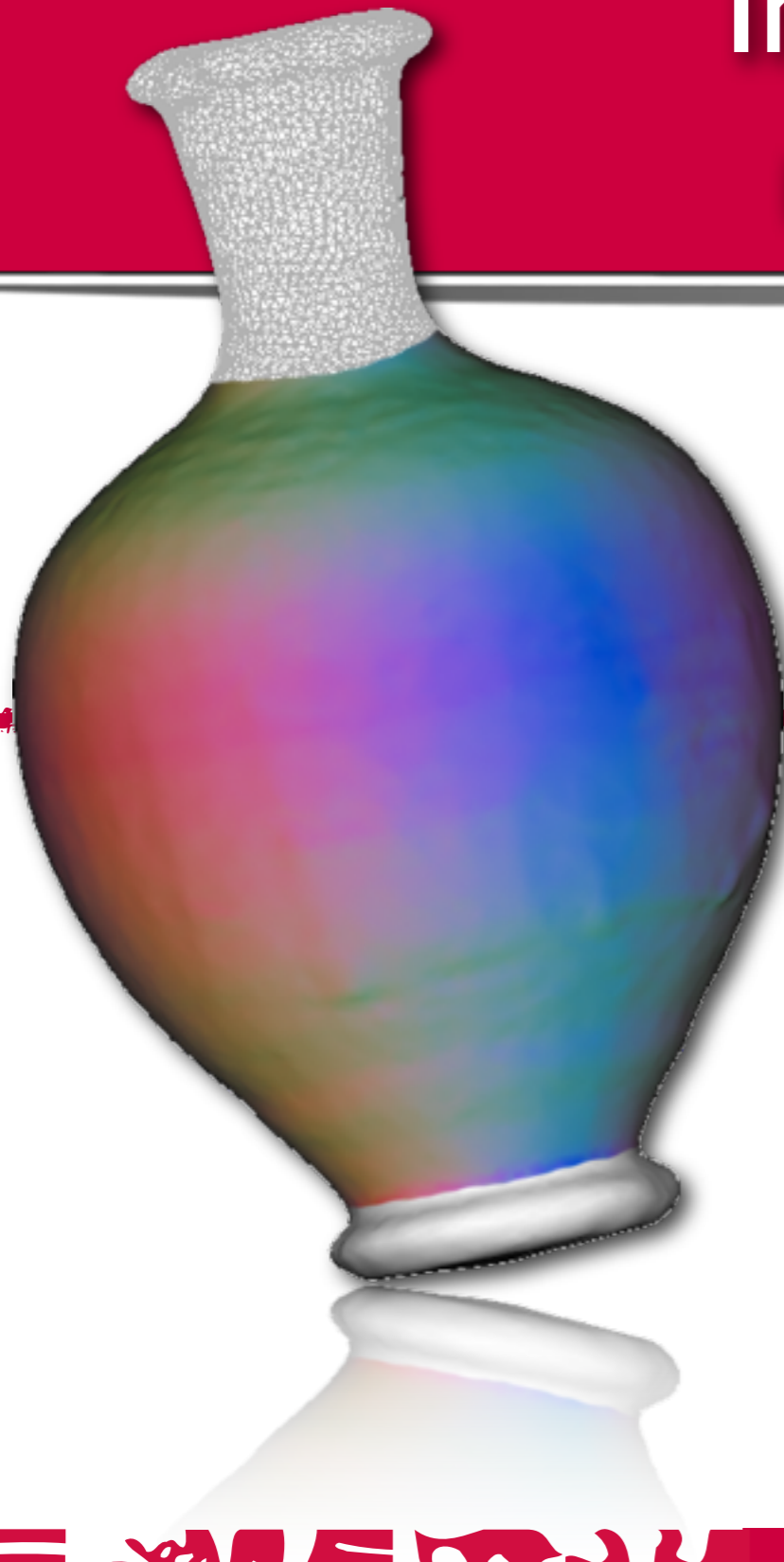


Indexation multi-vues et recherche d'objets 3D

Thibault Napoléon

6 Juillet 2010

Encadré par : Hichem Sahbi et Francis Schmitt



TELECOM
ParisTech





- Introduction
- Normalisation et alignement
- Indexation et recherche d'objets 3D
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



Pourquoi indexer des objets 3D ?

- A cause de la croissance des bases de données 3D introduite par :
 - Studios de cinéma.
 - Jeux vidéos.
 - Industries automobiles.
 - Logiciels de modélisation grand public.
 - ...





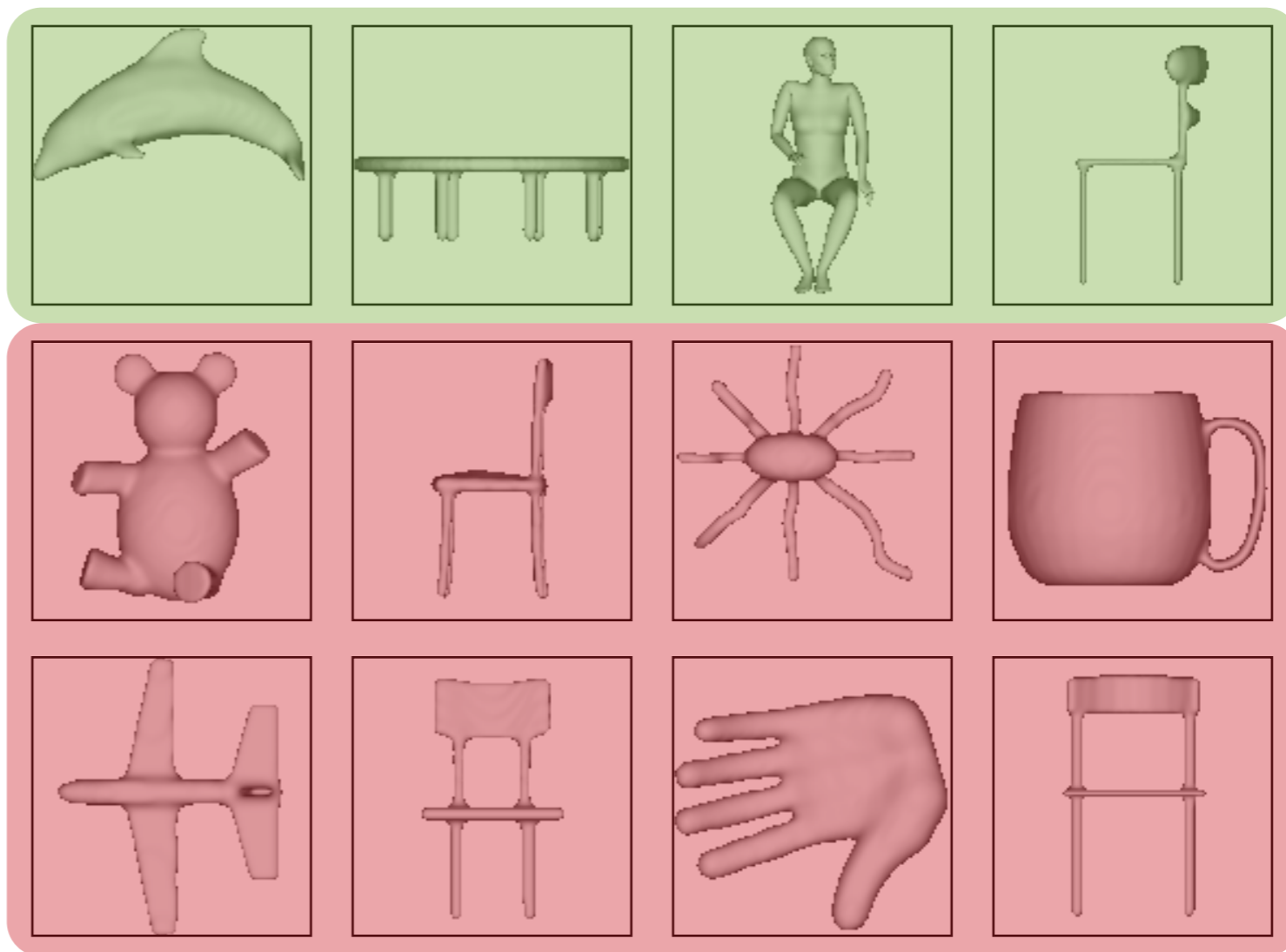
Comment rechercher un objet 3D ?

- Pour rechercher un objet 3D dans une grande base de données.

Requête visuelle



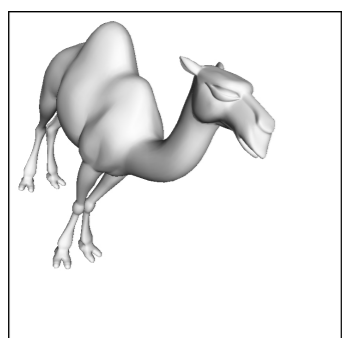
Base de données d'objets 3D



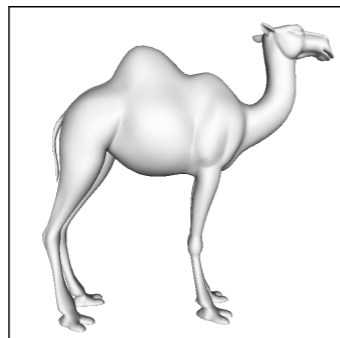
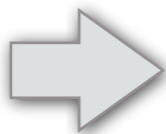


Comment l'indexation 3D fonctionne ?

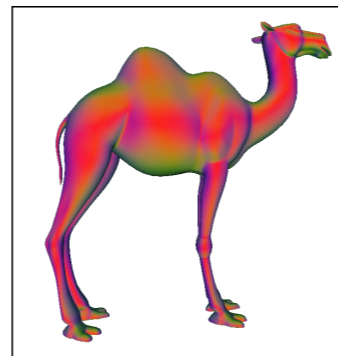
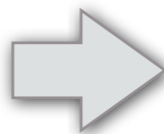
- On cherche à coder dans une description synthétique la forme d'un objet 3D.



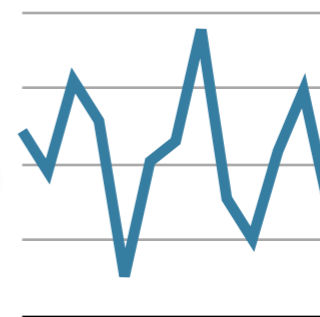
objets 3D



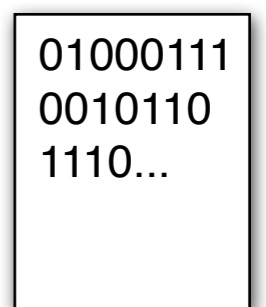
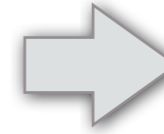
pré-traitements



capture d'une information de forme



description de la forme



codage synthétique



Quels sont les enjeux ? (1/2)

- Bonne discrimination.
- Robuste face aux :
 - Translations, changements d'échelle et rotations.
 - Changements de topologie.
 - Bruits, déformations...
- Rapidité de calcul.
- Automatique.



Classe avion



Quels sont les enjeux ? (2/2)

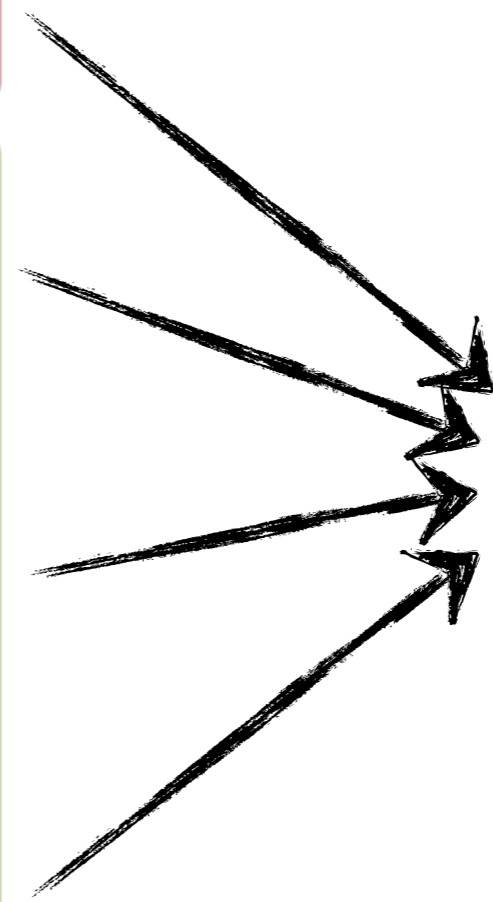
- Fournir à l'utilisateur des moyens d'interrogation intuitifs basés sur le contenu.

- Mot-clé ?

- Objet 3D ? 

- Photos ? 

- Dessin au trait ? 



objet 3D



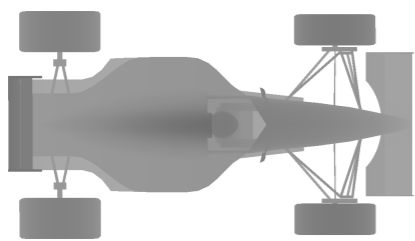
Etat de l'art des méthodes d'indexation 3D



Approches 3D/3D



Approches 2D/3D



Approches 2.5D/3D

- Harmoniques sphériques [Vranic et al. 2001]
- Transformée de Hough 3D [Zaharia et al. 2001]
- Graphe de Reeb augmenté [Tung et al. 2005]

- Lightfields [Chen et al. 2003]
- Indice de pertinence [Chaouch et al. 2009]
- Sélection de vues et approche Bayésienne [Filali-Ansary et al. 2007]

- Lignes de profondeurs [Chaouch et al. 2004]
- Images de profondeurs [Vranic et al. 2004]
- Carte de courbures [Assfalg et al. 2003]

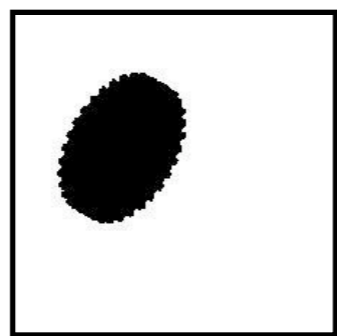


- Introduction
- **Normalisation et alignement**
 - Sphère englobante
 - Critère d'estimation de la pose
- Indexation et recherche d'objets 3D
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives

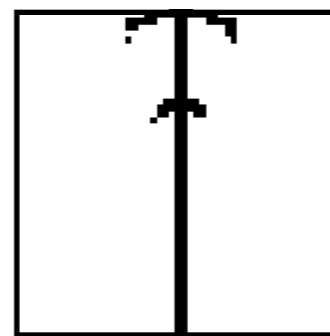


Normalisation en position et en échelle (I)

- Buts :
 - Assurer une robustesse en position et en échelle.
 - Garantir la qualité des projections, dans les approches multi-vues $2D/3D$.



problème de position



problème d'échelle

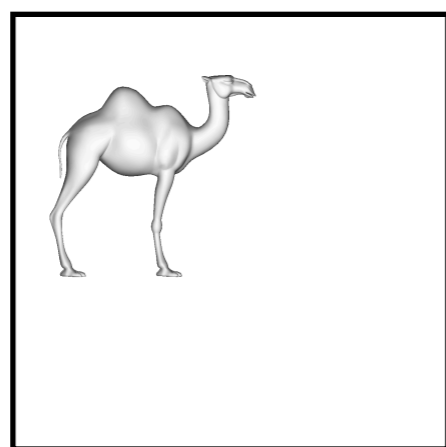
- Solution :
 - Définir un centre et une échelle adaptées quel que soit le point de vue (sur la sphère unité).



