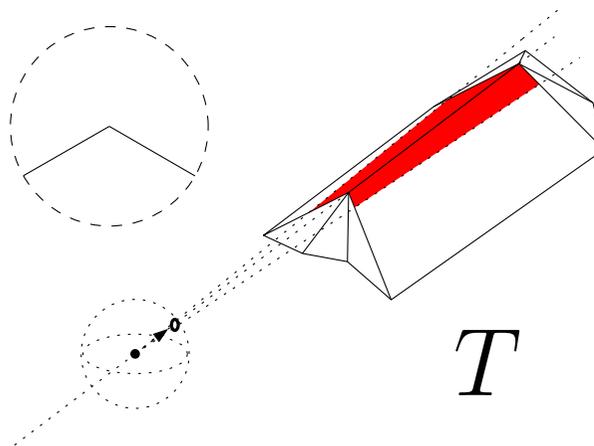
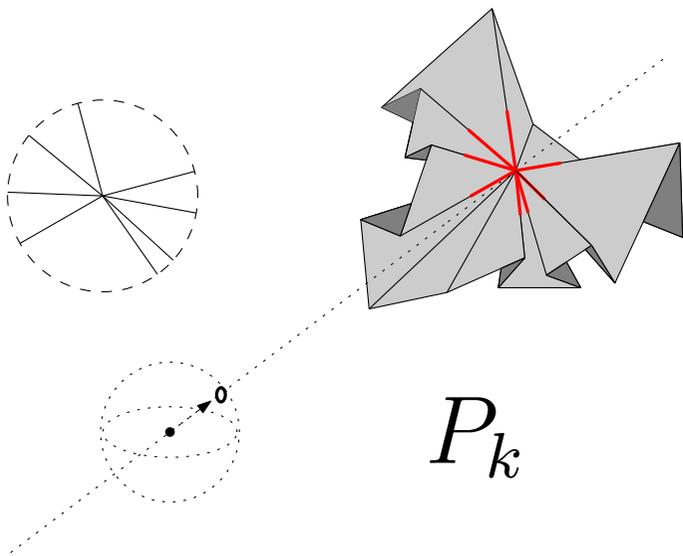
Stable  $\Rightarrow \neg \mathcal{C}_I \Rightarrow$  contraintes sur les fibres



Résultat: *On construit un catalogue  $\mathcal{C}_I$  de rayons unilocaux instables.*

Idée de la preuve

Stable  $\Rightarrow \neg \mathcal{C}_I \Rightarrow$  contraintes sur les fibres  $\Rightarrow \mathcal{C}_S$

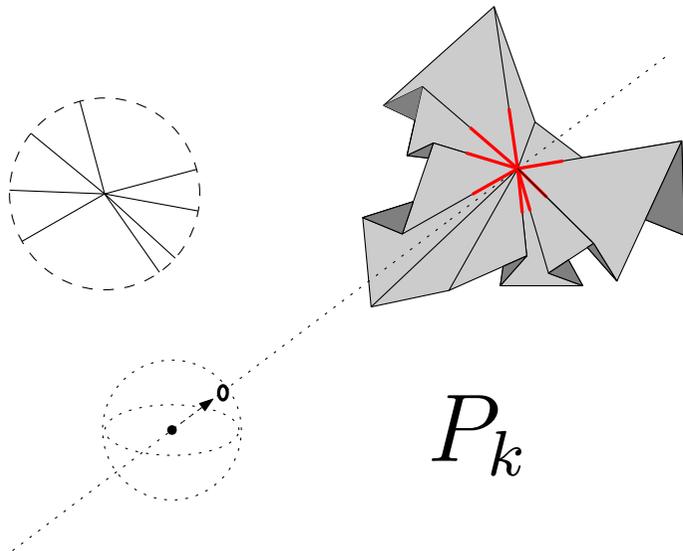


Résultat: *On construit un catalogue  $\mathcal{C}_I$  de rayons unilocaux instables.*

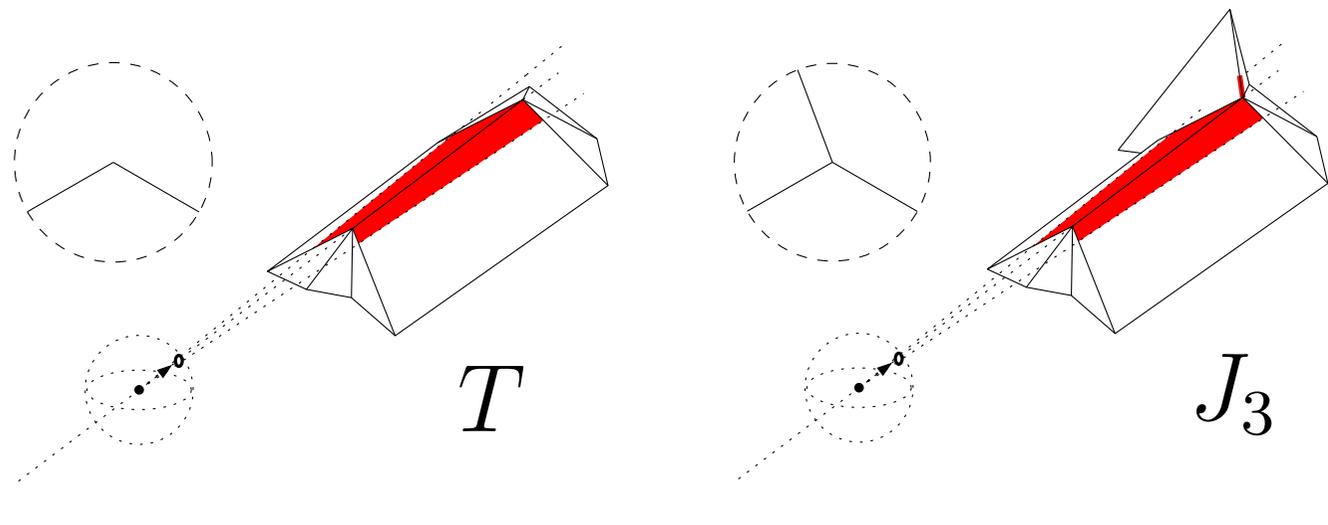
Idée de la preuve

Stable  $\Rightarrow \neg \mathcal{C}_I \Rightarrow$  contraintes sur les fibres  $\Rightarrow \mathcal{C}_S$

Intersection ponctuelle  
degré arbitraire

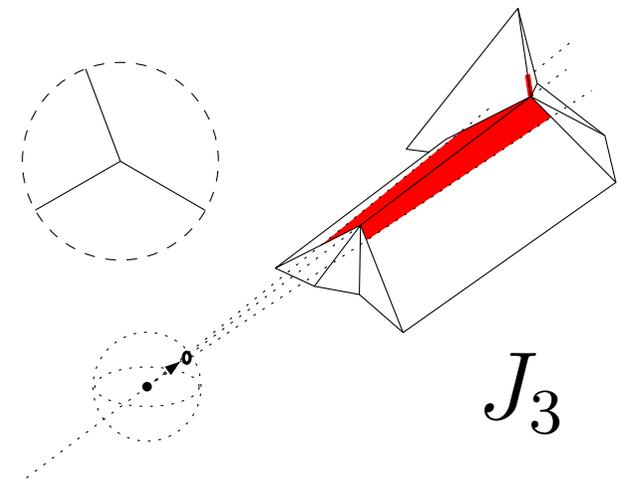
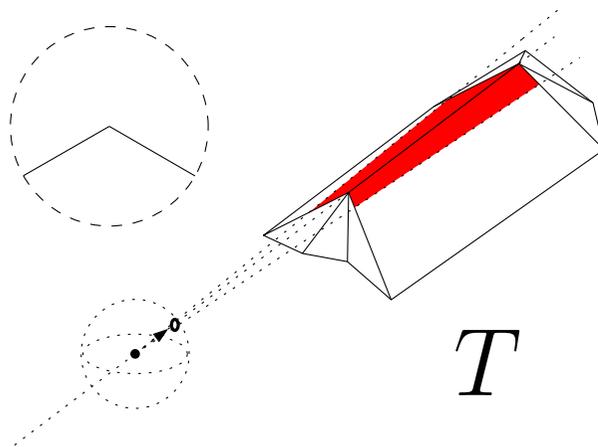
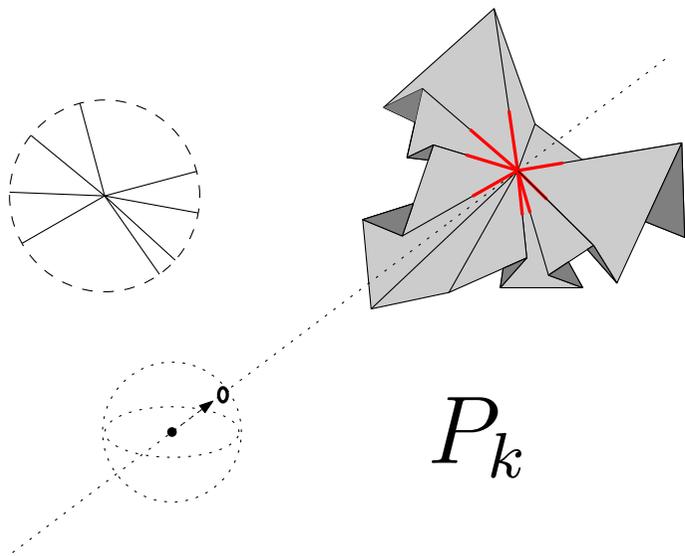
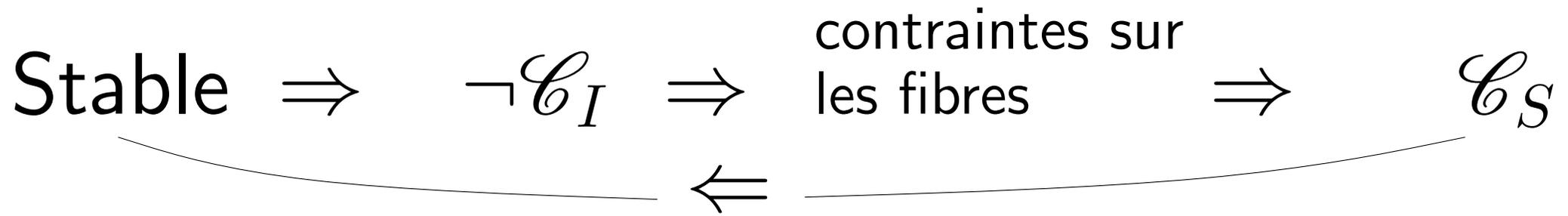


Intersection = segment  
degré 2 ou 3



Résultat: *On construit un catalogue  $\mathcal{C}_I$  de rayons unilocaux instables.*

