



MurGame : Protège ton village des laves torrentielles !

Informations pour les joueurs, MurGame version 2.0

Mentions légales

Traitement du projet

| | |
|--|---|
| geo7 AG, bureau géoscientifique Catherine Berger, Florian Zimmermann | Neufeldstrasse 5 – 9 3012 Berne |
| Koboldgames GmbH Ralf Mauerhofer | Technopark Aargau, Badenerstrasse 13 5200 Brugg AG |
| WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF Marc Christen | Flüelastrasse 11 7260 Davos Dorf |

Contact pour les questions :

| | |
|--|--|
| geo7 AG, bureau géoscientifique | Neufeldstrasse 5 – 9 3012 Berne |
| Catherine Berger Tél. : +41 (0)31 300 44 33 | catherine.berger@geo7.ch murgame@geo7.ch |

Suivi des modifications

| Version | Date | Nom / fonction | Remarques |
|---------|------------|-------------------------|------------------------------------|
| 1.0 | 09.08.2021 | Équipe de développement | Annexe au jeu en ligne MurGame 2.0 |

Remarques concernant le document

| | |
|----------------|--|
| Créé avec | Microsoft Office Word, version 2010 |
| Nom du fichier | \\geo7\data\3000_projekte\4171_murgame_weiterentwicklung\05_bearbeitung\01_dokumentation\release2_unterlagen\françoisch\murgame2_informations pour les joueurs 20210924_f.docx |

Table des matières

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduction | 1 |
| 2 | Fonctionnement du MurGame | 2 |
| 2.1 | Objectif..... | 2 |
| 2.2 | Groupes-cibles | 2 |
| 2.3 | Réglages généraux..... | 2 |
| 2.4 | Durée de jeu | 3 |
| 2.5 | Première étape :..... | 3 |
| 2.6 | Trucs et astuces | 4 |
| 3 | Termes..... | 5 |
| 4 | Nouveaux développements | 7 |
| 5 | Équipe de projet et promoteurs | 7 |
| 6 | Informations de fond | 8 |
| 6.1 | Cadre..... | 8 |
| 6.2 | Simulation de lave torrentielle | 8 |
| 6.3 | Calcul des dommages | 8 |
| 6.3.1 | Bases | 8 |
| 6.3.2 | Paramètres..... | 9 |
| 6.3.3 | Domages | 9 |
| 6.3.4 | Acceptation | 9 |
| 6.3.5 | Simplifications..... | 9 |
| 7 | Idées de jeu | 10 |
| 8 | Informations complémentaires | 11 |

1 Introduction

Les catastrophes naturelles, telles que les laves torrentielles de 2017 à Bondo GR ou de 2005 à Brienz BE, restent gravées dans nos mémoires et les images de ces événements nous montrent les dégâts impressionnants que peuvent causer les laves torrentielles. Les mesures de protection jouent un rôle important dans la gestion des dangers naturels. Toutefois, il est souvent difficile de se représenter ce qui se passe lors d'un événement naturel, les dommages causés et la manière dont les mesures de protection peuvent influencer une lave torrentielle. Les *serious games* (jeux sérieux) sont des jeux pédagogiques qui permettent de mieux appréhender ce genre de situations.

MurGame, que nous avons développé, est une application pour la prévention des dangers naturels. Dans ce jeu interactif en trois dimensions, des objets tels que des maisons ou une école peuvent être sélectionnés et un village émerge progressivement. Les simulations de lave torrentielle montrent quels bâtiments seraient détruits et quels dommages seraient causés. Différentes mesures de protection sont disponibles. La simulation de lave torrentielle permet de voir si elles sont efficaces. Le jeu consiste à évaluer quelles mesures offrent la protection souhaitée en tenant compte de leurs coûts et des besoins de la population.

Le jeu MurGame peut se jouer en ligne à l'adresse www.murgame.ch Dans ce qui suit, nous donnons un aperçu du jeu et expliquons les termes principaux. Des informations de fond détaillées sont également données pour les personnes intéressées. Des développements additionnels sont possibles, et les développeurs et les promoteurs du jeu MurGame sont ouverts à toute remarque et suggestion.

