

PSC PHY05 - VOXELS PHYSIQUES

Bouy Honoré, Calot Paul, Layoun Jean-Charles, Sangouard Ronan, Vidon Antonin

Tuteurs : Louapre David, Granier de Cassagnac Raphaël

Objectif

Ce PSC vise à proposer l'intégration de modèles physiques peu standards dans le contexte d'un jeu vidéo. En particulier, nous nous plaçons dans le cas des jeux fondés sur des voxels. Ainsi, la solution développée permet de mettre en œuvre de manière interactive différentes propriétés physiques peu communes liées aux caractéristiques des voxels. L'objectif porte davantage sur la modélisation des propriétés physiques et leur rôle ludique dans un cadre interactif que sur la précision du modèle numérique et de sa résolution.

Modélisation physique

Le processus de sélection a abouti au choix de trois modèles principaux :

- Résistance des matériaux.
- Corrosion.
- Diffusion thermique.

Voici une brève description de chacun des modèles physiques, ainsi que de leurs interactions.

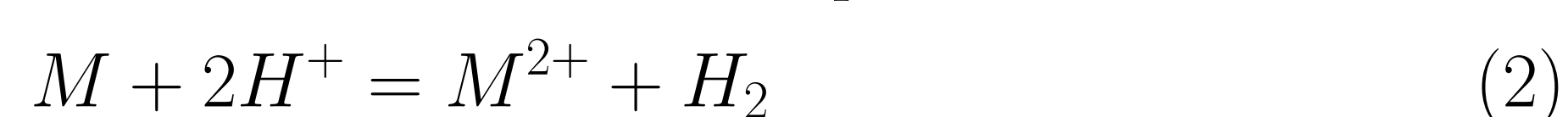
Résistance des matériaux

La liaison entre deux voxels d'un même corps est modélisée par une force de rappel, comme s'ils étaient liés par un ressort de constante de raideur k . Toutefois, ce ressort fictif a une extension maximale l_{max} : si les deux voxels se retrouvent éloignés d'une distance plus grande que $l_i > l_{max}$, la liaison est rompue. Ainsi, la force qu'un voxel, possédant au maximum six voisins, subit à chaque instant se calcule suivant cette relation :

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^6 \epsilon_i k_i (\vec{l}_i - \vec{l}_{i,0}) \quad (1)$$

Corrosion

On suppose qu'au contact d'une solution acide, le métal M constituant la structure réagit avec les ions oxonium H^+ selon l'équation suivante :



La réaction est supposée totale.

L'oxydation dégrade les propriétés mécaniques du métal : alors que le métal réduit est un matériau ductile, le métal oxydé est un matériau fragile (on observe notamment une diminution du module d'Young du métal corrodé). Comme la cinétique de la réaction suit la loi d'Arrhenius et que la réaction est d'ordre 1 par rapport à la concentration en ions oxonium H^+ , ceci permet de former un lien entre la réaction chimique et la température de la structure.

Diffusion thermique

Pour les structures homogènes de voxels métalliques liés entre eux, l'équation de la chaleur s'écrit :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha \nabla^2 u = \alpha \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

Pour calculer la température de chaque voxel l'équation de la chaleur est résolue à chaque pas de temps de 0.15s grâce à une méthode explicite de résolution d'équation différentielle.

Conclusion

Le prototype produit sous *Unity* fait interagir ces différents modèles, le joueur possède différents projectiles pour interagir avec cette physique : des pierres mais aussi des projectiles d'acide, de feu ou encore de glace. Toutefois, de nombreuses améliorations du prototype, notamment en ajoutant de nouveaux modèles physiques, sont encore possibles et n'ont pas pu être explorées.