Idée de la preuve



# Bilan

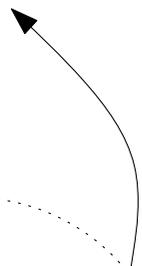
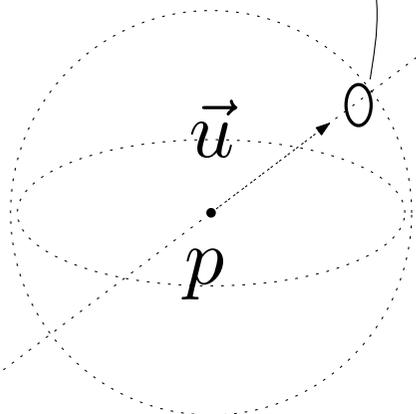
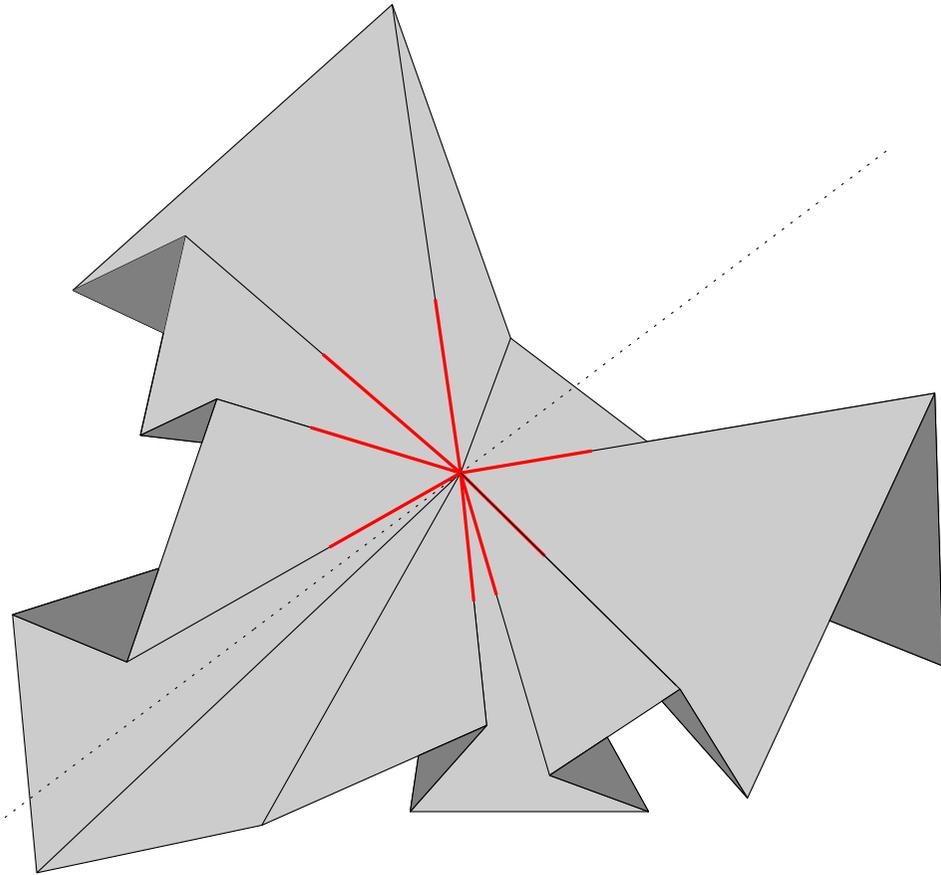
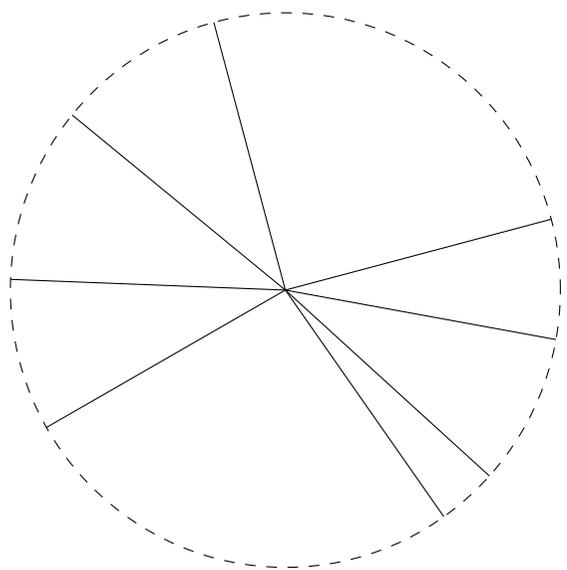
# Bilan

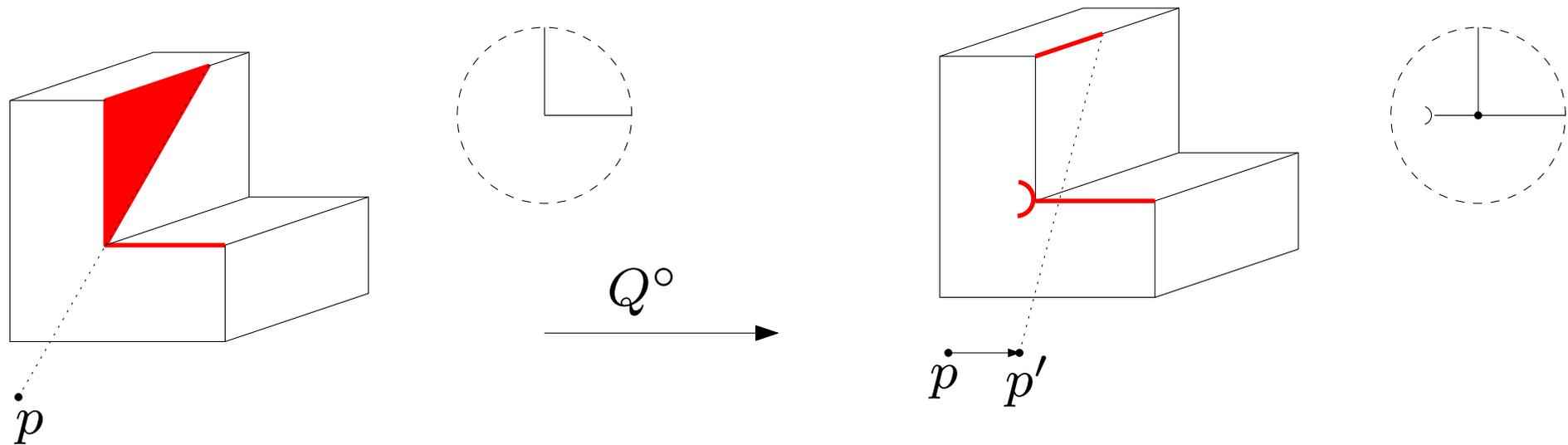
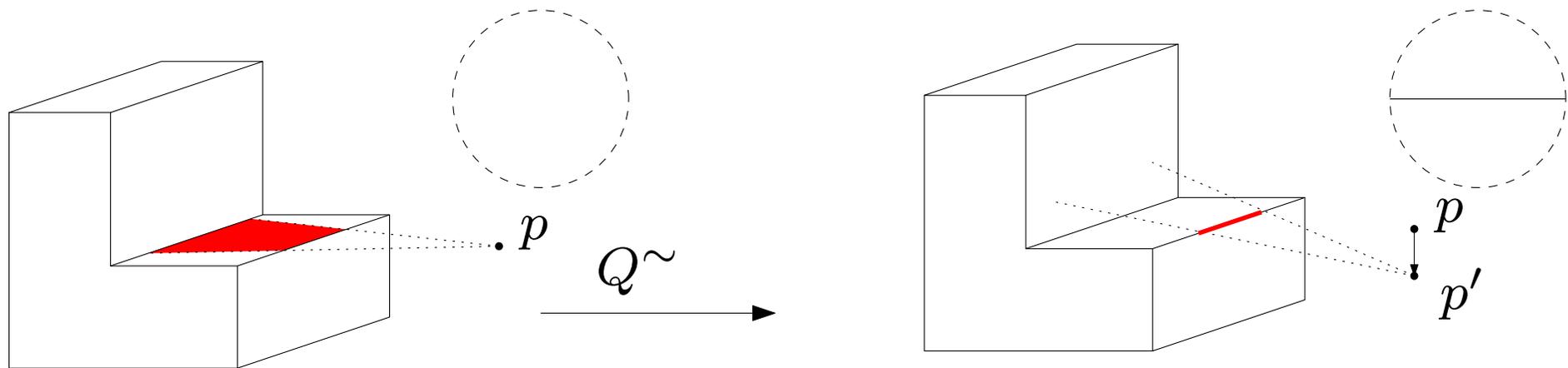
- ★ Définition d'un bon cadre d'étude (contour apparent, isotopie)
- ★ Théorème de passage local/global
- ★ Catalogue  $\mathcal{C}_I$  des rayons unilocaux instables
- ★ Catalogue  $\mathcal{C}_S$  des rayons unilocaux stables

# Perspectives

# Perspectives

1. Continuer l'étude pour de bons maillages





# Perspectives

1. Continuer l'étude pour de bons maillages
2. Utiliser ces résultats pour le calcul de contours d'ombre

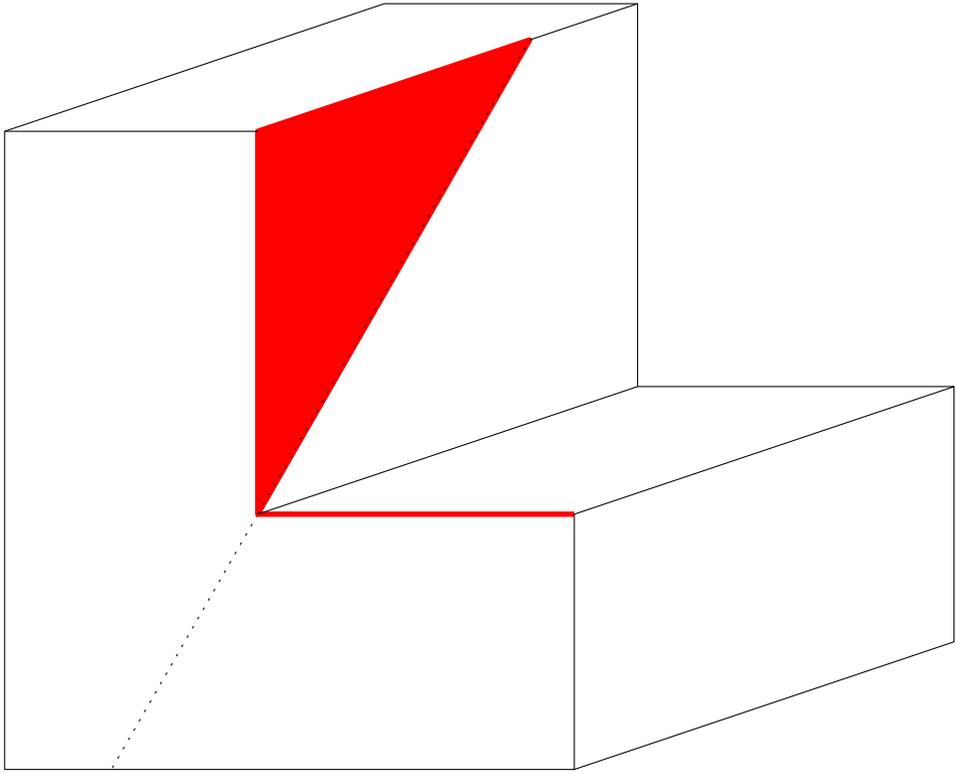
Merci

Evénements visuels

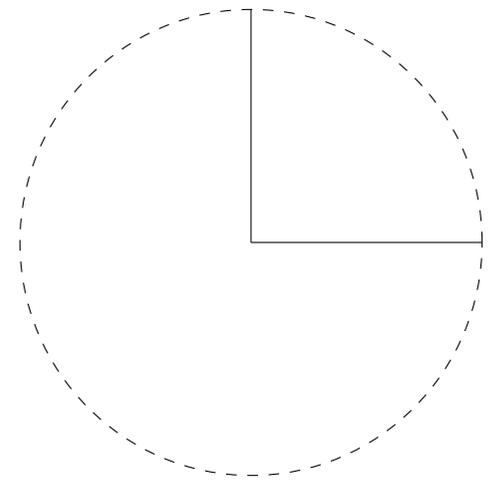
Quel cadre théorique?