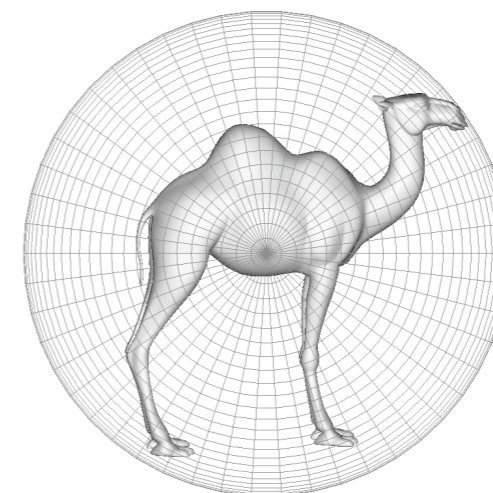
Normalisation en position et en échelle (2)

- Pour la normalisation, nous utilisons le centre $c(S)$ et le diamètre $d(S)$ de la sphère minimale englobante de l'objet 3D (algorithme de [Fisher et al. 2003]).

$$x_n = \frac{x - c_x(S)}{d(S)}, \quad y_n = \frac{y - c_y(S)}{d(S)} \quad \text{et} \quad z_n = \frac{z - c_z(S)}{d(S)}$$



position et échelle originales



objet 3D normalisé

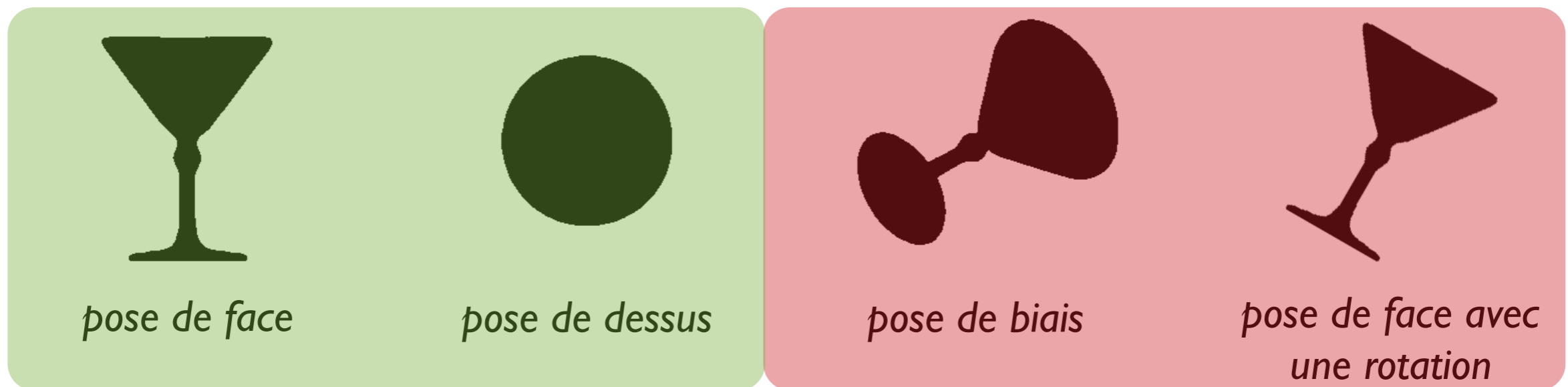


- Introduction
- **Normalisation et alignement**
 - Sphère englobante
 - Critère d'estimation de la pose
- Indexation et recherche d'objets 3D
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



Estimation de la pose (I)

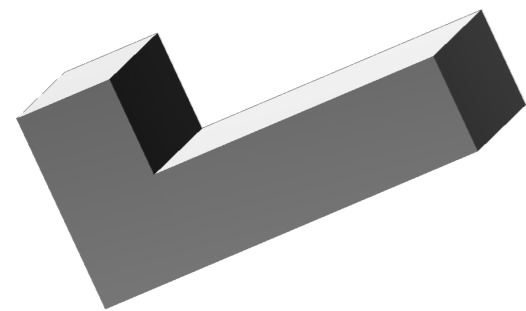
- Notre choix :
 - Définir un estimateur permettant de comparer différentes poses afin de sélectionner l'orientation la plus adéquate pour chaque objet.
- Question :
 - Comment savoir si une pose est plus cohérente qu'une autre pour une classe donnée ?



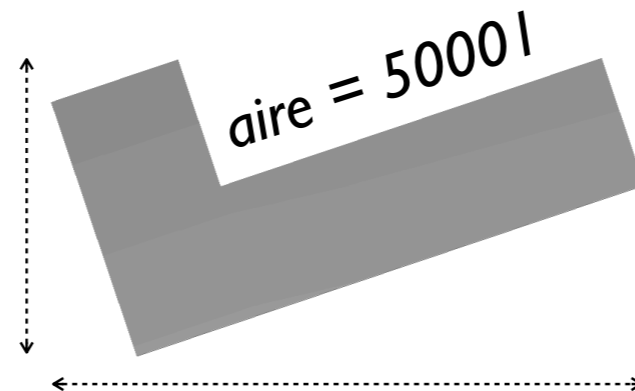


Estimation de la pose (2)

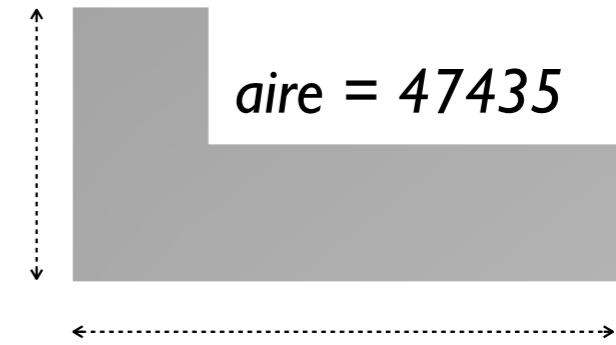
- Nous avons cherché un critère permettant de comparer deux alignement :



objet initial



pose maximisant l'aire des projections [Lian et al. 2010]



pose minimisant l'aire des projections

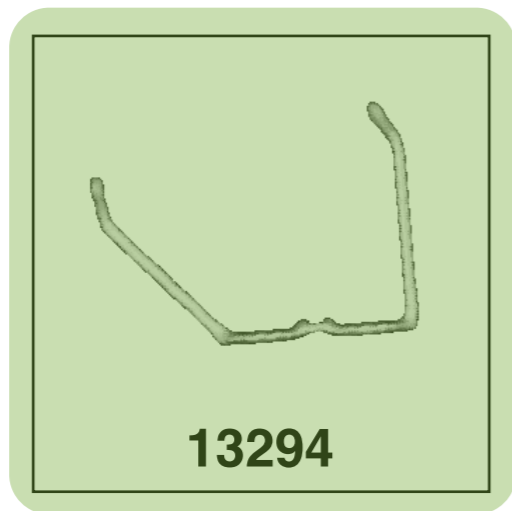
- Comment déterminer l'orientation de l'objet qui minimise l'aire des projections ?
 - S'appuyer sur le résultat de plusieurs méthodes pour réduire l'espace des possibilités.
 - Nous choisissons : la pose initiale, l'ACP, l'ACP Continue [Vranic 2004] et l'ACP par normales.

[Napoléon et al. EURASIP 2010]



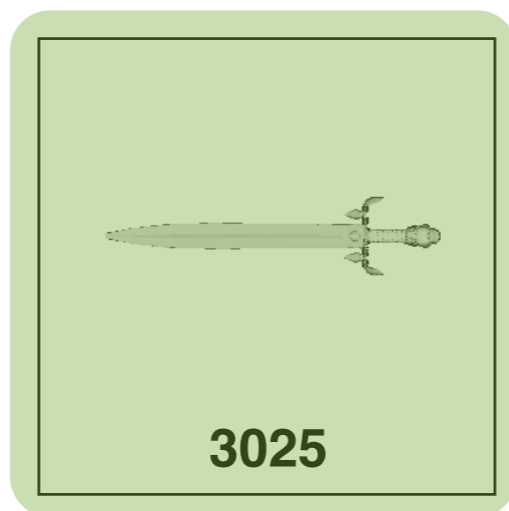
Estimation de la pose (3)

ACPC



13294

OU



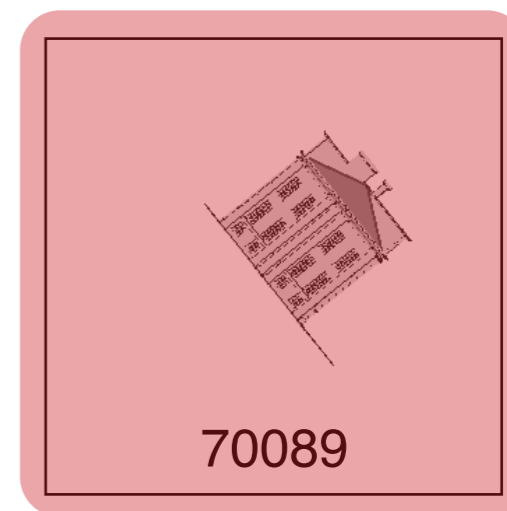
3025

OU



110441

OU



70089

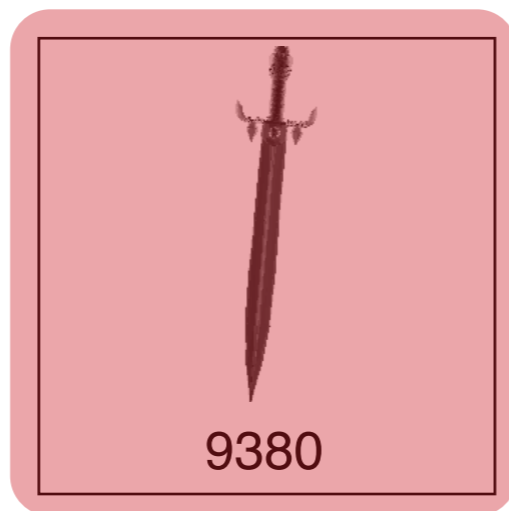
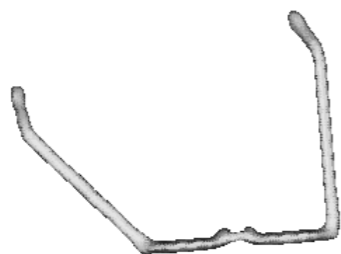
OU

ACPN



18984

=



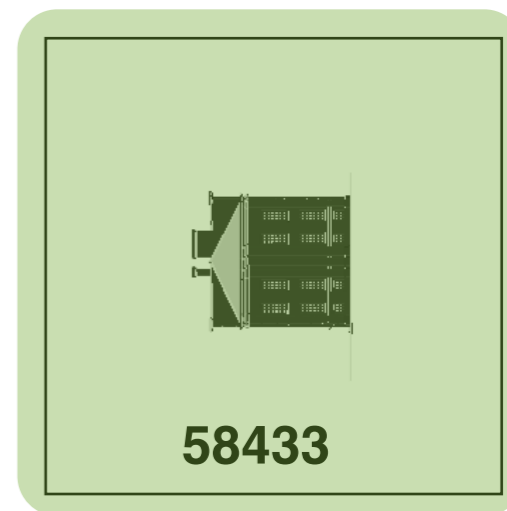
9380

=



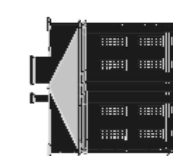
91216

=



58433

=

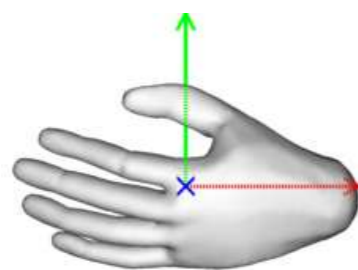




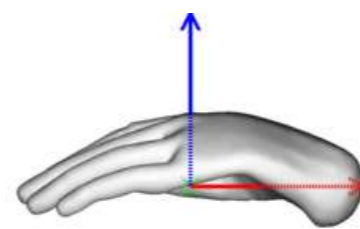
Réordonnancement des axes

- Comment garantir que l'ordre des axes du repère 3D soit cohérent entre deux modèles ?

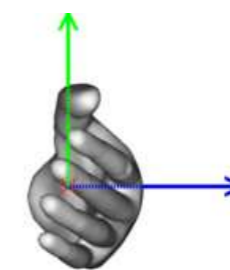
➔ En calculant tous les ordonnancements possibles [Zaharia et al. 2001] (uniquement pour la requête).



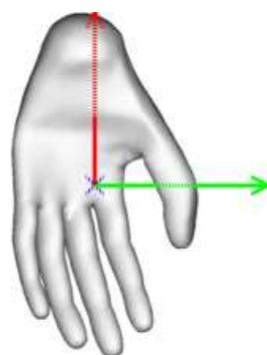
x, y



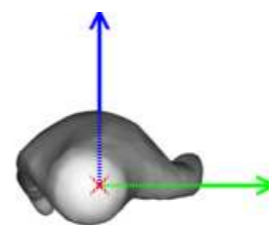
x, z



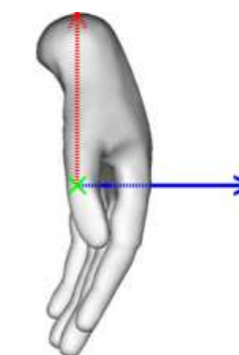
z, y



y, x



y, z



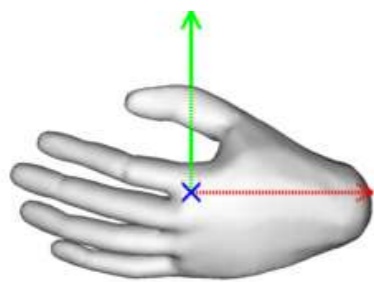
z, x



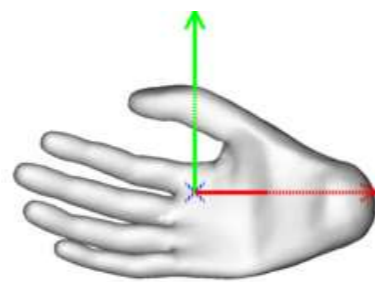
Invariances à la réflexion

- Comment traiter les réflexions entre les objets pour pouvoir associer une main gauche et une main droite par exemple ?

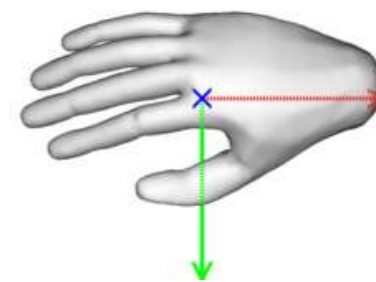
➔ En calculant tous les miroirs possibles (uniquement pour la requête).



