



Influence du vent sur les glissements sous-marins dans le lac de Bienna

29 octobre 2020 | Bärbel Zierl

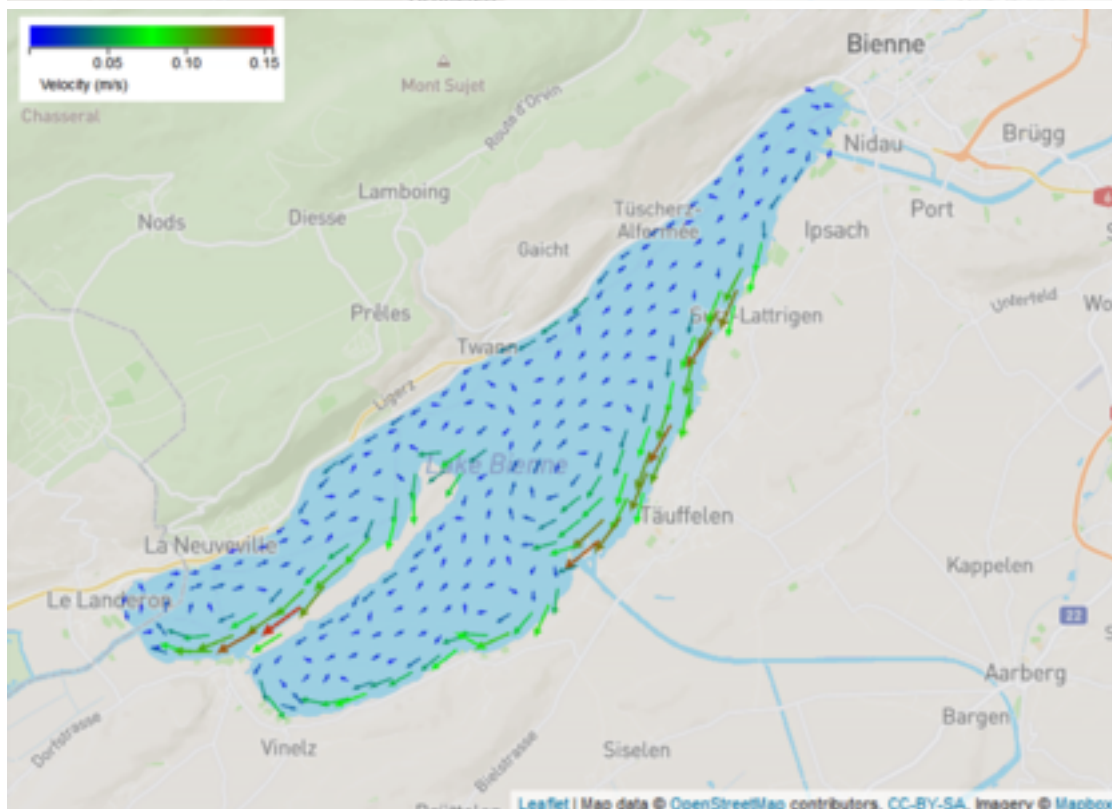
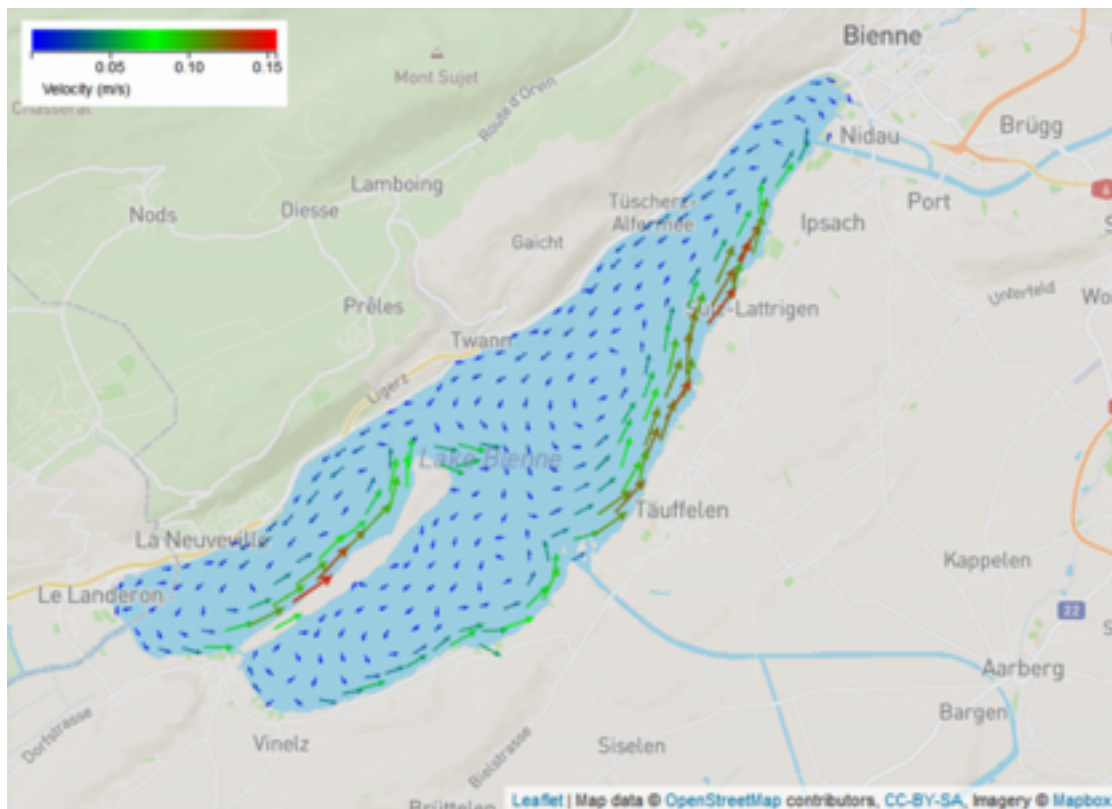
Catégories: Eau potable | Eau et développement

