

Les mathématiques et la synthèse d'image : des équations aux dinosaures de Jurassic Park

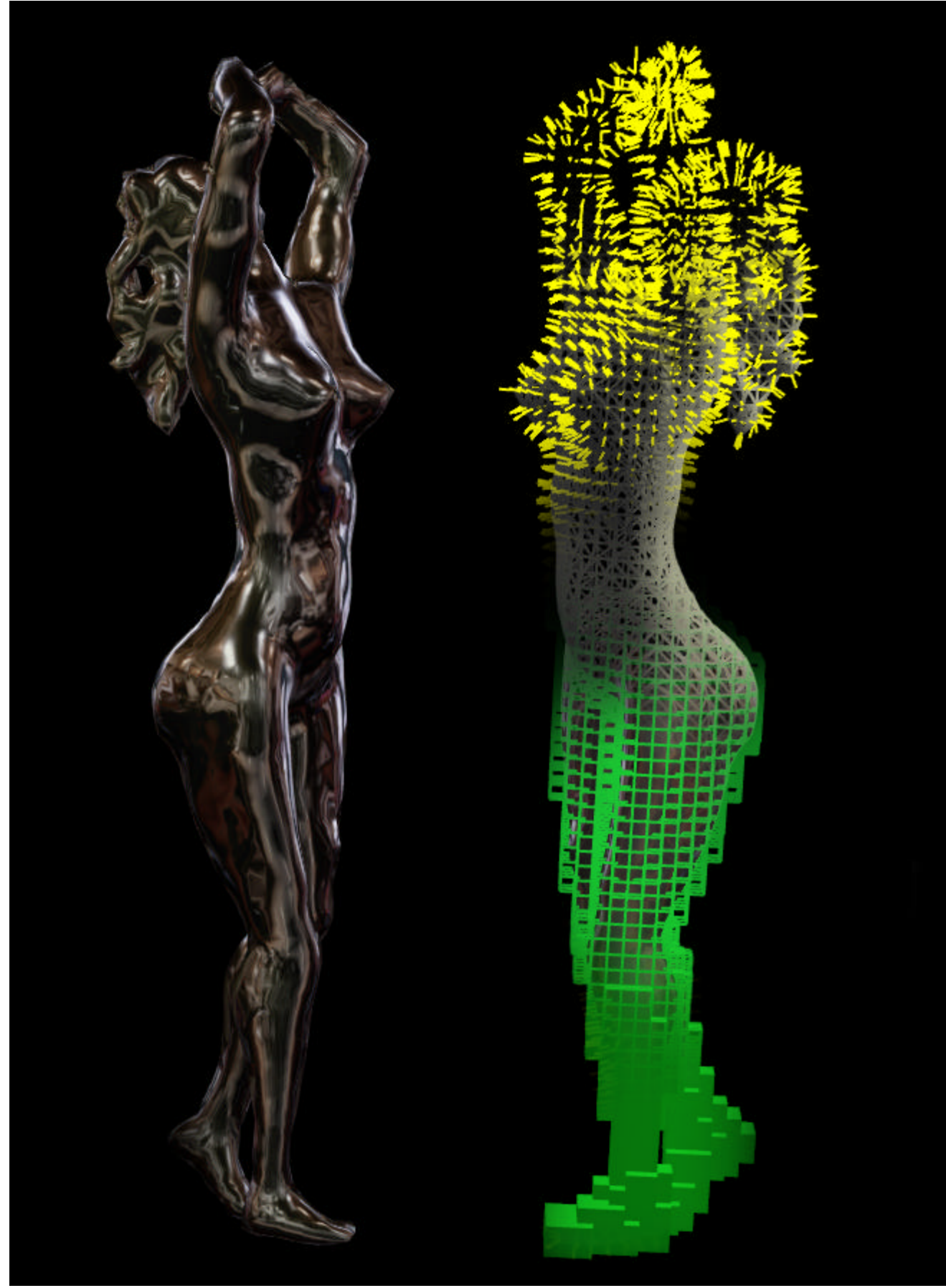


Figure 1 : Simulation du modelage à la terre glaise (avec l'autorisation de Renaud Blanchet).