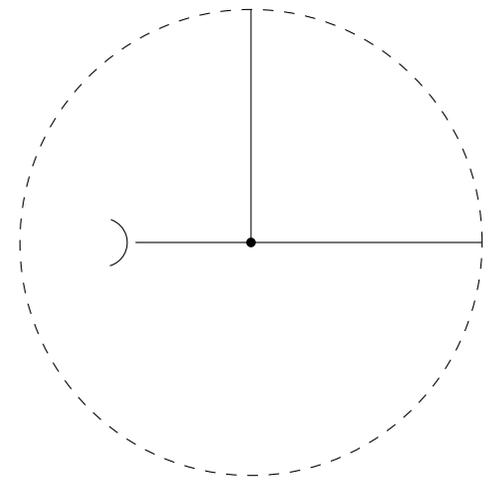
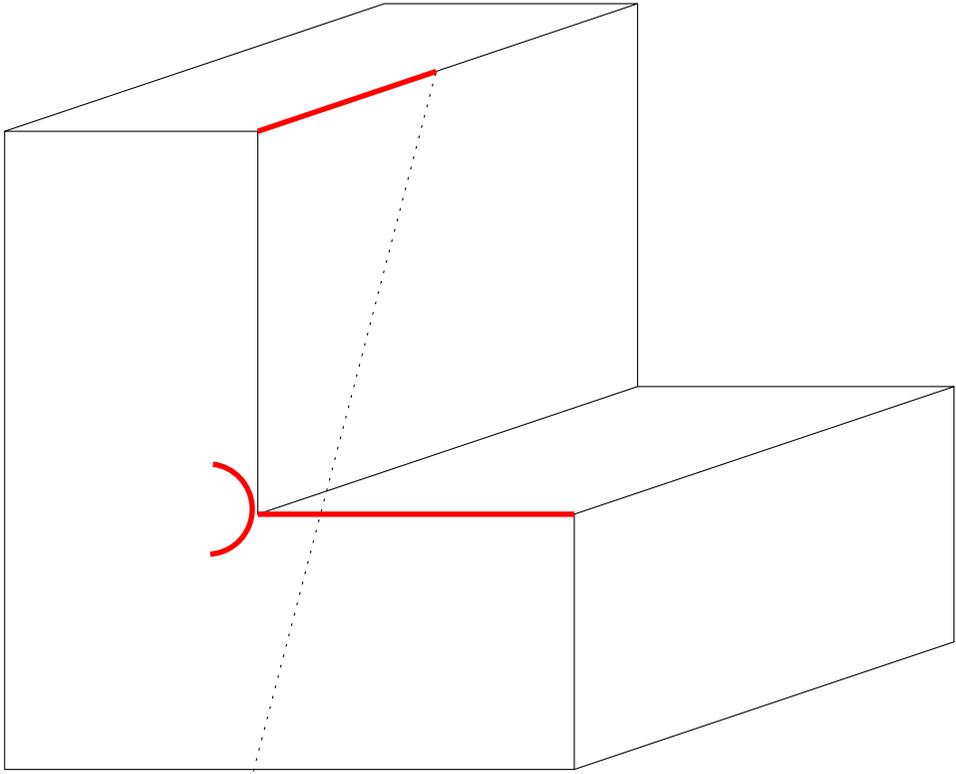
Catalogue des rayons unilocaux instables