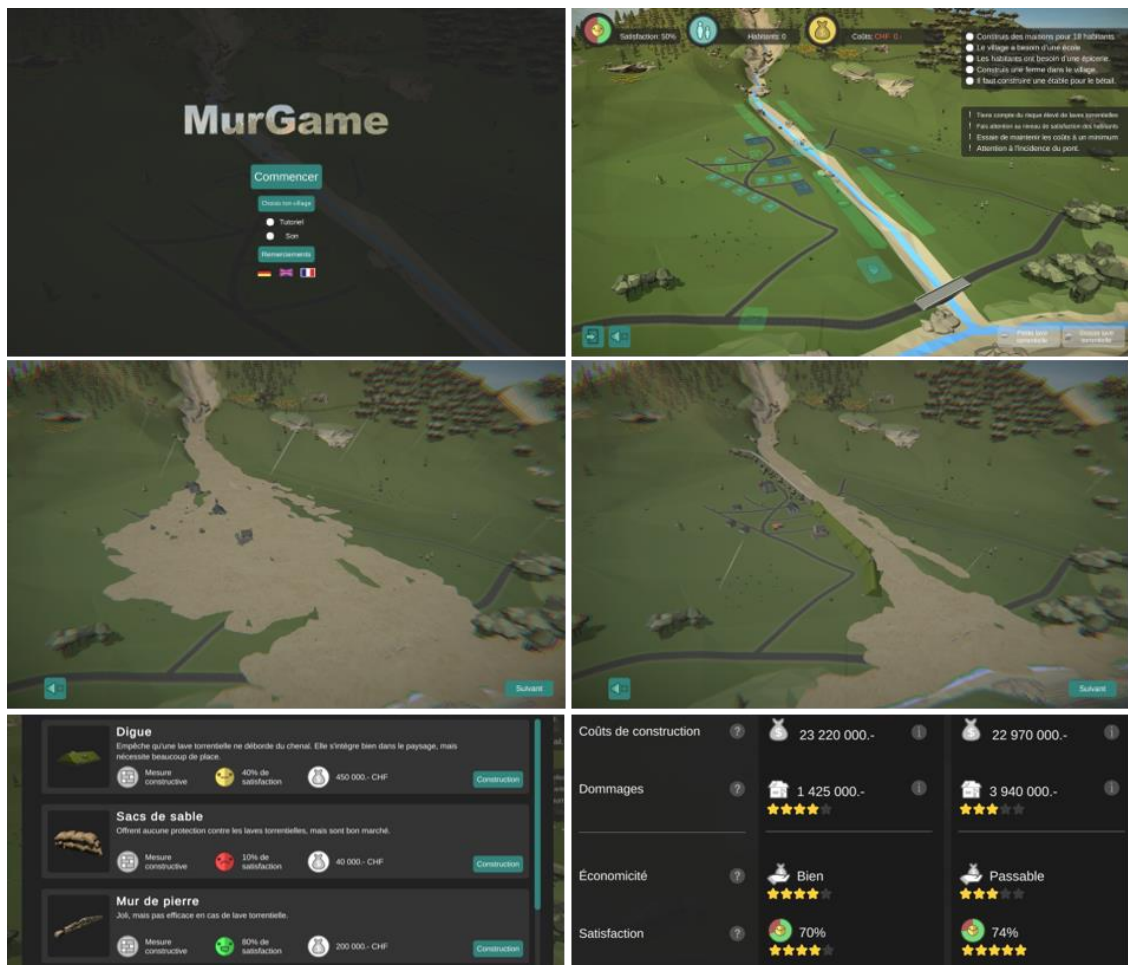


Illustration 1 : Extraits de MurGame 2.0 – Protège ton village des laves torrentielles ! Un village construit sur un cône de déjection est menacé par des laves torrentielles. Le joueur doit prendre des mesures de protection pour réduire les dommages. Le rapport montre l'évolution des coûts et des dommages entre les parties de jeu. L'objectif est alors d'optimiser les mesures.

2 Fonctionnement du MurGame

2.1 Objectif

Le joueur apprend à connaître les différents aspects de la gestion intégrée des risques en lien avec les processus de danger des laves torrentielles. Si un village est menacé par des laves torrentielles, des personnes et des biens matériels tels que des bâtiments ou des infrastructures sont en danger. Les dommages potentiels aux personnes et aux biens matériels sont le résultat des processus de danger. Le but du jeu est de réduire les dommages potentiels causés par les laves torrentielles à l'aide de diverses mesures de construction, d'aménagement du territoire et d'organisation, tout en obtenant la meilleure note possible. Pour ce faire, il faut remplir les objectifs demandés en construisant un nombre minimum de bâtiments et en prenant des mesures de protection efficaces. L'économicité des mesures, c'est-à-dire le rapport entre les dommages évités (bénéfice) et les coûts de construction, doit être aussi bonne que possible. Un facteur d'influence et de réussite déterminant est l'acceptation par la population de l'infrastructure du village et des mesures de protection. Le joueur doit coordonner tous ces aspects et protéger le village de manière optimale.

2.2 Groupes-cibles

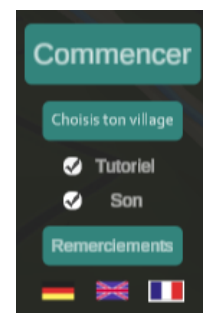
Selon l'application, le jeu s'adresse à différents groupes cibles et principalement à des personnes intéressées sans grandes connaissances préalables.

