

# SIMPLIFICATION ET ANALYSE DE FORMES 3D

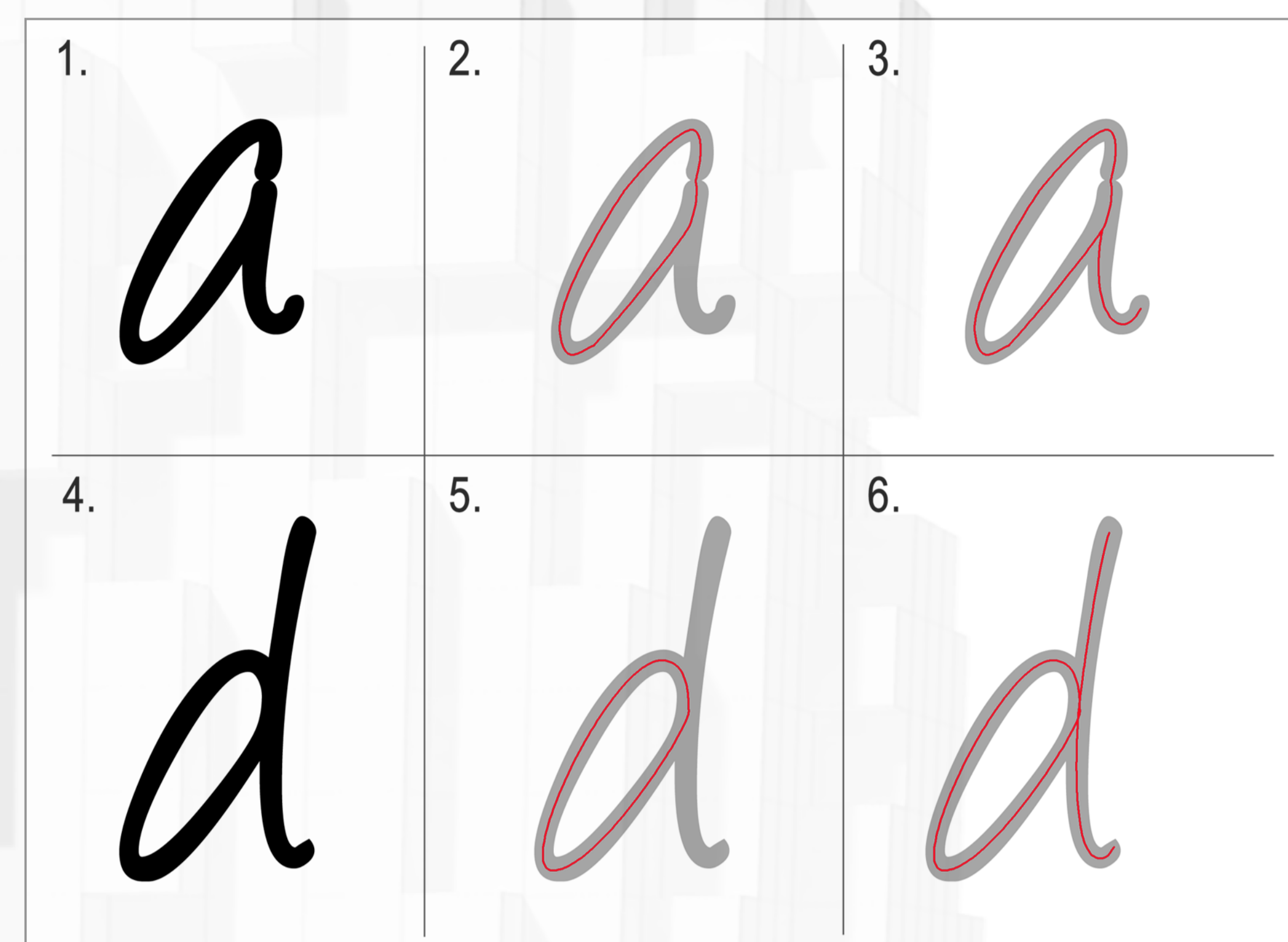
## INTRODUCTION AUX SQUELETTES

Dans les années 60, l'idée que les ordinateurs pouvaient reconnaître des formes a commencé à émerger. L'industrie bancaire était particulièrement intéressée par la reconnaissance automatique des caractères, afin d'automatiser le traitement des chèques.

