

Site minier de Rubaya : Analyse des effondrements de versants

Nord-Kivu, République Démocratique du Congo | 12 mars 2026

ÉLÉMENTS CLÉS



Entre mai 2025 et mars 2026, **plusieurs effondrements de versants ont causé des centaines de victimes** sur le site minier de Rubaya (Nord-Kivu, République Démocratique du Congo). Ces événements ont attiré l'attention des médias internationaux, mais **l'ampleur réelle de ces effondrements** et les **conditions environnementales** qui en sont à **l'origine restent mal documentées**.

L'activité minière à Rubaya est une activité artisanale avec une multitude de sites et des techniques d'extraction de base qui nécessitent une main d'œuvre importante. Pourtant, une large part de l'approvisionnement mondiale en coltan – un minéral indispensable à la fabrication des appareils électroniques et des batteries – provient de ce seul site, situé dans le territoire de Masisi. **Rubaya** est ainsi simultanément l'un des **sites miniers les plus stratégiques au monde** mais **probablement aussi l'un des plus meurtriers**.

Les effondrements et l'activité minière sont directement liés : l'analyse de l'évolution de l'extension de la zone minière et de l'occurrence des effondrements de versants sur le site minier de Rubaya au cours des dernières décennies (Fig. 1 et 2) démontre que **les effondrements de versants sont liés à la présence de grands glissements de terrain**. Ces glissements de terrain **sont une conséquence directe de l'activité minière**. Ce rapport vise à **décrire les processus observés**, et à **identifier les versants affectés** par ces **glissements de terrain** et les **sites les plus à risque de nouveaux effondrements**.

1. Qu'est-ce qu'un glissement de terrain, et par quels mécanismes l'activité minière peut-elle en être responsable ?

1.1. Qu'est-ce qu'un glissement de terrain ?

Un glissement de terrain survient lorsqu'une masse de sol et/ou de roche sur un versant devient instable. Leur superficie peut varier de quelques dizaines de mètres carrés à plusieurs kilomètres carrés. Certains glissements de terrain sont soudains et catastrophiques – le versant s'effondre rapidement, parfois même en quelques secondes, ensevelissant tout sur son passage. D'autres se déplacent lentement, parfois seulement de quelques centimètres par mois, progressant graduellement vers le pied de la pente.

Les glissements de terrain à déplacement lent peuvent affecter des versants pendant des mois ou des années. Ils peuvent cependant, dans certains cas, **accélérer brusquement en l'espace de quelques heures, jours ou mois et donner lieu à un effondrement soudain**. C'est probablement ce type de comportement impliquant une brusque accélération des déplacements du sol qui est responsable des catastrophes récentes à Rubaya. Bien que le moment exact où un glissement de terrain lent se met à accélérer reste imprévisible, **le passage à une phase d'accélération est reconnu comme le signal précurseur le plus fiable d'un effondrement imminent**.

1.2. Quels sont les principaux facteurs naturels qui favorisent la présence des glissements de terrain ?

- **La pente du versant** – plus la pente est forte, plus la force vers le bas s'exerçant sur les matériaux (sol et roche) est grande, et plus le potentiel de glissement de terrain est élevé.
- **Le type de sol et de roche** – certains matériaux, notamment les sols constitués de matériaux peu consolidés et meubles, ou les roches altérées, perdent une grande partie de leur résistance lorsqu'ils sont mouillés, les rendant plus favorables aux effondrements.
- **Les précipitations** – l'eau s'infiltrant dans le sol et la roche alourdit les matériaux et affaiblit les liens qui les maintiennent en place. Les effondrements de versants associés aux glissements de terrain sont donc généralement plus fréquents à la suite de pluies importantes, particulièrement durant la saison des pluies.
- **La présence de fractures** – les fractures qui affectent les sols et les roches constituent des zones de faiblesse où les effondrements de versant associés aux glissements de terrain ont plus de probabilités de se produire.