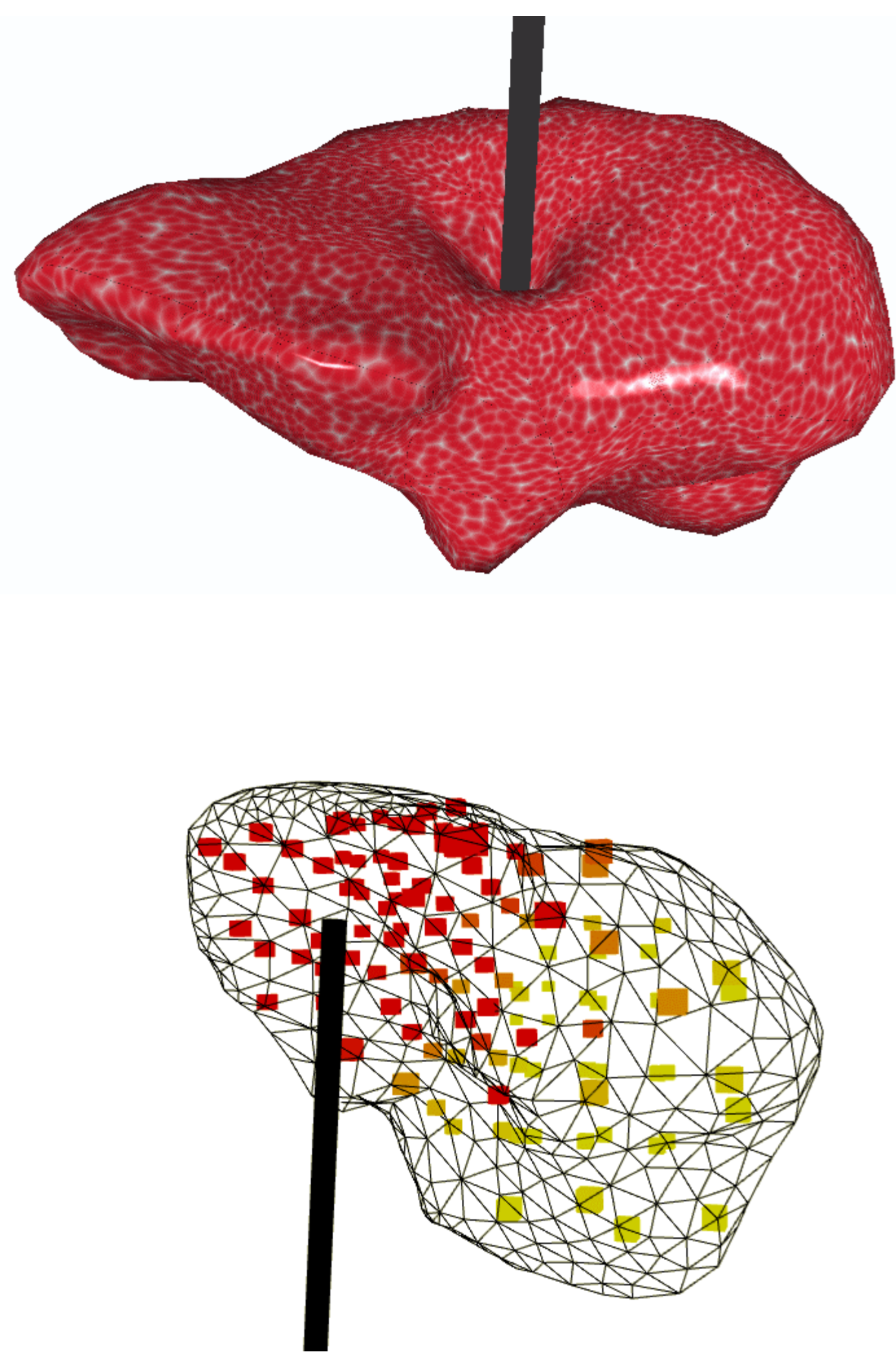


Figure 2 : Déformations du foie dans un simulateur d'opérations chirurgicales – Comment calculer des déformations en temps réel.