Le jeu MurGame peut être intégré à d'autres sites Internet et offrir aux visiteurs une manière alternative d'aborder cette thématique. En outre, il convient bien aux événements avec un stand d'information par exemple lors d'un salon ou en marge d'une conférence. Dans le cadre de formations, il est possible de fixer des axes thématiques supplémentaires (cf. idées de jeux au chapitre et matériel complémentaire sous « Documents » sur la page principale www.mur-game.ch).

2.3 Réglages généraux

Dans le menu principal, les réglages suivants peuvent être modifiés :

- **Commencer le jeu :**
 - Jouer directement Décocher « Tutoriel »
 - Avec tutoriel : Cocher « Tutoriel »
- **Choisir un village :** Les villages construits durant une même session de jeu peuvent être à nouveau affichés et être modifiés.
- **Son :** activer ou désactiver le son.
- **Remerciements :** Informations sur les promoteurs, sur les développeurs et adresse e-mail pour les questions, remarques et suggestions sur MurGame.
- **Sélection de la langue :** Sélection de la langue (allemand, anglais et français) en cliquant sur le drapeau correspondant.
- **Affichage en plein écran :** Activer l'affichage en plein écran en cliquant sur l'icône en bas à droite. Presser la touche ESC pour quitter le mode plein écran.
- **Quitter la partie :** Après avoir commencé une partie, il est possible de revenir à l'écran titre en cliquant le bouton Exit en bas à gauche.
- **Désactiver le son :** En jeu, le son peut être coupé en cliquant sur l'icône avec le haut-parleur en bas à gauche.



2.4 Durée de jeu

Une partie dure entre 10 - 15 minutes, mais peut être prolongée ou réduite selon la préférence du joueur.

2.5 Première étape :

Le jeu commence par la construction du village. Si le joueur a activé le tutoriel, le jeu commence après le tutoriel. Le joueur peut quitter la partie à tout moment en cliquant sur le bouton Exit en bas à gauche pour revenir à l'écran titre. Le déroulement du jeu suit le schéma décrit dans Illustration 2.