1.3. Comment l'activité minière déstabilise-t-elle les versants ?

L'activité minière peut directement et sévèrement perturber les conditions naturelles des versants. Elle peut augmenter considérablement le risque de glissements de terrain en réduisant les forces qui maintiennent la stabilité d'un versant. Cela se produit par plusieurs mécanismes :

- **Suppression du soutien à la base ou au milieu du versant** – creuser dans un versant revient à le déstabiliser. L'exploitation souterraine a le même effet de l'intérieur : elle crée des vides qui affaiblissent la structure interne du versant et qui peuvent provoquer l'effondrement de la surface.
- **Surcharge du versant** – d'une part, les déchets de l'extraction minière entassés sur un versant ajoutent du poids sur un terrain déjà fragile ; d'autre part, l'eau utilisée pour le lavage et le tri gravitaire du minerai augmente la pression liée à l'humidité des sols et des roches et, par conséquent, réduit la résistance au déplacement des matériaux du versant.
- **Suppression de la végétation** – les arbres et les systèmes racinaires renforcent les sols et absorbent une partie de l'eau de pluie ; leur défrichage contribue à fragiliser les versants. Cela est particulièrement vrai pour les glissements de terrain de taille

relativement réduite et de profondeur limitée ; la surface de rupture du glissement de terrain se situe alors à une profondeur de maximum 3 à 5 mètres sous la surface du sol.

- **Désorganisation des sols et des roches** – les glissements de terrain fragmentent et désagrègent les matériaux ; les mineurs les exploitent ensuite plus facilement. Autrement dit, l'exploitation minière entraîne davantage de glissements de terrain et les glissements de terrain attirent davantage l'exploitation minière sur un terrain toujours plus instable. Dans le cas où des explosifs sont utilisés pour faciliter l'extraction, les vibrations liées aux explosions peuvent provoquer elles aussi la désorganisation des matériaux.
- **Empiètement progressif sur des pentes plus raides** – à mesure que les terrains facilement accessibles s'épuisent, l'exploitation minière se déplace vers des terrains de plus en plus pentus et présentant un potentiel d'effondrement plus élevé. C'est ce que nous pouvons observer à Rubaya où, aujourd'hui, la moitié des nouvelles surfaces exploitées se trouvent sur des pentes supérieures à 20°.

2. Que montre l'analyse d'images satellitaires ?

2.1. Cartographie de l'extension des zones minières et des glissements de terrain

Nous avons cartographié l'extension des zones minières et l'étendue des glissements de terrain au cours des dernières décennies [2009-2025] à partir d'images satellitaires à très haute résolution spatiale disponibles sur Google Earth (voir les Figures 1, 2). Sur la dernière image disponible (Pléiades Néo, 14/03/2025), nous avons cartographié :

- 1,89 km² d'extension minière en 2025, en faisant la distinction entre les zones minières situées sur les versants (1,6 km²) et les zones minières dans les rivières (0,3 km²).
- 127 glissements de terrain, couvrant une superficie totale de 1,86 km² en 2025 ; ces glissements de terrain sont des mouvements profonds, c'est-à-dire des mouvements dont la surface de rupture est localisée à plusieurs mètres sous la surface du sol.

Ces deux inventaires nous permettent d'analyser la manière dont l'exploitation minière et les glissements de terrain ont évolué dans l'espace et dans le temps, et étudier les liens éventuels entre ces deux processus.