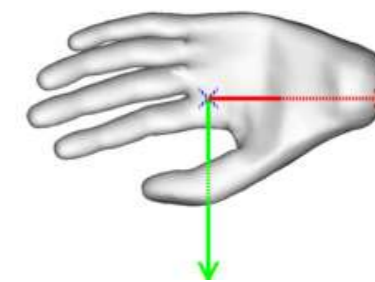
x^-, y^+, z^+



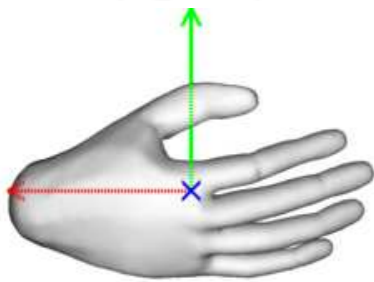
x^-, y^+, z^+



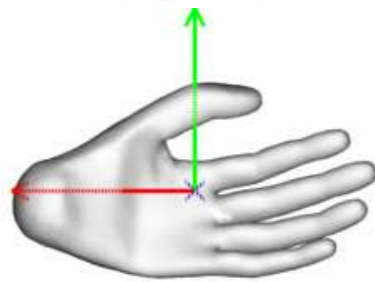
x^-, y^+, z^+



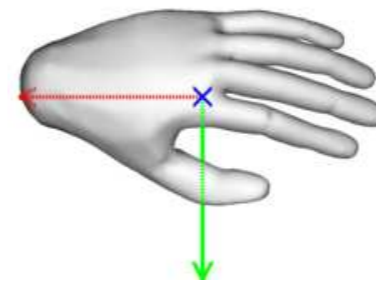
x^-, y^+, z^+



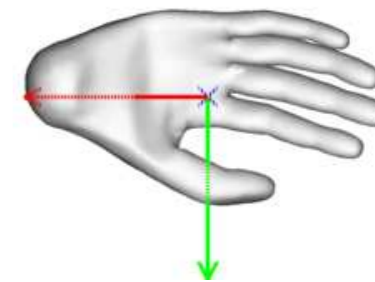
x^-, y^+, z^+



x^-, y^+, z^-



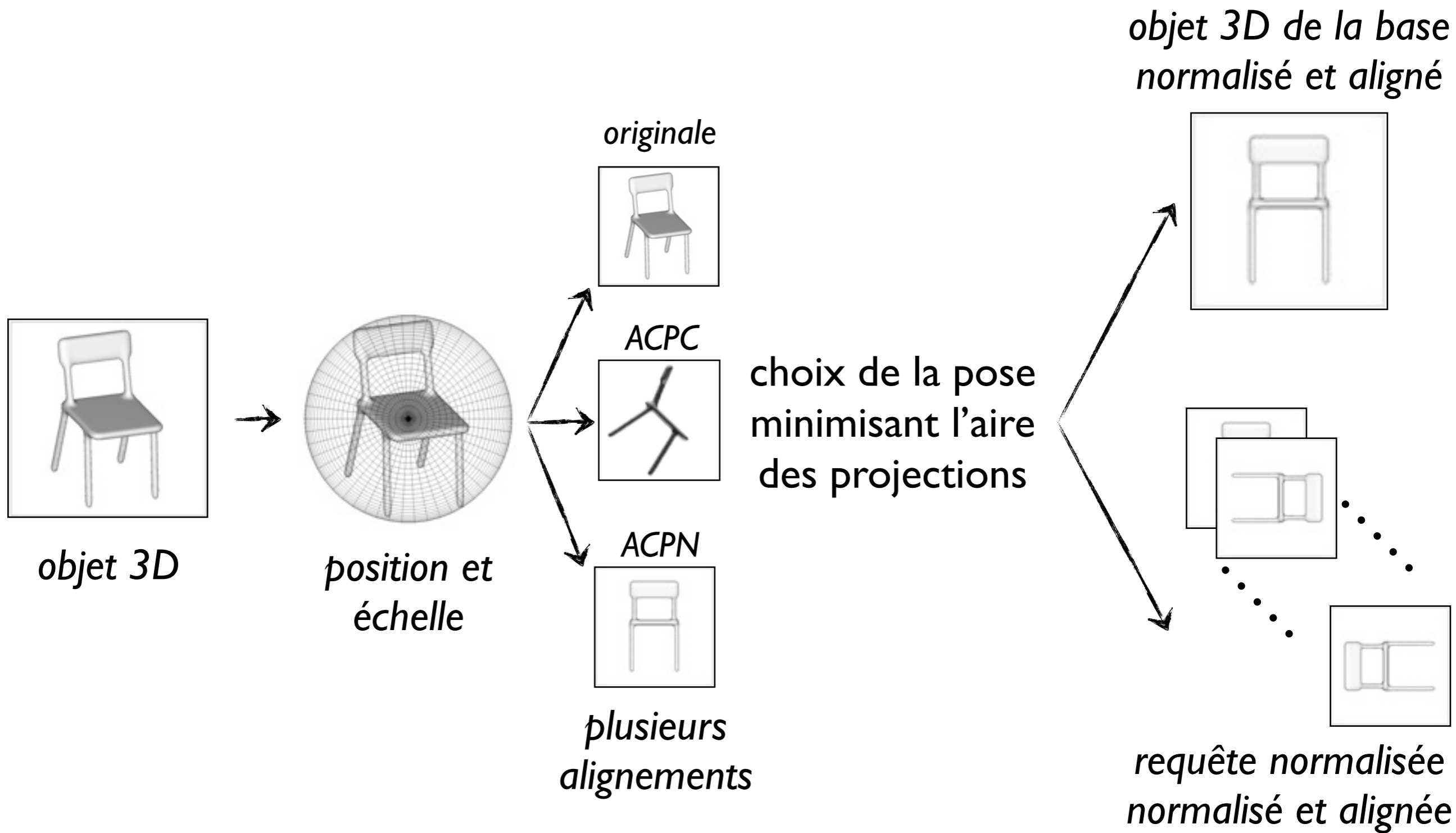
x^-, y^-, z^+



x^-, y^-, z^-



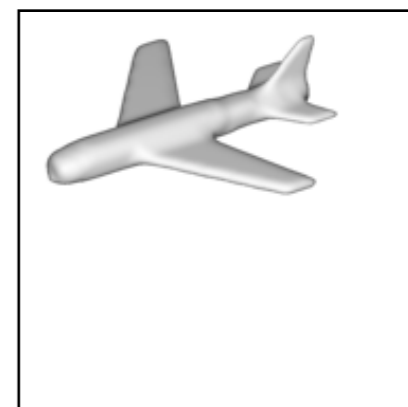
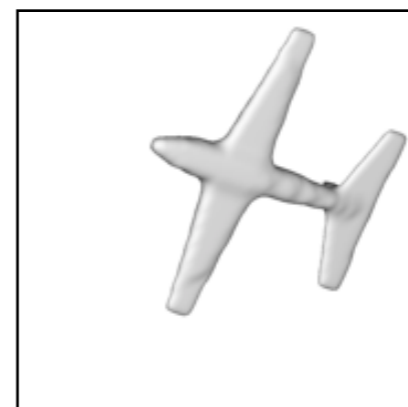
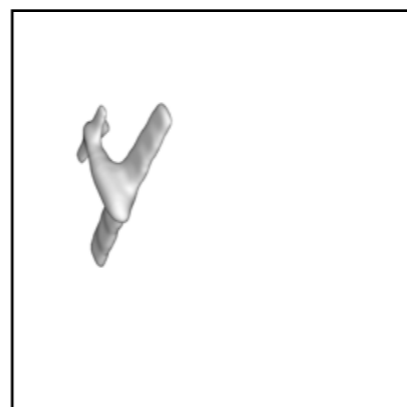
Processus de prétraitements



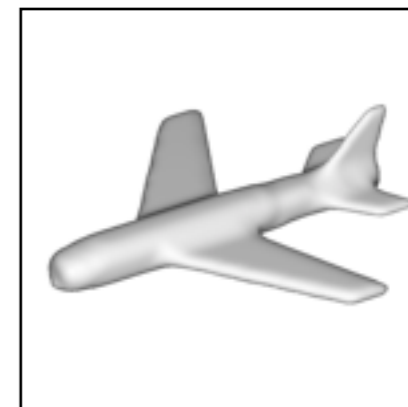
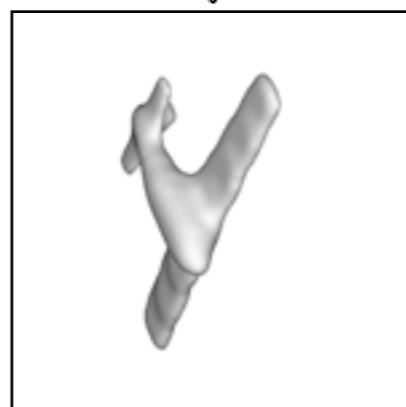


Exemple de résultats

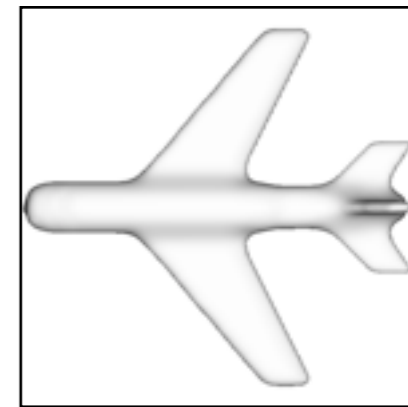
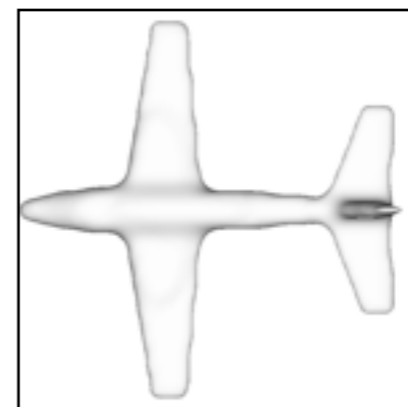
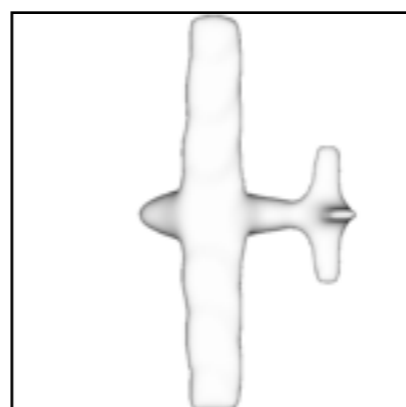
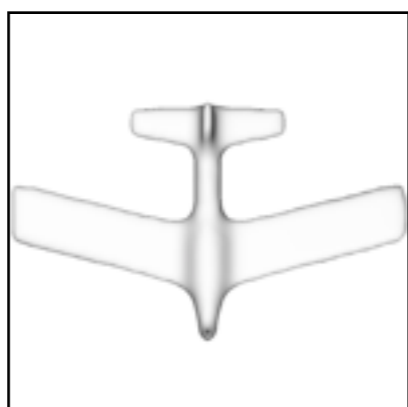
*objets
originaux*



*normalisation
(position et
échelle)*



*estimation de
la pose*





Conclusion sur les prétraitements

- Etape de normalisation :
 - Assure une robustesse en translation et en échelle.
 - Plus adaptée aux méthodes à base de projections que la normalisation par boîte englobante [Vranic 2004].
- Etape d'estimation de la pose :
 - Proche de la vision humaine [Leek 1998].
 - Basée sur un traitement des objets a priori.
 - Mais dépend fortement de la qualité des alignements estimés.



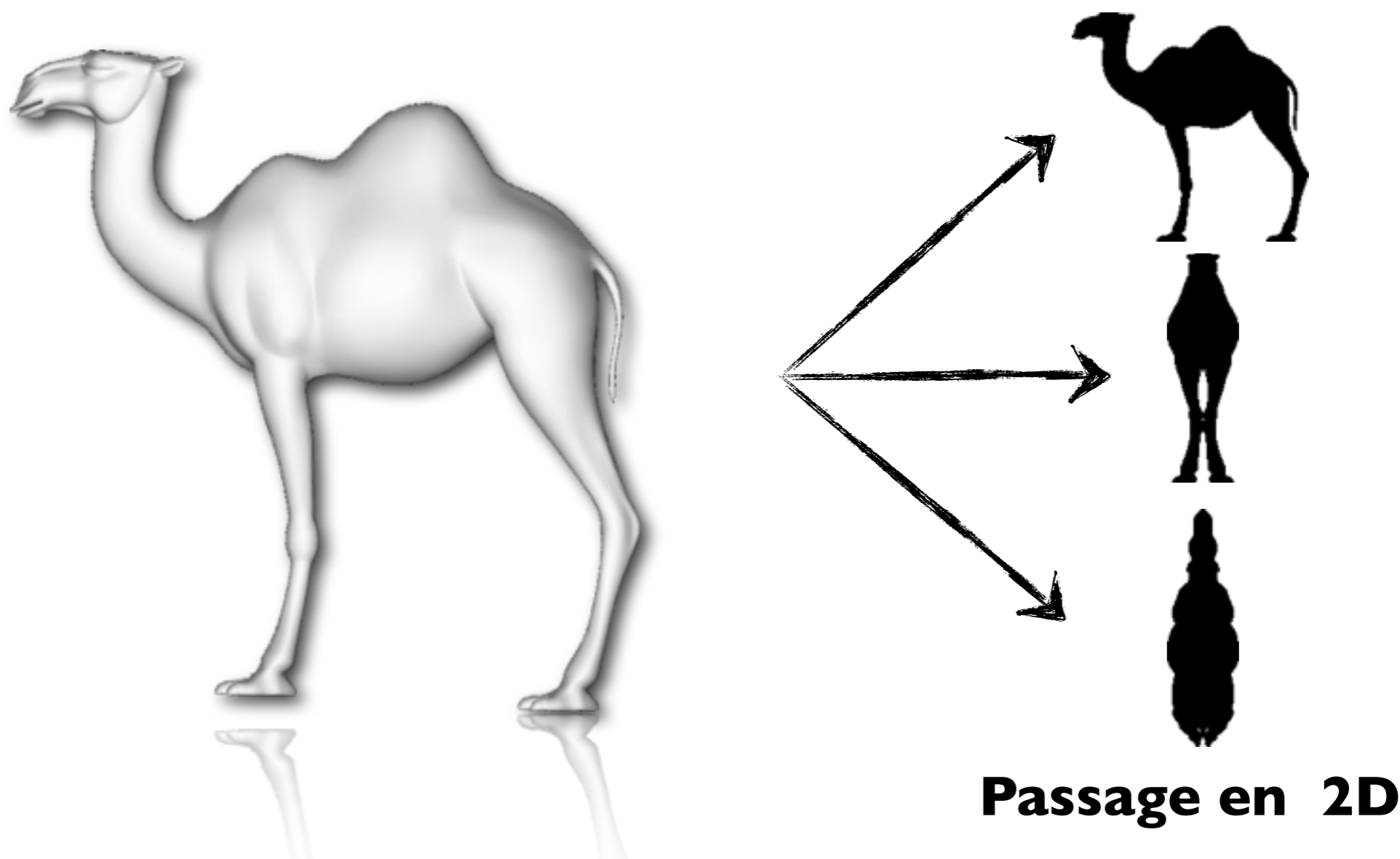
Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- **Indexation et recherche d'objets 3D**
 - Ensemble de pixels
 - Convexités et concavités des contours
 - Cartes de normales
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



Approche multi-vues et passage en 2D

- Nous choisissons des méthodes 2.5D/3D et 2D/3D pour :
 - Garantir des résultats robustes.
 - Permettre des requêtes en deux dimensions.