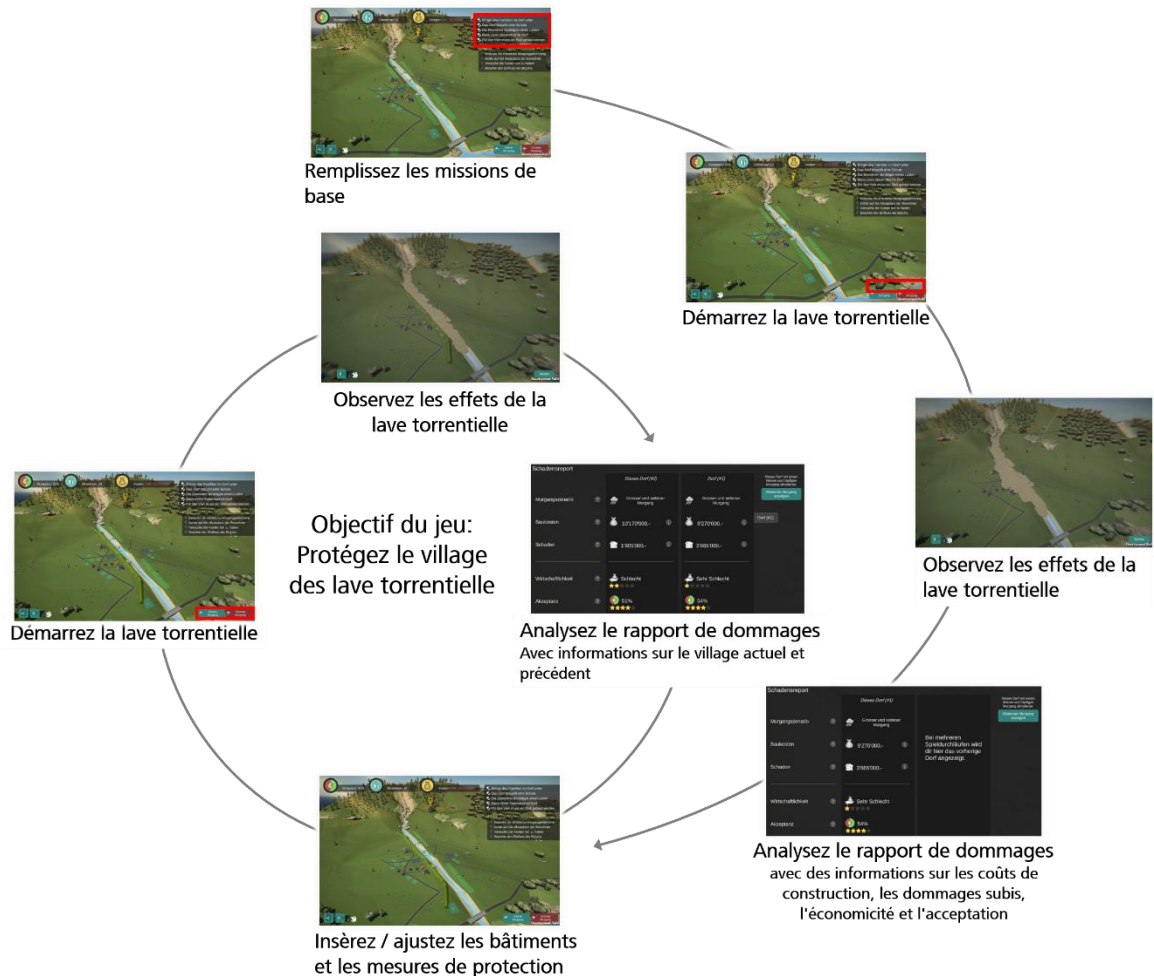


Illustration 2 : Déroulement schématisé du MurGame 2.0 Le but du jeu est de protéger le village de manière optimale.

Il faut commencer par remplir les missions de base pour répondre aux exigences minimales. En cliquant sur les parcelles bleutées, le joueur peut sélectionner et placer des bâtiments, des ponts ou un camping. Le nombre d'habitants augmente, les coûts de construction s'additionnent et l'acceptation par la population varie en fonction des objets construits. Une fois le village bâti, le joueur peut lancer une simulation de petite ou grande lave torrentielle. Après la simulation, le rapport des dommages fournit des informations sur les coûts de construction, les dommages subis et l'acceptation par la population des infrastructures du village.

Dans l'étape suivante, des mesures de protection peuvent être réalisées dans le village et les bâtiments peuvent également être déplacés. Les parcelles pouvant accueillir des mesures de protection sont indiquées en vert. Un clic sur un ouvrage déjà construit permet d'effectuer des modifications.

Après la simulation de lave torrentielle, le rapport des dommages actualisé permet d'analyser l'influence des mesures de protection construites sur les coûts de construction, les dommages subis et l'acceptation. En outre, l'économicité des mesures de protection mises en œuvre est calculée. Les données sont calculées pour chaque village, y compris les mesures prises et la taille de la lave torrentielle, ce qui permet de comparer les différentes versions du village.

Afin de remplir au mieux l'objectif du jeu, il faut obtenir un rapport optimal entre l'économicité, l'acceptation des ouvrages et des mesures de protection au sein de la population, les coûts de construction et les dommages. Il faut toutefois savoir qu'il n'est pas possible d'atteindre une protection complète contre les dangers naturels. Il est donc nécessaire d'évaluer le niveau de protection requis, son coût toléré et le niveau de risque accepté.

2.6 Trucs et astuces

- **Zoom** : Vous pouvez zoomer en avant ou en arrière afin de notamment voir des éléments qui n'apparaissent pas dans l'affichage standard. Peut-être vos villageois souhaitent-ils accueillir des invités dans leur camping ou envisagez-vous de le protéger au moyen d'un barrage contre les laves torrentielles ? Les forêts jouent également un rôle important dans la protection contre les dangers naturels.
- **Bâtiments de différentes tailles** : Les grands bâtiments tels que l'école, la ferme ou l'église nécessitent beaucoup d'espace et un terrain de taille correspondante. Pour les petits bâtiments (par exemple, une maison d'habitation, un magasin ou une étable), une petite parcelle suffit. Dans le jeu, les tailles des parcelles sont différenciées par des couleurs : bleu clair pour les petites parcelles, bleu foncé pour les grandes. Sélectionnez une petite ou une grande parcelle en fonction de la taille du bâtiment souhaité.
- **Construire, déplacer ou supprimer des bâtiments** : Il n'a jamais été aussi simple de construire des bâtiments, et surtout de les supprimer ou de les déplacer ! Pour ce faire, il suffit de cliquer sur l'objet correspondant pour le supprimer (gratuitement) ou de le déplacer à un autre endroit.
- **Construire ou non un pont** : C'est une question centrale ! Faut-il relier les maisons situées de part et d'autre du torrent ? Le pont est pratique et l'acceptation par la population est donc élevée. Pour une lave torrentielle, cependant, il s'agit d'un point étroit et les événements de ces dernières années ont montré que les laves torrentielles et les crues sont plus susceptibles de sortir de leur lit à cet endroit... Peut-être qu'un pont plus grand serait mieux adapté ?
- **Éventail de mesures de protection** : Les parcelles vertes indiquent les emplacements pour les mesures organisationnelles (par exemple, barrière, colonne d'information, sirène) et pour les mesures constructives. Ces dernières peuvent influencer la propagation d'une lave torrentielle sur le cône de déjection : Le joueur peut choisir entre des mesures de retenue (dépotoir à alluvions, filet de retenue) ou des mesures de guidage (p. ex. digue, mur en béton). Il peut prendre des mesures d'aménagement du territoire telles que les mesures de relocalisation ou de protection des ouvrages en cliquant directement sur les bâtiments concernés.
- **Petite ou grande lave torrentielle** : Il s'agit ici de savoir à quelles laves torrentielles la protection du village est conçue pour faire face. Peut-être que la protection contre une petite lave torrentielle est suffisante et que les villageois acceptent de vivre avec le danger d'une grande lave torrentielle ? Et nous voilà déjà au milieu d'une discussion sur les risques ! Petit conseil : commencez par gérer une petite lave torrentielle...
- **Rétention à la sortie du cône de déjection** : Le dépotoir à alluvions ou le filet de retenue peuvent retenir complètement une petite lave torrentielle et offrent donc une bonne protection dans ce cas-là. Le volume de rétention est toutefois limité, et une grosse lave torrentielle peut encore causer des dommages importants dans le village. De plus, les villageois n'apprécient pas vraiment ces structures de retenue... mais alors que faire ? La