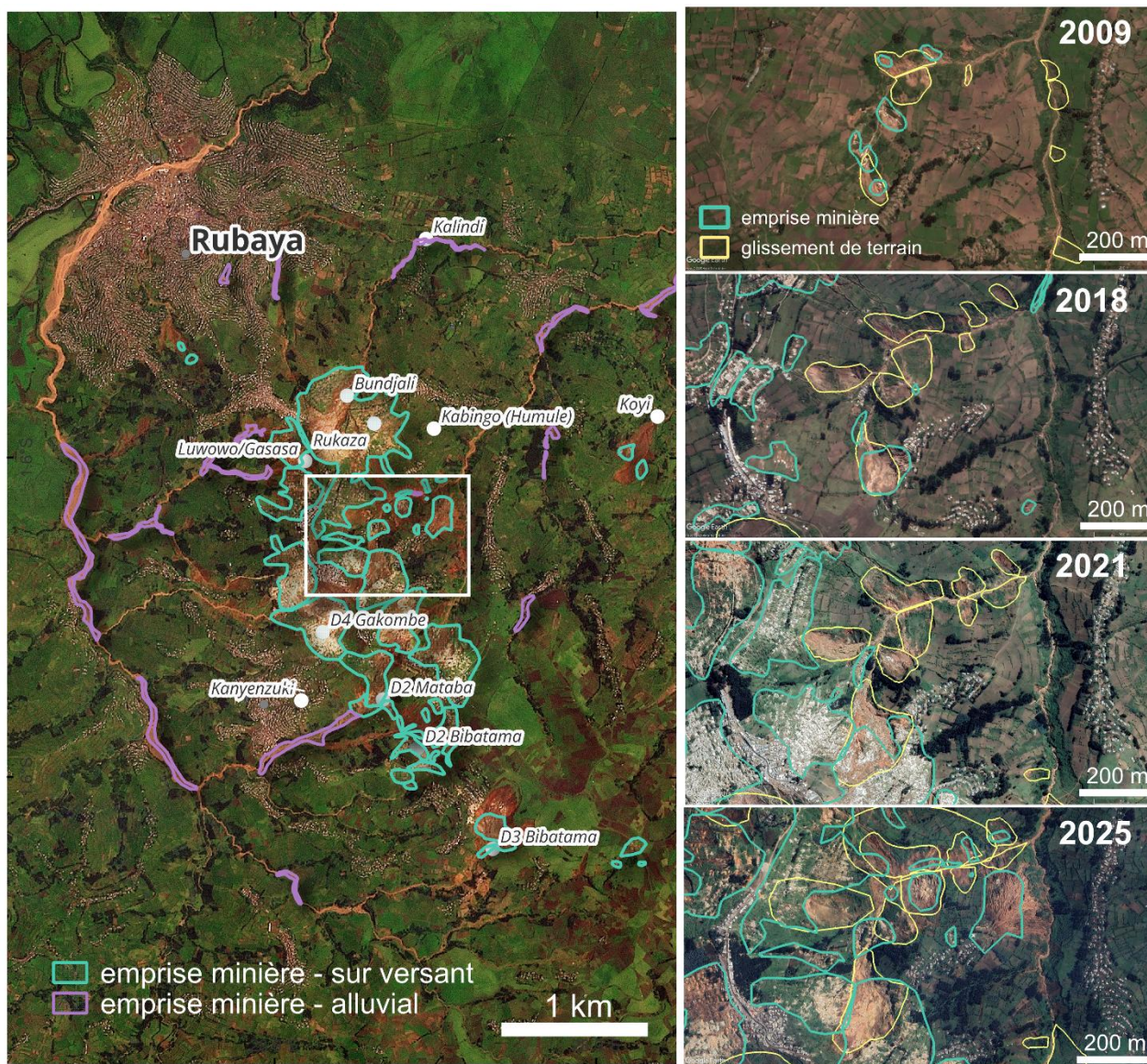


Figure 1. a. Extension des zones minières cartographiées. Une distinction a été faite entre exploitation sur versants (en turquoise) et exploitation alluviale (c.-à-d., le long des rivières ; en mauve), leur influence sur de grands glissements de terrain étant différente. L’image satellitaire utilisée pour la visualisation est une image Planet (© PlanetLabs) de février 2026. **b, c, d,** et **e** montrent l’évolution progressive de l’extension des zones minières et de l’étendue des glissements de terrain (en jaune) de 2009 à 2025, telle que cartographiée sur les images satellitaires disponibles sur Google Earth.