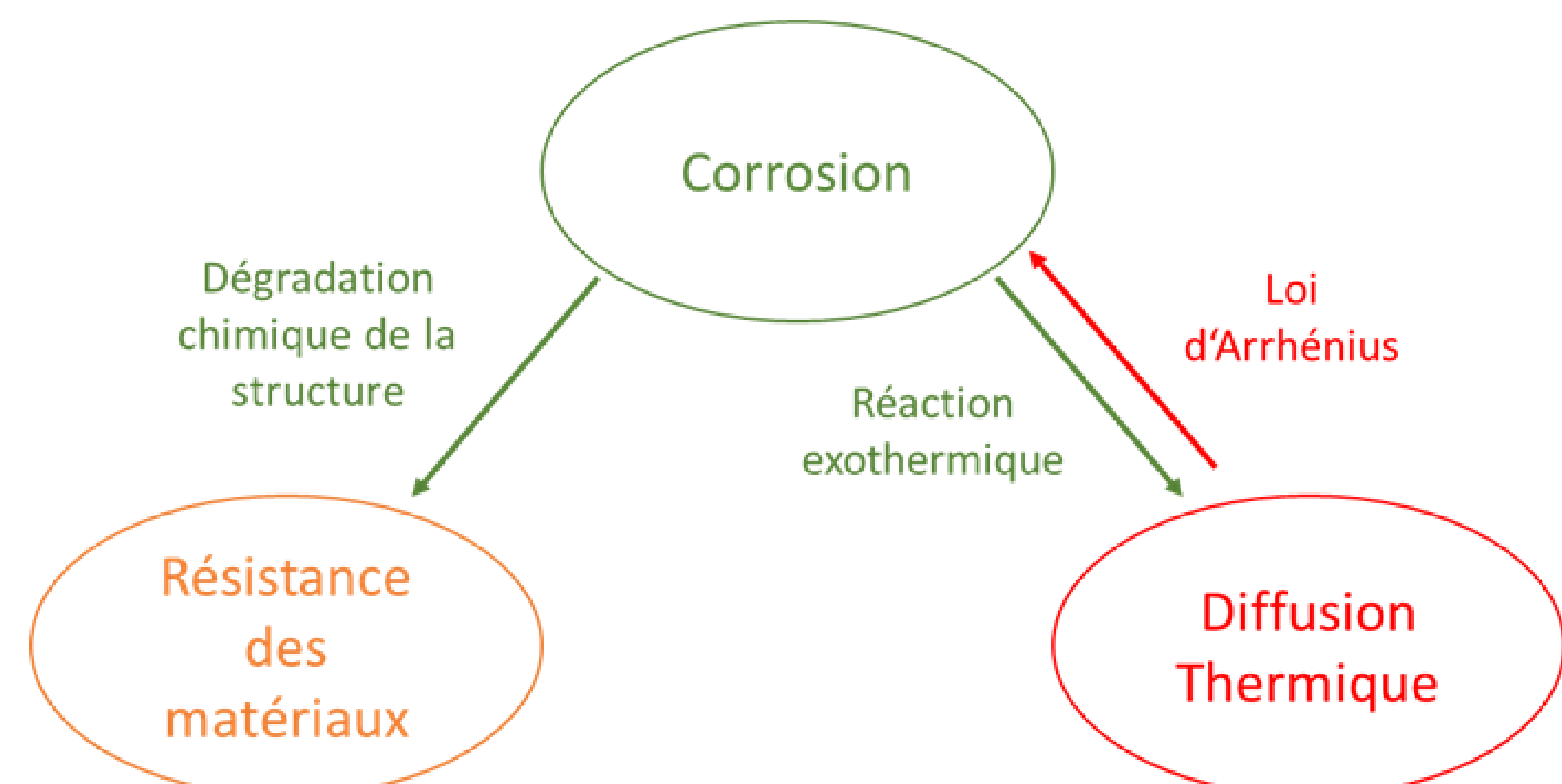


FIGURE 1 : Modèles physiques et interactions sélectionnés