question est ici de savoir dans quelle mesure nous voulons nous protéger, quels dommages nous tolérons et comment nous gérons l'acceptation des mesures au sein de la population.

- **Rapport des dommages** : Vous trouverez ici une vue d'ensemble des chiffres clés (coûts de construction, dommages causés, économicité des mesures et acceptation par la population). Pour les coûts de construction, une distinction est faite entre les bâtiments et les mesures de protection. Les dommages sont présentés en fonction de la taille de la lave torrentielle et subdivisés en dommages aux personnes, dommages matériels et dommages aux voies de communication. L'économicité des mesures et leur acceptation par la population sont déterminées pour les deux tailles de laves torrentielles. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire de simuler séparément la grande lave torrentielle (ou la petite lave torrentielle). Vous pouvez en effet afficher l'autre événement directement dans le rapport des dommages sur le côté droit.
- **Choisir un village** : Au cours d'une même session de votre navigateur web, les villages déjà construits et pour lesquels un rapport des dommages a été établi peuvent être rechargés et modifiés ultérieurement en les sélectionnant dans le menu principal ou dans le menu du rapport des dommages. Cette option peut être utile si vous avez déjà trouvé une bonne solution et souhaitez seulement optimiser un village existant.
- **Et pour finir une question cruciale** : Quelle est la taille maximale que peut atteindre notre village et combien investissons-nous dans des mesures de protection ? Ces décisions ont un impact direct sur les chiffres clés du rapport des dommages. Nous devons évaluer les dommages que nous voulons éviter à tout prix et les dangers ou risques que nous pouvons supporter. À quoi accordez-vous le plus d'importance : l'économicité des mesures ou l'acceptation au sein de la population ?

3 Termes

Dans ce qui suit, nous expliquons quelques termes importants utilisés dans le jeu MurGame :

- **Danger** : condition, circonstance ou processus susceptible de porter atteinte à des personnes, à l'environnement ou à des biens matériels (définition selon [2]).
- **Lave torrentielle** : Avalanche de boue composée d'un mélange d'eau, de débris de roche et parfois de troncs d'arbre. Les laves torrentielles se déclenchent dans la partie supérieure, raide, du lit d'un torrent et elles atteignent des vitesses très élevées. Elles s'arrêtent au plat en déposant les matériaux qu'elles charrient – en quantités parfois énormes (définition selon [2]).
- **Risque** : Le terme « risque » est un terme technique qui désigne l'ampleur et la probabilité d'un dommage possible (définition selon 6.3.5 et voir explication au chapitre 6.3.5).
- La **gestion intégrée des risques** décrit un concept systématique de gestion des risques. Elle consiste à identifier les risques, à les évaluer selon les mêmes critères et à les réduire par la combinaison optimale de mesures constructives, biologiques, organisationnelle et d'aménagement du territoire. La gestion intégrée des risques a pour but d'harmoniser au mieux les domaines de la prévention, de l'intervention et de la reconstruction. Elle inclut tous les acteurs et parties prenantes dans la discussion (définition selon [2]).
- **Dommages** : Conséquences négatives d'un événement naturel. Les dommages potentiels expriment les dommages possibles aux personnes, aux biens matériels et au paysage (définition selon [2]). Le rapport des dommages du MurGame répertorie les dommages causés aux personnes, aux bâtiments et en raison des voies de circulation interrompues. Ces valeurs sont basées sur les dommages causés par des événements réalistes.
- **Mesures de protection** : Nous pouvons nous protéger des dangers naturels par des mesures constructives, biologiques, organisationnelles et d'aménagement du territoire.