Plan

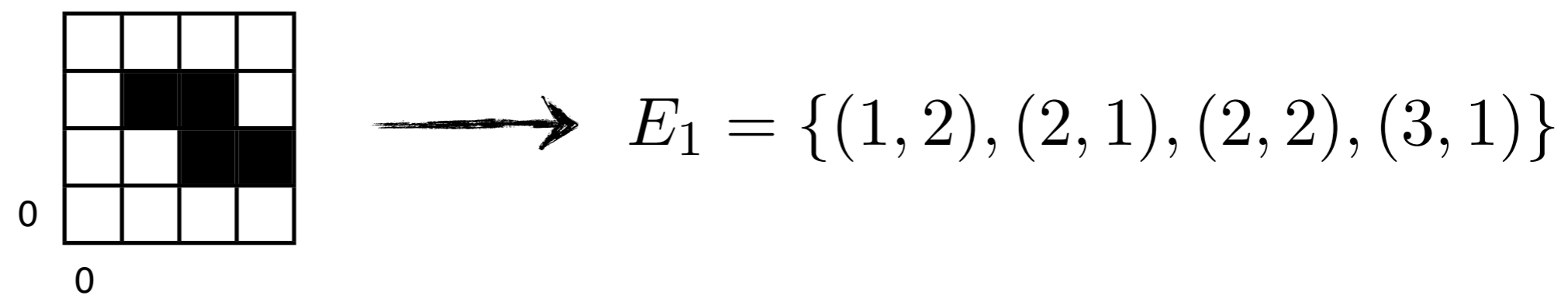
- Introduction
- Normalisation et alignement
- **Indexation et recherche d'objets 3D**
 - Ensemble de pixels
 - Convexités et concavités des contours
 - Cartes de normales
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



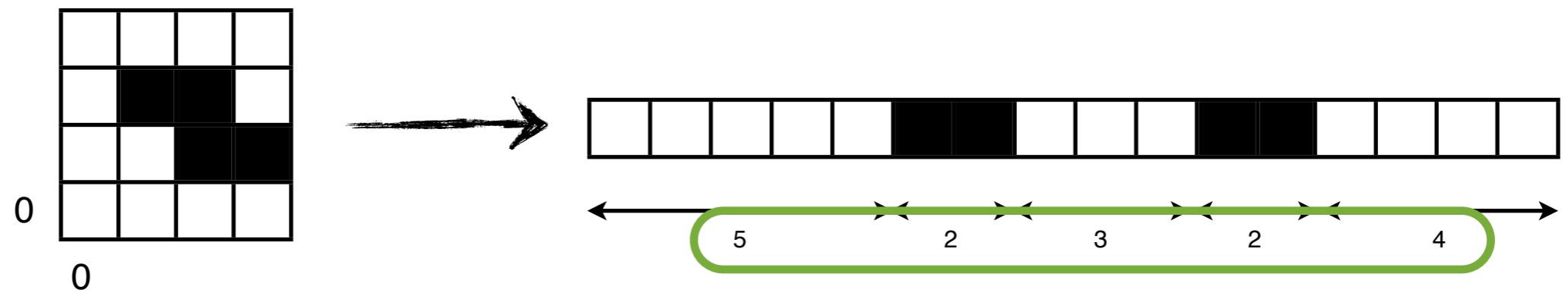
Descripteur par ensemble de pixels (EP) (I)

- Comment décrire simplement la forme d'une silhouette 2D ?

➔ En stockant l'organisation de ses pixels.



- Compression sans perte de l'information pour limiter l'espace de stockage de la signature.





Descripteur par ensemble de pixels (EP) (2)

- Comment comparer deux signatures basées sur les ensembles de pixels ?

➔ En effectuant une opération ensembliste entre les deux ensembles.

- Notre choix s'est porté sur le cardinal de la différence symétrique :

$$E_1 \Delta E_2 = \{p | (p \in E_1 \cup E_2) \wedge (p \notin E_1 \cap E_2)\}$$



[Napoléon et al. SMI 2007]



Plan

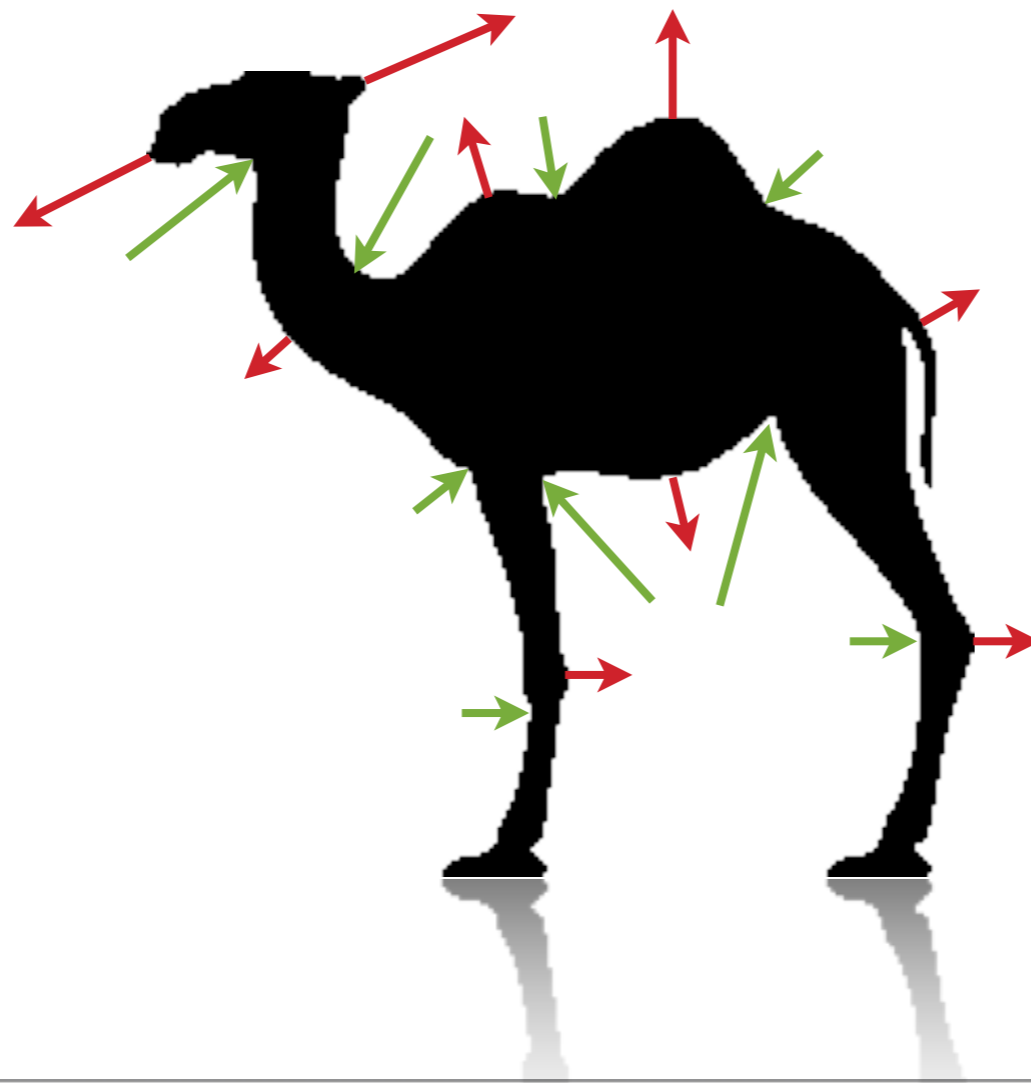
- Introduction
- Normalisation et alignement
- **Indexation et recherche d'objets 3D**
 - Ensemble de pixels
 - Convexités et concavités des contours
 - Cartes de normales
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



Descripteur par convexités/concavités (I) *Multi-échelles Convexités/Concavités (MCC)*

- Comment décrire de manière pertinente le contour d'une silhouette 2D ?

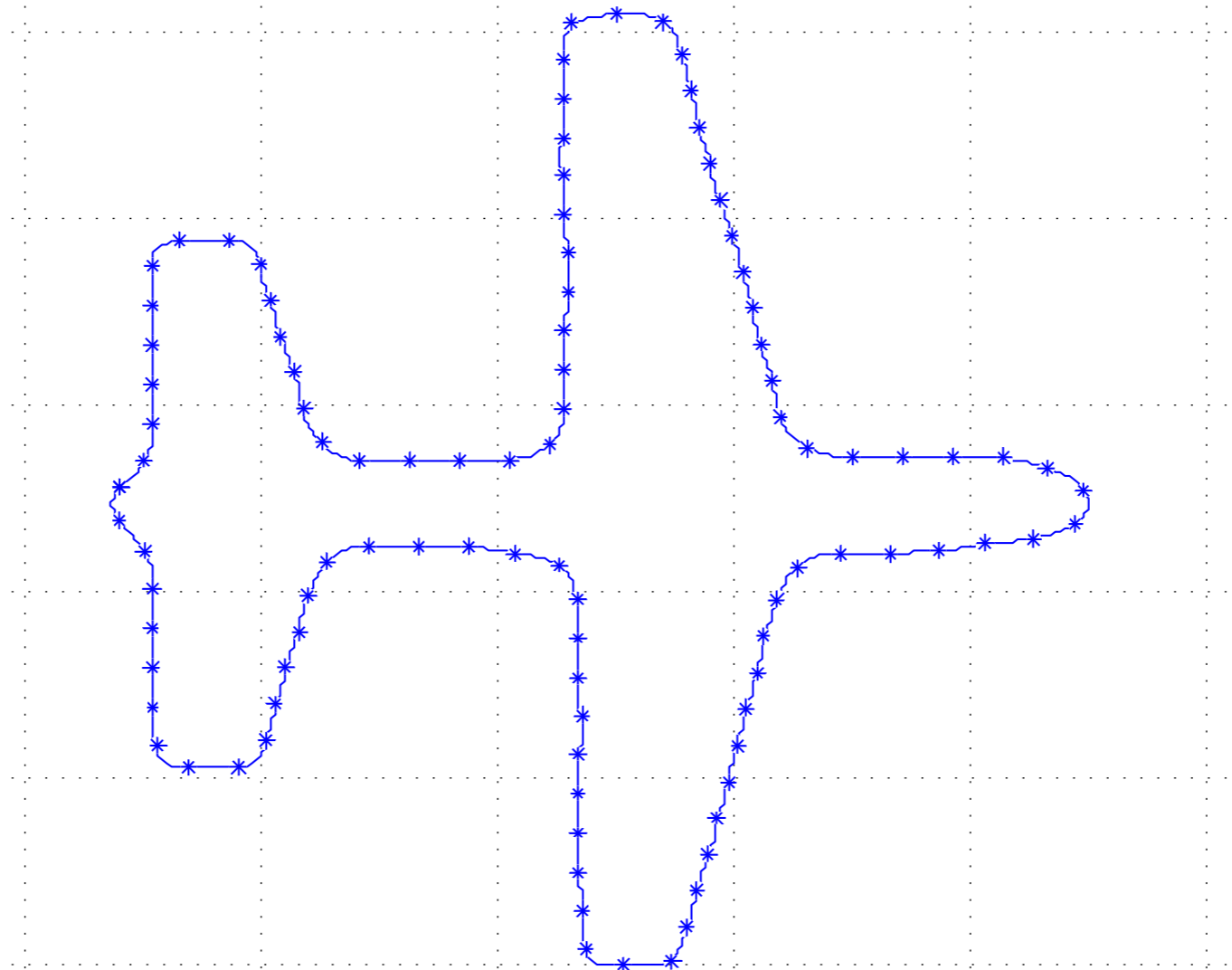
➔ Par l'extraction d'informations de **convexités**/**concavités**.





Descripteur par convexités/concavités (2)

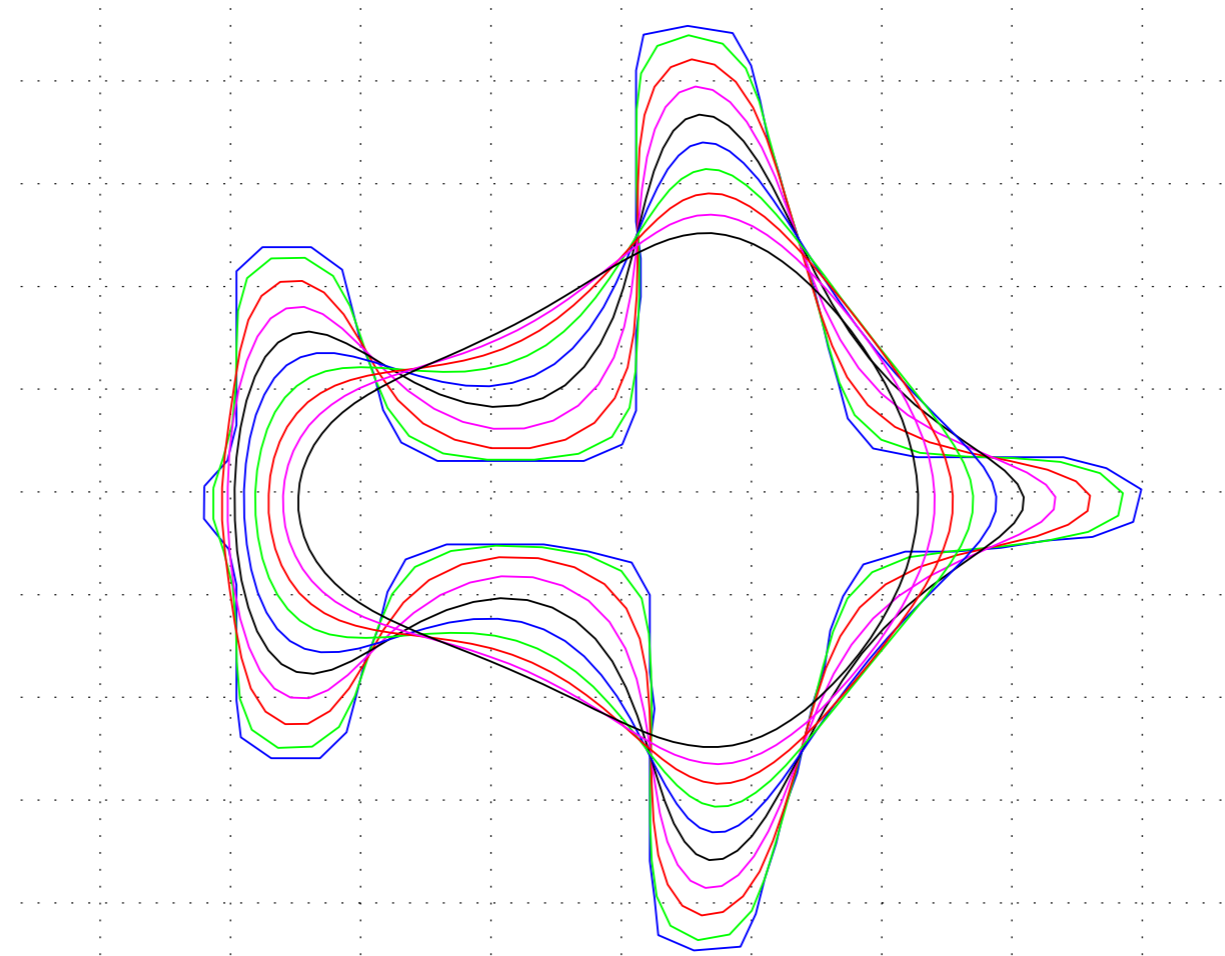
- Nous utilisons le descripteur proposé par [Adamek et al. 2005] :
 - Extraction du contour.
 - Echantillonnage uniforme (100 points).