Lorsque le vent souffle du sud-ouest sur le lac de Bienna et provoque de fortes pluies, de grandes quantités de sédiments sont emportées de l'Aar vers le lac. Étant donné que le vent du sud-ouest influence la circulation du lac, la direction du vent a une influence décisive sur les lieux de dépôts sédimentaires dans le lac – à savoir, le long de la rive est en direction de Bienna – une indication importante pour identifier les zones à risque pour les glissements de terrain.

Les glissements sous-marins se produisent surtout à l'endroit où se déposent de grandes quantités de sédiments en peu de temps sur des versants escarpés. Il s'agit en règle générale d'une zone «en éventail» dans le delta fluvial d'un lac. Ce n'est pas le cas du lac de Bienna. Les chercheurs de l'institut de recherche sur l'eau Eawag, des EPF Lausanne et Zurich ainsi que des universités de Genève et de Berne y ont découvert un phénomène extraordinaire: les sédiments s'accumulent principalement sur les versants de la rive est, au nord de l'embouchure de l'Aar. Le vent en est le responsable.

Le vent du sud-ouest pousse les eaux de l'Aar riches en sédiments en direction de la ville de Bienna.

L'Aar est l'affluent principal du lac de Bienna et la première source de sédiments. En revanche, les deux petits affluents Zihl et Schüss transportent peu de sédiments. En fonction de la direction du vent, des quantités de sédiments variables sont transportées dans le lac par l'Aar et se déposent aussi dans différents secteurs du fond du lac.



Lors d'un vent de sud-ouest, le lac de Bienna circule dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (à gauche). Les sédiments qui sont emportés par l'Aar dans le lac sont ensuite déposés sur les pentes de la rive de Pâques. Si, par contre, un vent de nord-est souffle, le lac de Bienna tourne dans le sens des aiguilles d'une montre (à droite). La circulation du lac transporte ensuite les sédiments vers le milieu du

lac.