- **Mesures constructives** : Dans MurGame, nous pouvons nous protéger des laves torrentielles par des mesures constructives, par exemple au moyen d'un ouvrage de retenue ou de mesures de guidage comme des digues ou des murs. L'élargissement du pont est également une mesure constructive. Ces mesures peuvent protéger une zone plus large que les mesures de protection des ouvrages. Les mesures de protection des ouvrages se réfèrent à des mesures au niveau de ou directement à même un ouvrage et visent à atténuer ou à réduire les dommages aux personnes et aux biens. Les mesures de protection des ouvrages atteignent vite leurs limites, car les laves torrentielles provoquent des impacts très importants. Par conséquent, des mesures massives et souvent drastiques et coûteuses sont nécessaires.
- **Mesures organisationnelles** : Dans MurGame, la population peut être préparée aux laves torrentielles par un système d'alerte ou par une colonne d'information. La planification d'urgence définit les responsabilités ; les mesures en cas d'urgence et les processus peuvent faire l'objet d'entraînements en préparation à la survenue d'une lave torrentielle. Une barrière automatique ferme à temps la grande route dans la zone du cône inférieur en cas de lave torrentielle.
- **Mesures d'aménagement du territoire** : Dans MurGame, lorsque le joueur décide de ne pas construire sur une certaine zone ou qu'il supprime ou déplace des bâtiments, il prend des mesures d'aménagement du territoire.
- **Mesures biologiques** : Les forêts protectrices sont un élément important de la défense contre les dangers. Bien qu'elles n'offrent qu'une protection limitée en raison des forces énormes exercées par la lave torrentielle, elles peuvent influencer de manière significative le développement des laves torrentielles grâce à leurs effets de stabilisation du sol et de stockage de l'eau.
- **Acceptation** : Les habitants évaluent très différemment (et subjectivement) les différents ouvrages dans leur village. Le joueur ne peut modifier le niveau d'acceptation (celui-ci est prédéfini pour les différents bâtiments et mesures de protection) et il doit composer avec cet aspect. Comme dans la réalité, les besoins de la population devraient être pris en compte dans le jeu, mais atteindre une acceptation à cent pour cent est impossible dans le jeu également.
- **Économicité** : L'économicité décrit le rapport entre le bénéfice et le coût des mesures de protection. Le bénéfice d'une mesure de protection correspond au niveau de protection qu'elle offre. L'économicité indiquée dans MurGame pour un village #XY avec des mesures de protection se réfère dans chaque cas aux dommages subis par le même village sans mesures, par rapport aux coûts des mesures. Si le niveau de protection obtenu est égal ou supérieur à l'investissement pour les mesures, on parle d'une mesure économique.

4 Nouveaux développements

La version 1.0 du MurGame a été l'élément central du stand « Protection contre les dangers naturels » au salon Swissau 2020. Le contenu du jeu a donc été conçu pour cette utilisation. Des idées de contenu supplémentaire, de missions/applications et d'optimisations ont été recueillies tout au long du développement du MurGame.

La version 2.0 du MurGame contient les améliorations suivantes :

- Gestion intégrée des risques L'éventail des mesures a été élargi et comprend l'aménagement du territoire, la construction et l'organisation.
- Simulation de la lave torrentielle : Les tailles de lave torrentielle ont été adaptées, les temps de chargement optimisés et la visualisation améliorée.
- Déroulement du jeu : Le déroulement du jeu a été optimisé et de nouveaux éléments, tels que l'acceptation et l'indicateur du nombre d'habitants, ont été ajoutés.
- Dialogue sur les risques : L'équilibre entre l'économicité des mesures et leur acceptation par la population constitue un défi supplémentaire.
- Langue : Le jeu MurGame est disponible dans trois langues : allemand, français et anglais.

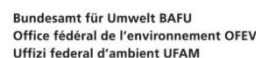
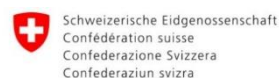
Les idées et les demandes concrètes pour de nouveaux développements sont les bienvenues et peuvent être envoyées à murgame@geo7.ch.

5 Équipe de projet et promoteurs

Le jeu MurGame a été développé par :



Remerciements aux promoteurs qui ont rendu possible ce projet :



6 Informations de fond

Dans MurGame, seules les informations directement nécessaires sont données. Les joueurs intéressés trouveront donc ci-dessous des informations de fond sur les principaux points du jeu. Des ressources supplémentaires sont listées au chapitre 0.

6.1 Cadre

Le jeu MurGame se joue dans un cadre fictif. Partant depuis un bassin versant escarpé, un torrent s'écoule en direction d'une rivière en contrebas dans la vallée. Sur le cône de déjection du torrent se trouve un village avec une route d'accès plus importante le long de la rivière dans la vallée. Le modèle d'élévation utilisé en arrière-plan provient d'une vraie région avec un bassin versant. Ce modèle a ensuite été intégré au jeu.

6.2 Simulation de lave torrentielle

Le MurGame utilise le modèle de simulation RAMMS::DEBRIS FLOW pour représenter la lave torrentielle et calculer les dommages. Il s'agit d'un modèle numérique développé à l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF) de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL).

RAMMS::DEBRIS FLOW est basé sur le modèle de Voellmy et utilise deux paramètres de friction. Pour calculer les profondeurs et les vitesses d'écoulement des laves torrentielles, les équations du second degré des écoulements en eau peu profonde sont résolues sur la base d'un modèle d'élévation en 3D.