Ces résultats montrent que :

- **L’extension des zones d’exploitation minière augmente d’année en année, et de plus en plus rapidement** (0,06 km²/an entre 2009 et 2013, contre 0,14 km²/an entre 2021 et 2025). Par ailleurs, cet accroissement de l’extension des zones d’exploitation minière se fait **vers des pentes de plus en plus raides au fil des ans**, là où la probabilité de nouveaux glissements est aussi plus élevée.
- En 2025, **74% des glissements de terrain identifiés sur le site minier de Rubaya sont influencés par l’activité minière** (contre seulement 40 % en 2009).
- **Plus de 25% des zones d’exploitation minière se trouvent actuellement sur des terrains en mouvement** – des glissements de terrain actifs ; sur les pentes supérieures à 10°, cette proportion monte à **42%**.

- **Les glissements de terrain induits par l'exploitation minière sont plus grands et deux fois plus susceptibles d'être actifs** que ceux survenant dans des zones sans exploitation minière.

Cette analyse démontre que **l'exploitation minière influence largement (1) le déclenchement et (2) le niveau d'activité des glissements de terrain profonds sur le site minier de Rubaya**. Cette conclusion est d'une importance cruciale pour la **réduction des risques de catastrophes dans la région**.

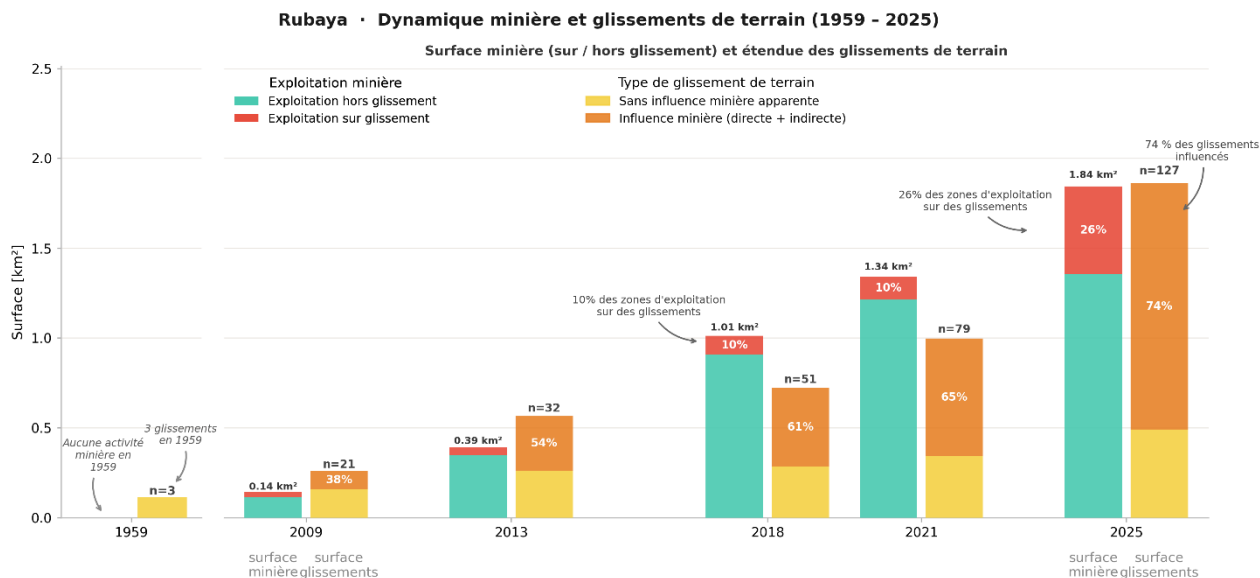


Figure 2. Evolution de l'extension des zones dédiées à l'exploitation minière et de la superficie des glissements de terrain à Rubaya entre 1959 et 2025. A chaque année correspondent deux barres. Celle de gauche indique la superficie totale des zones minières (exprimée en km²), en faisant la distinction entre les zones situées en dehors des glissements de terrain (vert) et les zones situées sur les glissements de terrain (rouge). La barre de droite indique la superficie totale des glissements de terrain (exprimée en km²) en distinguant les glissements de terrain influencés par l'exploitation minière (orange) et les autres (jaune). L'axe des abscisses (axe horizontal) sépare la référence de 1959 (cartographie sur photographie aérienne) de la période de suivi 2009–2025, avec un espacement proportionnel aux intervalles de temps réels pour cette dernière. Le nombre total de glissements de terrain par date est indiqué par n = X. La croissance concomitante de l'extension des zones minière et de la superficie des glissements de terrain met en évidence l'influence de l'exploitation minière sur déstabilisation des versants.