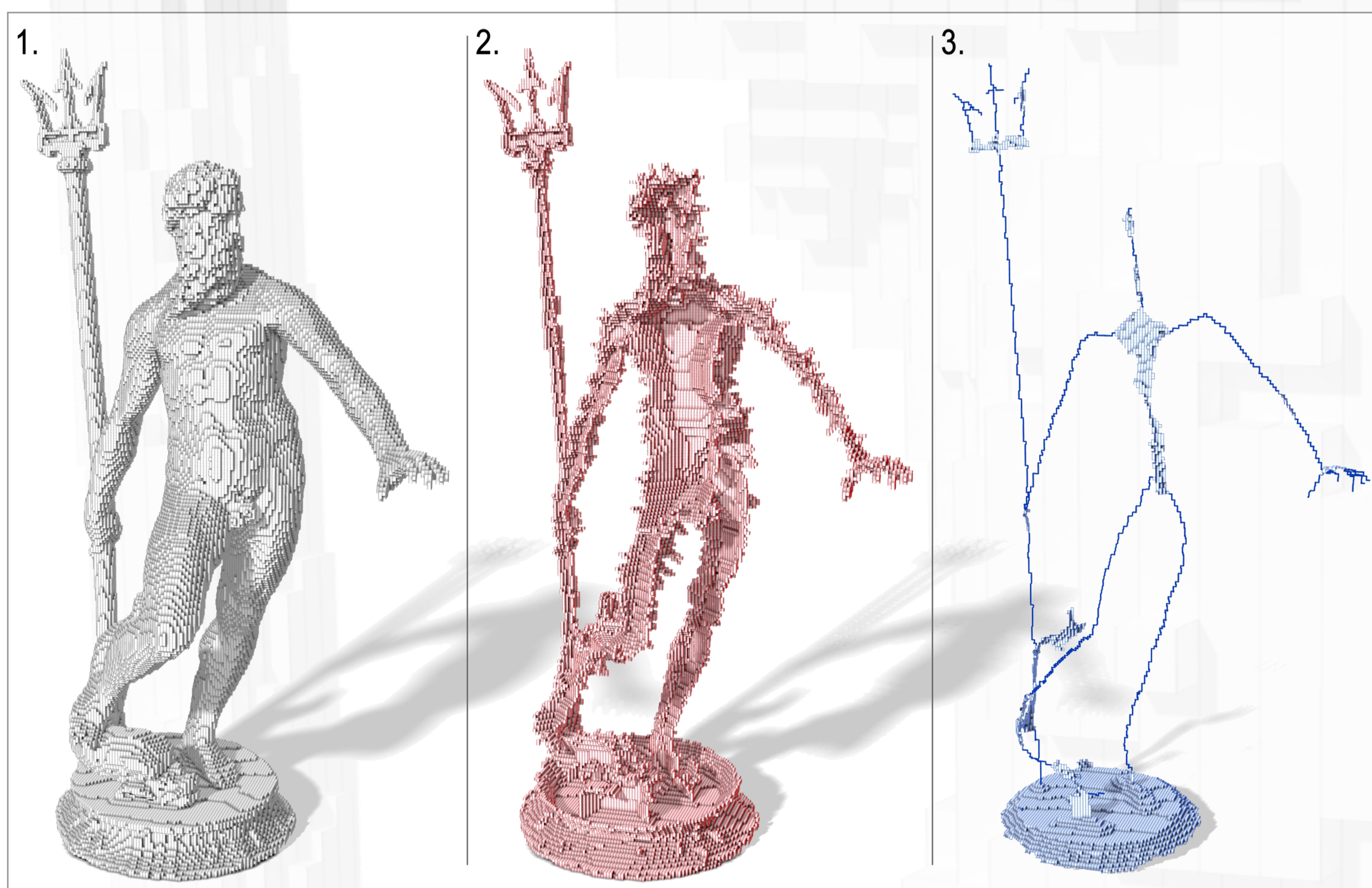
Afin de reconnaître une forme (comme un caractère) à l'aide d'un ordinateur, il est souvent nécessaire de simplifier cette dernière (voir Figure 1). La squelettisation permet d'effectuer ces opérations de simplification en retirant des points d'un objet tout en conservant certaines propriétés intactes. Le résultat de ce procédé est appelé squelette de l'objet.