La synthèse d'image prend une place de plus en plus grande dans les effets spéciaux du cinéma : on se rappelle de Jurassic Park, de Terminator 2, et de bien d'autres films qui ont révolutionné le domaine. Maintenant, presque toutes les productions font appel à ces techniques permettant à un coût relativement faible de créer des mondes et des personnages à la fantaisie des artistes et des metteurs en scène.

Même si les possibilités sont en fait illimitées, la plupart des mondes imaginaires proposés présentent une ressemblance forte avec le monde réel : le décor obéit aux lois de la perspective, les jeux d'ombre semblent suivre les lois de l'optique, les matériaux accrochent la lumière de manière convaincante. Tous ces détails auxquels on ne prête souvent pas attention, mais qui sont essentiels à la réussite d'une illusion cinématographique.

Or un ordinateur n'a aucune connaissance de notre réalité : si il sait calculer $1 + 1 = 2$, cela ne lui apprend pas, par exemple, comment la lumière d'un flambeau est réfléchiée par une surface de marbre lisse.

Il est difficile d'envisager que les artistes seuls prennent en charge toutes ces contraintes, car chaque image d'un film serait alors aussi difficile à « peindre » qu'un tableau hyper-réaliste.

C'est donc les programmes informatiques de synthèse d'image qui doivent contenir l'information pour définir courbes et surfaces en s'appuyant sur la géométrie, l'algèbre et l'analyse, qui doivent produire mouvements et déformations à l'aide de résolutions numériques de problèmes de mécanique, qui doivent créer des éclairages réalistes en simulant les lois de l'optique physique. Et cette liste n'est évidemment pas exhaustive.

Cachée derrière l'apparente évidence des images (pas si évidentes), derrière la souplesse des outils (plutôt complexes à fabriquer), derrière la beauté du résultat (dont l'artiste n'est pas le seul responsable), il y a donc... toute la science et toutes les mathématiques !

Quelques résultats obtenus au laboratoire iMAGIS.

Légende :

Figure 1 : Simulation du modelage à la terre glaise (avec l'autorisation de Renaud Blanchet).

Figure 2 : Déformations du foie dans un simulateur d'opérations chirurgicales – Comment calculer des déformations en temps réel.

Figure 3 : Simulation de l'éclairage par radiosité – Toute surface reçoit et émet de la lumière ?

Figure 4 : Gestion de la complexité – Afficher toutes les aiguilles d'une forêt de sapins ?

Figure 5 : Simulation des collision entre solides – La danse des corn flakes.

Figure 6 : Simulation d'une coulée de lave.

Figure 3 : Simulation de l'éclairage par radiosité – Toute surface reçoit et émet de la lumière ?