⚠ L'analyse d'images satellitaires et des modélisations montrent que les zones d'exploitation minière de Rubaya ont une **probabilité 80 fois plus élevée de se trouver sur un glissement de terrain actif que les zones non exploitées**. La présence de **glissements de terrain** est ainsi à l'origine des effondrements de versants. En parallèle, nos résultats montrent que **l'exploitation minière est la cause principale de ces glissements de terrain**.

2.2. Mesure des déplacements : quels glissements de terrain accélèrent ?

Au-delà de la cartographie des glissements de terrain et de leur évolution, nous avons **mesuré leurs déplacements au cours des 10 dernières années**. Pour cela, nous avons utilisé une méthode qui compare des images satellitaires prises à différentes dates pour détecter les déplacements centimétriques de la surface du sol (méthode de corrélation d'images, voir Section 3 pour les détails méthodologiques). Sur les 127 glissements de terrain profonds identifiés, au moins **30 se sont déplacés à des vitesses de plusieurs mètres par an au cours des 10 dernières années**, et parmi eux, **15 grands glissements de terrain (> 15.000 m²) montrent une accélération au cours de l'année 2025**. Bien que la prédiction du moment de la rupture (c'est-à-dire déplacement soudain et rapide) soit extrêmement complexe, **les résultats suggèrent un risque d'effondrement plus élevé dans les prochaines semaines ou prochains mois pour ces derniers**. Par exemple, parmi ces 15 glissements de terrain présentant une accélération, **quatre ont connu des ruptures partielles ou totales depuis mai 2025** – et sont probablement responsables des catastrophes de mai 2025, novembre 2025, janvier 2026 et mars 2026.

⚠ L'accélération des déplacements enregistrés dans les glissements de terrain est un **signal d'alerte** qui précède souvent un effondrement de versant catastrophique. Ce comportement – mouvement lent suivi d'une accélération – a été observé sur le site minier de Rubaya où plusieurs effondrements se sont produits en janvier et mars 2026, causant des centaines de victimes. Aujourd'hui, **plus de 15 grands glissements de terrain présentent ces mêmes signes alarmants**.