En 2d, un squelette est constitué de courbes et possède le même nombre de morceaux et de cavités que l'objet à partir duquel il a été calculé : le squelette d'une forme 2d est donc un objet 1d (on dit que le squelette est fin) beaucoup plus facile à analyser par ordinateur.

En 3d, un squelette est constitué de surfaces et de courbes, et doit en plus posséder le même nombre de tunnels que l'objet à partir duquel il a été calculé (voir Figure 2).



**Figure 1** - A gauche, le caractère original. A droite, le squelette (en rouge) donne une représentation simplifiée de l'objet de départ. Au centre (en rouge), si le squelette ne préserve pas l'aspect visuel de la forme de départ, la lettre "a" et la lettre "d" auront le même squelette, et l'ordinateur ne pourra les distinguer.



**Figure 2** - A gauche, l'objet original. Au centre, certains algorithmes de squelettisation produisent un squelette avec trop d'éléments, difficile à analyser. Notre algorithme produit un squelette simplifié (à droite), plus simple à exploiter par ordinateur.

## DEFIS DE LA SQUELETTISATION

Dans beaucoup d'applications, il est nécessaire d'obtenir un squelette possédant le même aspect visuel que l'objet de départ (voir Figure 1). Un défi de la squelettisation consiste donc à ne pas retirer trop de points, ni conserver trop de points afin d'avoir un squelette simple à analyser.