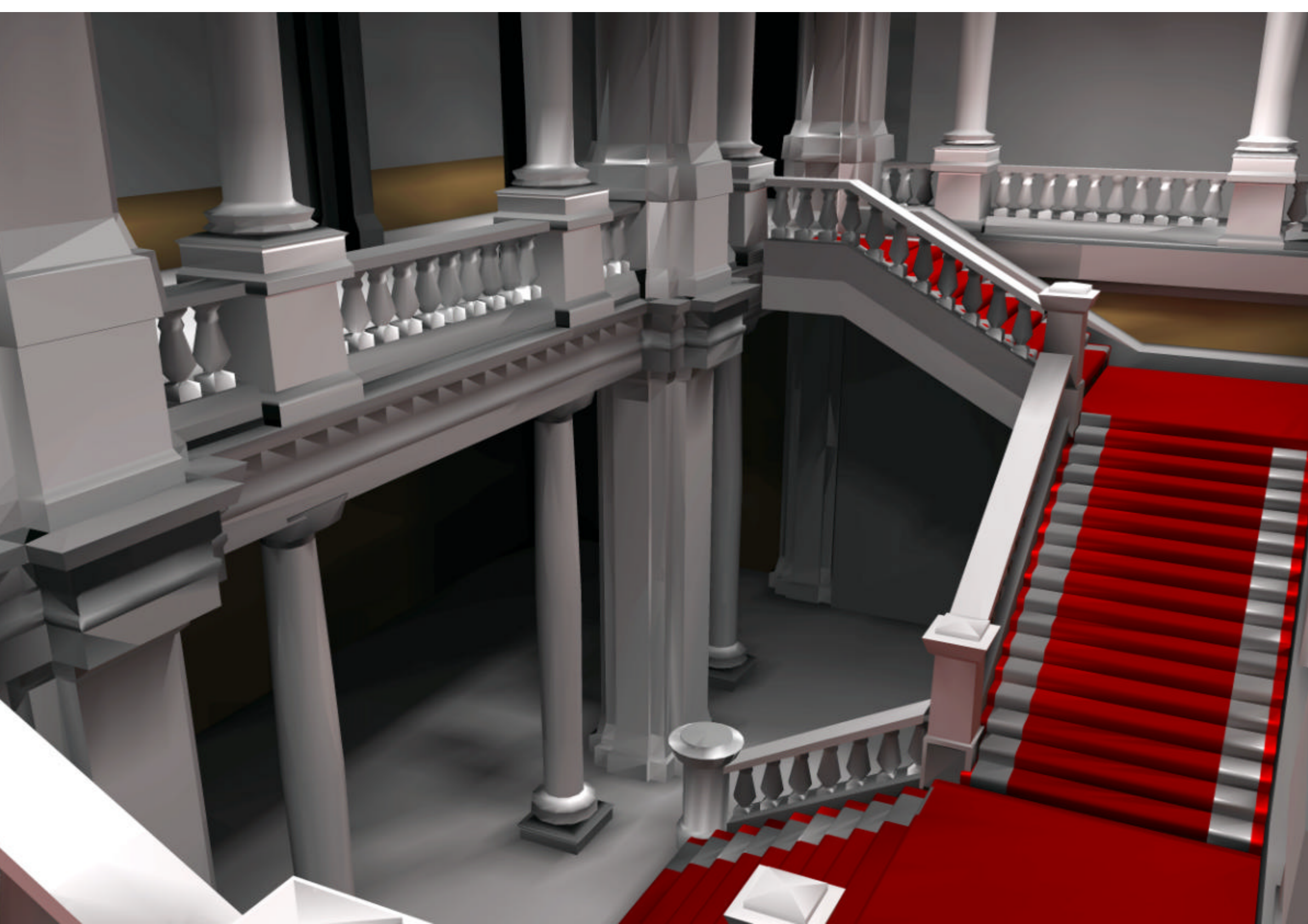
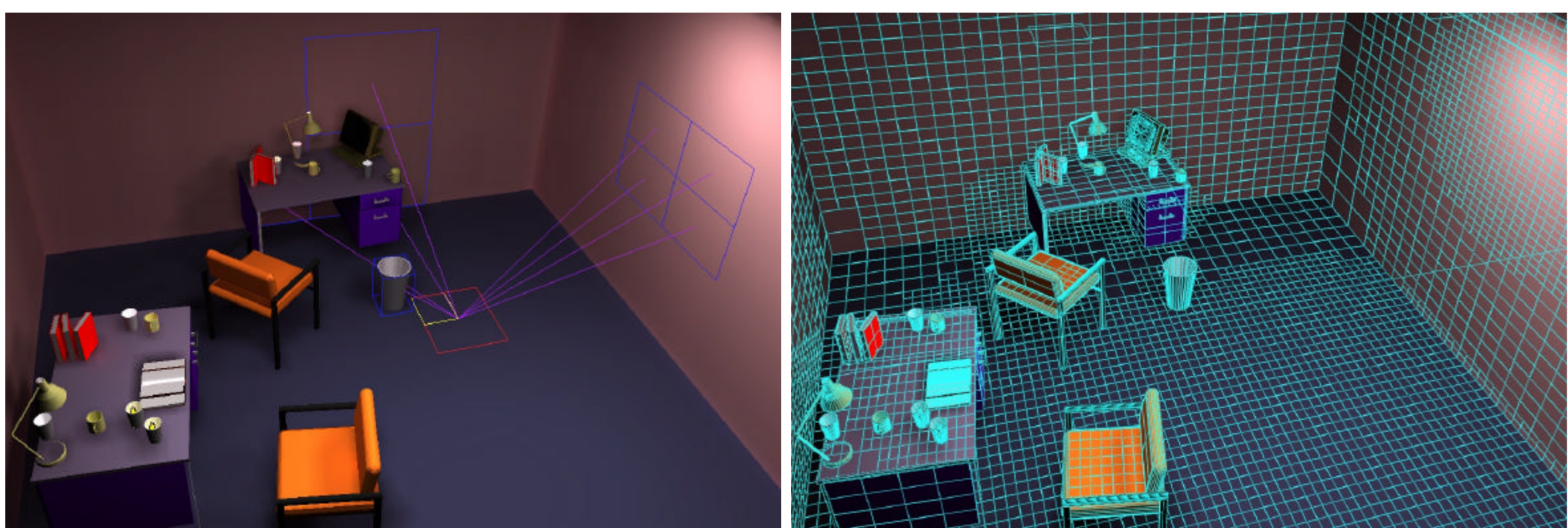