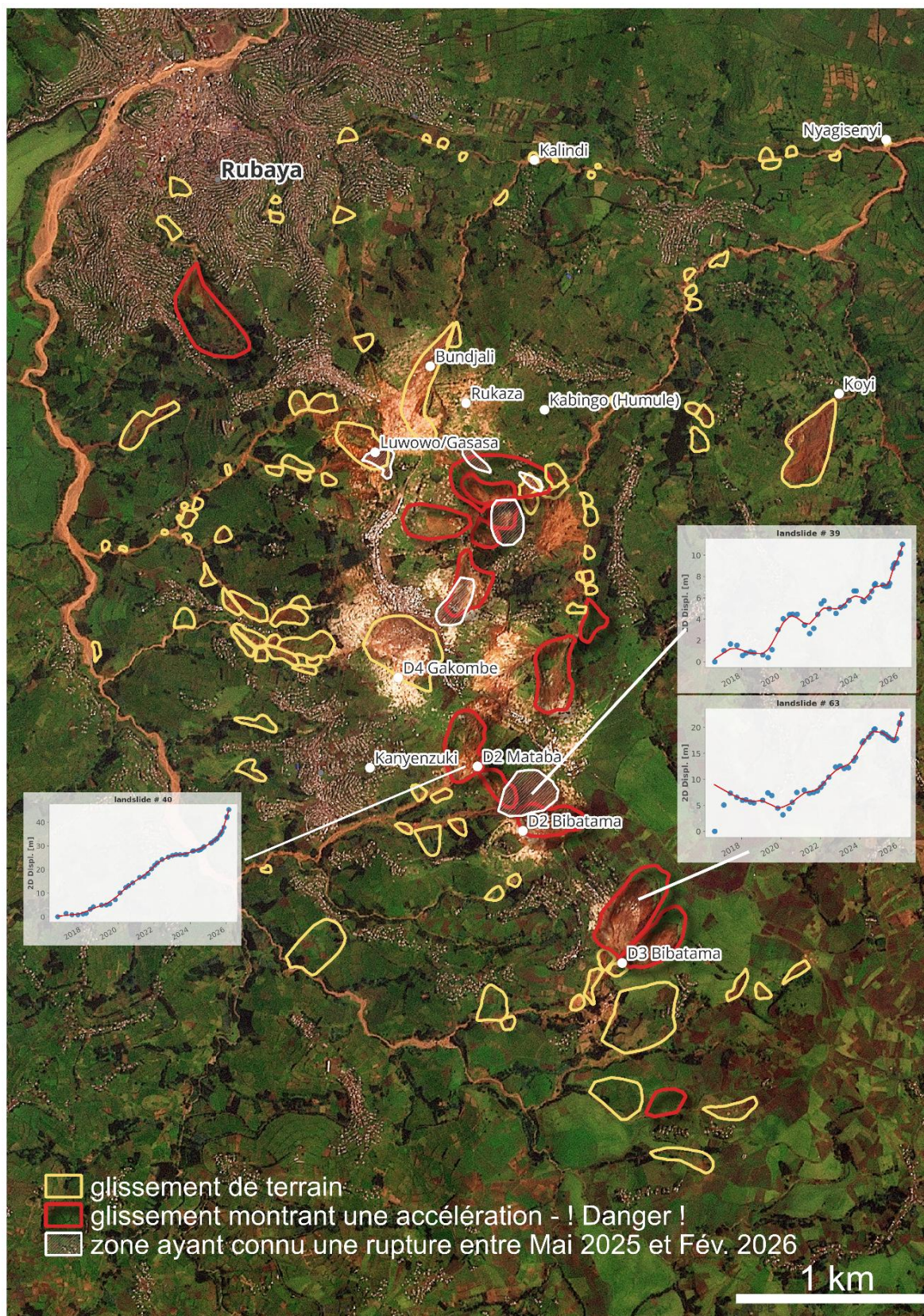


Figure 3. Carte du site minier de Rubaya montrant la **localisation des glissements de terrain profonds identifiés (polygones jaunes) en mars 2025** et ceux **présentant actuellement une accélération** (polygones rouges, au nombre de 15). Les polygones hachurés blancs indiquent les sites ayant connu une rupture entre mai 2025 et fin février 2026. Les noms des sites miniers proviennent des données IPIS (<https://ipisresearch.be/>). Les encarts présentent des séries temporelles de déplacements pour certains glissements de terrain présentant des schémas d'accélération. Image d'arrière-plan © Planet Labs, Février 2026.

3. Contexte dans lequel ce rapport a été rédigé

L'équipe GeoRiskA du Musée royal de l'Afrique centrale à l'origine de ce rapport travaille depuis une dizaine d'années sur la compréhension des glissements de terrain dans la branche occidentale du Rift Est-Africain, avec une attention particulière pour la cartographie, le rôle des facteurs de contrôle et de déclenchement, l'analyse de la dynamique des déformations du sol, ainsi que pour l'évaluation de l'exposition, de la vulnérabilité et du risque pour la population. Lorsque les conditions le permettent, des observations de terrain sont réalisées dans le cadre de partenariats avec des institutions locales. De nombreuses publications, souvent en accès libre, permettent d'éclairer les facteurs d'occurrence de différents types de glissements de terrain, y compris ceux liés à l'activité minière.