Descripteur par convexités/concavités (3)

- Filtrage du contour par un noyau gaussien selon l'abscisse curviligne avec une échelle croissante notée σ .

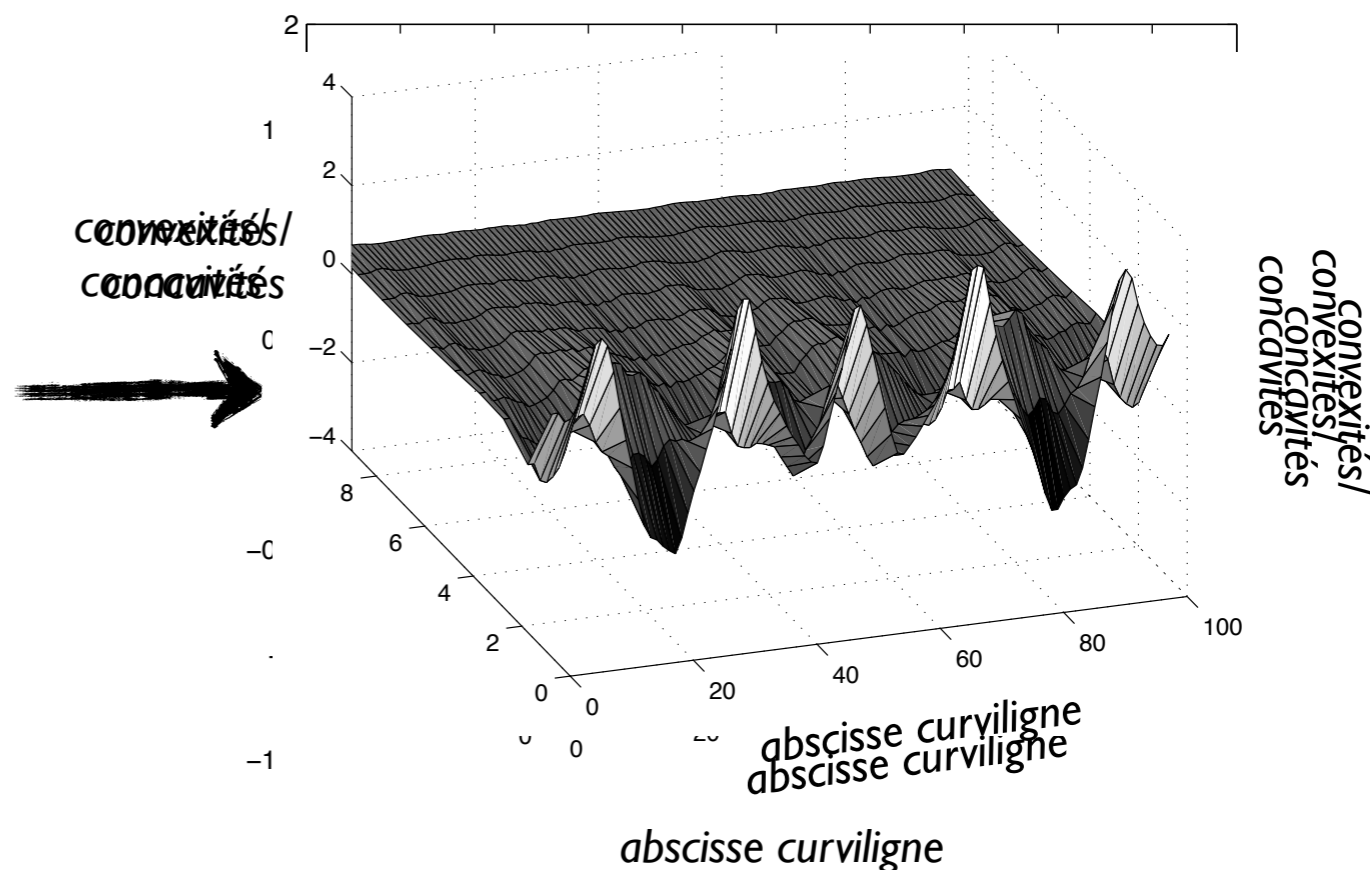
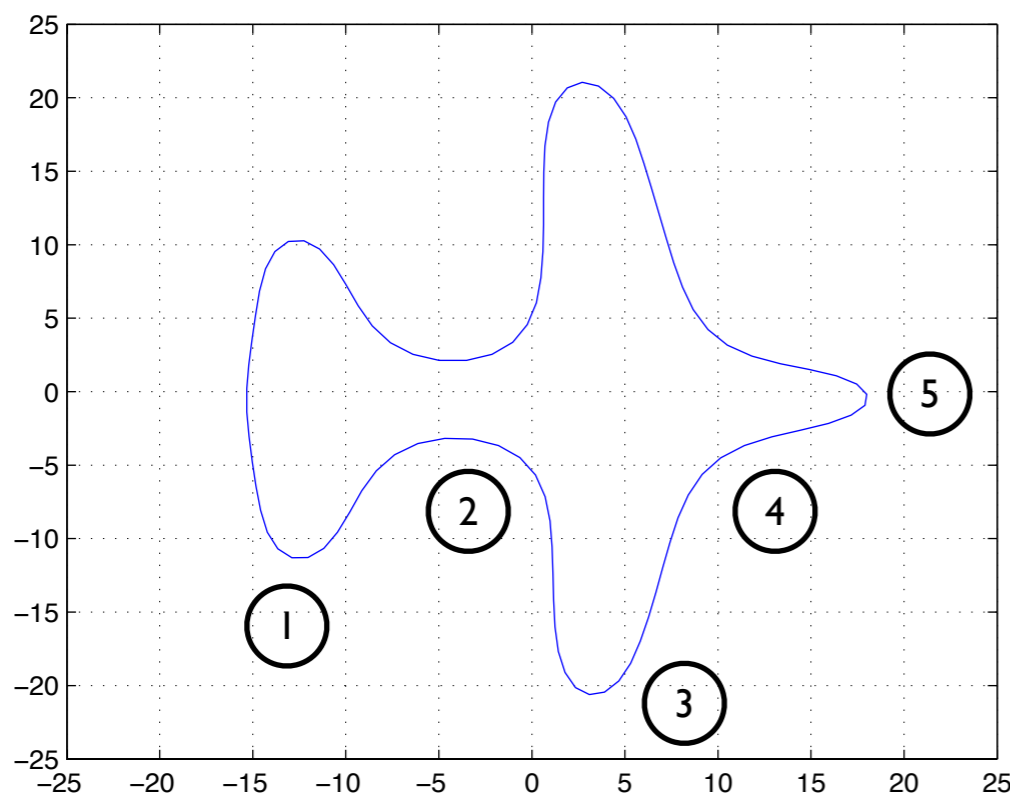


- L'information de convexités/concavités correspond au déplacement entre les différents contours.



Descripteur par convexités/concavités (4)

- Ce qui nous donne :



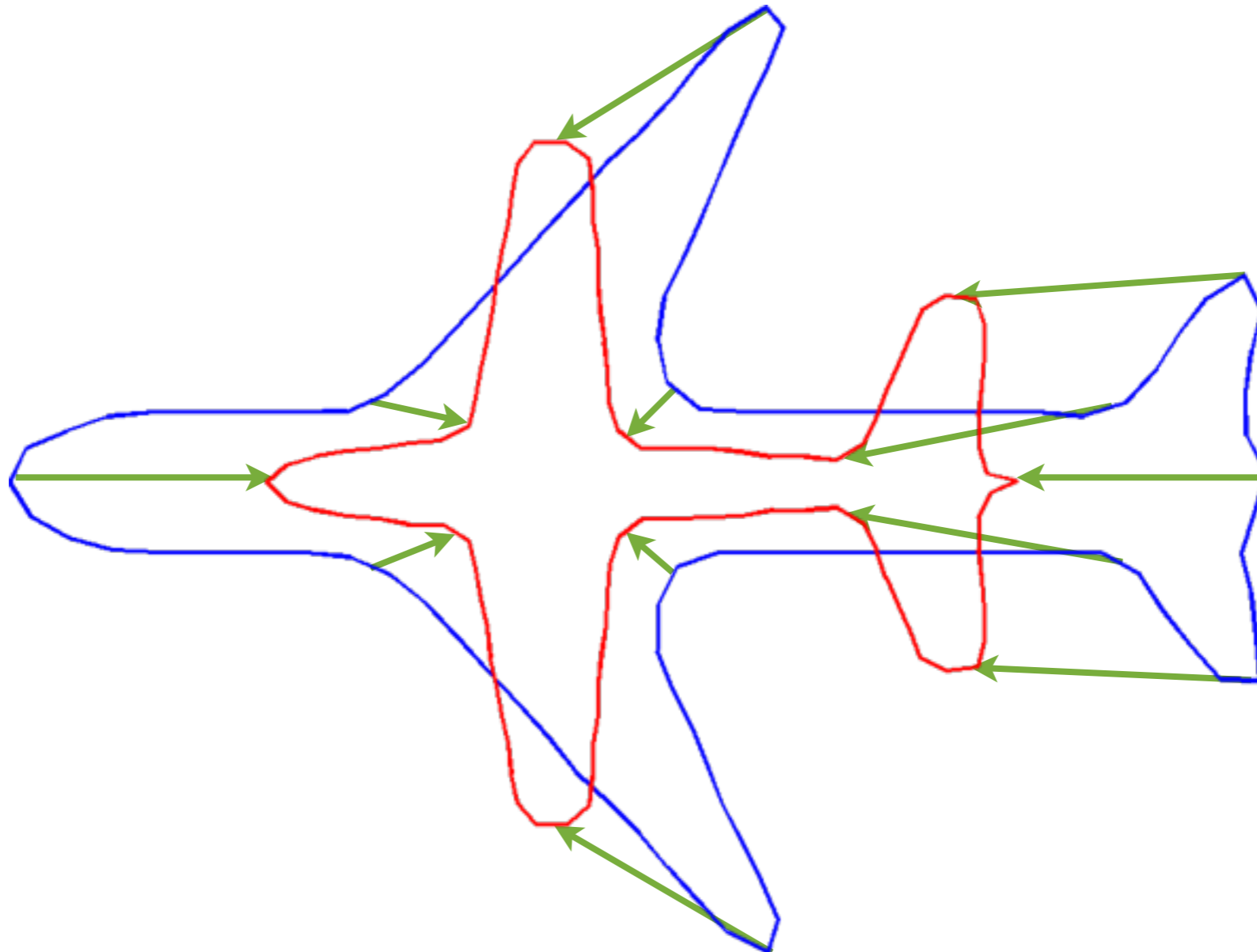
- Finalement, nous utilisons deux descriptions synthétiques :
 - Codage de chaque échelle avec un histogramme de taille 10 (*MCC-H*).
 - Codage avec une DCT sur les échelles (*MCC*).

[Napoléon et al. ICIP 2009]



Descripteur par convexités/concavités (5)

- Comment mettre en correspondance les descriptions issues de deux silhouettes différentes ?





Descripteur par convexités/concavités (6)

- Pour comparer deux histogrammes (*MCC-H*) nous choisissons comme mesure de dissimilarité :

$$Md(\mathcal{D}_{\mathcal{O}_r}, \mathcal{D}_{\mathcal{O}}) = \sum_{i=0}^{N_p} \sum_{j=0}^K \left(\alpha_j \sum_{l=0}^H \left\| \mathcal{D}_{\mathcal{O}_r}^{i,j,l} - \mathcal{D}_{\mathcal{O}}^{i,j,l} \right\|_1 \right)$$

avec :

- $\mathcal{D}_{\mathcal{O}_r}$: le descripteur de la requête
- $\mathcal{D}_{\mathcal{O}}$: le descripteur de l'objet de la base de données
- N_p : le nombre de projections.
- $K = 10$: le nombre d'échelles.
- $H = 10$: la taille des histogrammes

- et :

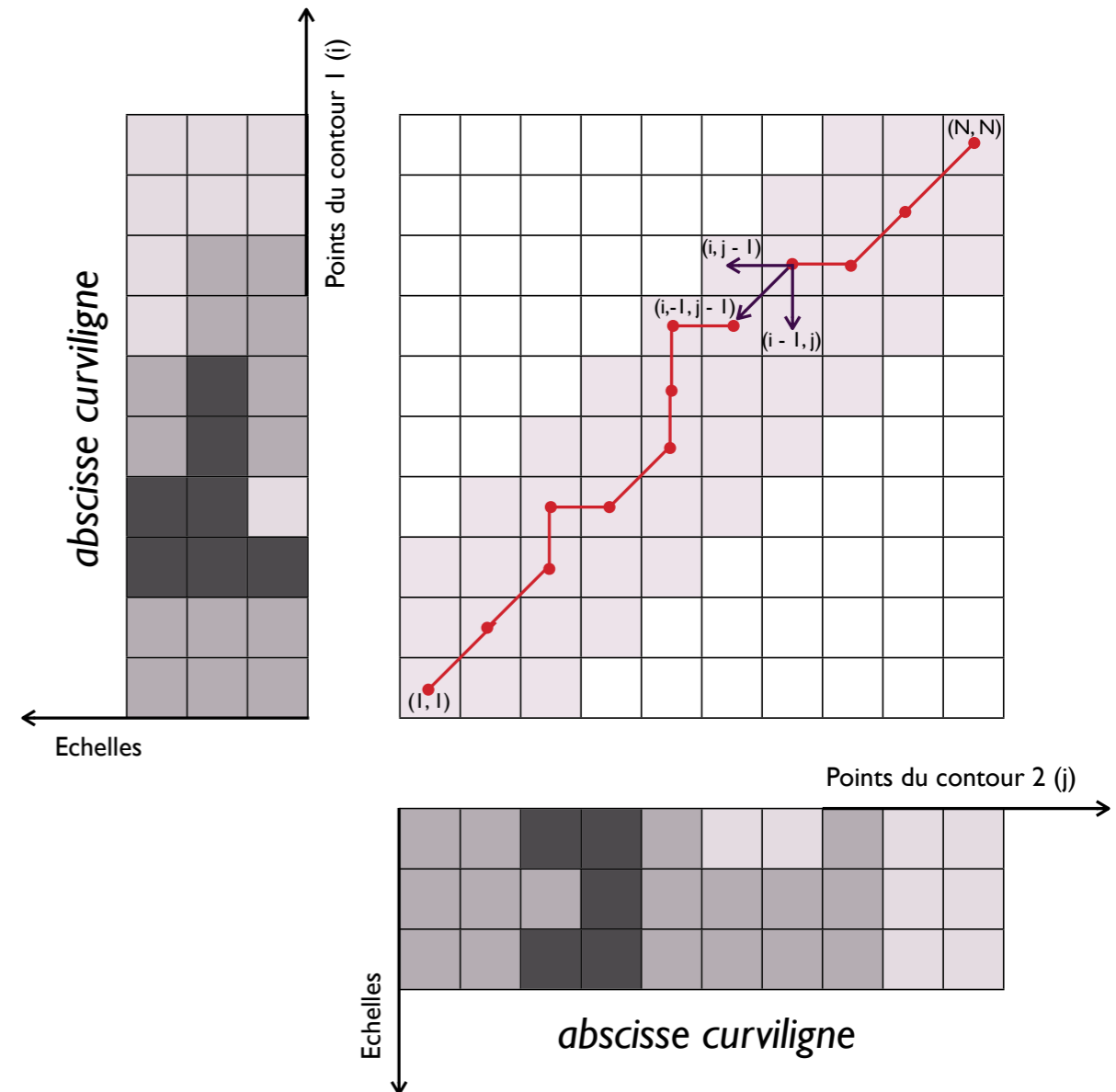
$$\alpha_j = \frac{1}{3\sqrt{2 * \pi}} \exp\left(-\frac{j^2}{2 * 3^2}\right)$$



Descripteur par convexités/concavités (7)

- Pour comparer deux descriptions de convexités/concavités complètes, nous utilisons une mesure élastique.