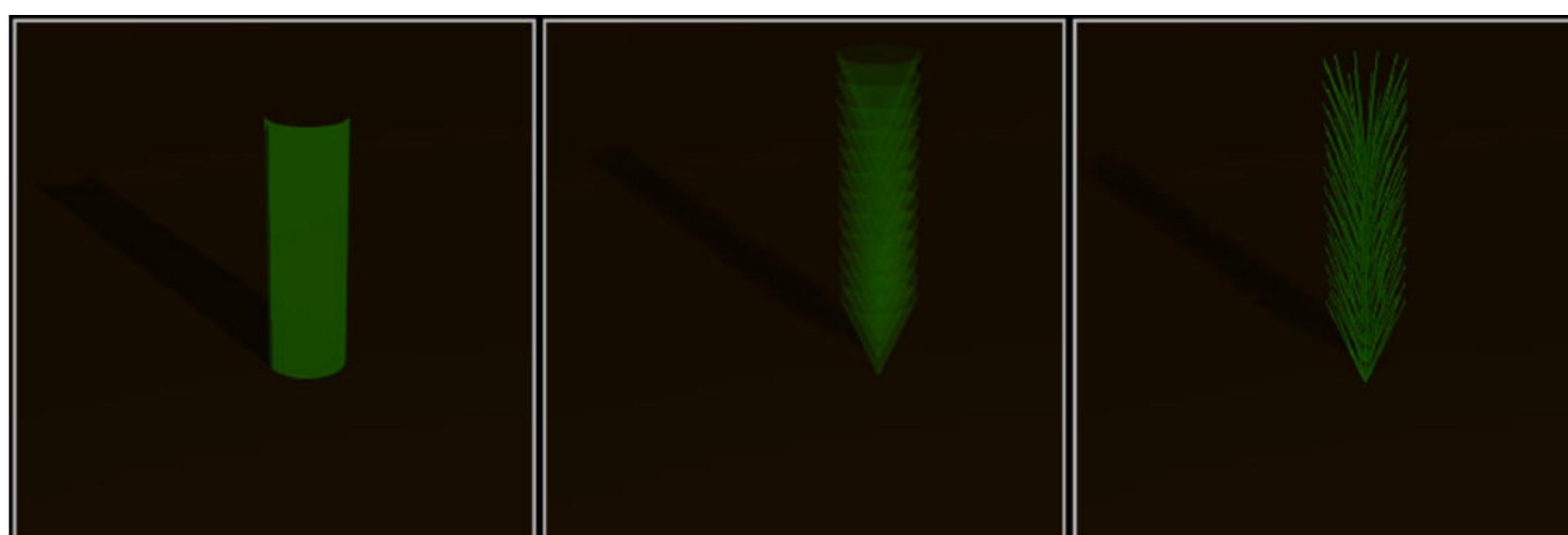