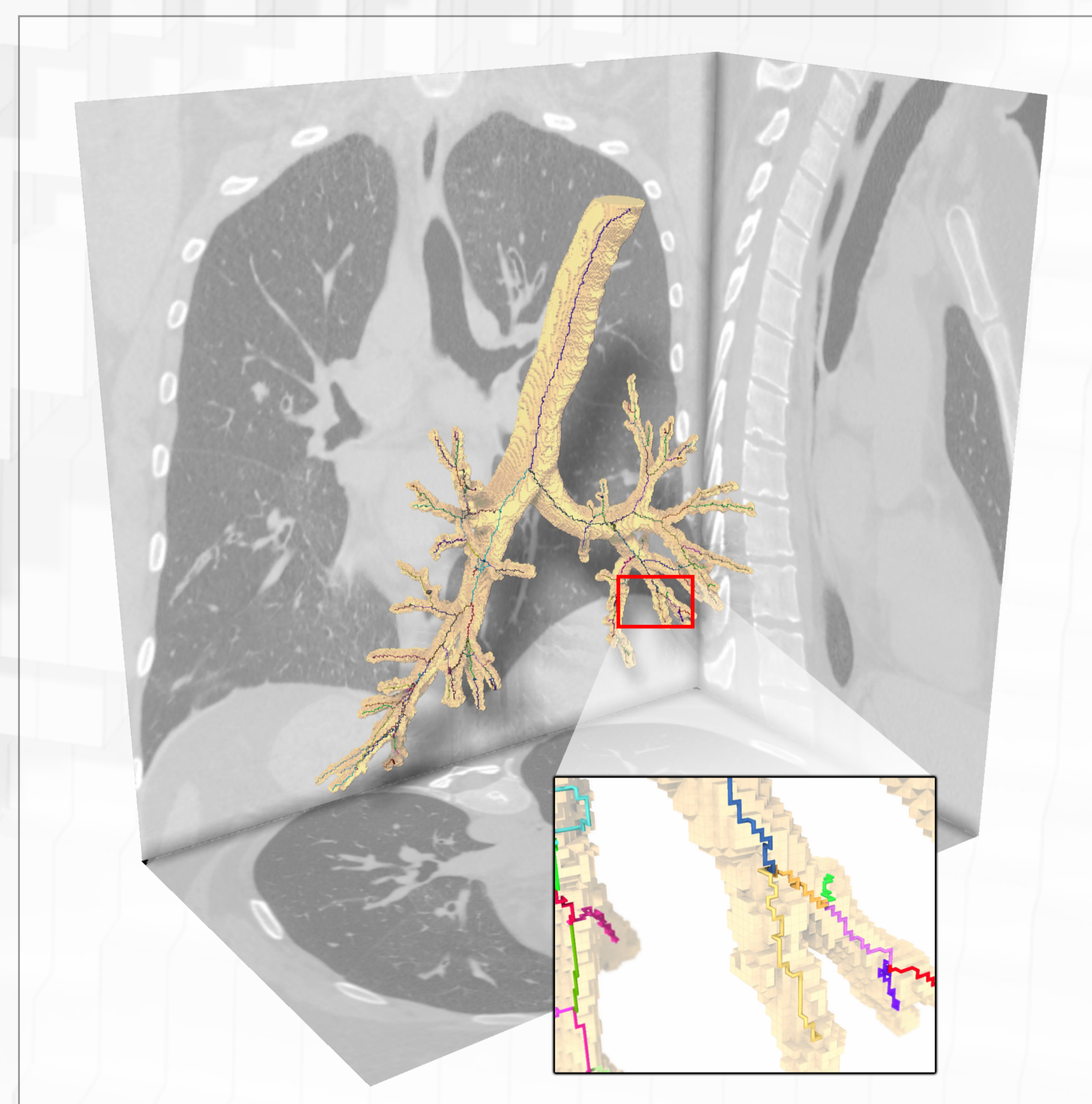
Beaucoup de travaux ont été effectués dans ce domaine, certains nécessitant l'intervention de l'utilisateur afin de décider des parties visuelles importantes à conserver dans l'objet de départ, d'autres étant totalement automatiques.

Un des algorithmes proposés par l'équipe A3SI s'inscrit dans la seconde catégorie. Il permet de calculer des squelettes de formes 2d ou 3d, conserve l'aspect visuel des objets et garantit un squelette fin. Nous présentons Figure 2 quelques exemples de squelettes calculés sur un même objet (le résultat de notre méthode de squelettisation est tout à droite).