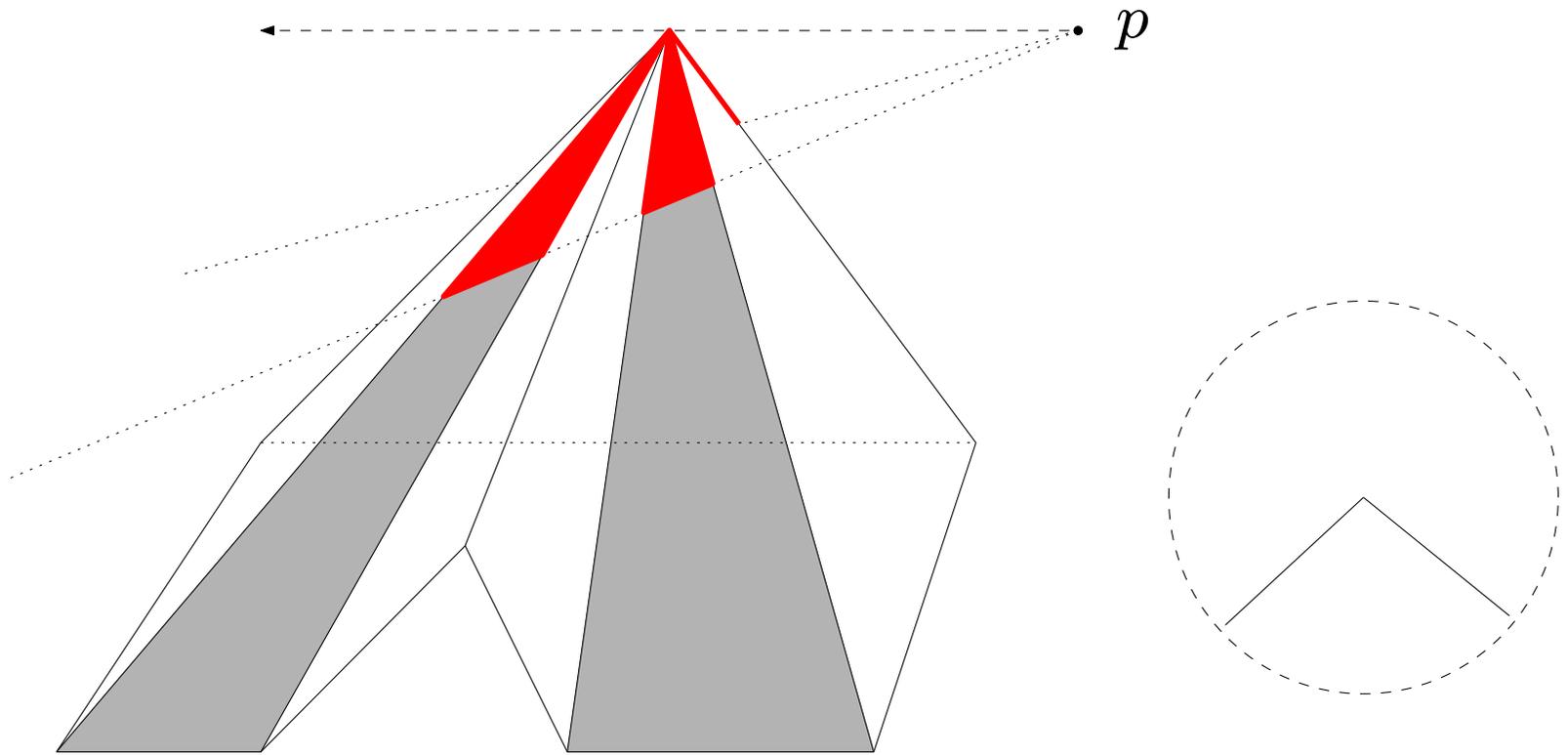
Bilan & perspectives

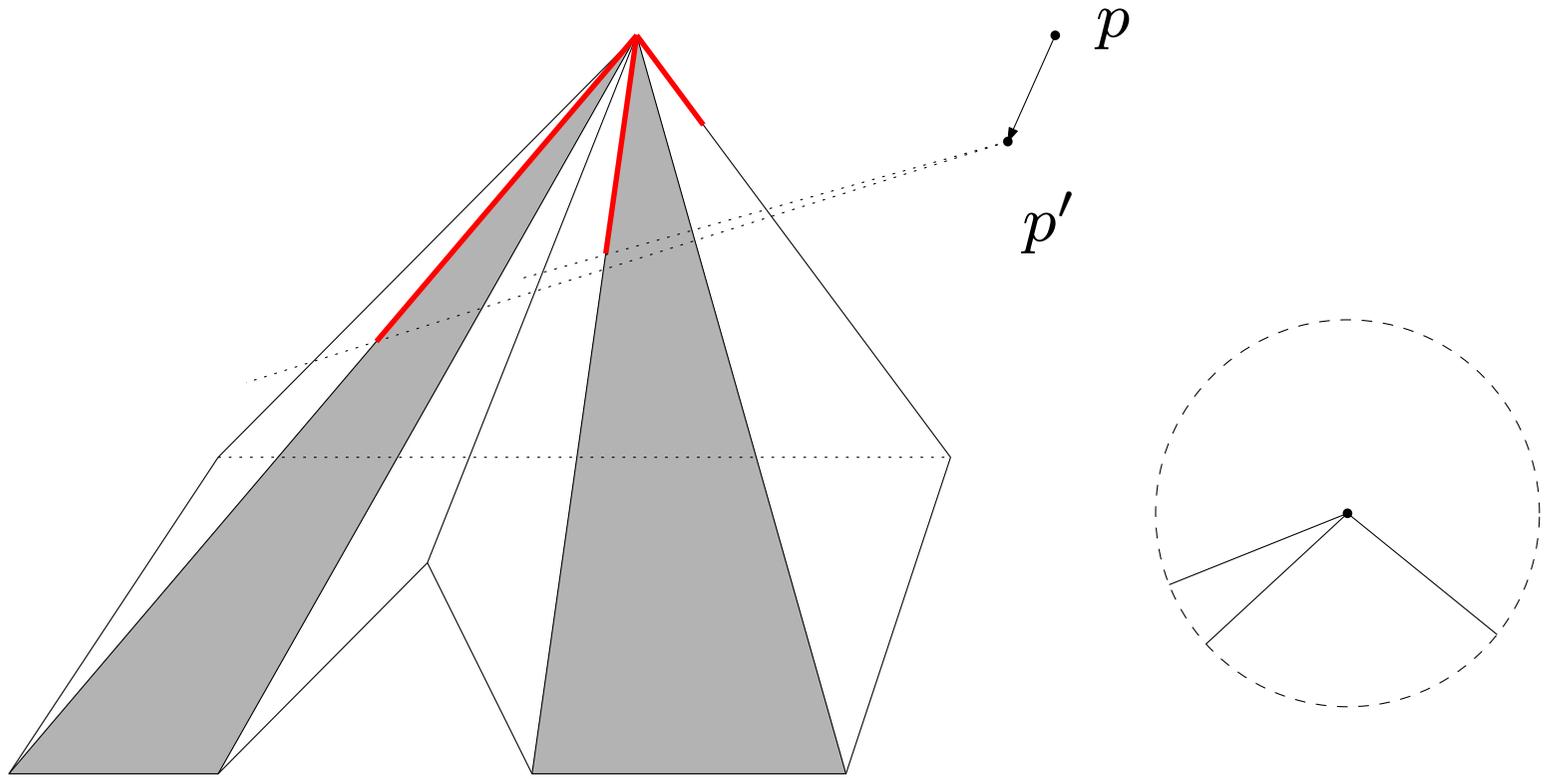


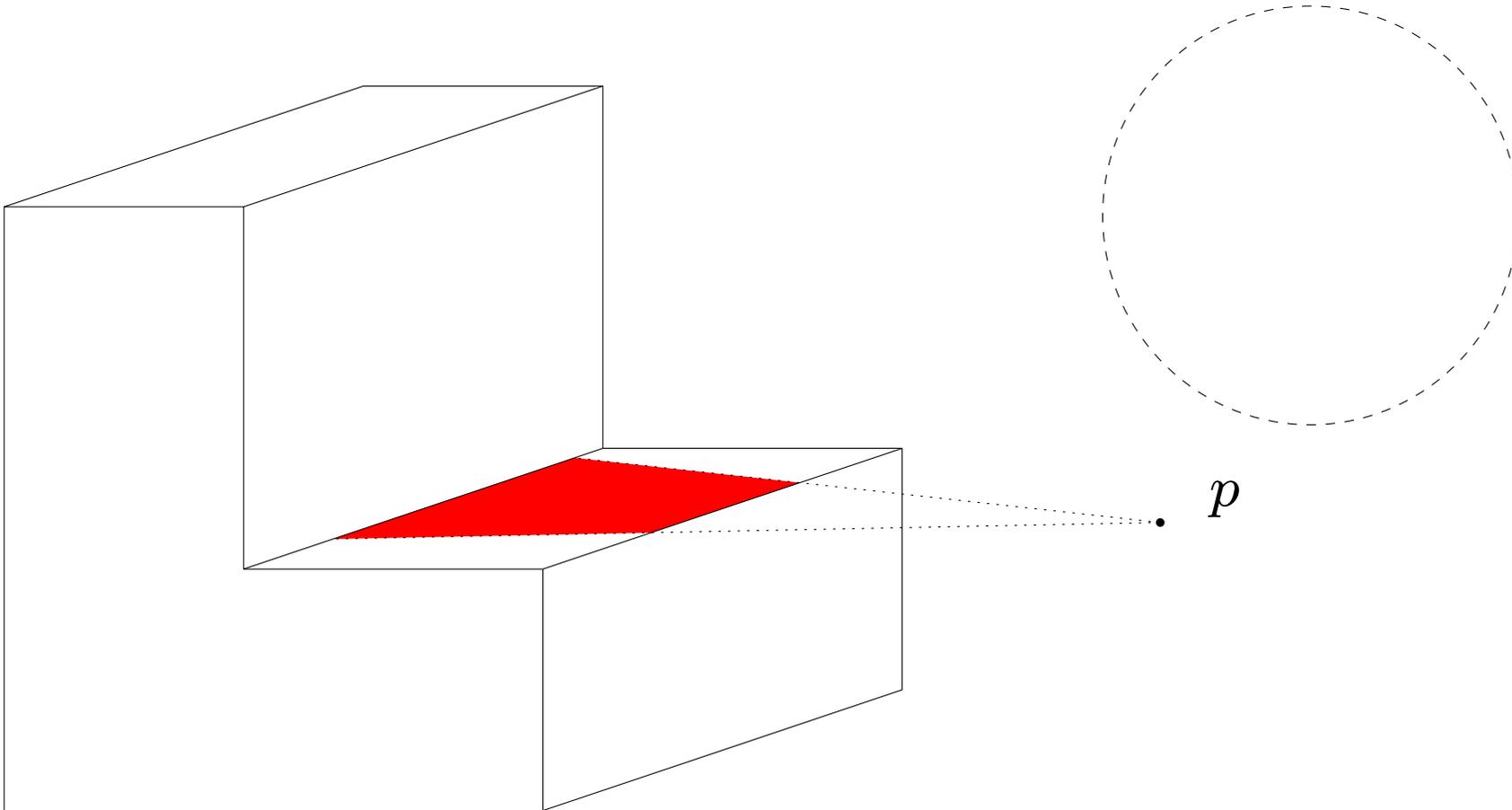
$p$

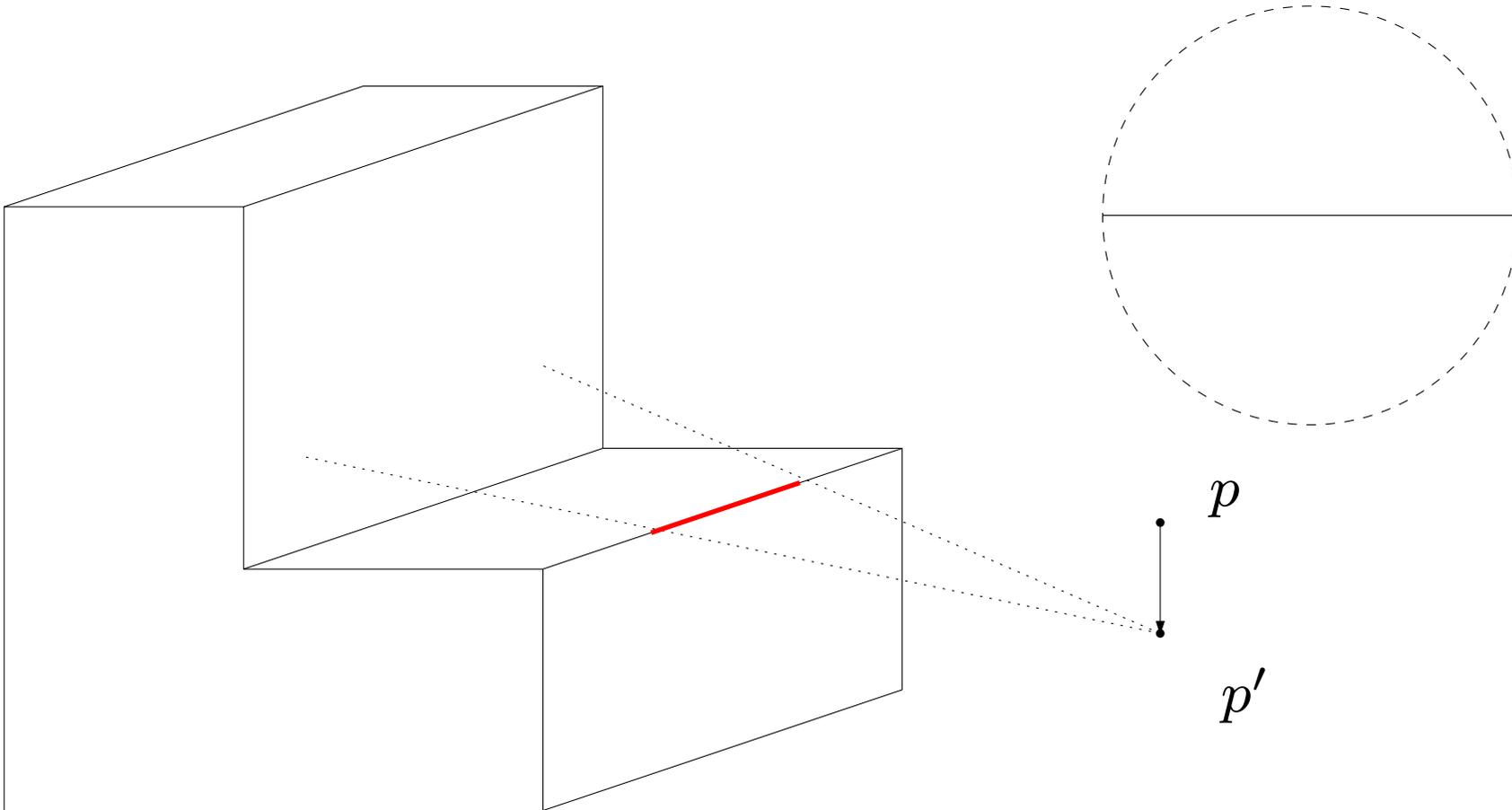




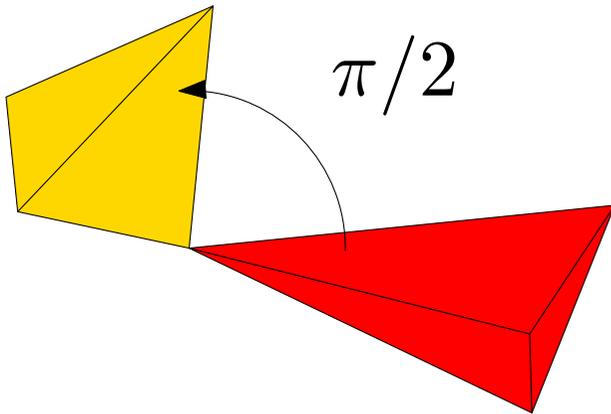
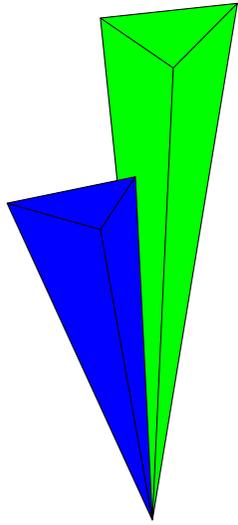