Figure 4 : Gestion de la complexité – Afficher toutes les aiguilles d'une forêt de sapins ?



$I = I_{FV} + I_{RV}$ with

$$I_{FV} = I_{from}^{cyl} \alpha_{FV} \left(1 - \frac{8}{3\pi^2} (2\alpha_{Fv} + (1 - \cos(lv))\alpha_{RL} + (3 - \cos(lv))\alpha_{FL}) \right)$$

$$I_{RV} = I_{rear}^{cyl} \alpha_{RV} \left(1 - \frac{8}{3\pi^2} (4\alpha_{Fv} + 2\alpha_{Rv} + (1 + \cos(lv))\alpha_{RL} + (3 + \cos(lv))\alpha_{FL}) \right)$$

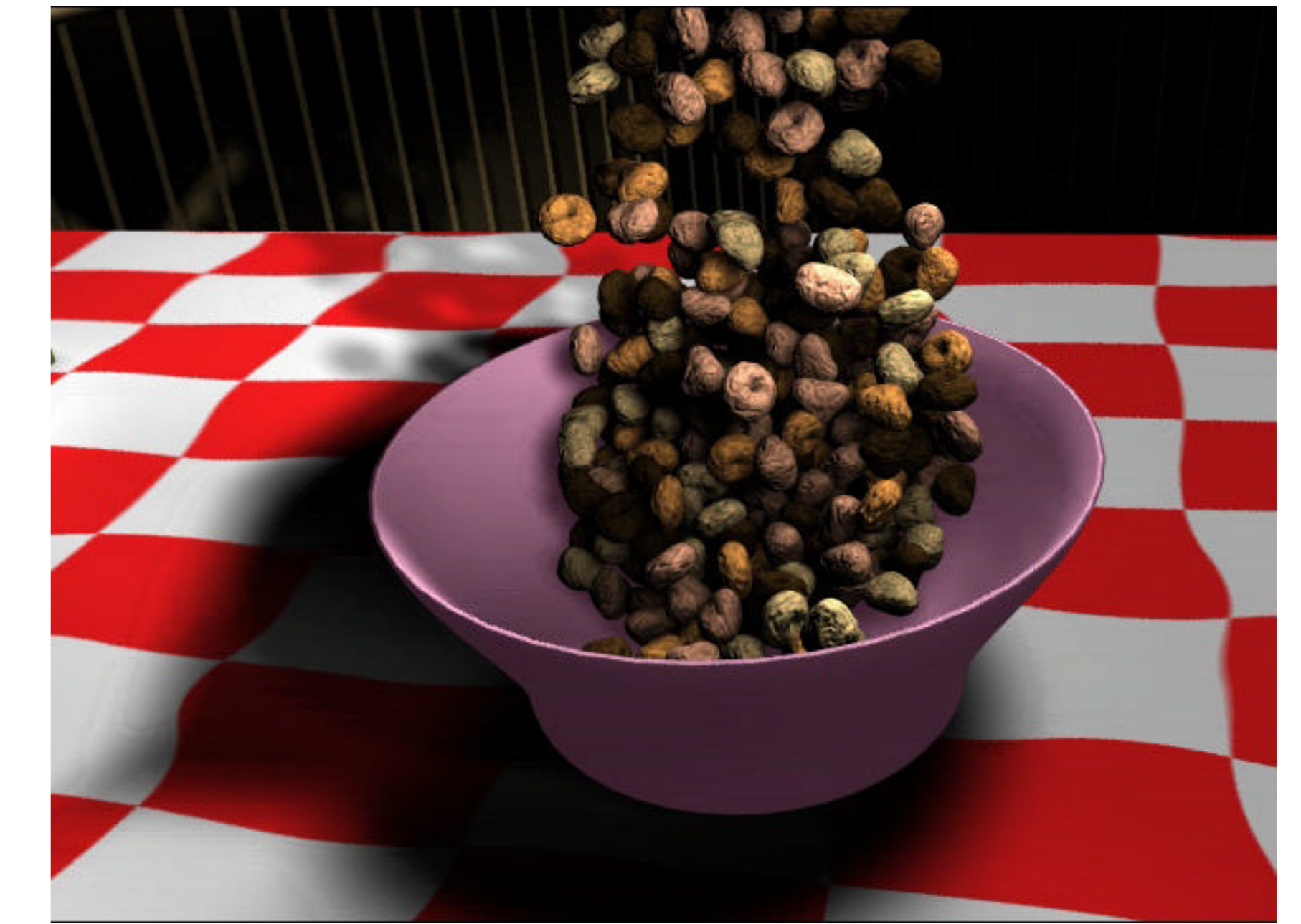
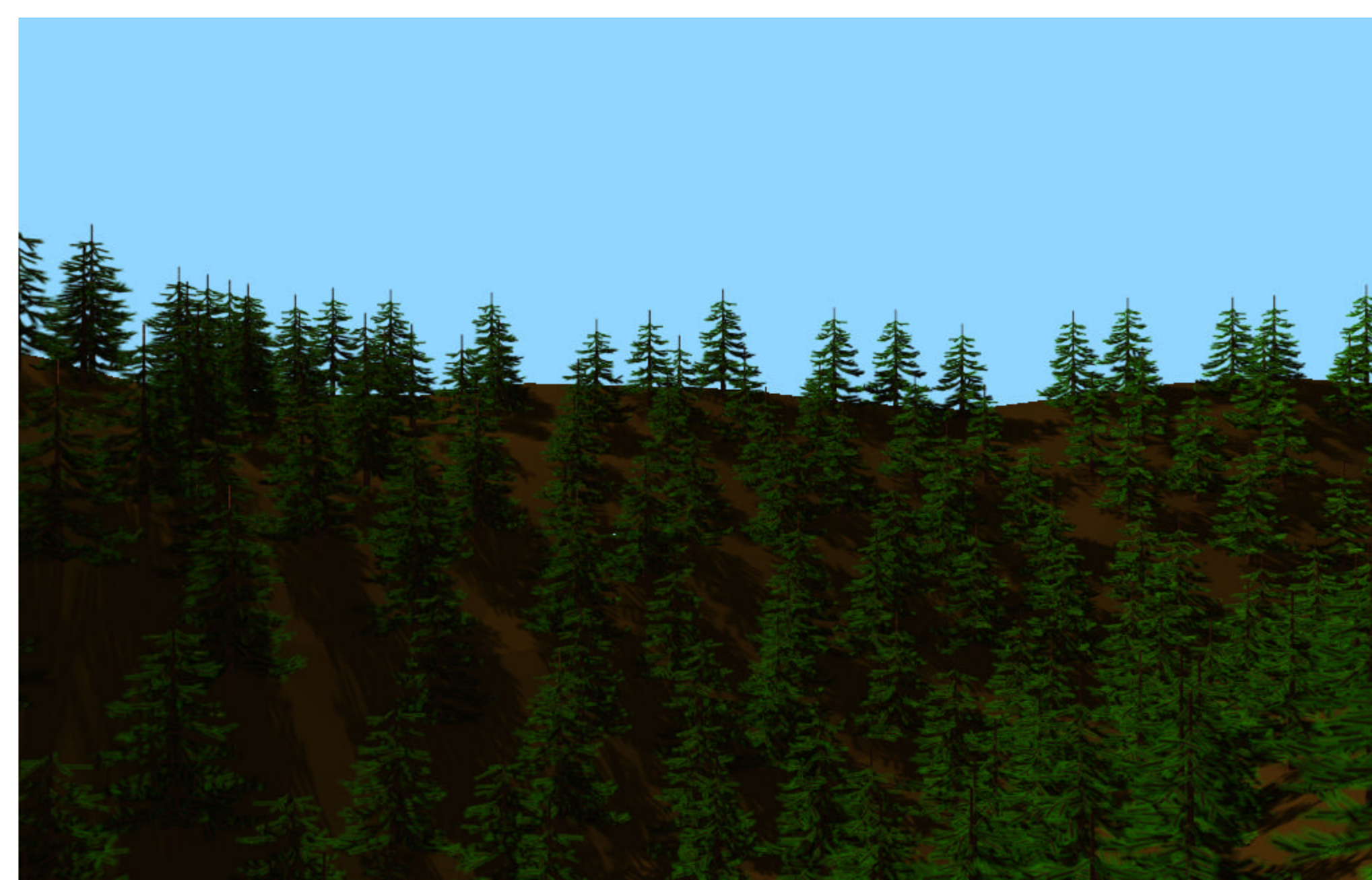


Figure 5 : Simulation des collision entre solides – La danse des corn flakes.