Dans MurGame, deux scénarios réalistes de lave torrentielle sont utilisés pour la grande et la petite lave torrentielle dans le bassin versant du torrent décrit ci-dessus. Les objets de grande taille (église, école, ferme), les mesures constructives robustes (barrages, murs en béton, structures de rétention) ainsi que les ponts influencent les voies d'écoulement d'une lave torrentielle. Ces éléments sont pris en compte dans les simulations et conduisent à un effet de protection derrière les barrages, par exemple. Les autres petits objets (maisons, magasin, étable, garage) ainsi que les mesures inefficaces telles que les sacs de sable n'ont pas d'influence significative sur une lave torrentielle. Par conséquent, ils ne sont pas pris en compte dans les simulations.

Toutes les différentes combinaisons d'objets qui influencent les laves torrentielles ont été présimulées et sont préenregistrées dans le jeu. En fonction de la conception du village, la simulation correcte correspondante est chargée en mémoire, visualisée et utilisée pour le calcul des dommages. Au total, environ 1200 simulations ont été réalisées pour MurGame.

6.3 Calcul des dommages

6.3.1 Bases

En règle générale, un dommage se produit lorsqu'un processus de danger entre en contact avec un ouvrage. L'étendue des dommages dépend du type et de la valeur de l'ouvrage ainsi que du processus de danger naturel et de son intensité. Dans MurGame, les principes de la gestion intégrée des risques sont illustrés. Le calcul des dommages s'effectue selon les méthodes couramment utilisées dans la pratique [1], [2], [4].

Dans un premier temps, l'intensité de la lave torrentielle est déterminée par objet construit et par section de route en fonction de la hauteur d'écoulement au niveau de l'ouvrage ou de la route à partir de la simulation RAMMS::DEBRIS FLOW correspondante. Les paramètres pour le calcul des dommages peuvent être dérivés à partir de la profondeur d'écoulement.

Le calcul des dommages dans MurGame prend en compte les dommages corporels et matériels (ouvrages et routes) selon EconoMe [1] ainsi que les dommages aux voies de communication dus à l'interruption des voies de circulation selon l'approche du canton de Zurich [1].

6.3.2 Paramètres

Pour le calcul des dommages corporels et matériels, les valeurs des différents objets selon EconoMe 5.0 [1] ont été utilisées pour les paramètres de sensibilité et de létalité. Quant aux bâtiments, MurGame utilise les valeurs de référence des partenaires du projet dans le secteur des assurances (Association des établissements cantonaux d'assurance AECA, la Mobilière). Les biens mobiliers ont été comptabilisés dans les biens matériels avec un supplément de 20 %. Les coûts des mesures ont été dérivés de valeurs empiriques dans des projets de construction. D'autres paramètres concernant les bâtiments (taux d'occupation et facteurs de présence) et le trafic routier (vitesses, valeurs du trafic journalier moyen et nombre de trajets moyens) ont été adaptés aux conditions du village dans MurGame. Une distinction est faite entre les routes communales et cantonales, et des paramètres et des classes ont été dérivés pour l'interruption de l'approvisionnement selon [4].

La quantification des dommages corporels a été effectuée avec des coûts marginaux de 6,6 millions de francs suisses selon EconoMe 5.0 [1]. Dans le calcul des dommages, une probabilité spatiale d'occurrence de 100 % est calculée, car les simulations de laves torrentielles représentent des processus discrets.

6.3.3 Dommages

Les dommages corporels et matériels (étendue probable des dommages) sont déterminés selon la méthodologie d'EconoMe 4.0 [3] et selon les paramètres décrits au chapitre [3] pour les personnes se trouvant dans les bâtiments touchés ainsi que sur les routes. Si aucun décès n'est indiqué dans le rapport des dommages, mais que des dommages corporels sont néanmoins signalés, il s'agit alors de blessés.

Le calcul des dommages aux voies d'approvisionnement est effectué selon la méthodologie de l'analyse des risques du canton de Zurich [4] et les paramètres mentionnés au chapitre [4]. Cette approche est basée sur une détermination qualitative du risque d'interruption des voies de circulation (route communale, route cantonale et pont). Dès qu'un tronçon de route est enseveli par une lave torrentielle, un dommage correspondant est généré en raison de l'interruption de l'approvisionnement. Pour une meilleure comparaison avec les autres dommages, les valeurs qualitatives ont été quantifiées en francs (coûts marginaux de 500 000 francs).

6.3.4 Acceptation

L'acceptation par la population dans le rapport des dommages est composée des évaluations individuelles des bâtiments, des ponts, des mesures de protection constructives et organisationnelles. Dans le cas des bâtiments, outre les coûts de construction, c'est surtout la popularité (subjective) qui contribue à l'acceptation. Pour les mesures, l'effet de protection et l'aspect visuel (évalué subjectivement) sont les critères décisifs, en plus des coûts.