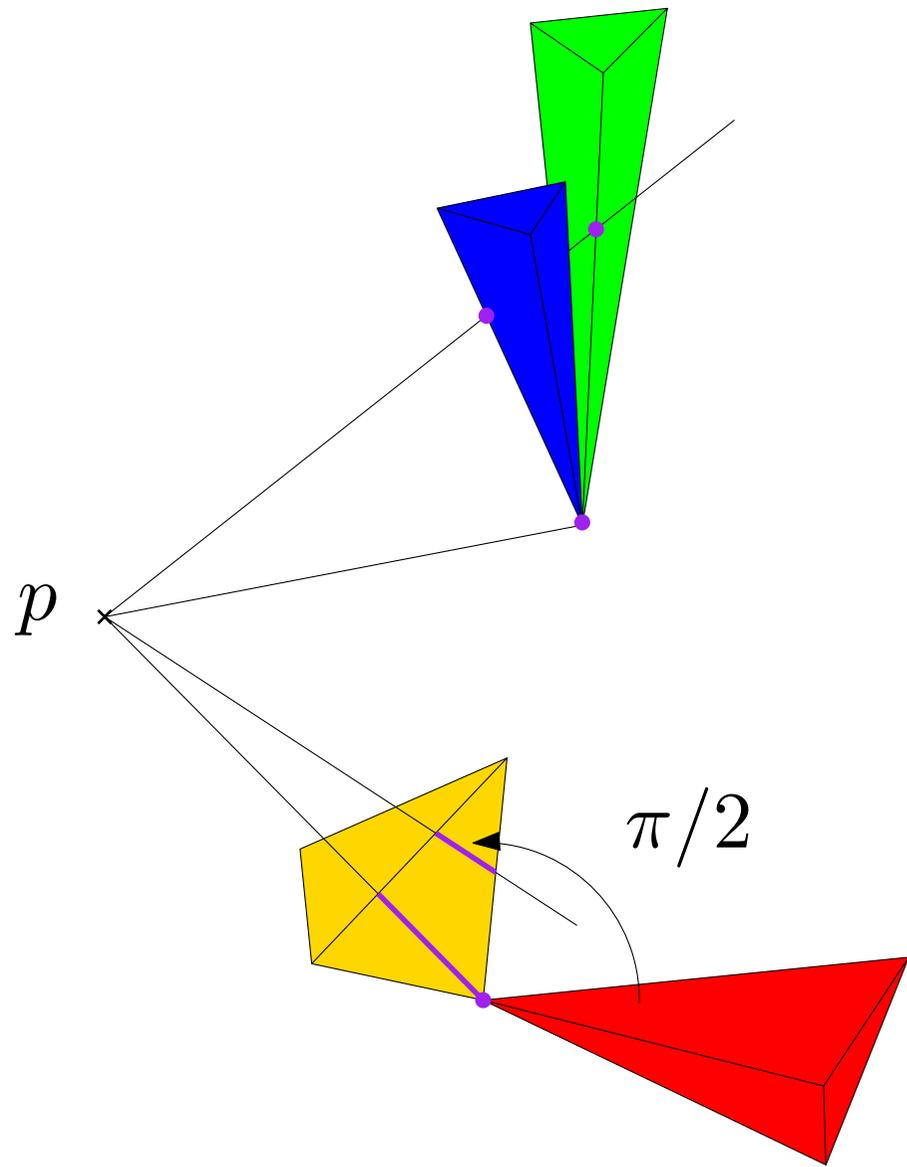




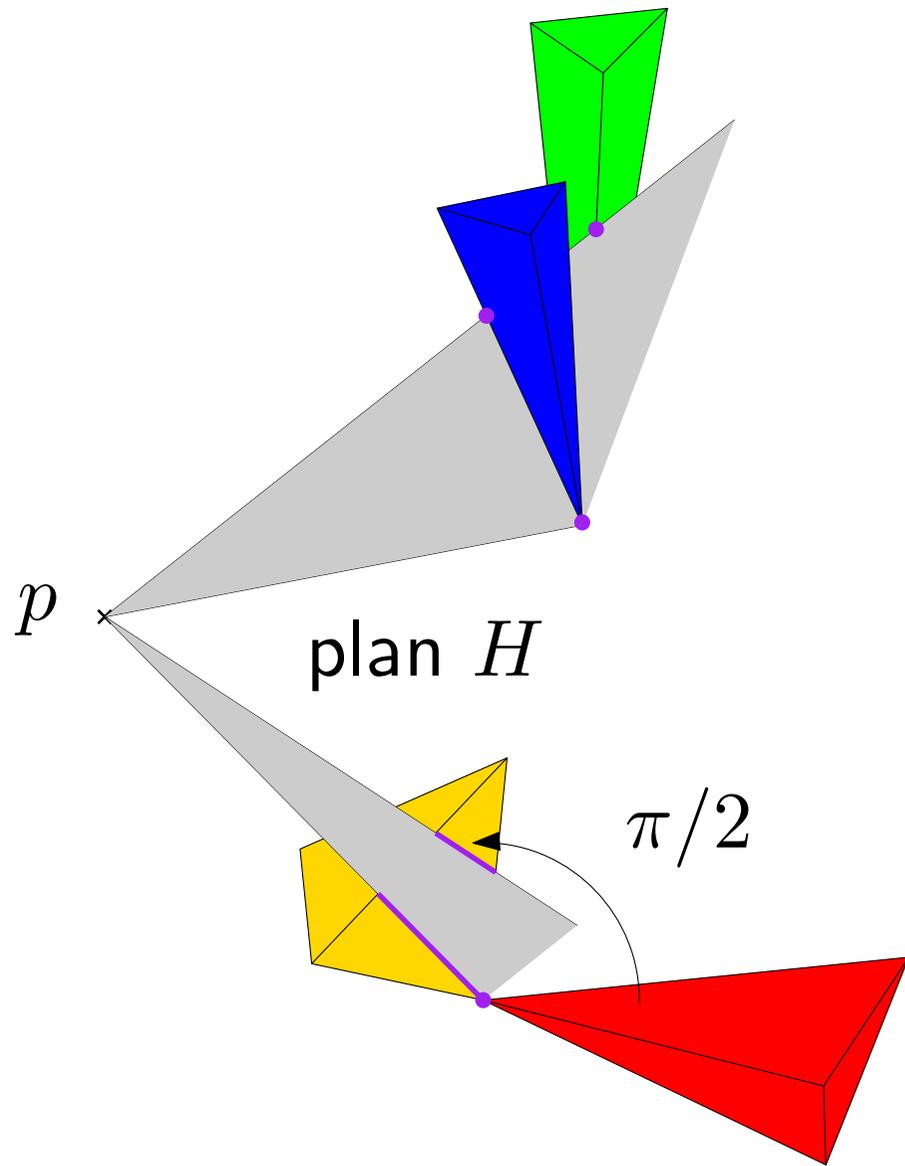
## Contre-exemple 2



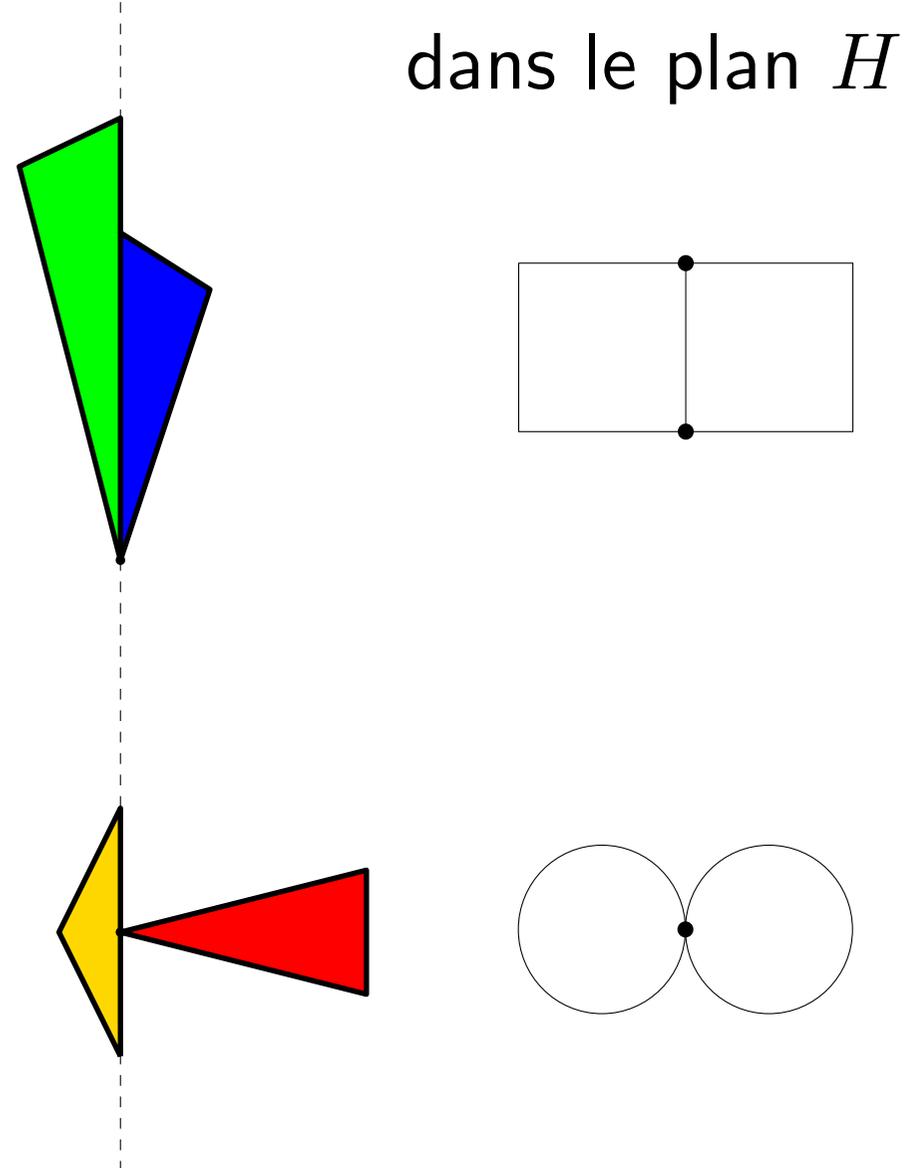
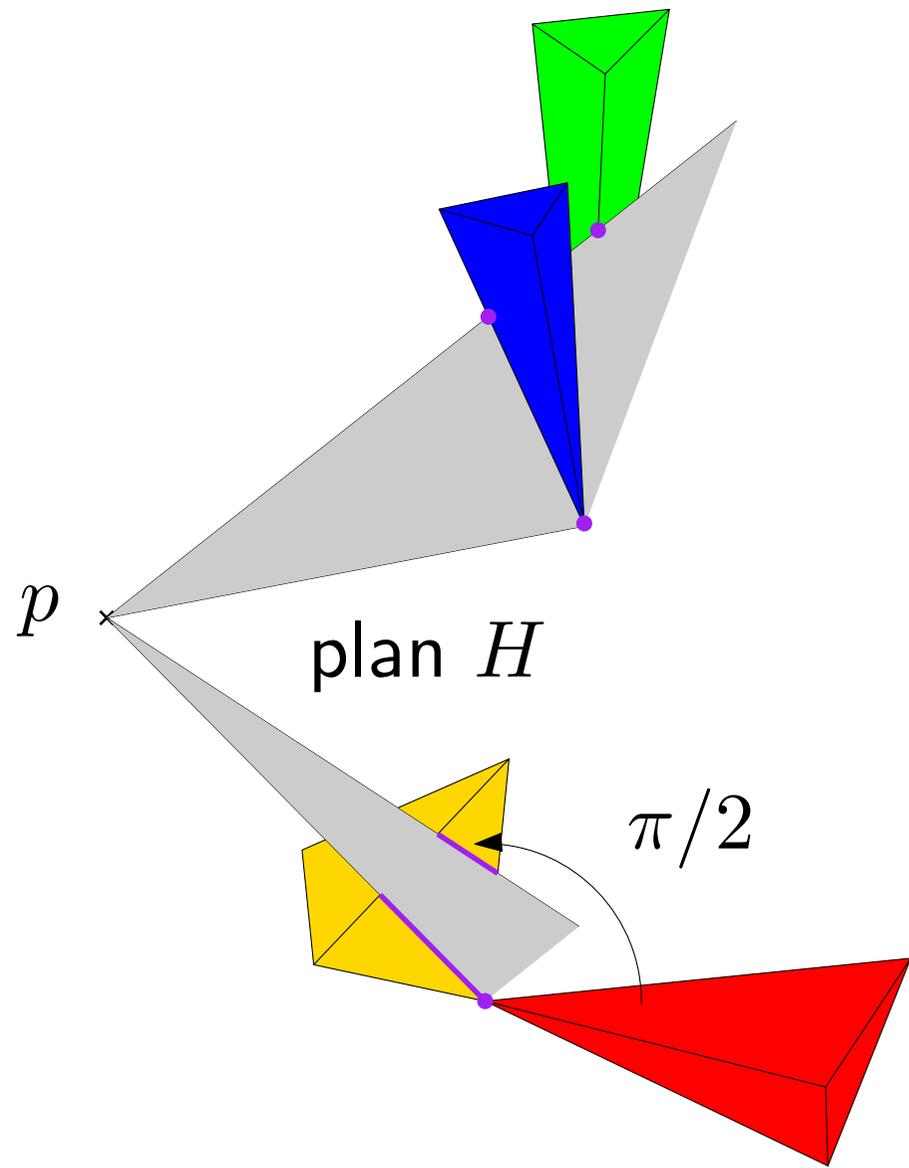
# Contre-exemple 2