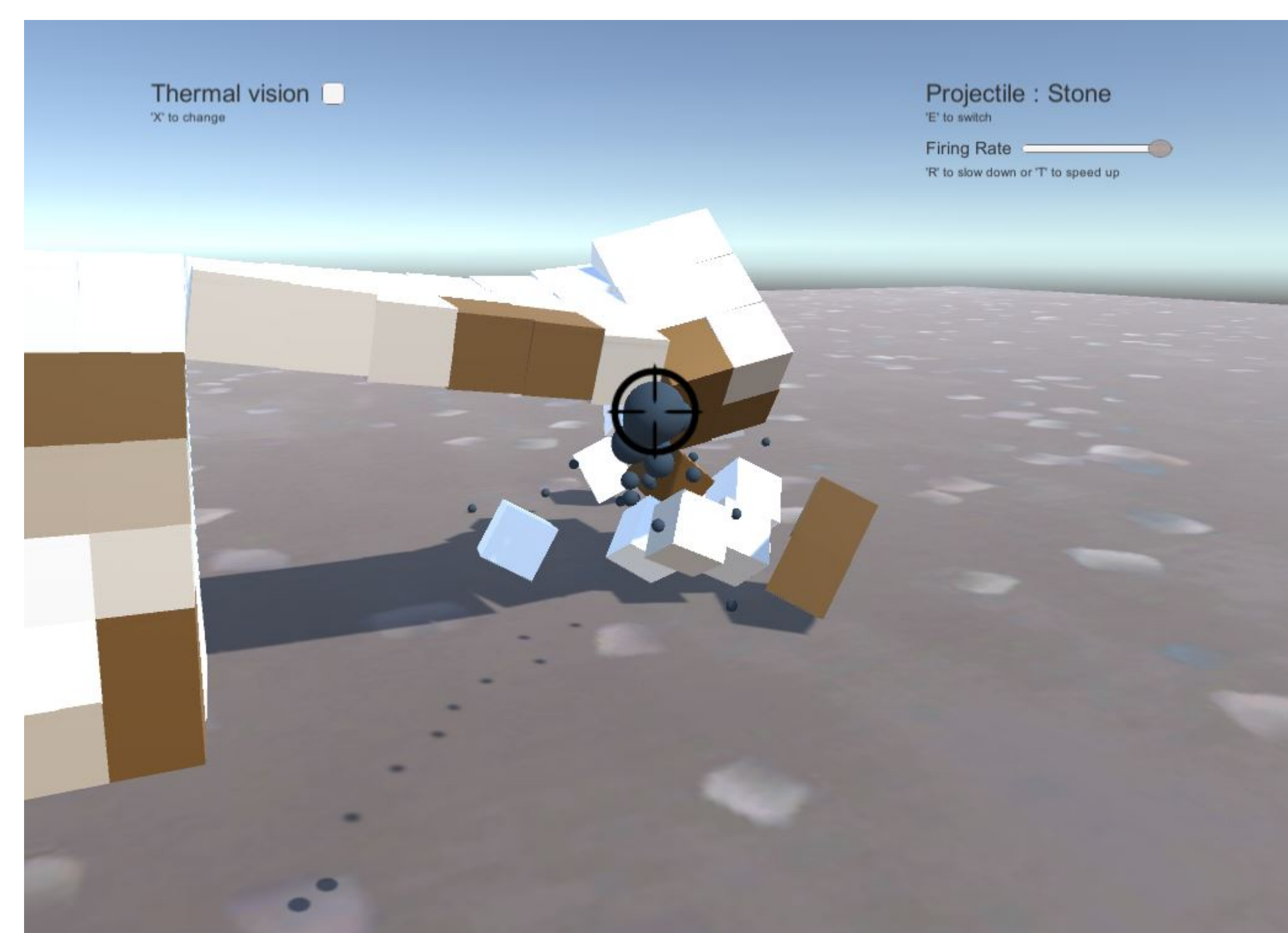


FIGURE 2 : Destruction d'un pilier corrodé à l'aide de pierres en vision standard

