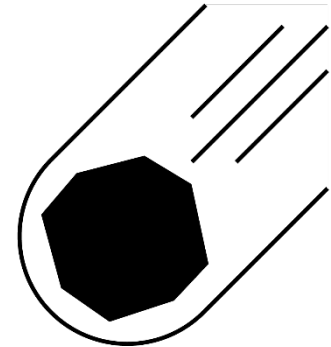




Chute de météorite



Le présent dossier fait partie de l'analyse nationale des risques «Catastrophes et situations d'urgence en Suisse».

Définition

Un météoroïde est un corps solide naturel, le plus souvent composé de roche ou de métaux. Il tourne autour du soleil sur une orbite ellipsoïdale. Sa masse varie de quelques milligrammes à plusieurs milliers de tonnes: il est plus grand qu'une particule de poussière interstellaire mais plus petit qu'un astéroïde (planète naine).

Lorsqu'un météoroïde pénètre dans l'atmosphère terrestre, il se désagrège à cause du frottement. Désormais visible, il devient un météore, une « étoile filante ». La combustion provoque souvent son explosion et la plupart des météores se désagrègent ou s'évaporent dans l'atmosphère avant d'atteindre la Terre.

On parle de météorite lorsqu'un reste de météore survit à la traversée de l'atmosphère et atteint le sol, formant des cratères en fonction de sa taille et de son poids.

On relève environ cinq chutes de météorites par an. Cependant, si l'on considère qu'un grand nombre d'entre elles finissent leur course dans la mer ou tombent sur des zones non habitées, il faut compter avec un taux beaucoup plus élevé. L'observation d'enregistrements photographiques de trajectoires de météorites permet les estimations suivantes : 19 000 météorites de plus de 0,1 kg atteindraient la Terre et 5800 toucheraient le sol.

novembre 2020





Exemples d'événements

Les exemples concrets aident à mieux comprendre la nature d'un type d'événement. Ils illustrent la manière dont il survient, son déroulement et ses conséquences.

15 février 2013
Oural (Russie)
Tcheliabinsk

Un météoroïde d'environ 13 000 tonnes et d'un diamètre estimé à 20 mètres explose dans l'atmosphère. La plus grande des météorites trouvées pèse plus de 570 kg. L'onde de choc créée par l'explosion provoque de nombreux dégâts, surtout des fenêtres brisées. Plus de 7300 bâtiments sont endommagés, et ceci jusqu'à 100 km du lieu supposé de l'explosion. Plus de 1600 personnes sont prises en charge dans des hôpitaux.

12 février 1947
Sibérie (Russie)
Sikhote-Aline

Un météoroïde ferreux d'environ 200 tonnes entre dans l'atmosphère à une vitesse de 50 000 km/h et survole les monts Sikhote-Aline en Sibérie orientale, à 500 km au nord de Vladivostok. Il laisse derrière lui une traînée de fumée d'une longueur estimée à plus de 30 km et finit par éclater. Plusieurs milliers de ses fragments provoquent une pluie de météorites qui s'abat en une ellipse d'une largeur de 4 km et d'une longueur de 12 km. Plus de 120 cratères se forment, dont le plus grand affiche une profondeur de 6 mètres et un diamètre de 28 mètres.

30 juin 1908
Sibérie (Russie)
Événement de la
Toungouska

On suppose qu'il s'agit là de l'explosion d'un météoroïde d'un diamètre de 50 à 100 mètres à une altitude d'environ 10 000 mètres. La plupart des témoins oculaires parlent d'une explosion, d'autres en évoquent plusieurs. Des arbres sont déracinés à une distance de 30 km; dans le village de Vanavara, à 65 km, des fenêtres et des portes sont défoncées. On estime que 60 millions d'arbres sont renversés sur une superficie de 2000 km². La région étant peu peuplée, on ne dispose pas de témoignages fiables concernant des blessés ou des morts.



Facteurs d'influence

Les facteurs suivants peuvent influencer sur la survenance, l'évolution et les conséquences d'un événement.

