

Félix-Arnaud Laflamme Desjardins

Les changements climatiques sont caractérisés par des notions complexes, qui peuvent nuire à leur compréhension. Des concepts comme l'écoulement et le ruissellement sont directement reliés aux perturbations de la qualité et de la quantité de l'eau. Une vulgarisation du cycle hydrologique aide à la compréhension générale, ce qui permet d'éviter des catastrophes sociétales.

Le bac à sable représente une modélisation simple et interactive qui permet aux gens de mieux interpréter le cycle hydrologique et son impact sur la vie quotidienne. Par exemple, on peut y simuler des cas d'inondations naturelles ou par bris d'infrastructure. En saisissant les enjeux, les politiciens et le grand public pourraient participer davantage à découvrir et mettre en œuvre des solutions innovantes.

La gestion des eaux pluviales est indispensable dans le développement sociétal. Elle est directement reliée à la conception des réseaux de collecte d'eau, au traçage des cartes d'inondations ainsi qu'à l'approvisionnement en eau. Alors que plusieurs bonnes études ont été publiées sur ces processus dans les dernières années, il existe un décalage important lorsque vient le temps d'appliquer ces résultats. Lorsque l'on représente les concepts de l'hydrologie dans des diagrammes ou des tableaux, il est difficile de venir rejoindre les gens. Ces outils ne permettent pas facilement de saisir et d'interpréter les connaissances sur la gestion de l'eau dans les décisions de la vie courante. Les cartes topographiques sont utilisées pour représenter la variation de l'élévation d'un territoire. Ces cartes permettent d'identifier les bassins versants et la direction du ruissellement. Par contre, cette transposition de l'élévation d'un territoire sur un plan 2D cause une perte d'information. Ceci rend la lecture de l'élévation peu intuitive pour une personne non expérimentée.

Cette interprétation est beaucoup plus facile avec le bac à sable à réalité augmentée. En effet, la topographie d'un sol, illustrée ici par les courbes de niveaux, est modélisée en temps réel par une simulation interactive. On peut rapidement recréer une carte topographique. Pour ce faire, on forme dans le sable des sommets de montagnes, des vallées ou même le creux d'une rivière. Ensuite, le logiciel analyse l'élévation pour que les courbes de niveaux soient transposées par le projecteur dans le bac à sable selon une échelle de couleur. Donc, on peut modeler à notre guise l'élévation du sol, ce qui permet instantanément de saisir la signification des courbes de niveau.

La méthode de projection des courbes de niveaux est exécutée en plusieurs étapes. Premièrement, une caméra 3D numérise la topographie et transfère les données au logiciel utilisé qui s'appelle SARndbox. Par la suite, ce dernier traite les données dans le but de définir la carte topographique du bassin versant. Puis, le projecteur présente la carte topographique directement sur le sable accompagné d'un gradient de couleur allant de bleu, pour les élévations faibles, à rouge pour celles élevées. Finalement, le logiciel convertit les intrants météorologiques, tels que les pluies par exemple, en volumes d'eau.

Le ruissellement correspond à l'écoulement de l'eau sur la surface de la terre. Il est important d'identifier la direction du ruissellement afin de mieux gérer les eaux pluviales. En effet, le

MODULE 4 : EAUX PLUVIALES ET ADAPTATIONS

Section : Précipitations et écoulement

Lab'eau – Bac à sable

ruissellement peut contribuer à la dégradation de la qualité de l'eau lorsqu'il y a présence de contaminants. Il peut aussi déclencher des inondations ou même provoquer l'érosion du sol, ce qui favorise les glissements de terrain.