(Graphiques : meteolakes.ch)

Pour des raisons de topographie, deux directions du vent prédominent au lac de Bienne: sud-ouest et nord-est. Si le vent souffle du sud-ouest, la majeure partie des sédiments finit dans le lac. Il pleut alors beaucoup dans le bassin versant de la Saane – un affluent de l'Aar – et avec les masses d'eau, les rivières charrient d'innombrables particules en suspension dans le lac de Bienne. Simultanément, le vent entraîne les masses d'eau à tourner dans le lac dans le sens anti-horaire. Cette circulation dirige l'afflux de sédiments de l'Aar vers la droite dans le lac. Le courant transporte les sédiments de l'embouchure vers la rive nord-ouest en direction de la ville de Bienne, où ils se déposent sur les versants de la rive est. C'est donc ici que les tombants sous-marins présentent le plus gros risque de glissement.

Si en revanche le vent souffle du nord-est, le temps dans les bassins versants de l'Aar et de la Saane reste sec et la quantité de sédiments transportés dans le lac de Bienne est faible. De plus, la circulation dans le lac tourne dans le sens inverse. Le lac tourne dans le sens horaire et transporte l'eau pauvre en sédiments de l'embouchure de l'Aar en direction du milieu du lac. C'est là que le peu de sédiments se dépose régulièrement en forme d'éventail. Le vent du nord-est contribue donc faiblement à l'augmentation du risque de glissements dans le lac de Bienne, contrairement au vent du sud-ouest.

Prévisions plus exactes en combinant mesures et modélisation

Jusqu'à présent, la bathymétrie - topographie du fond du lac - fournit les indications sur les endroits où le risque de glissements de terrain est le plus élevé dans un lac. Le risque est nettement plus élevé sur les versants dont l'inclinaison est comprise entre 20 et 30 degrés. Au-delà de 30 degrés, le risque est faible car les sédiments ne s'accumulent pas.

Pour la première fois, et dans une approche interdisciplinaire, l'équipe de chercheurs a combiné les mesures des sédiments dans le lac aux résultats du modèle à haute résolution, hydrodynamique, Delft3D-Flow (voir [meteolakes](http://meteolakes.ch)). En combinant les enregistrements de données, les chercheurs ont non seulement pu révéler l'influence du vent sur la sédimentation dans le lac de Bienne, mais aussi identifier précisément les zones à risque pour les glissements de terrain. Cela présente plusieurs avantages. D'une part, il est plus aisé de planifier les endroits où seront effectuées les mesures coûteuses, de haute qualité, des sédiments lacustres. D'autre part, une première étape a été franchie pour l'évaluation du risque de glissements sous-marins.