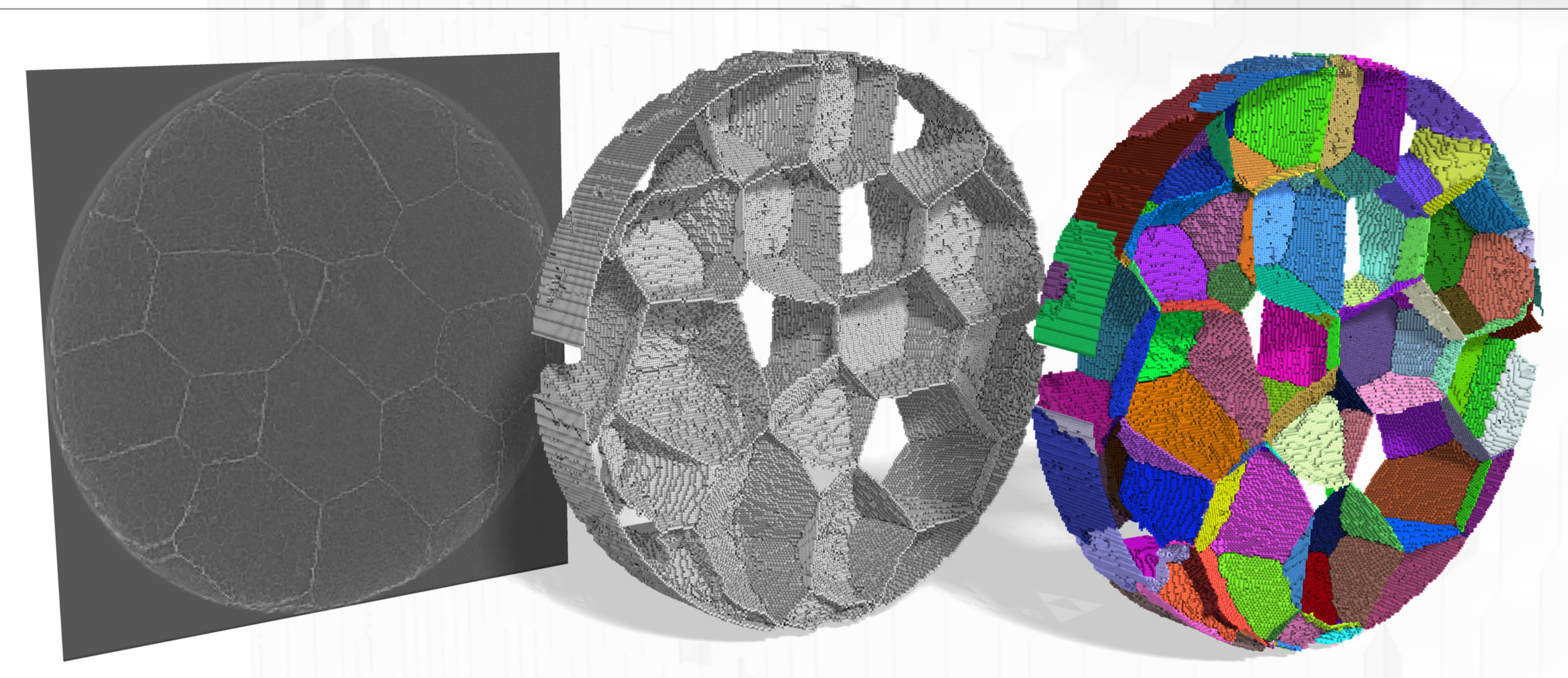
## APPLICATIONS

Les squelettes développés par l'équipe sont utilisés dans beaucoup d'applications, allant du traitement d'images médicales à l'analyse de matériaux. Grâce à notre algorithme de squelettisation automatique produisant un squelette fin, on peut simplifier le réseau tridimensionnel des bronches d'un patient, et décomposer ce dernier en parties élémentaires afin d'en permettre une meilleure analyse par les médecins (voir Figure 3).

En analyse de matériaux, nous montrons Figure 4 une représentation tridimensionnelle d'une mousse métallique : nos méthodes de squelettisation permettent de simplifier cette forme 3d et d'obtenir une décomposition de l'objet «paroi par paroi», permettant de simplifier grandement l'analyse des propriétés de la mousse.



**Figure 3** - Les données de départ sont une reconstruction 3d des bronches d'un patient (effectuée à partir d'une IRM 3d, obtenue à l'Université de Lodz, en Pologne). Nous squelettisons les bronches et décomposons ensuite le squelette en réseau de courbes (de différentes couleurs sur la figure), afin de proposer aux médecins une vision épurée et simplifiée du réseau bronchial



**Figure 4** - En squelettisant l'image 3d d'une mousse métallique, on peut décomposer cette dernière "paroi par paroi" et rendre son étude plus simple pour les chercheurs.