-
- | | |
|------------------|---|
| Source de danger | <ul style="list-style-type: none">– Type: météoroïde rocheux ou ferreux– Taille– Densité– Angle d'incidence– Vitesse– Objet repéré au préalable, données concernant la trajectoire connues |
|------------------|---|
-

- | | |
|--------|--|
| Moment | <ul style="list-style-type: none">– Saison– Heure |
|--------|--|
-

- | | |
|------------------------|---|
| Localisation / étendue | <ul style="list-style-type: none">– Impact: en mer ou sur le sol– Densité de population et utilisation du sol dans la région concernée |
|------------------------|---|
-

- | | |
|-------------|---|
| Déroulement | <ul style="list-style-type: none">– Comportement dans l'atmosphère: explosion oui/non– Réaction de la population aux consignes de sécurité– Dégâts causés par l'onde de choc et l'impact météoritique |
|-------------|---|



Intensité des scénarios

Selon les facteurs d'influence, différents événements peuvent se dérouler avec des intensités différentes. Les scénarios ci-après représentent un choix parmi de nombreuses possibilités et ne constituent pas une prévision. Ils permettent d'anticiper les conséquences potentielles d'un événement afin de pouvoir s'y préparer.

- 1 – Considérable
- Un météoroïde d'un diamètre de 4,5 mètres et pesant environ 100 tonnes.
 - Le météoroïde explose en l'air et provoque une onde de choc.
 - De nombreuses petites météorites (fragments du météoroïde) atteignent le sol de la Terre en formant une ellipse d'une largeur de 3 km et d'une longueur de 8 km. Leur impact ne crée que quelques très petits.
-
- 2 – Majeure
- Un météoroïde d'un diamètre de 20 mètres et pesant quelque 10 000 tonnes.
 - La chute a lieu très tôt, un matin d'hiver.
 - Le météoroïde explose en l'air et provoque une onde de choc capable de détruire des maisons à une distance de 100 km.
 - Des milliers de météorites tombent sur une zone habitée en formant une ellipse d'une largeur de 6 km et d'une longueur de 75 km.
 - La pluie de météorites provoque de nombreux cratères, de petite ou moyenne taille, dont les plus grands ont une profondeur de 6 mètres pour une largeur de 30 mètres.
-
- 3 – Extrême
- Un météoroïde ferreux d'un diamètre de 50 mètres et pesant environ 70 000 tonnes.
 - Chute dans un pays voisin de la Suisse.
 - Les secousses créées par l'impact provoquent un séisme de faible magnitude dans une grande partie de la Suisse.
 - Sous l'effet de l'impact, de très petites particules sont projetées en grande quantité dans la haute atmosphère.
 - Diminution du rayonnement solaire sur la surface de la Terre et baisse des températures pendant plusieurs mois.



Scénario

Le scénario suivant est fondé sur le degré d'intensité majeur.

Situation initiale / phase préliminaire

Un météoroïde d'un diamètre d'environ 20 mètres et pesant quelque 10 000 tonnes se trouve sur une trajectoire de collision avec la Terre. Il est découvert 14 jours avant l'impact. Les médias évoquent la possibilité d'une collision. Le lendemain de la découverte, l'ESA (European Space Agency) informe la CENAL de la rencontre prévue avec le météoroïde et prévient que la Suisse pourrait être touchée. Environ sept jours avant la collision, l'ESA peut déterminer l'heure de la rencontre à 20 secondes près et localiser le point d'impact dans une zone de 60 x 2 km sur le Plateau suisse. L'observation de la zone sinistrée de Tcheliabinsk permet de conclure, tout en tenant compte du facteur d'incertitude des prévisions, que l'onde de choc risque d'atteindre une région de 150 x 200 km. Les autorités compétentes ordonnent aux habitants de cette région de préparer un endroit sans fenêtres dans lequel ils resteront pendant deux heures et de s'y rendre une heure avant l'événement. Les exploitants d'installations NBC doivent prendre des mesures afin de les sécuriser.

Par la suite, les autorités fédérales et cantonales vont sans cesse être sollicitées par les médias et la population. Dans la zone concernée, les habitants commencent à protéger les bâtiments et à barricader les fenêtres. De nombreuses personnes quittent le territoire tandis que les forces d'intervention se préparent à l'événement.