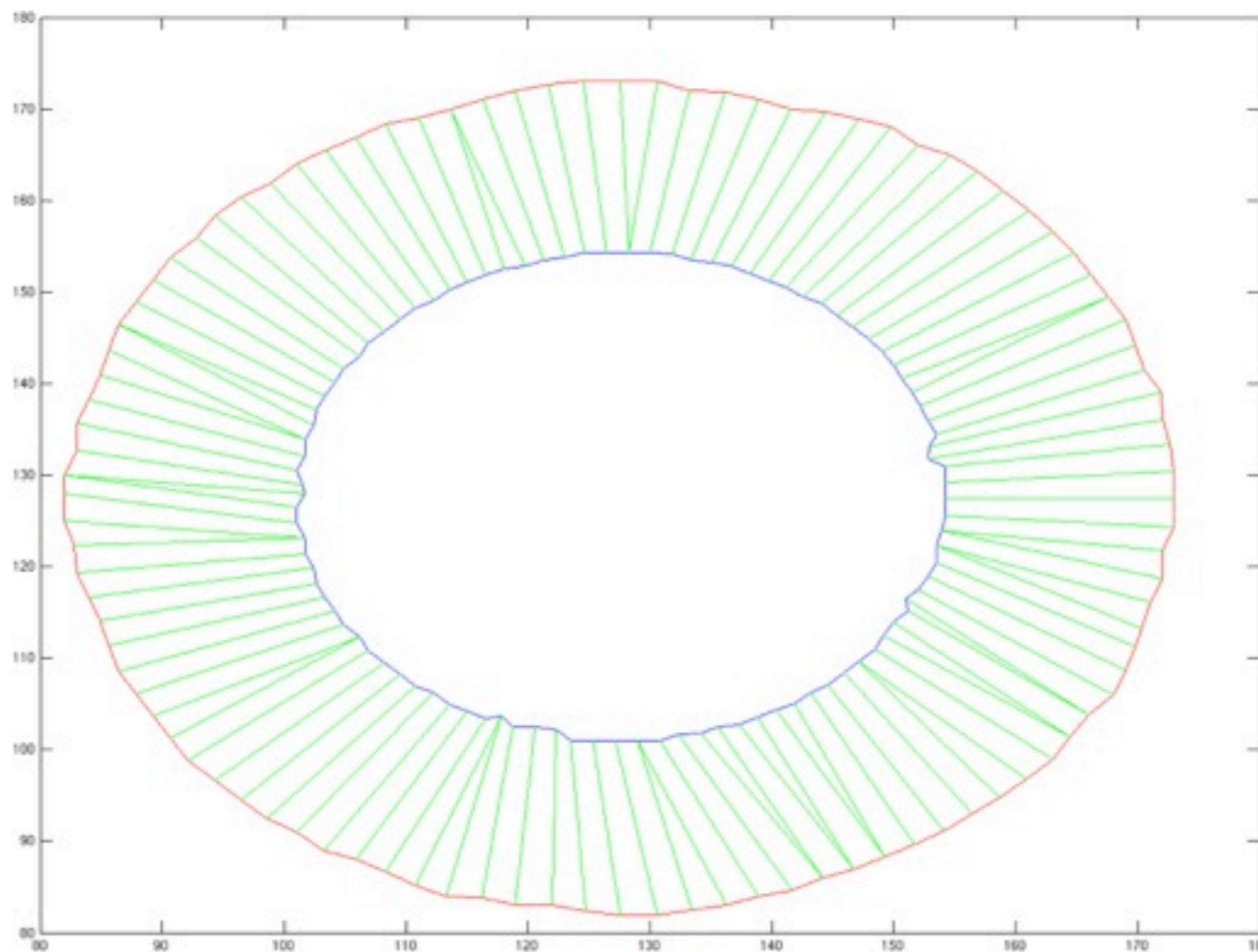
- Calcul de l'appariement de coût minimal avec une déformation temporelle dynamique [Myers et Rabiner 1980].
- Contrainte de proximité en se limitant à une bande diagonale.





Descripteur par convexités/concavités (8)

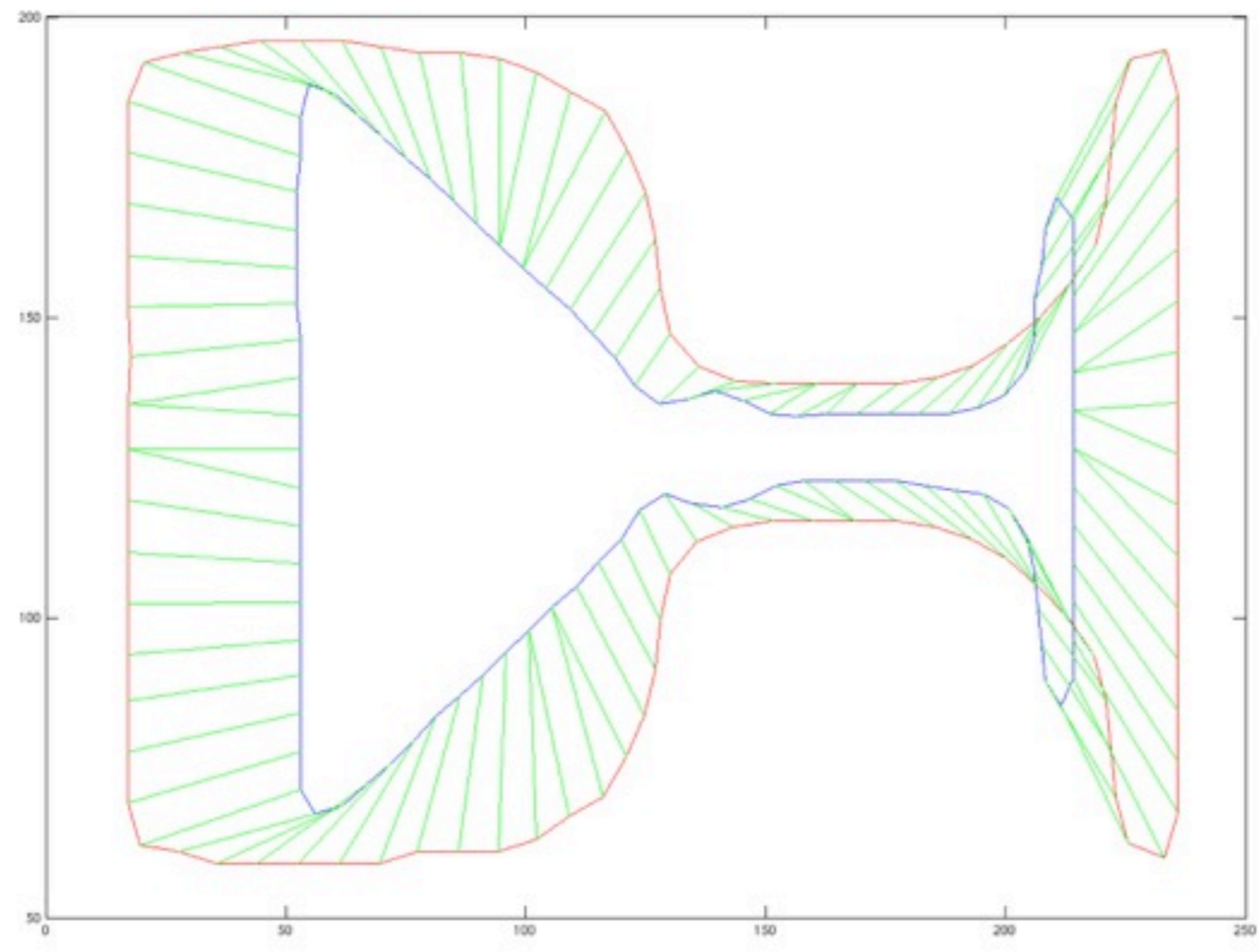
- Exemple d'appariement avec la déformation temporelle dynamique contrainte :





Descripteur par convexités/concavités (9)

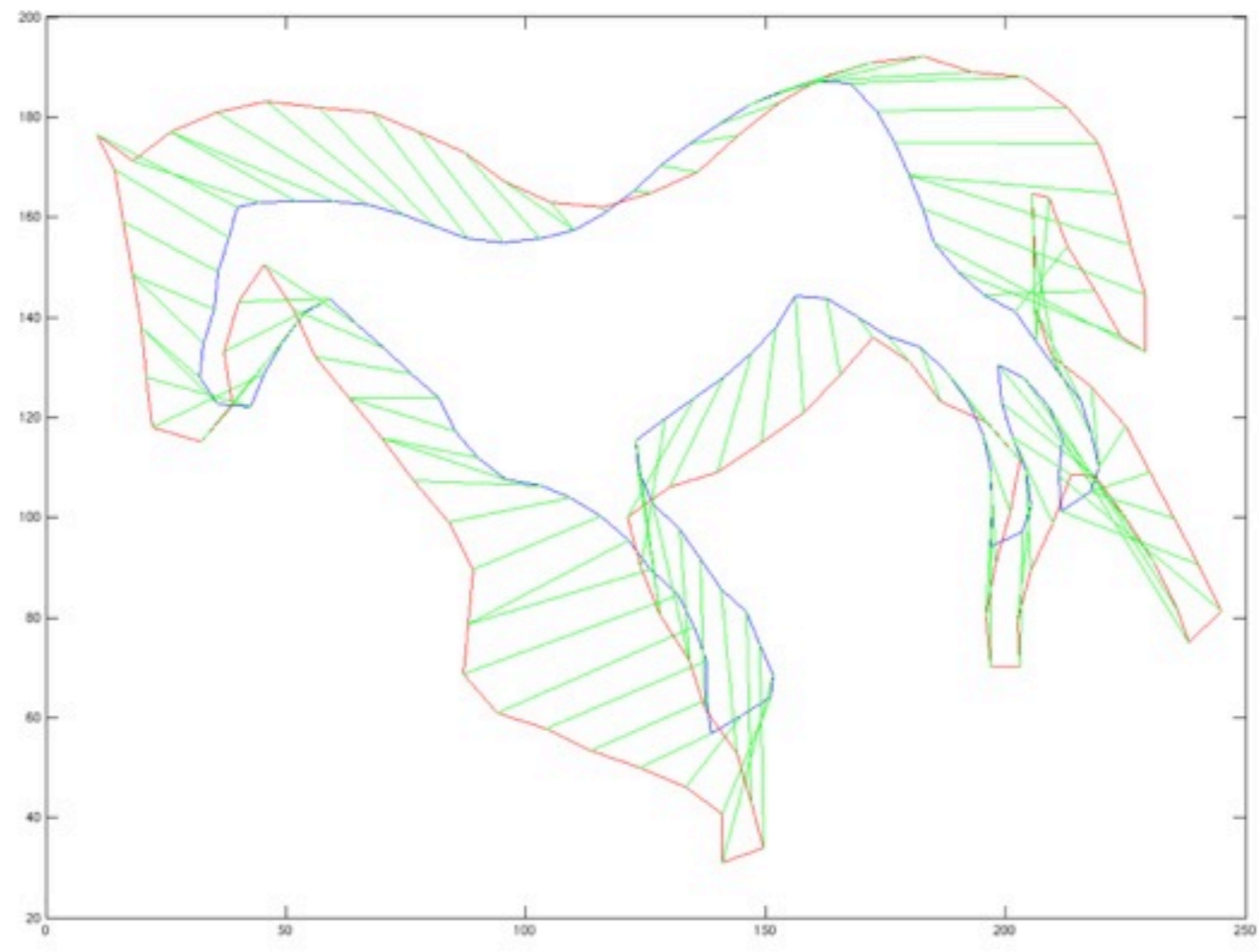
- Exemple d'appariement avec la déformation temporelle dynamique contrainte :





Descripteur par convexités/concavités (10)

- Exemple d'appariement avec la déformation temporelle dynamique contrainte :





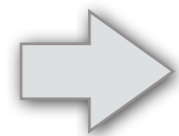
Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- **Indexation et recherche d'objets 3D**
 - Ensemble de pixels
 - Convexités et concavités des contours
 - **Cartes de normales**
- Optimisations
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



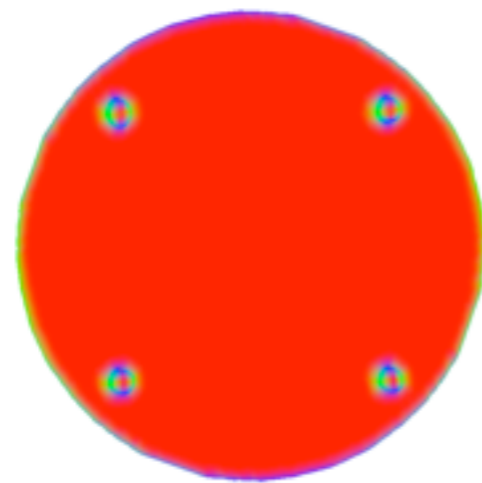
Descripteur par cartes de normales (I)

- Comment introduire une information de forme plus riche dans les approches par projections $2D/3D$?

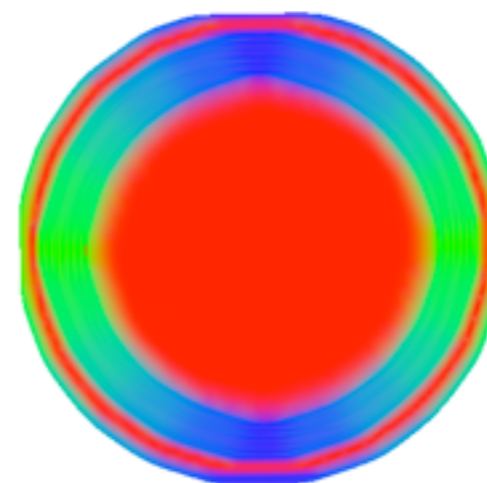


Ajouter des informations de surface telles que la profondeur ou l'orientation.