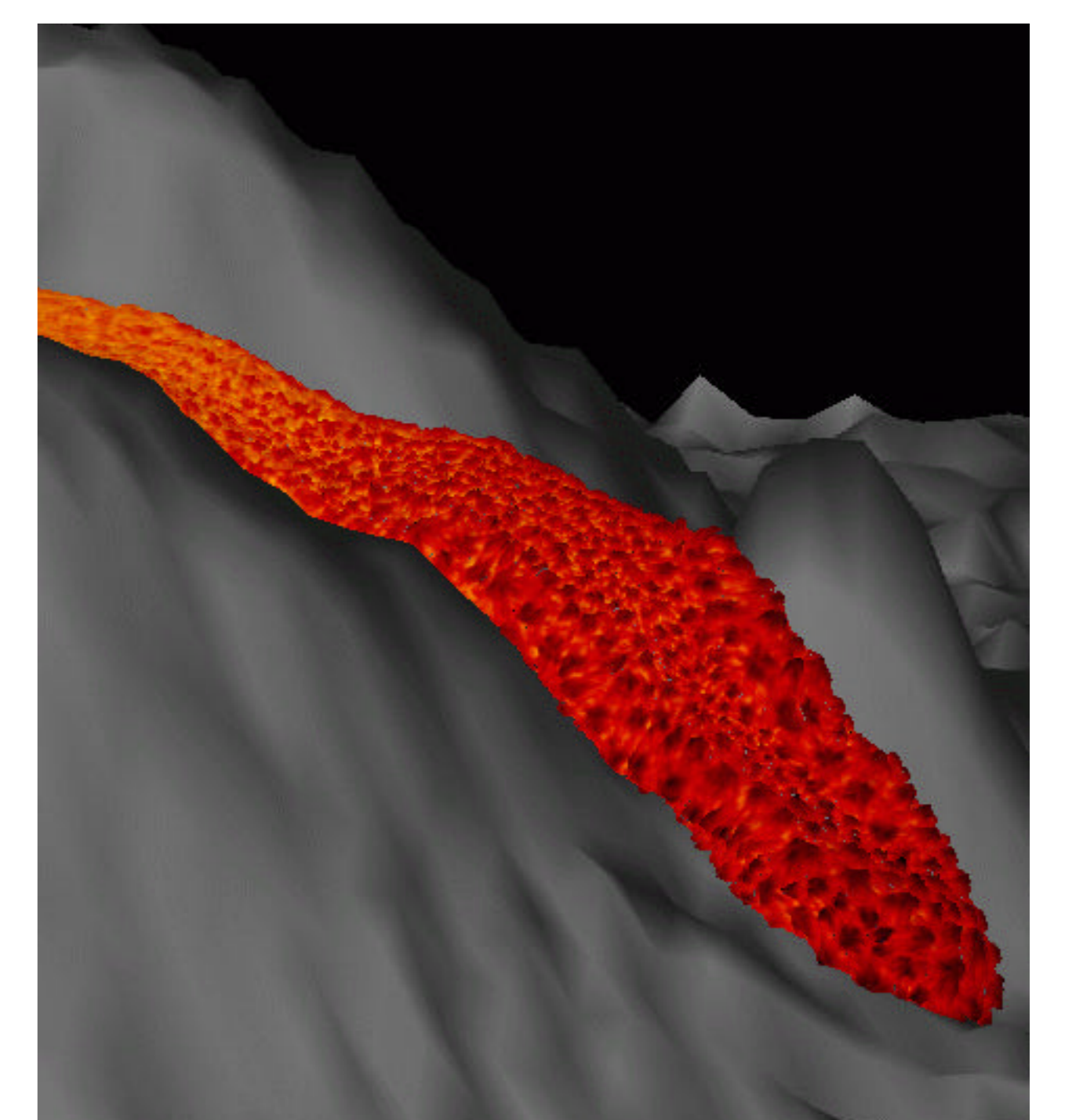


Figure 6 : Simulation d'une coulée de lave.

iMAGIS

iMAGIS - Laboratoire GRAVIR
INRIA Rhône-Alpes
ZIRST

655 avenue de l'Europe
Montbonnot

38334 Saint Ismier Cedex

Tél : 04 76 61 54 26