Phase de l'événement

Très tôt, un matin d'hiver, le météoroïde pénètre comme prévu dans l'atmosphère terrestre avec un angle d'entrée obtus. Il explose en des milliers de fragments, créant une énorme onde de choc qui provoque des dégâts sur une surface de 200 x 75 km. De nombreuses météorites de différentes tailles tombent sur une zone habitée, formant une ellipse d'une largeur de 6 km et d'une longueur de 75 km. Une petite ville se trouve dans la région touchée. La pluie de météorites provoque de nombreux cratères, de petite ou moyenne taille, dont les plus grands ont une profondeur de 6 mètres pour une largeur de 30 mètres.

L'onde de choc et les météorites causent des dégâts considérables, surtout aux fenêtres de bâtiments. Plusieurs dizaines de personnes sont blessées, principalement par des bris de verre.

Vu la nature extraordinaire de l'événement, de nombreuses personnes se trouvent en état de choc.

Peu après la chute des météorites, le réseau de téléphonie mobile du Plateau oriental est saturé, puis s'effondre. Les connexions internet sont considérablement ralenties.

Les forces d'intervention agissent immédiatement après le début de l'événement et évaluent la situation. Les premières mesures sont prises.

Etant donné que la zone concernée est très étendue et que le réseau de téléphonie est saturé, les services de sauvetage ne peuvent pas toujours être contactés et quelques blessés doivent recevoir les premiers soins de la population. Après 12 heures, tous les blessés sont pris en charge et mis en sécurité. Les équipes d'aide psychologique d'urgence s'occupent des personnes en détresse.



Phase de rétablissement Dans un premier temps, les bâtiments endommagés par l'onde de choc sont réparés provisoirement. Il faut isoler portes et fenêtres pour empêcher le froid d'entrer dans les maisons. La remise en état complète des bâtiments et infrastructures dure plusieurs mois.

Plusieurs personnes filment les événements, et surtout leurs conséquences. Les images sont rapidement diffusées à l'échelle mondiale.

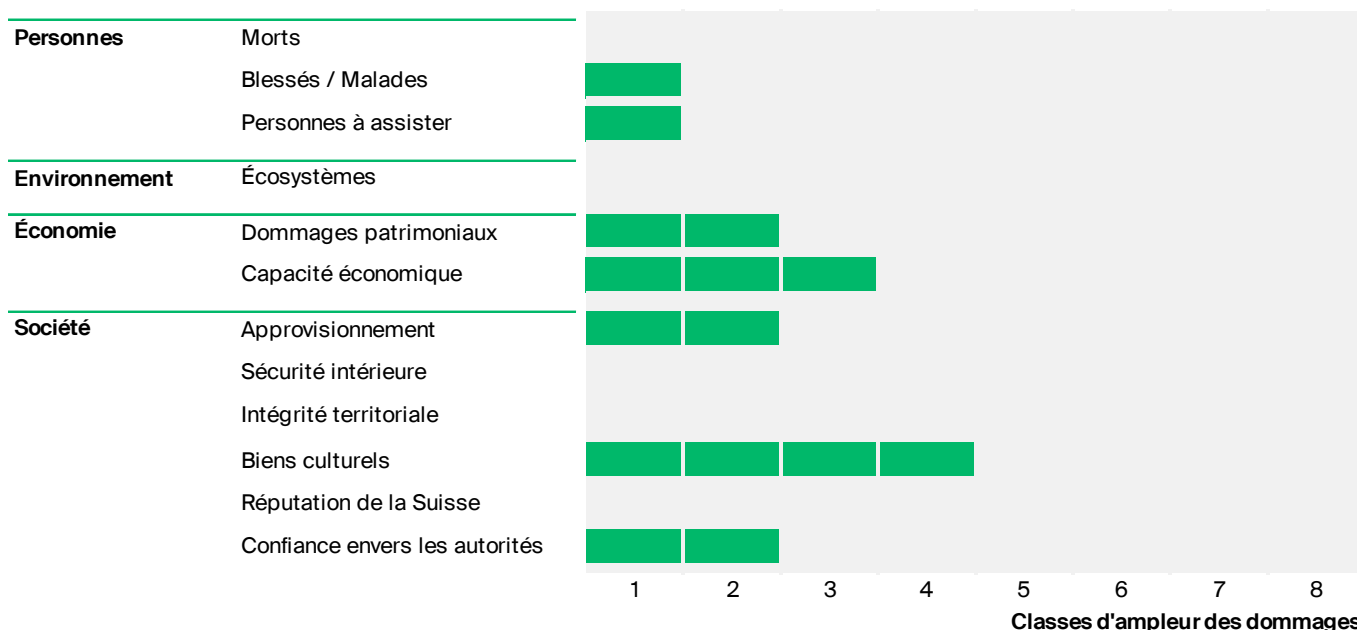
Déroulement dans le temps La phase de l'événement dure environ 12 heures, la phase de rétablissement comprenant la reconstruction de bâtiments et d'infrastructures dure quant à elle plusieurs mois.