Potentiel de destruction des glissements sous-marins

Les estimations du risque sont des informations fondamentales, notamment pour la planification de projets de construction. En effet, lorsque les tombants sous-marins commencent à glisser, ils détruisent fréquemment les infrastructures - tant sous l'eau que le long de la rive. En 2020 par exemple, un glissement de terrain à Alta, Norvège, a précipité huit maisons dans la mer (voir article du New York Times «[Landslide in Norway Sweeps 8 Buildings Into the Sea](#)»). En 2009, un glissement dans le lac de Bienne a provoqué l'interruption de l'approvisionnement en eau du lac de la ville de Bienne (voir News Eawag «[Le nouvel ancien captage d'eau du lac de Bienne](#)»). En 1992, des travaux de construction ont provoqué un glissement dans le lac de Lugano qui a endommagé l'aéroport de la ville. En


```

debug-ptype,.extbase-debugger-center .extbase-debug-visibility,.extbase-debugger-center
.extbase-debug-scope{color:#fff;font-size:10px;line-height:12px;padding:2px 4px;margin-
right:2px;position:relative;top:-1px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
scope{background-color:#497AA2}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
ptype{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
visibility{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
dirty{background-color:#FFFFB6}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered{background-color:#4F4F4F}.extbase-debugger-center .extbase-debug-seeabove{text-
decoration:none;font-style:italic}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
property{color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
closure{color:#9BA223;}Extbase Variable Dumparray(2 items) publications => '21401' (5
chars) libraryUrl => " (0 chars) Extbase Variable Dumparray(1 item) 0 =>
Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=21401,
pid=124) originalId => protected21401 (integer) authors => protected'Råman Vinnå,&nbsp;L.;
Bouffard,&nbsp;D.; Wüest,&nbsp;A.; Girardclos,&nbsp;
;S.; Dubois,&nbsp;N.' (96 chars) title => protected'Assessing subaquatic mass
movement hazards: an integrated observational and
hydrodynamic modelling approach' (107 chars) journal => protected'Water Resources
Management' (26 chars) year => protected2020 (integer) volume => protected34 (integer)
issue => protected'' (0 chars) startpage => protected'4133' (4 chars) otherpage =>
protected'4146' (4 chars) categories => protected'subaquatic mass movements; coastal
infrastructure; weather-dependent sedimen
tation; river redirection; geological engineering; risk evaluation tool' (147 chars)
description => protected'High-resolution lake and reservoir bathymetric surveys can pinpoint
location
s that may experience underwater landslides (subaquatic sedimentary mass mov
ements). These can pose a risk to underwater and shoreline infrastructure. T
his paper outlines an approach for using spatial variation in sedimentary pa
tterns to identify areas susceptible to subaquatic mass movements in lakes a
nd reservoirs. This study focusses on Lake Biel (Switzerland), which has exp
erience a protracted history of upstream alteration of river flow. Altered
flow patterns increase risk of unstable sedimentary features and subaquatic
mass movements. Data from sediment traps and cores, Acoustic Doppler Current
Profilers and results from a 3D hydrodynamic model gave a consistent pictur
e of spatial and temporal variation in weather-related sedimentation. Erosio
n caused by short-term rain events contributes the largest proportion of sed
iments to the lake. Strong rain events combine with typical wind patterns to
drive lake circulation. The net effect results in preferential sedimentatio
n onto a steeply sloping shelf prone to subaquatic slides. The integrated ap
proach outlined here incorporates short- and long-term sediment dynamics to
provide a systematic assessment of lake sedimentation and potential mass mov
ement hazards. This research represents a first step in developing a risk-ev
aluation tool for aquatic hazard evaluation.' (1412 chars) serialnumber =>
protected'0920-4741' (9 chars) doi => protected'10.1007/s11269-020-02660-y' (26 chars) uid
=> protected21401 (integer) _localizedUid => protected21401 (integer)modified _languageUid
=> protectedNULL _versionedUid => protected21401 (integer)modified pid => protected124
(integer) Råman Vinnå, L.; Bouffard, D.; Wüest, A.; Girardclos, S.; Dubois, N. (2020)
Assessing subaquatic mass movement hazards: an integrated observational and

```

hydrodynamic modelling approach, *Water Resources Management*, 34, 4133-4146, doi: [10.1007/s11269-020-02660-y](https://doi.org/10.1007/s11269-020-02660-y), [Institutional Repository](#)

Les corrections des cours d'eau du Jura augmentent le risque de glissements de terrain dans le lac de Biègne.

En 1868, la «première correction des cours d'eau du Jura» a détourné l'Aar dans le lac de Biègne par le canal de Hagneck afin de prévenir les inondations. Ce détournement a augmenté l'apport d'eau dans le lac de 55 à 240 mètres cubes par seconde, et par conséquent l'apport de sédiments. Un groupe de chercheurs de l'institut de recherche sur l'eau Eawag, des EPF Lausanne et Zurich ainsi que des universités de Berne et Genève s'est servi de ce projet de construction fluviale comme étude de cas pour analyser l'influence à long terme du détournement d'un cours d'eau de grande ampleur sur la sédimentation.

Les chercheurs ont trouvé dans le lac de Biègne de nombreux glissements de grandes superficies sur des versants relativement plats, comme on en trouve dans les régions à forte activité sismique. Dans la région du lac de Biègne, les rares tremblements de terre sont pourtant de faible ampleur. Les observations laissent donc supposer que les versants sous-marins peuvent glisser sans déclencheur sismique. Les chercheurs pensent que la correction des cours d'eau du Jura, et l'accumulation rapide de sédiments sur la rive est du lac de Biègne qui en découle, a favorisé l'instabilité des versants.