- Nous nous sommes intéressé à l'orientation du maillage.



une table vue de dessous

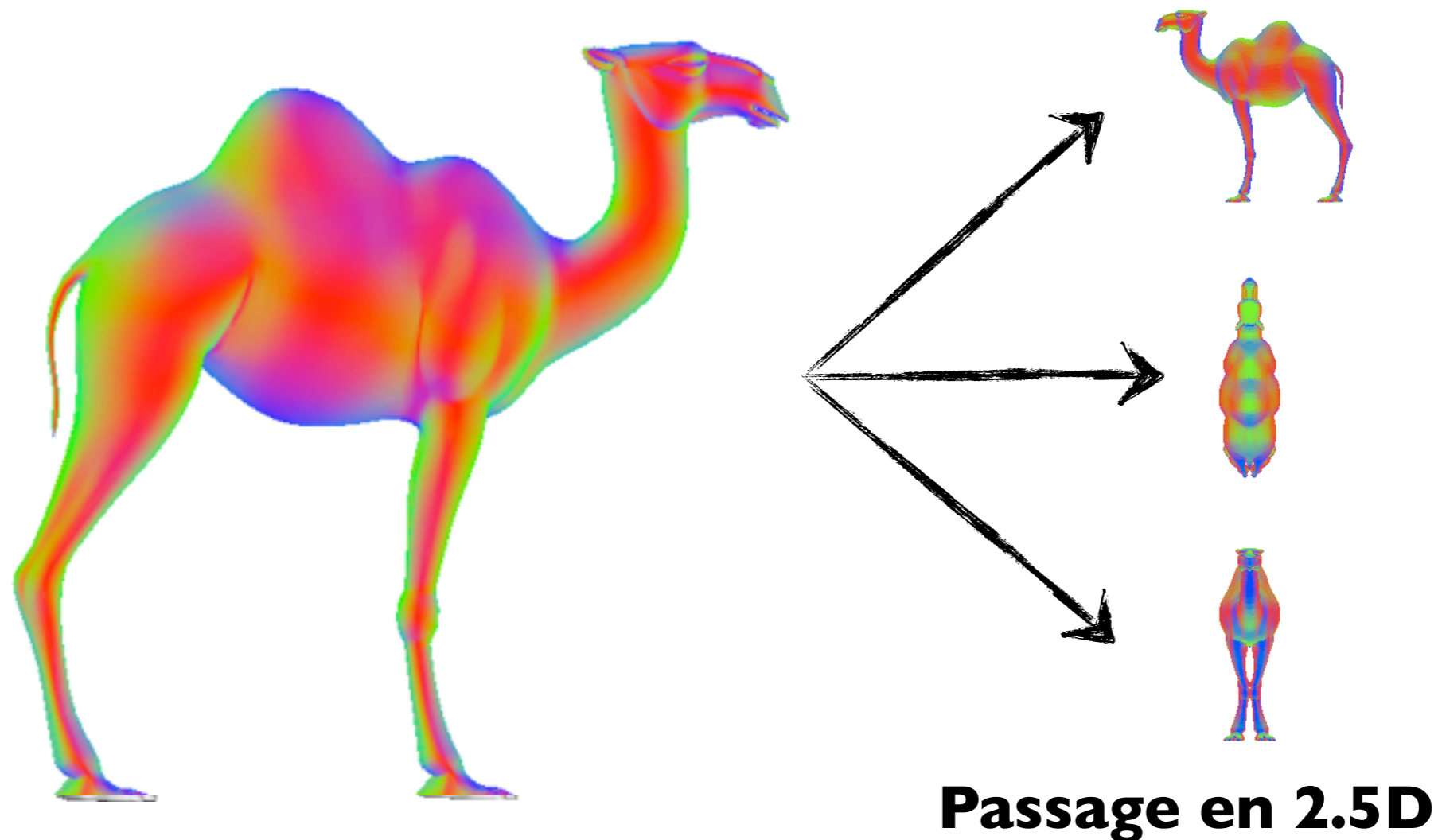


un verre vue de dessus



Descripteur par cartes de normales (2)

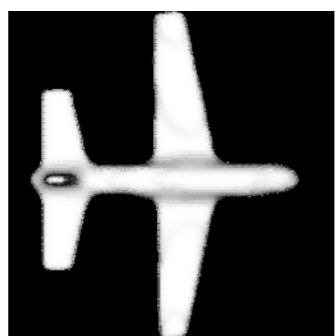
- Nous capturons pour chaque objet un jeu de projections
 - Celles-ci incluent les informations d'orientation à l'aide des trois composantes couleurs **RVB**.



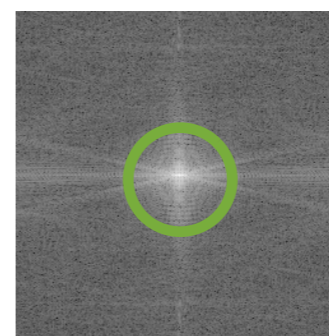


Descripteur par cartes de normales (3)

- Le codage synthétique choisi correspond à $c = 24$ coefficients basses fréquences de la transformée de Fourier pour les 3 composantes **RVB** prises séparément.



composante rouge



transformée de Fourier

- La mesure de dissimilarité entre deux descriptions est :

$$Md(\mathcal{D}_{O_r}, \mathcal{D}_O) = \sum_{i=0}^{Np} \sum_{j=0}^{3*c} \|\mathcal{D}_{O_r}^{i,j} - \mathcal{D}_O^{i,j}\|_1$$



Principe global de comparaison

- Comment mettre en correspondance la requête avec un objet de la base en prenant en compte les 48 orientations possibles (rotations + réflexions) ?
 - En calculant la distance globale entre l'objet 3D et chaque groupe de silhouettes de la requête pris séparément.
 - En sélectionnant celui qui minimise la distance globale.
 - Ceci quel que soit le descripteur.

$$d(\mathcal{O}_r, \mathcal{O}) = \min_{1 \leq \Theta \leq 48} \sum_{i=0}^{Np} Md(\mathcal{D}_r^{i, \Theta}, \mathcal{D}^i)$$



Conclusion sur les descripteurs (I)

- Ensembles de pixels (*EP*) :
 - Descripteur ensembliste simple et rapide.
 - Compression sans perte.
 - Peu discriminant.
- Informations de convexités/concavités (*MCC-H* et *MCC*) :
 - Caractérisation multi-échelles du contours.
 - Compression par histogrammes et DCT.
 - Comparaison élastique pour *MCC*.
 - Ne contient qu'une information 2D.
- Cartes de normales (*CN*) :
 - Ajout d'une information d'orientation aux silhouettes.
 - Compression à l'aide de la transformée de Fourier.



Conclusion sur les descripteurs (2)

- Grâce à l'aspect 2D ou 2.5D de nos descripteurs, il devient possible d'interroger la base de données avec :
 - Un objet 3D.
 - Une ou plusieurs photos.
 - Un ou plusieurs dessins au trait.
- Cependant, il existe certaines incompatibilités entre descripteurs et type de requête :

	<i>Ensemble de pixels</i>	<i>Convexités/Concavités</i>	<i>Carte de normales</i>
<i>Objet 3D</i>	✓	✓	✓
<i>Photo</i>	✓	✓	✗
<i>Dessin au trait</i>	✓	✓	✗

[Napoléon et al. SPIE 2010]



Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- Indexation et recherche d'objets 3D
- **Optimisations**
 - Elagage
 - Fusion de résultats
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



Optimisations en temps et en pertinence

- Buts :
 - Améliorer le temps de réponse du moteur de recherche sans dégrader significativement la pertinence des résultats.
 - Améliorer la pertinence sans changer les descripteurs choisis.
- Solutions :
 - Mettre en place un élagage des objets éloignés de la requête de l'utilisateur.
 - Proposer des opérateurs d'agrégation permettant de fusionner deux listes de résultats différentes.



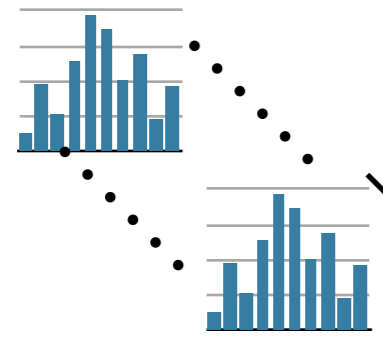
Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- Indexation et recherche d'objets 3D
- **Optimisations**
 - Elagage
 - Fusion de résultats
- Evaluations
- Conclusions et perspectives

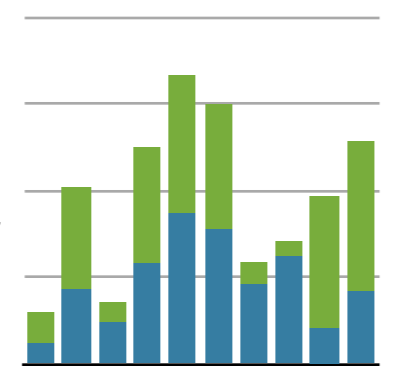


Accélération par élagage

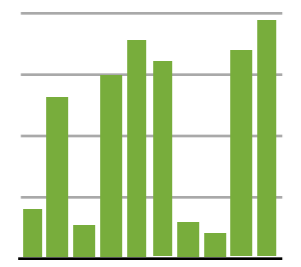
Description grossière des objets de la base



Calcul rapide de la distance entre deux descripteurs



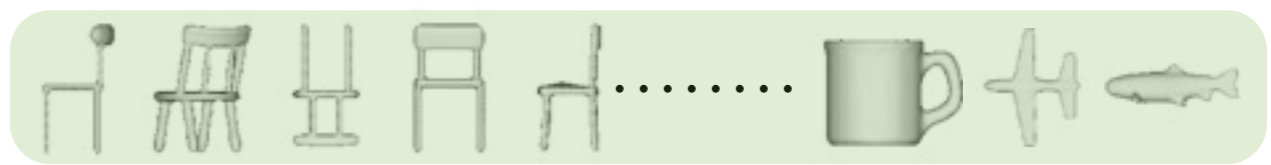
Description grossière de la requête



Liste pertinente des k plus proches résultats

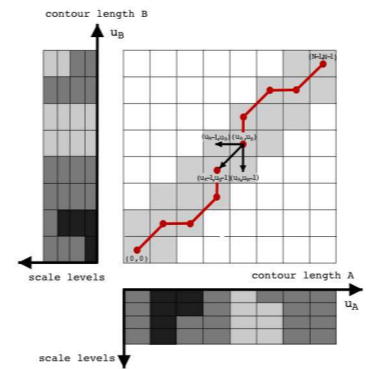


Estimation de la liste de résultats finale

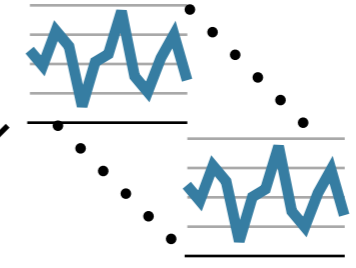


k plus proches objets

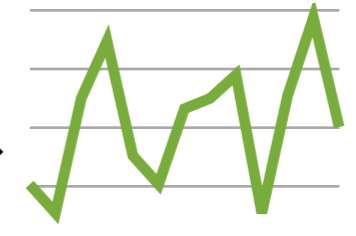
Calcul pertinent de la distance entre deux descripteurs



Signature robuste des k plus proches objets



Description robuste de la requête



Liste finale des résultats



[Napoléon et al. ICIP 2009]



Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- Indexation et recherche d'objets 3D
- **Optimisations**
 - Elagage
 - Fusion de résultats
- Evaluations
- Conclusions et perspectives



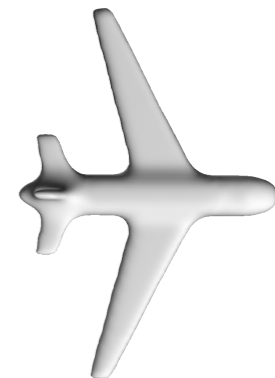
Amélioration par fusion de résultats (I)

- Prenons une requête :



avion 1

- et un objet 3D :



avion 2

- Comment fusionner les distances venant de deux descripteurs ?

l'avion 1 est à une distance **0.2** de l'avion 2 !

descripteur 1

Comment fusionner les deux résultats ?

l'avion 1 est à une distance **0.6** de l'avion 2 !

descripteur 2

- Solution :
 - Définir un opérateur d'agrégation basé sur une heuristique.



Amélioration par fusion de résultats (2)

- Nous avons utilisés différents opérateurs d'agrégations :
 - Agrégation pessimiste, optimiste, équitale.
 - Agrégation pondérée par la confiance envers les différentes sources :

$$\mathcal{A}(s_1, \dots, s_n) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \text{confiance}(s_i)} \sum_{i=1}^n \text{confiance}(s_i) * s_i$$

où s_i sont les distances fournies par les sources.

- Agrégation par mesure de conflit avec des sources ordonnées selon leur confiance : $\mathcal{A}(s_1, \dots, s_n) = a_n$

$$\text{avec} \begin{cases} a_1 = s_1 \\ \forall i \geq 1, a_{i+1} = \frac{a_i + (1 + \text{conflit}(s_i, s_{i+1})) * s_{i+1}}{2 + \text{conflit}(s_i, s_{i+1})} \end{cases}$$

$$\text{et } \text{conflit}(s_i, s_j) = \|s_i - s_j\|_1$$



Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- Indexation et recherche d'objets 3D
- Optimisations
- **Evaluations**
- Conclusions et perspectives



Bases de données de test de Princeton

907 objets - 92 classes

avion



chaise



main

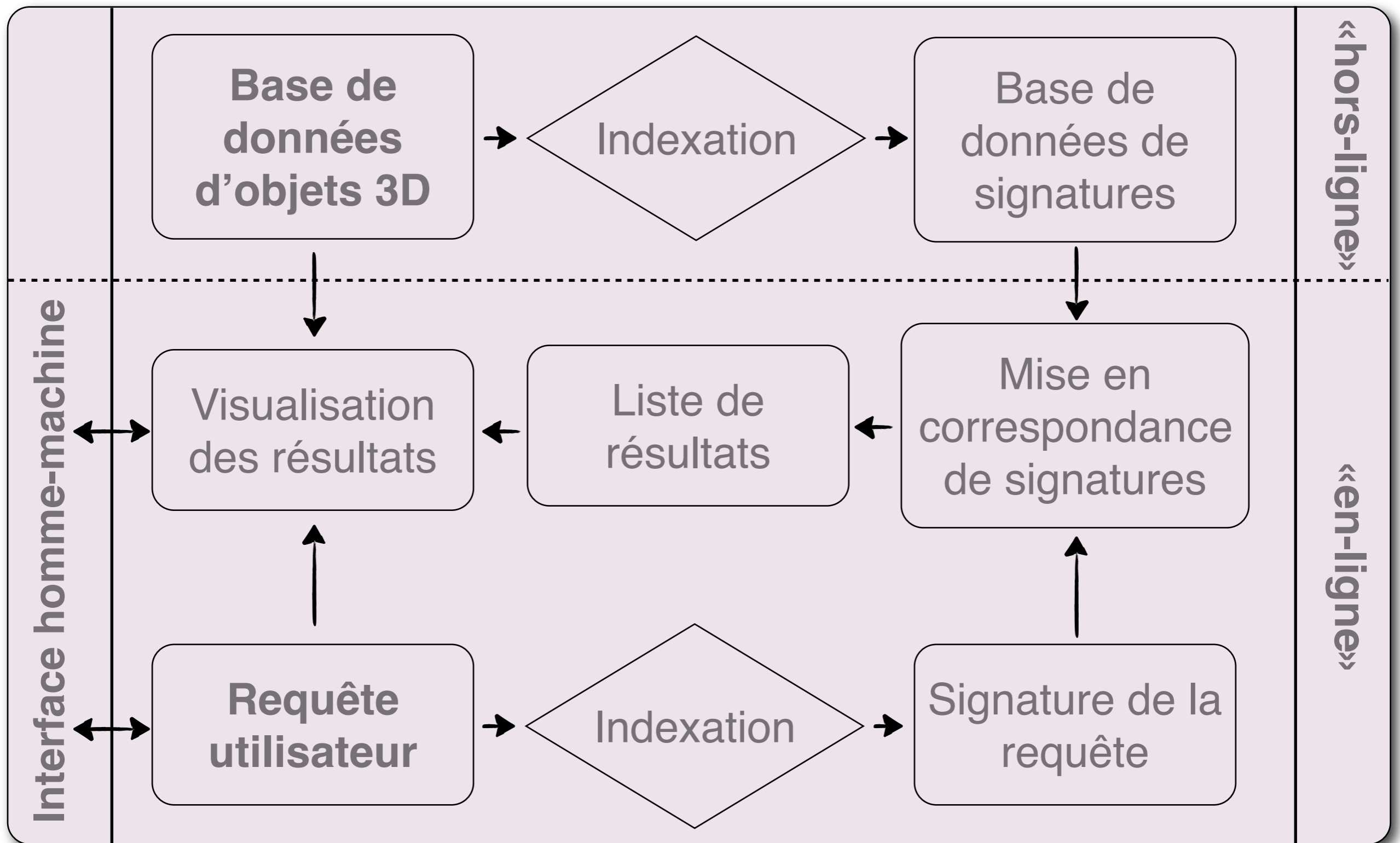


visage





Comment la recherche 3D fonctionne ?