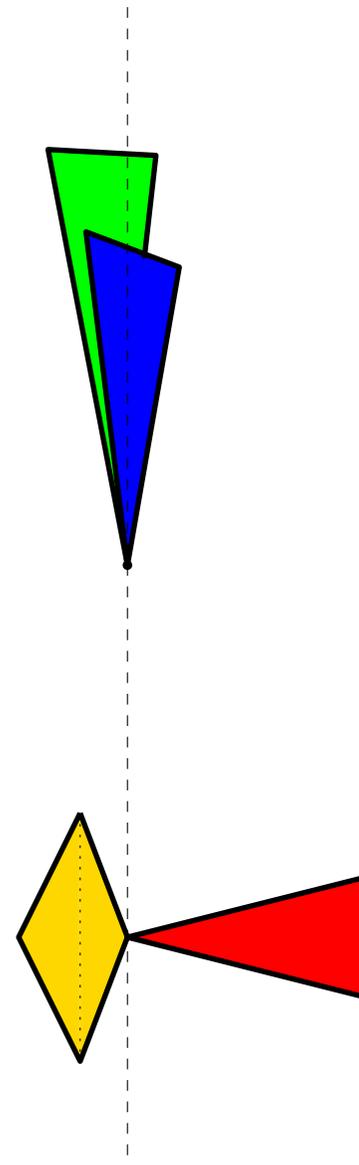
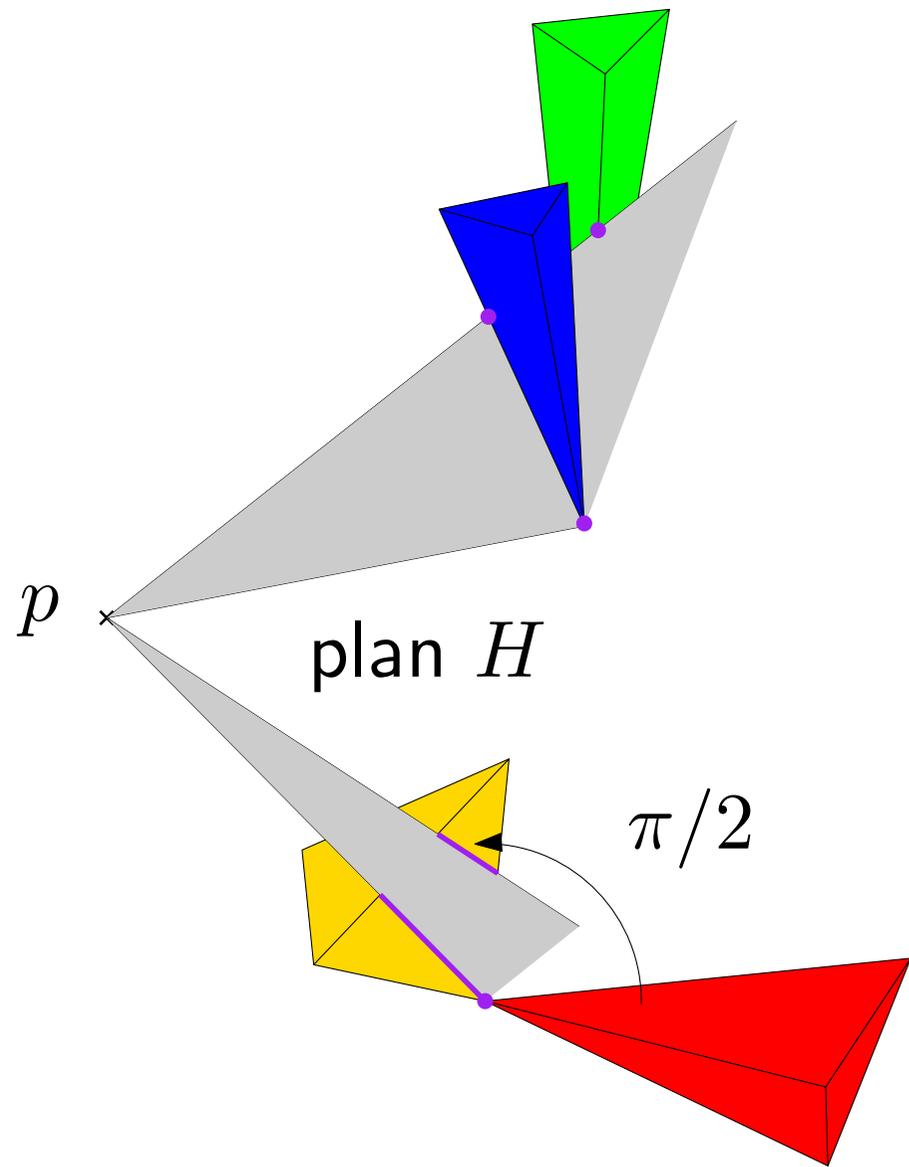
# Contre-exemple 2



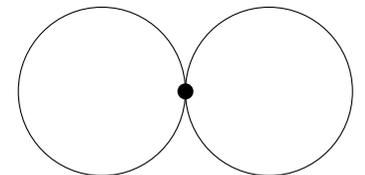
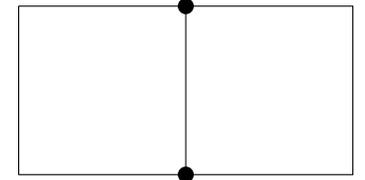
# Contre-exemple 2



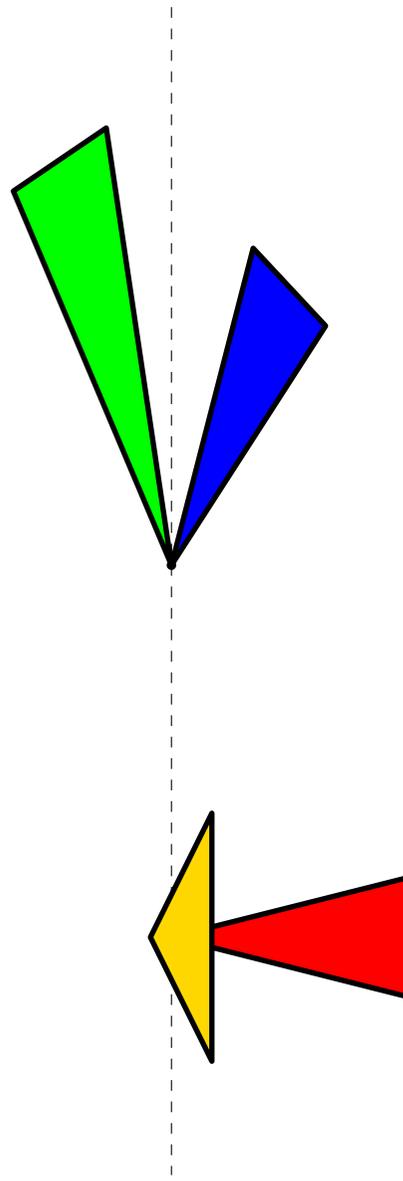
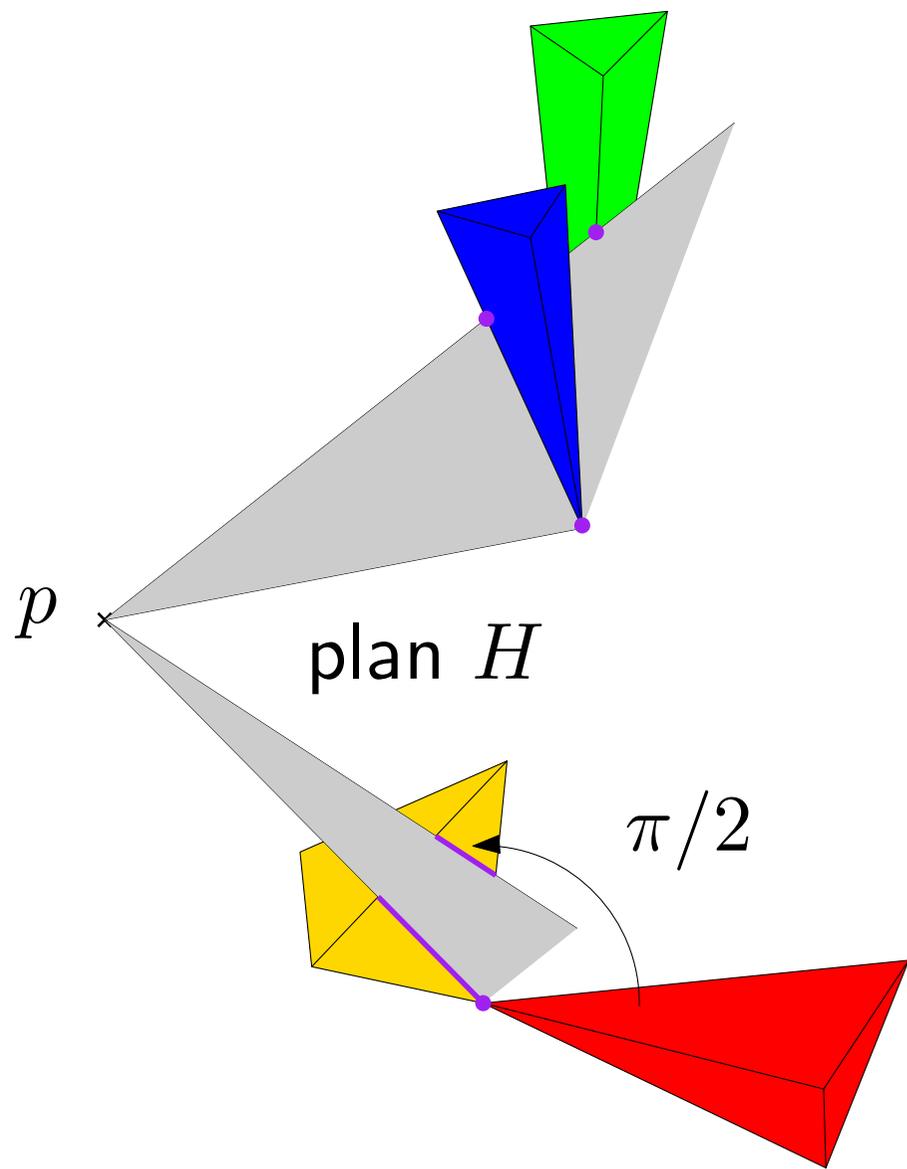
# Contre-exemple 2



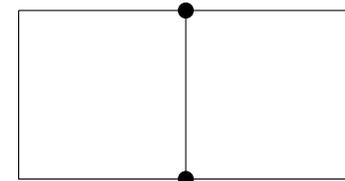
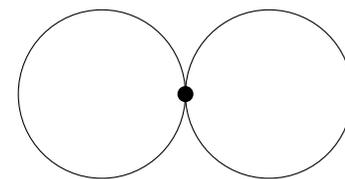
à droite de  $H$



# Contre-exemple 2



à gauche de  $H$



Echange des topologies

Motivation 1: unifier les approches lisse et discrète  
pour les graphes d'aspects

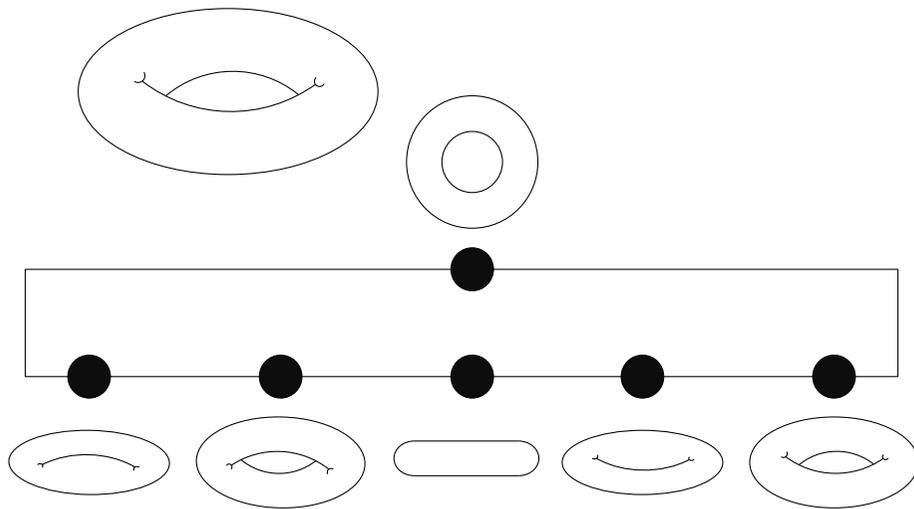
Motivation 1: unifier les approches lisse et discrète  
pour les graphes d'aspects

Motivation 1: unifier les approches lisse et discrète  
pour les graphes d'aspects