6.3.5 Simplifications

Afin de rendre le sujet de la gestion intégrée des risques plus simple à appréhender et à comprendre, un certain nombre de simplifications ont été faites et certains aspects de l'évaluation des risques ont été exclus.

Le terme « risque » est généralement compris comme la possibilité qu'un dommage survienne à la suite d'un certain événement. Dans le contexte des dangers naturels, le risque est composé de la fréquence ou de la périodicité de plusieurs événements ainsi que de l'étendue possible des dommages (personnes et biens). En Suisse, les risques collectifs et individuels sont pris en compte dans l'évaluation des risques [2].

Le concept de risque se compose de trois éléments : l'analyse, l'évaluation et la gestion du risque. Les cartes nationales de danger et d'intensité constituent une base importante à cet égard dans les zones habitées. Le risque calculé est évalué dans le cadre de l'évaluation des risques et, si

nécessaire, des mesures sont prises. Toutefois, même après la mise en place de mesures de protection, il existe toujours un risque résiduel, car il est impossible d'atteindre une sécurité absolue contre les dangers naturels dans une zone à risque.

Différents systèmes peuvent être utilisés pour mettre en œuvre des mesures de protection. Il faut toutefois tenir compte des exigences légales (écologie, économicité des mesures, etc.) et il ne faut notamment pas accroître le danger ou le déplacer sur des parcelles voisines. En outre, les possibilités de mesures de protection sont souvent limitées en raison des conditions spatiales, sociales et économiques. Ces aspects ne peuvent pas tous être inclus dans cette version du Mur-Game. Toutefois, en fonction du type d'application et de l'accompagnement, ces points peuvent être abordés.

Le calcul concret du risque que représentent les dangers naturels pour les zones habitées et pour les infrastructures est effectué en Suisse à l'aide de la méthodologie EconoMe [1] et constitue la base d'une gestion intégrée des risques et donc de la lutte contre les dangers naturels.

7 Idées de jeu

En fonction du public cible, l'accent peut être mis sur différents aspects, notamment dans le cadre d'activités de formation. Dans ce qui suit, nous présentons des idées possibles. Vous trouverez de plus amples informations dans les documents complémentaires sur la page d'accueil du site www.murgame.ch, dans la section « Documents ».

Introduction en douceur se concentrant sur un seul aspect :

Quelles mesures peuvent être prises pour protéger le village

- tout en parvenant à un bon résultat en matière d'économicité ?
- en évitant un maximum de dommages ?
- en atteignant le meilleur taux d'acceptation par la population ?

Augmenter la difficulté en combinant plusieurs aspects :

Quelles mesures peuvent être prises pour protéger le village

- afin d'atteindre un équilibre optimal entre dommages, acceptation et économicité ?

Focus sur une thématique en particulier :

- **Focus sur l'économicité :** Comment peut-on protéger un village de manière optimale si l'on dispose d'un budget total de 15 millions de francs, par exemple ?
- **Focus sur un type de mesures :** Est-il possible de protéger le village en ne prenant que des mesures organisationnelles et d'aménagement du territoire ?
- **Focus sur les points faibles :** Quel est l'impact du pont sur la situation de danger (petite/grande lave torrentielle) et comment ce problème peut-il être résolu par des mesures constructives ou d'aménagement du territoire en respectant au mieux les aspects d'économicité et d'acceptation ?

8 Informations complémentaires

Dangers naturels et risque

- [1] Office fédéral de l'environnement (OFEV) : EconoMe 5.0 documentation. https://econome.ch/eco_work/eco_wiki_main.php (état avril 2020)
- [2] Bründl Michael (Ed.) 2009 : Guide du concept de risque Plate-forme nationale « Dangers naturels » (PLANAT), Berne. 420 p.
- [3] Bründl, M., Ettl, L., Burkard, A., Oggier, N., Dolf, F. und Gutwein, P. (2015) : EconoMe – Efficacité et caractère économique des mesures de protection contre les dangers naturels Recueil de formules 56 p.
- [4] Egli Engineering 2014 : RAKAZ – Analyse du risque Canton Zurich Rapport technique Mandant : Office cantonal des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air (AWEL), canton de Zurich et ECA Zurich Date 28.05.2014 <https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/wasser/hochwasserschutz/risiko-karte.html> (état avril 2020)
- [5] PLANAT Plate-forme nationale « Dangers naturels » (2021) Terminologie relative aux dangers naturels https://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/Risikodialog_Dokumente/FR/090_RDN_termes_techn_alphab_120312_f.pdf
- [6] Association des établissements cantonaux d'assurance (AECA), Association suisse des propriétaires fonciers (APF), Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), Union des Banques Cantonales Suisses (UBCS) Plateforme « Protection-dangers-naturels » <https://www.protection-dangers-naturels.ch/> (état avril 2020)

RAMMS

- [7] SLF/WSL 2011 : «RAMMS::DEBRIS FLOW» https://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=78 (état avril 2020)