Concernant le site minier de Rubaya, les effondrements de janvier 2026 – signalés comme un accident minier – a conduit à une investigation plus approfondie du site, et à la mise en évidence de la **relation étroite entre l'activité minière et l'occurrence de glissements de terrain documentée dans ce rapport**. Ce travail a été réalisé **dans un délai très court** afin de permettre une diffusion rapide des résultats face à l'urgence de la situation. **Les analyses** constituent une première évaluation et **seront affinées ultérieurement**.

Nous reconnaissons le **contexte très difficile dans lequel ces observations sont partagées**. Ce rapport est un document scientifique qui n'a d'autre intention que celles d'expliquer les mécanismes en cause des catastrophes récentes et d'informer au mieux afin que d'autres événements tragiques ne se produisent. Il ne constitue en rien une prise de position des chercheurs impliqués dans ce travail ni de leur institution.

Note méthodologique – complément d'informations techniques : Toutes les analyses reposent sur la délimitation manuelle et systématique des zones d'activité minière et des glissements de terrain à partir d'images satellitaires optiques à très haute résolution spatiale disponibles sur Google Earth – une méthode éprouvée, transparente et simple permettant une interprétation robuste des évolutions dans le temps. Les mesures de déplacement des glissements de terrain ont été obtenues par corrélation d'images appliquée à des données satellitaires optiques à haute résolution (50 images PlanetScope d'août 2018 au 21 février 2026), permettant la détection de mouvements du sol à l'échelle centimétrique (voir Dille et al, 2021). La cartographie de 1959 a été réalisée en interprétant des photographies aériennes historiques dont des copies sont conservées au Musée royal de l'Afrique centrale (voir Depicker et al., 2021). Pour information, les références scientifiques sur lesquelles se base notre méthodologie incluent :

- Depicker, A., Jacobs, L., Mboga, N., Smets, B., Van Rompaey, A., Lennert, M., Wolff, E., Kervyn, F., Michellier, C., Dewitte, O., Govers, G., 2021. Historical dynamics of landslide risk from population and forest-cover changes in the Kivu Rift. *Nature Sustainability* 4, 965-974. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00757-9>
- Dille, A., Kervyn, F., Handwerker, A., d'Oreye, N., Derauw, D., Mugaruka Bibentyo, T., Samsonov, S., Malet, J-P, Kervyn, M., Dewitte, O., 2021. When image correlation is needed: Unravelling the complex dynamics of a slow-moving landslide in the tropics with dense radar and optical time series. *Remote Sensing of Environment* 258, 112402. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112402>

4. Conclusions

Bien que ces résultats soient préliminaires, l'ampleur des phénomènes observés laisse penser que des résultats consolidés ne changeront pas les conclusions principales, qui sont les suivantes :

- L'activité minière est **la cause première de glissements de terrain sur le site minier de Rubaya**. Les effondrements de versants observés actuellement sont liés à la présence de ces glissements de terrain.
 - Plus de 25 % de l'exploitation minière **se déroule sur des glissements de terrain**, et **cette proportion augmente à mesure que l'exploitation s'étend sur des pentes de plus en plus fortes**.
 - Plus de **15 grands glissements de terrain** montrent actuellement **une phase d'accélération**. Un signal similaire a été observé avant les récents effondrements meurtriers de janvier et mars 2026. Ces zones (voir Figure 3) sont donc à forte probabilité d'effondrement. **Sur base de nos observations, bien qu'il ne soit pas possible de déterminer quand cela se produira, de nouveaux effondrements sont donc à craindre dans les semaines ou mois à venir**.
 - **L'accroissement de l'activité minière augmente significativement le risque de nouveaux effondrements**.
-