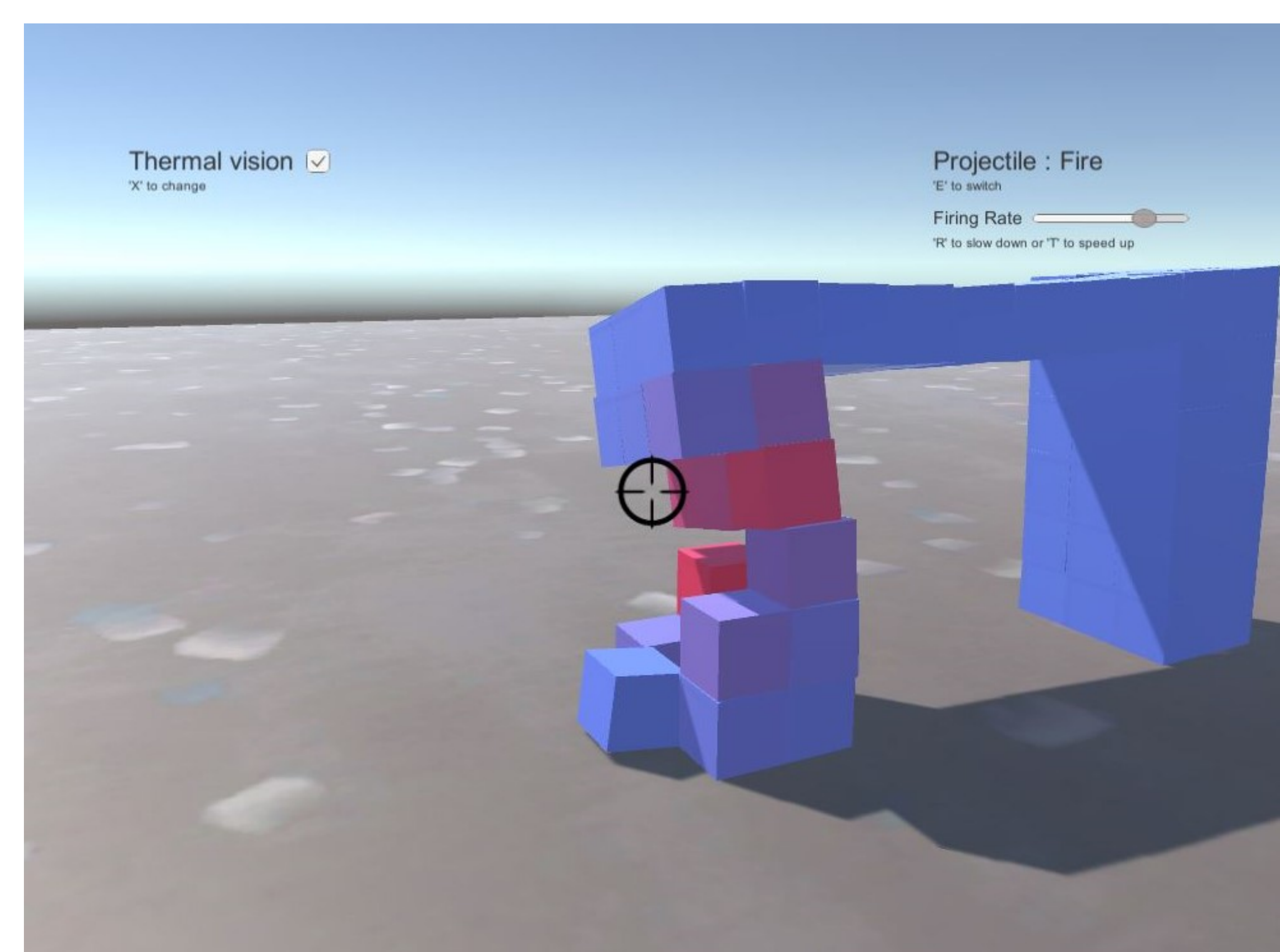


FIGURE 3 : Pilier corrodé en train de s'effondrer en vision thermique