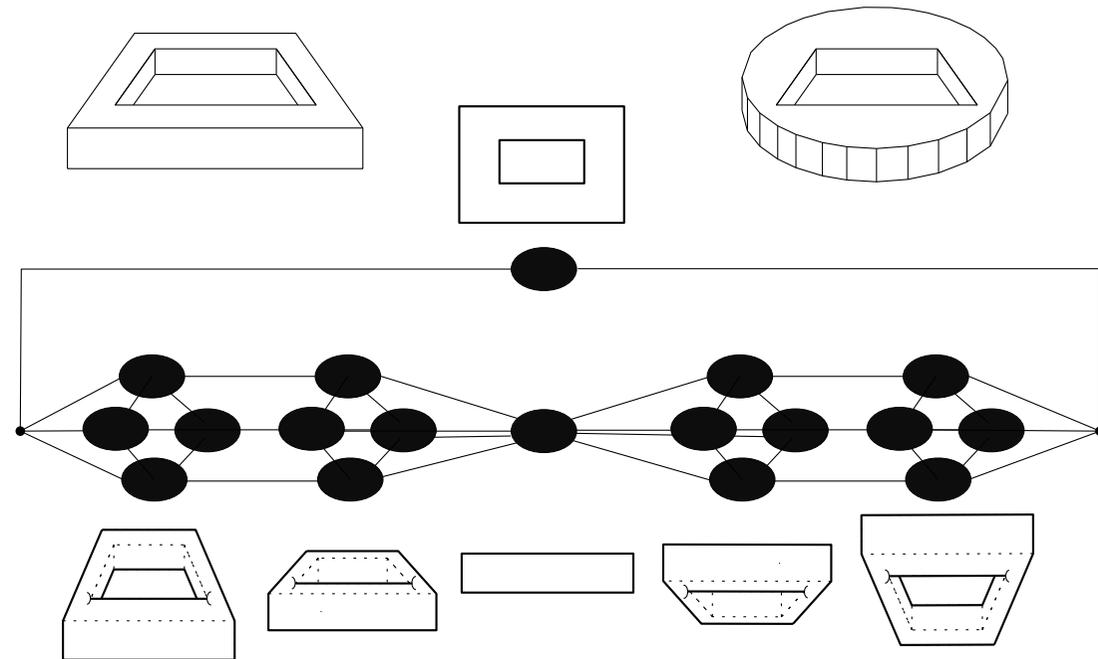
Motivation 1: unifier les approches lisse et discrète  
pour les graphes d'aspects

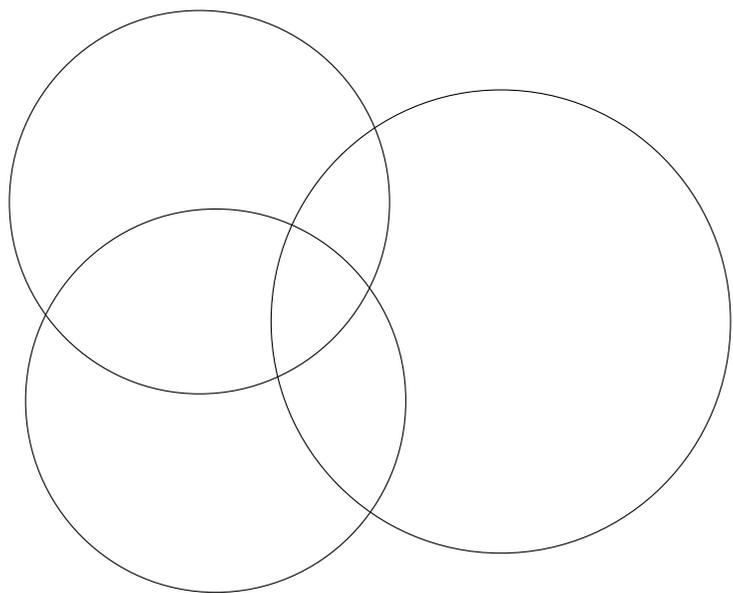
# Motivation 1: unifier les approches lisse et discrète pour les graphes d'aspects