Pour illustrer le phénomène de ruissellement, le bac à sable prend en compte les courbes de niveau, la localisation de l'exutoire du bassin versant et le cheminement de l'eau. Les propriétés hydrologiques d'un bassin versant sont elles aussi prises en compte, par exemple, sa compacité, sa forme, ses ramifications, sa sinuosité et la présence de lacs sur son territoire. Dans cette simulation, on peut mieux comprendre l'influence de l'élévation et de la pente sur le ruissellement. Il est possible de générer une pluie uniforme sur l'ensemble du bac à sable dans le but d'étudier le phénomène de ruissellement. Afin d'avoir une modélisation du ruissellement adéquate et réaliste, le logiciel de l'ordinateur utilise des modélisations numériques pour convertir les intrants météorologiques en volume d'eau. C'est ce qui garantit la modélisation hydrologique, tandis que la modélisation hydraulique, quant à elle, est assurée par un schéma numérique de deuxième ordre qui résout les équations de Saint-Venant entre les gouttes d'eau. Ces dernières équations sont grandement utilisées en ingénierie, puisqu'elles sont une simplification des équations de continuité et de la quantité de mouvement de Navier-Stokes. Ce sont d'ailleurs elles qui représentent les équations fondamentales de la mécanique des fluides.

La gestion du niveau d'eau avec le milieu naturel et avec les infrastructures présente plusieurs enjeux. Effectivement, la variation du niveau d'eau peut affecter le débit des rivières, peut contribuer à la vulnérabilité face aux inondations et peut perturber les écosystèmes tels que la faune et la flore aquatiques. De plus, un mauvais maintien des infrastructures de digues ou de barrages peut venir causer des pertes sans précédent sur les municipalités à proximité. La prévention doit donc être mise de l'avant.

Pour illustrer la variation du niveau d'eau, le bac à sable prend en compte la topographie et les propriétés hydrologiques d'un bassin versant, mais également les concepts hydrauliques et ceux liés au génie civil. Par exemple, on considère la largeur et la pente de fond du canal ainsi que la présence d'une chute brusque. Sinon, on peut différencier un canal de dérivation, d'un barrage, d'une digue ou d'un déversoir. L'utilisation du bac à sable à des fins de vulgarisation pourrait s'appliquer dans cette simulation. Ce bassin versant implique un réservoir d'eau placé en hauteur régi par un barrage. Ce réservoir est placé en amont d'un village symbolisé par ces figurines où il y a aussi quelques maisons ou bâtiments en périphérie.

Suite au bris du barrage, le bac à sable permet de schématiser grossièrement l'écoulement de l'eau, ainsi que les débordements sur les berges longeant le cours d'eau. Sans toutefois avoir de chiffres concrets, il est facile de saisir l'importance sur les impacts humains, économiques et matériels qu'une telle situation produirait. Ainsi, il peut être plus facile de prévenir en amont.

Ma recherche vise à analyser les impacts des changements climatiques sur les ressources en eau, soit plus précisément, sur la dépendance de différentes variables hydrologiques en contexte de climat changeant. Le bac à sable, quant à lui, aide à la compréhension du cycle hydrologique et ses champs d'application peuvent être mis en valeur en laboratoire. Par exemple, on peut analyser les concepts topographiques comme les courbes de niveau, ainsi que les propriétés hydrauliques

MODULE 4 : EAUX PLUVIALES ET ADAPTATIONS

Section : Précipitations et écoulement

Lab'eau – Bac à sable

et hydrologiques. Puis, il peut aussi y avoir une introduction à différents cas pratiques comme la submersion d'un tablier de pont, la gestion de plaines inondables et la rupture d'une digue ou d'un barrage.

En dehors de l'enseignement, le bac à sable facilite la compréhension du cycle hydrologique et encourage le grand public à découvrir ce qu'est la gestion des eaux pluviales. Les gens posent beaucoup de questions et sont curieux. Ils bénéficient donc des explications offertes par ce modèle tactile et interactif. Cela leur permet de déchiffrer les données sophistiquées de la communauté scientifique. Selon nous, c'est en comprenant mieux l'effet des changements climatiques et du cycle hydrologique que le monde sera plus engagé à participer aux solutions et à diminuer les répercussions des catastrophes naturelles.