Evaluation sur la base de Princeton

	Type	NN (%)	FT (%)	ST (%)	DCG (%)
Fusion de CN et MCC (moyenne pondérée)	2.5D/3D	74.7	51.4	64.7	74.8
Fusion de MCC-H et CN (moyenne avec conflit)	2.5D/3D	73.9	47.5	61	72.2
MDLA	2.5D/3D	72.8	48.3	59.9	71.8
MCC	2D/3D	71.1	45.2	57.2	70
Elagage MCC par MCC-H ($k = 75$)	2D/3D	71.6	45	55.7	69.4
DLA	2.5D/3D	70.8	43.4	55.6	69.2
CN	2.5D/3D	70.4	42.3	54.9	68.1
CDLA	2.5D/3D	65.5	37.6	49.7	64.5
LFD	2D/3D	65.7	38	48.7	64.3
MCC-H	2D/3D	62.6	38	50.5	64.5
EDBA	2.5D/3D	65.4	38.3	49.8	64.1
AVC	2D/3D	62	35.5	45.5	63
3DGA	3D/3D	60.8	34.6	43.7	60.2
EP	2D/3D	59.2	32.8	43.1	60.1
ESA	2D/3D	57.8	32.6	44.4	60.2

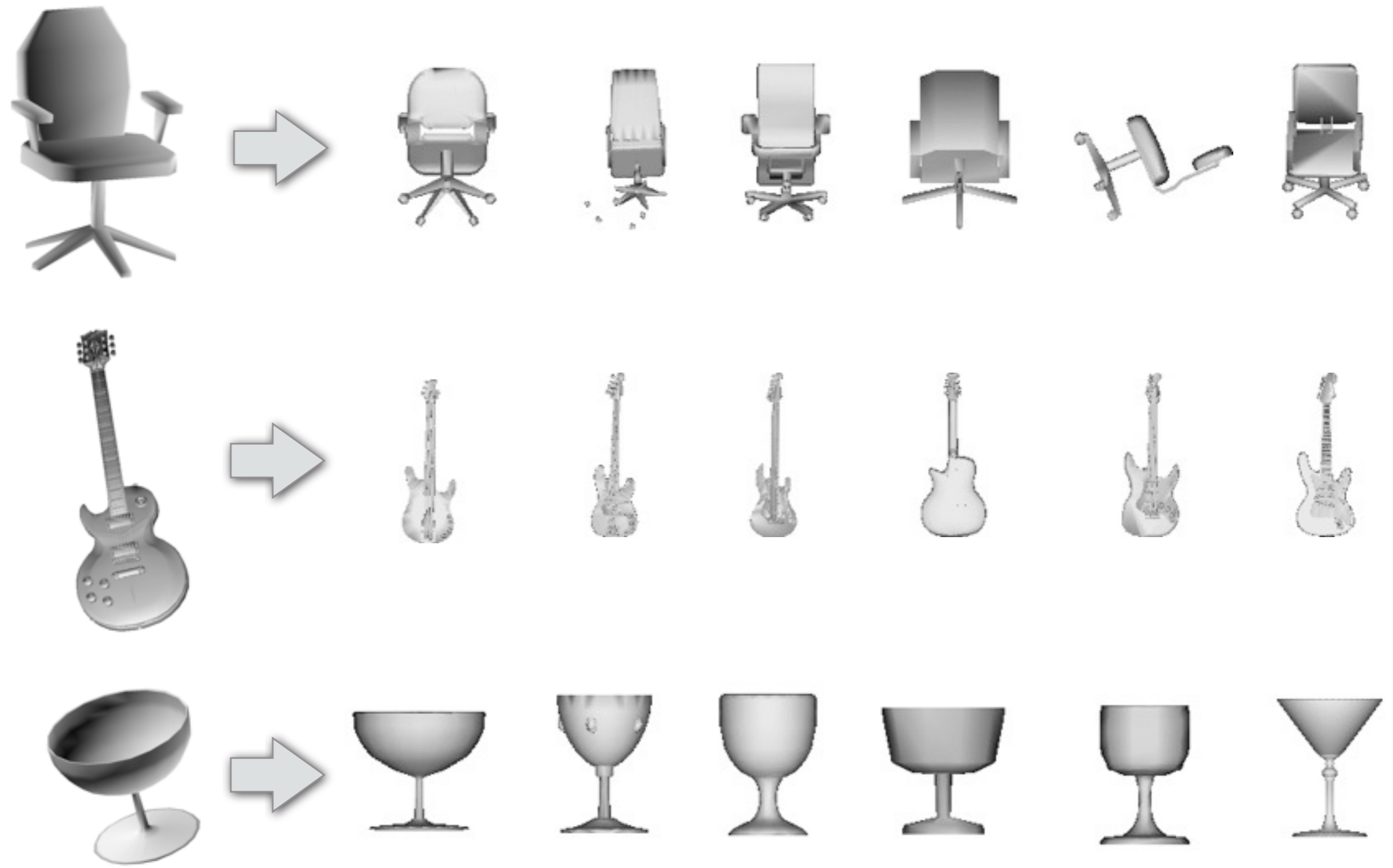


Evaluation sur Shrec'09 - Watertight

	Précision FT	Rappel FT	Précision ST	Rappel ST
Elagage de MCC avec MCC-H ($k = 200$) - 9 vues	0.81	0.54	0.51	0.68
Compound-SID-CMVD 3	0.77	0.52	0.52	0.70
Compound-SID-CMVD 2	0.76	0.51	0.51	0.68
Elagage de MCC avec MCC-H ($k = 50$) - 9 vues	0.74	0.49	0.48	0.64
Compound-SID-CMVD 1	0.74	0.49	0.48	0.64
MR-SPRH-UDR 1	0.74	0.49	0.48	0.64
BF-SIFT 1	0.72	0.48	0.48	0.64
Elagage de MCC avec MCC-H ($k = 50$) - 3 vues	0.71	0.48	0.45	0.60
Compact Multi View Descriptor 1	0.69	0.46	0.47	0.62
MCC - 9 vues	0.68	0.46	0.45	0.61
ERG 2	0.61	0.41	0.40	0.53
ERG 1	0.56	0.37	0.36	0.49
Bag Of Words 1	0.29	0.19	0.17	0.23
Concentric Bag Of Words 2	0.25	0.17	0.16	0.21



Requêtes 3D avec MCC

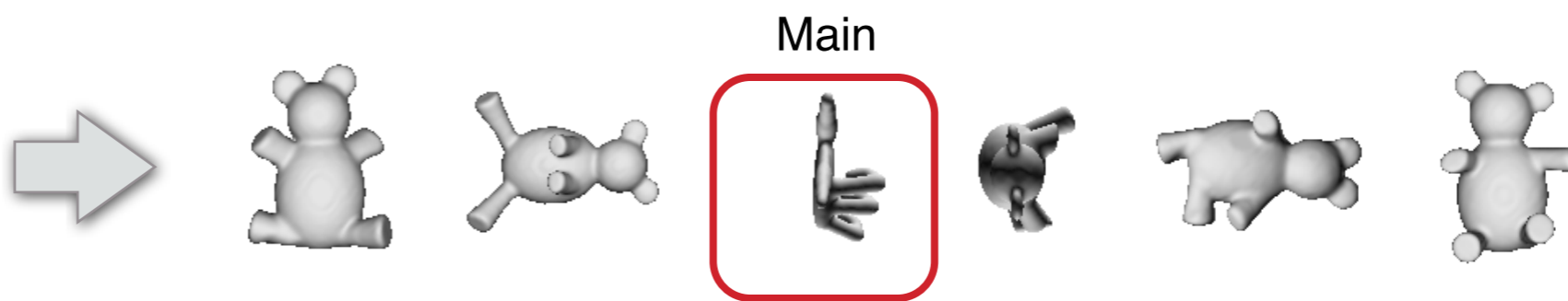


Base de test de Princeton

[Napoléon et al. SPIE 2010]



Requêtes de type photos avec MCC (I)



Base Shrec'07 - Watertight

[Napoléon et al. SPIE 2010]



Requêtes de type photos avec MCC (2)

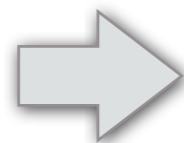
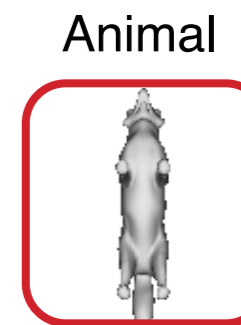
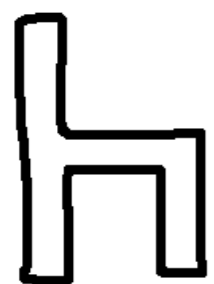
- La pertinence des résultats augmente avec le nombre de photos fournies par l'utilisateur :

	Nombre de photos	FT (%)	ST (%)	DCG (%)
Avion	2	80	85	96.83
	3	85	90	97.68
Main	2	50	55	84.51
	3	50	60	87.42
Poisson	2	65	85	83.25
	3	80	85	95.37

Base Shrec'07 - Watertight



Requêtes de type dessins avec MCC (I)



Base Shrec'07 - Watertight

[Napoléon et al. SPIE 2010]



Requêtes de type dessins avec MCC (2)

- La pertinence des résultats augmente avec le nombre de dessins fournis par l'utilisateur :

	Nombre de dessins	FT (%)	ST (%)	DCG (%)
Humain	2	40	50	79.55
	3	45	45	82.57
Chaise	2	80	90	96.37
	3	85	90	97.77
Lunette	2	40	50	60.71
	3	20	35	70.71

Base Shrec'07 - Watertight



Plan

- Introduction
- Normalisation et alignement
- Indexation et recherche d'objets 3D
- Optimisations
- Evaluations
- **Conclusions et perspectives**



Conclusions

- Normalisation et estimation de la pose :
 - Normalisation adaptée aux méthodes *2D/3D* et *2.5D/3D*.
 - Estimation de la pose s'inspirant de l'étude de la psychophysique et tirant parti de plusieurs méthodes d'alignement.
- Descripteurs de forme :
 - Description *2D* et *2.5D* des objets permettant une interrogation par photos et éventuellement par dessins.
- Processus de recherche :
 - Accélération du temps par élagage.
 - Amélioration de la pertinence par fusion des résultats.
 - Prototypes de moteur de recherches basés sur plusieurs types de requêtes démontrant la faisabilité de notre processus.



Perspectives

- Normalisation et estimation de la pose :
 - Réduire le nombre de permutations d'axes.
 - Améliorer l'estimation de la pose en déterminant si l'objet possède un alignement privilégié.
- Descripteurs de forme :
 - Définir une distance qui est une métrique pour *MCC*.
 - Introduire des mesures de dissimilarité plus invariante aux transformations pour *EP* et *CN*.
- Processus de recherche
 - Organiser la base de données de description à l'aide d'un arbre de recherche pour passer à l'échelle.
 - Mettre en place une campagne de test sur une base de dessins au trait.



Merci !

1. T. Napoléon et H. Sahbi : From 2D Photography Silhouettes to 3D Object Retrieval : Contributions and Benchmarking, *EURASIP Journal on Image and Video Processing* - Juin 2010
2. T. Napoléon et H. Sahbi : Sketch Driven Mental 3D Object Retrieval, *Electronic Imaging Conference, 3D Image Processing (3DIP) and Applications* - Janvier 2010
3. T. Napoléon, A. Mademlis, R. Ohbuchi, P. L. Rosin, B. Sankur, T. Schreck, X. Sun, M. Tezuka, A. Verroust-Blondet, M. Walter, Y. Yemez : *SHREC'09 Track : Generic Shape Retrieval, Eurographics Workshop on 3D Object Retrieval, ACM SIGGRAPH* - Mars 2009
4. A. Godil, H. Dutagaci, C. Akgul, A. Axenopoulos, B. Bustos, M. Chaouch, P. Daras, T. Furuya, S. Kreft, Z. Lian, T. Napoléon, A. Mademlis, R. Ohbuchi, P. L. Rosin, B. Sankur, T. Schreck, X. Sun, M. Tezuka, A. Verroust-Blondet, M. Walter, Y. Yemez : *SHREC'09 Track : Generic Shape Retrieval, Eurographics Workshop on 3D Object Retrieval, ACM SIGGRAPH* - Mars 2009
5. J. Hartveldt, M. Spagnuolo, A. Axenopoulos, S. Biasotti, P. Daras, H. Dutagaci, T. Furuya, A. Godil, X. Li, A. Mademlis, S. Marini, T. Napoléon, R. Ohbuchi, M. Tezuka : *SHREC'09 Track : Structural Shape Retrieval on Watertight Models, Eurographics Workshop on 3D Object Retrieval, ACM SIGGRAPH* - Mars 2009
6. T. Napoléon et H. Sahbi : Content-based 3D object retrieval using 2D views, *IEEE International Conference on Image Processing* - Novembre 2010
7. T. Napoleon, T. Adamek, F. Schmitt, N.E. O'Connor : Multi-view 3D retrieval using multi- scale contour representation, *SMI 2008. IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications* - Juin 2008
8. T. Napoleon, T. Adamek, F. Schmitt, N.E. O'Connor : Multi-view 3D retrieval using silhouette intersection and multi-scale contour representation, *SMI 2007. IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications* - Juin 2007