Ils pensent également que le canal Nidau-Büren est une cause supplémentaire de cette forte instabilité. Il a été élargi et approfondi lors de la «deuxième correction des cours d'eau du Jura» dans les années 1963 à 1973 afin d'augmenter le débit sortant du lac. 2,7 millions de mètres cubes de matériel d'excavation ont été transportés à l'époque dans un emplacement de stockage sous-marin considéré désormais comme instable selon les analyses actuelles. Les chercheurs supposent que ce matériel d'excavation a lui aussi provoqué des glissements.

Article original

Extbase Variable Dumparray(2 items) publications => '19577' (5 chars) libraryUrl => '' (0 chars) Extbase Variable Dumparray(1 item) 0 => Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=19577, pid=124) originalId => protected'19577' (integer) authors => protected'Dubois, N.; Råman Vinnå, L.; Rabold, M.; Hilbe, M.; Anselmetti, F. S.; Wüest, A.; Meuriot, L.; Jeannet, A.; Girardclos, S.' (175 chars) title => protected'Subaquatic slope instabilities: the aftermath of river correction and artificial dumps in Lake Biel (Switzerland)' (113 chars) journal => protected'Sedimentology' (13 chars) year => protected'2020' (integer) volume => protected'67' (integer) issue => protected'2' (1 char) startpage => protected'971' (3 chars) otherpage => protected'990' (3 chars) categories => protected'high-resolution bathymetry; lake sedimentology; mass-transport deposits; river engineering; slope stability; subaquatic landfill' (128 chars) description => protected'River engineering projects are developing rapidly across the globe, drastically modifying water courses and sediment transfer. Investigation of the impact

ct of engineering works focuses usually on short-term impacts, thus a long-term perspective is still missing on the effects that such projects have. The 'Jura Water Corrections' - the largest river engineering project ever undertaken in Switzerland - radically modified the hydrological system of Lake Biel in the 19th and 20th Century. The deviation of the Aare River into Lake Biel more than 140 years ago, in 1878, thus represents an ideal case s

ymetric and seismic reflection datasets were acquired in Lake Biel to document the consequences of the Jura Water Corrections on the sedimentation history of Lake Biel. Numerous subaquatic mass transport structures were detected on all of the slopes of the lake. Notably, a relatively large mass transport complex (0.86 km²) was observed on the eastern shore, along the path of the Aare River intrusion. The large amount of sediment delivered by the Aare River since its deviation into the lake likely caused sediment overloading resulting in subaquatic mass transport. Alternatively, the dumping since 1963 in a subaquatic landfill of material excavated during the second phase of river engineering, when the channels flowing into and out of Lake Biel were widened and deepened, might have triggered the largest mass transport, dated to 1964 or 1965. Additional potential triggers include two nearby small earthquakes in 1964 and 1965 (M_w 3.9 and 3.2, respectively). The data for this study indicate that relatively large mass transports have become recurrent in Lake Biel following the deviation of the Aare River, thus modifying hazard frequency for the neighbouring communities and infrastructure.' (1988 chars) serialnumber => protected'0037-0746' (9 chars) doi => protected'10.1111/sed.12669' (17 chars) uid => protected19577 (integer) _localizedUid => protected19577 (integer)modified _languageUid => protectedNULL _versionedUid => protected19577 (integer)modified pid => protected124 (integer) Dubois, N.; Råman Vinnå, L.; Rabold, M.; Hilbe, M.; Anselmetti, F. S.; Wüest, A.; Meuriot, L.; Jeannet, A.; Girardclos, S. (2020) Subaquatic slope instabilities: the aftermath of river correction and artificial dumps in Lake Biel (Switzerland), *Sedimentology*, 67(2), 971-990, doi:10.1111/sed.12669, [Institutional Repository](#)

Photo de couverture: iStock

Links

Meteolakes, circulation et température du lac de Bienne

Seewasserentnahme im Bielersee. Gibt es eine ideale Position?

Contact



Nathalie Dubois
Cheffe du Département
Tel. +41 58 765 5243
nathalie.dubois@eawag.ch



Bärbel Zierl
Rédactrice Scientifique
Tel. +41 58 765 6840
baerbel.zierl@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/influence-du-vent-sur-les-glissements-sous-marins-dans-le-lac-de-bienne>