## Tore lisse

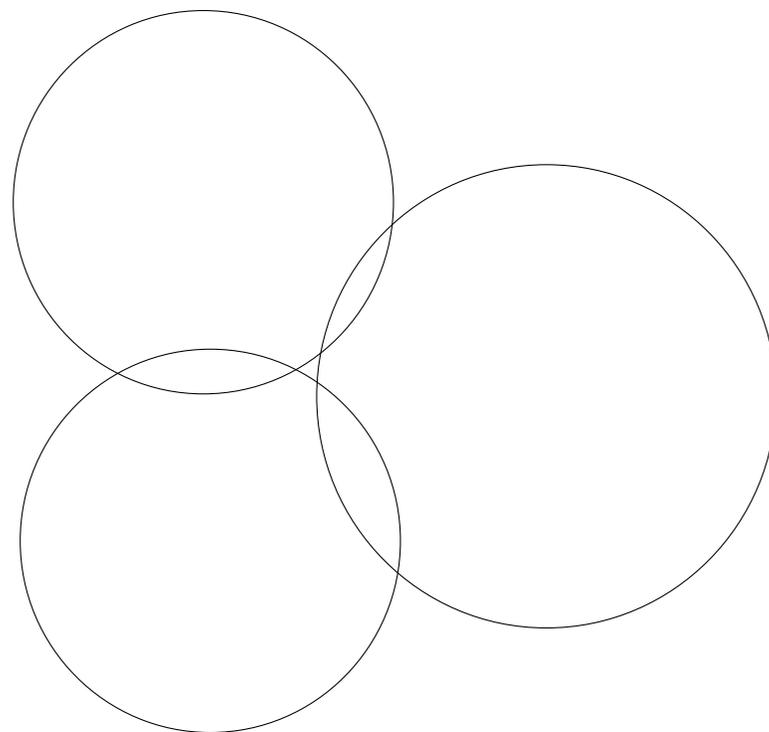


## Tore polyédrique



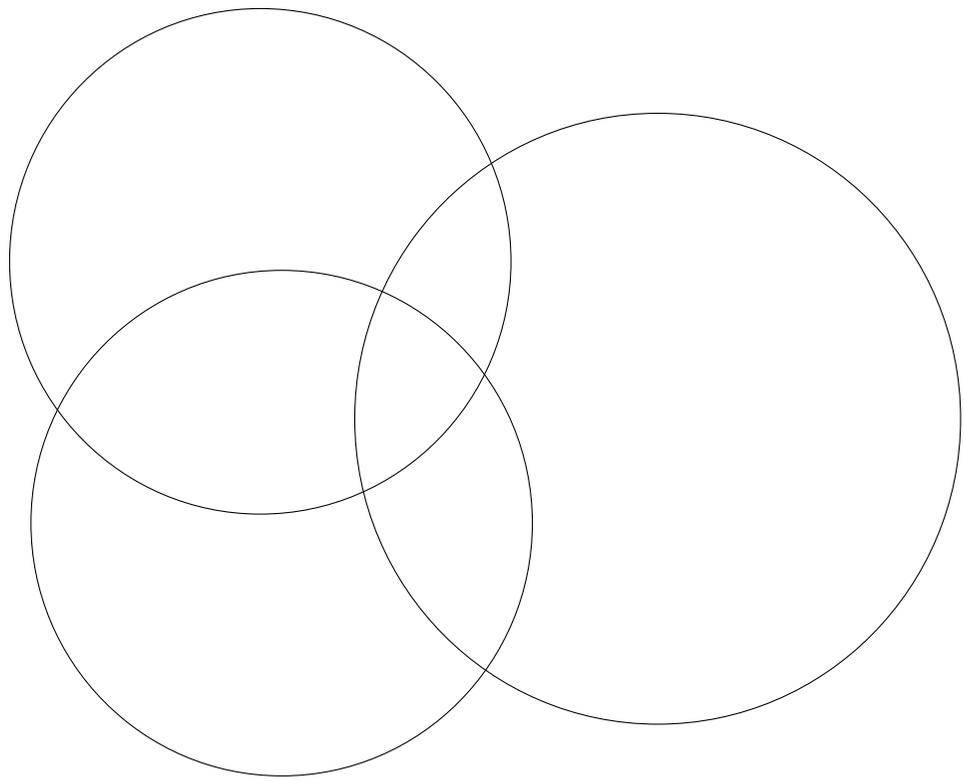


$\Delta_0$

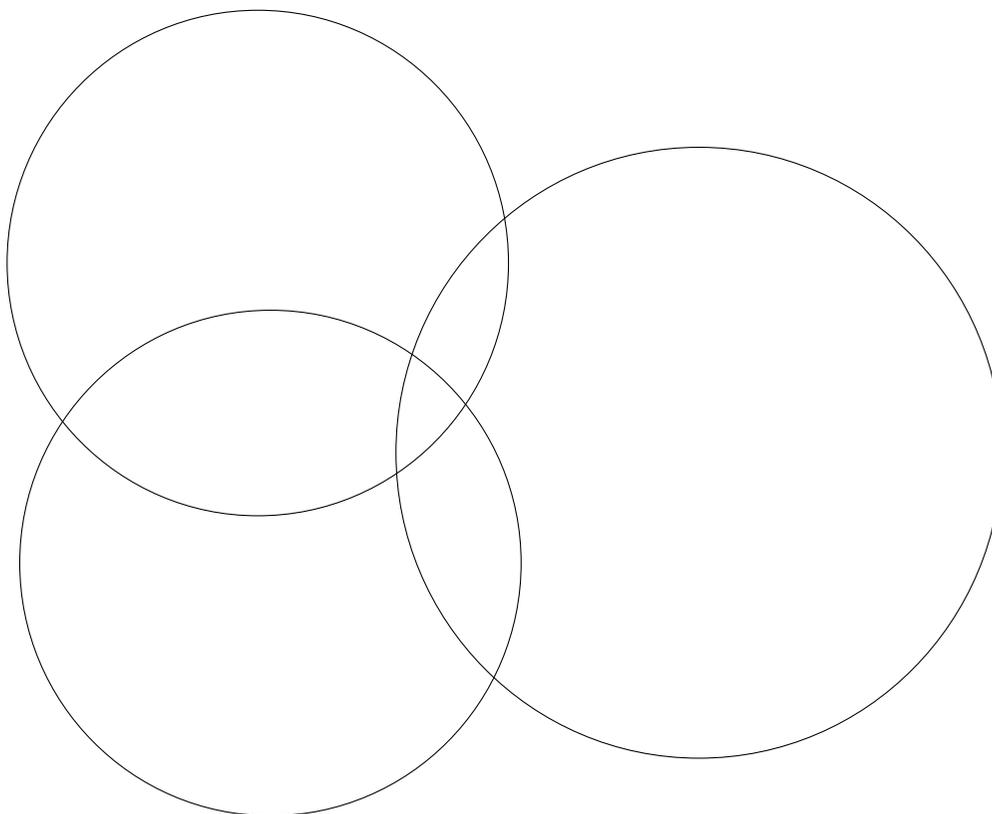


$\Delta_1$

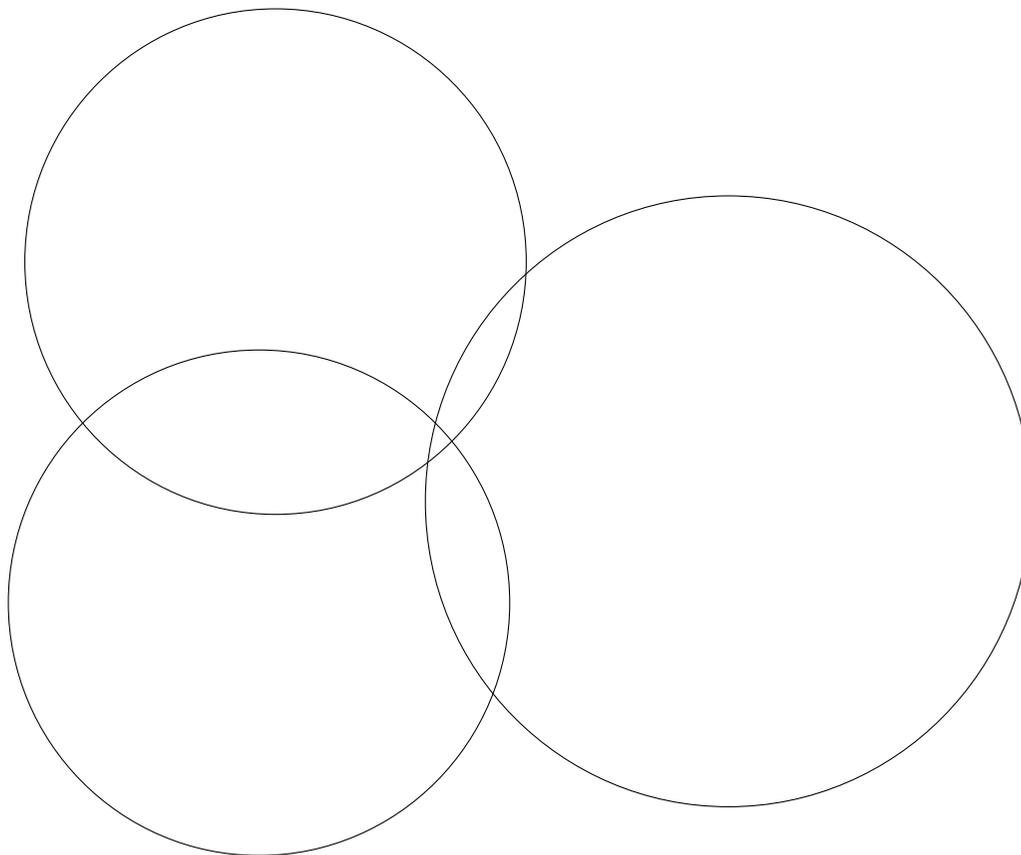
$\Delta_0$



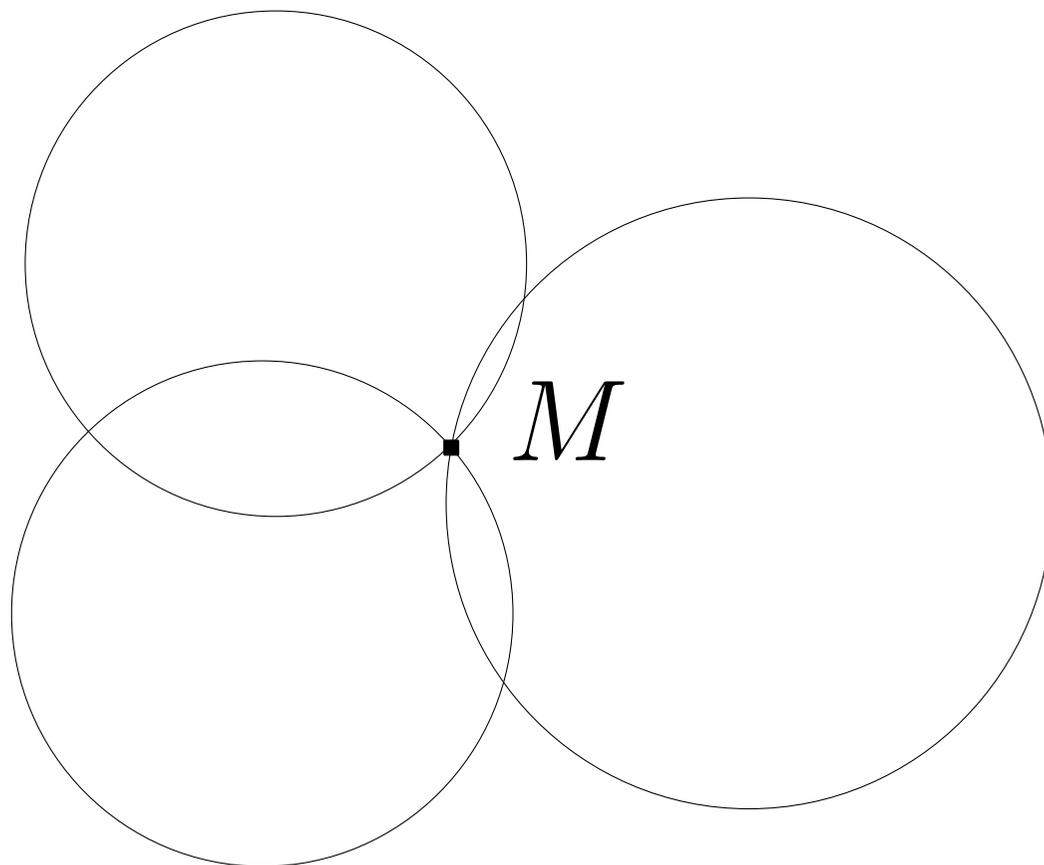
$\Delta p_1$



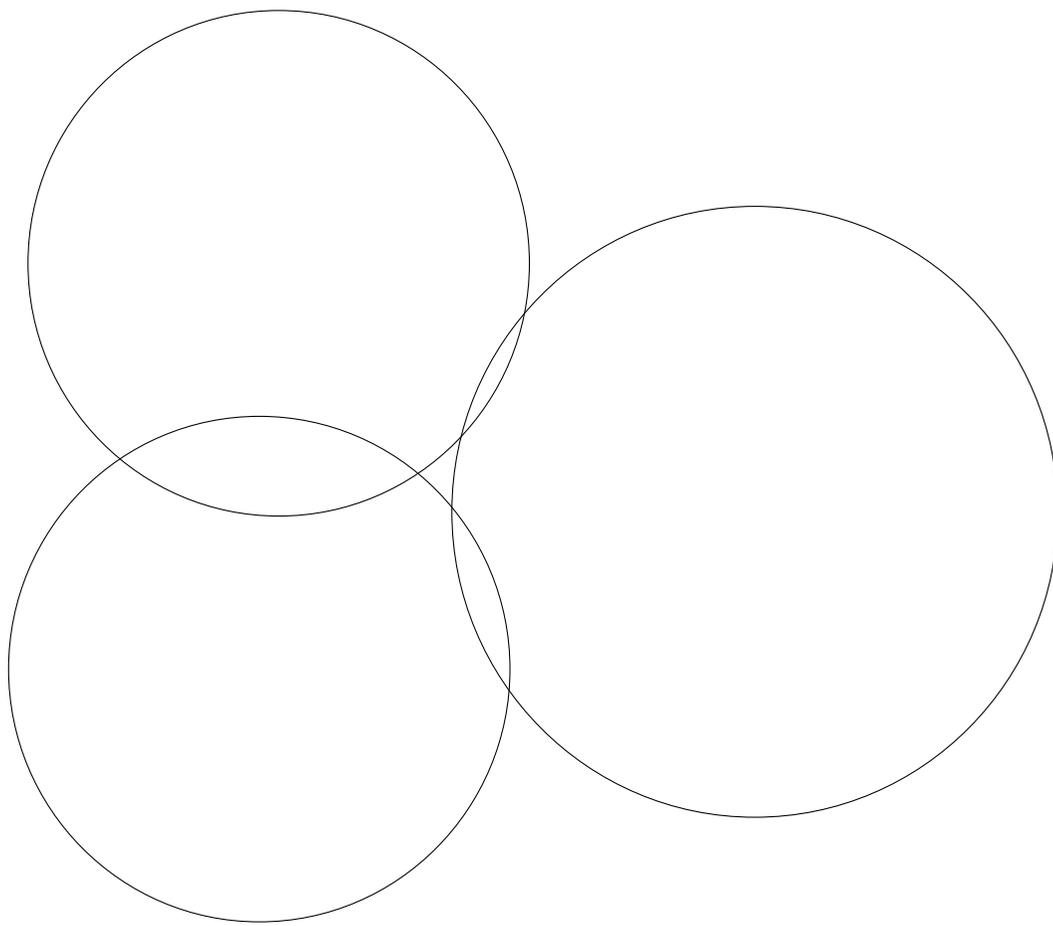
$\Delta p_2$



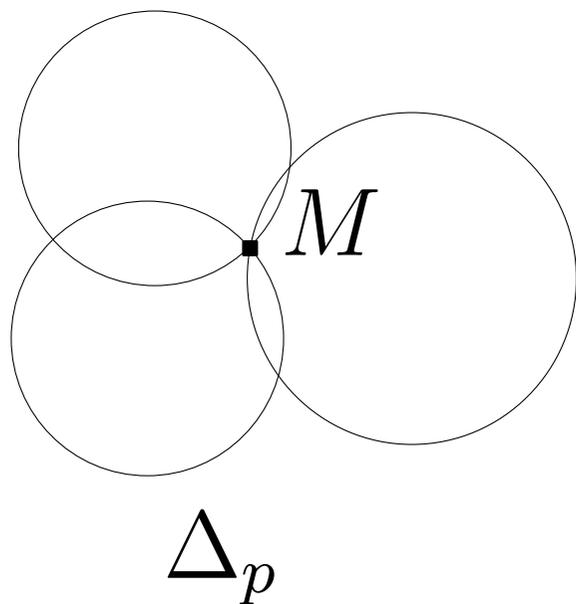
$\Delta p_3$



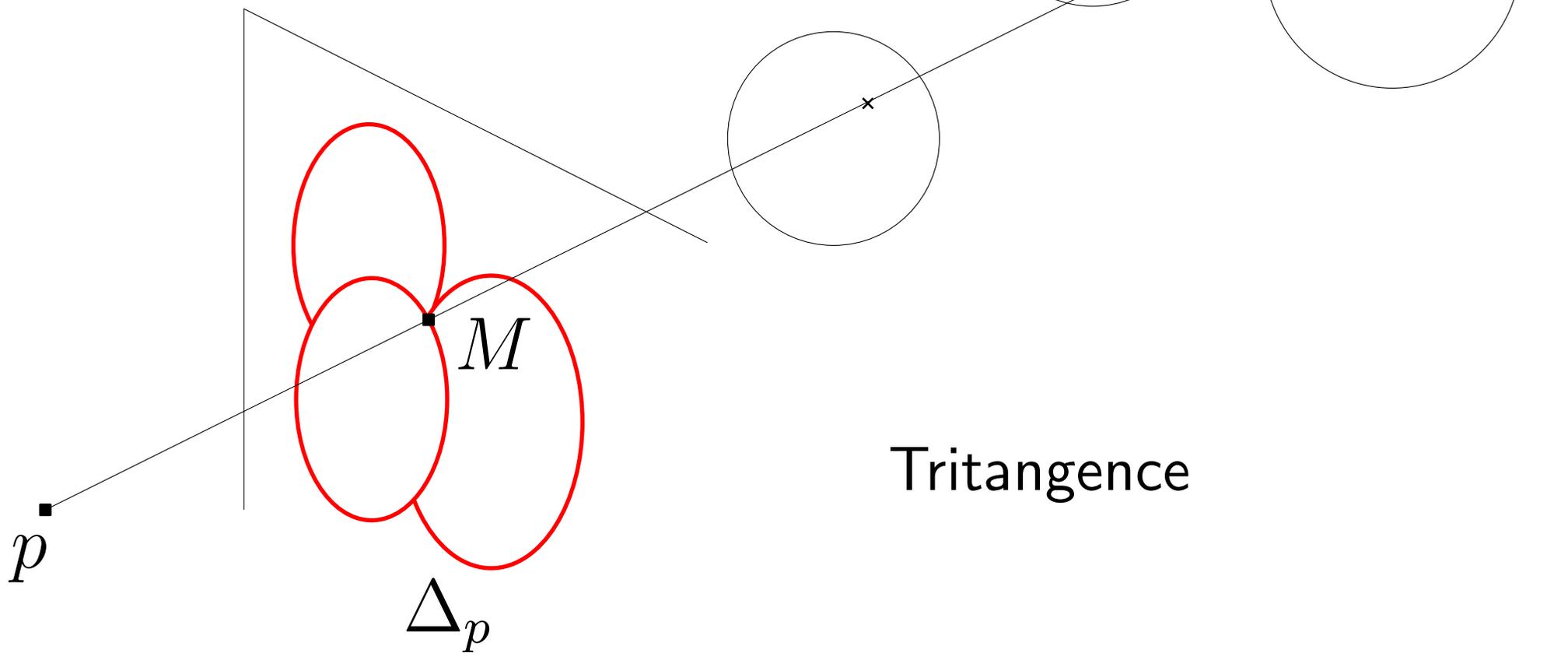
$\Delta p_4$



$(p, M)$  est instable



le rayon  $[pM)$  est instable



Tritangence