Extension dans l'espace Les météorites touchent la Terre sur une surface en forme d'ellipse d'une largeur de 6 km et d'une longueur de 9 km. L'onde de choc cause des dégâts sur une surface de 200 x 75 km. Ils concernent principalement des fenêtres, toitures et façades.



Conséquences

Pour évaluer les conséquences d'un scénario, on l'examine à l'aune de douze indicateurs répartis dans quatre domaines. L'ampleur attendue du scénario décrit est représentée dans le diagramme et commentée dans le texte ci-après. Chaque classe d'ampleur supérieure correspond à une augmentation des dommages de facteur trois.



Personnes Les météorites, des débris, bris de verre et autres objets projetés par le vent blessent des dizaines de personnes qui ont ignoré les mises en garde des autorités et n'ont pas appliqué les consignes. On dénombre quelques blessés graves et certaines personnes qui ont observé l'événement souffrent de lésions des yeux causées par l'éclair lumineux de l'explosion.

Une partie de la population de la région sinistrée doit être hébergée provisoirement par des proches ou dans des logements de fortune.

Grâce à la mise en garde et aux informations préalables, on ne déplore aucune victime. Malgré tout, des dizaines de personnes sont blessées, quelques-unes doivent être prises en charge pendant une courte période.

Environnement Forêts et espaces verts subissent des dégâts causés par l'onde de choc, mais les écosystèmes ne sont pas gravement perturbés. Il n'y a aucun accident impliquant des marchandises dangereuses.

Économie Les entreprises et commerces de la zone concernée prennent des mesures préalables afin d'assurer au mieux le maintien de leurs activités après l'événement. Le jour même, la plupart des commerces et entreprises restent fermés.



Lors de l'explosion du météoroïde, l'onde de choc, les météorites et des objets projetés par le vent endommagent bâtiments et véhicules. Les impacts de météorites occasionnent également des dégâts aux infrastructures, comme les routes, etc. dans la zone de dispersion.

Dans cette zone, certaines entreprises subissent des pertes causées par des dommages, des absences ou des restrictions lors de la réception et livraison de marchandises.

Les coûts de gestion et les dommages matériels s'élèvent à quelque 60 millions de francs. Suite aux interruptions d'exploitation et la fermeture de voies de circulation, on s'attend à une réduction de la capacité économique représentant 270 millions de francs.

Société

Entre l'annonce de l'événement et l'entrée dans l'atmosphère du météoroïde, la population se montre nerveuse. Elle met publiquement en doute la présentation des faits par les autorités et les consignes proposées. Il règne une certaine insécurité et l'on assiste à des réactions de panique. Le dispositif de sécurité est renforcé dans la région concernée.

Le jour de l'événement, les transports publics sont interrompus dans la zone sinistrée supposée. On y supprime également des liaisons ferroviaires interrégionales et le trafic des grandes lignes est dévié. L'espace aérien est interdit et les vols déviés ou annulés.

Pendant l'événement, le réseau mobile, saturé, est provisoirement hors service.

Certaines routes et lignes de chemin de fer restent provisoirement fermées même après l'événement, parce que des arbres ou d'autres objets déplacés par l'onde de choc doivent encore être déblayés. A certains endroits, les infrastructures sont endommagées par les impacts de météorites.

Les bâtiments commerciaux dont les portes vitrées et les fenêtres ont été détruites par l'onde de choc doivent être surveillés afin d'éviter des vols.

Après les événements, les médias soulèvent certaines questions : le lieu d'impact n'aurait-il pas pu être défini avec une plus grande précision ? N'aurait-il pas fallu procéder à une évacuation ?

L'événement cause également des dommages à des biens culturels.

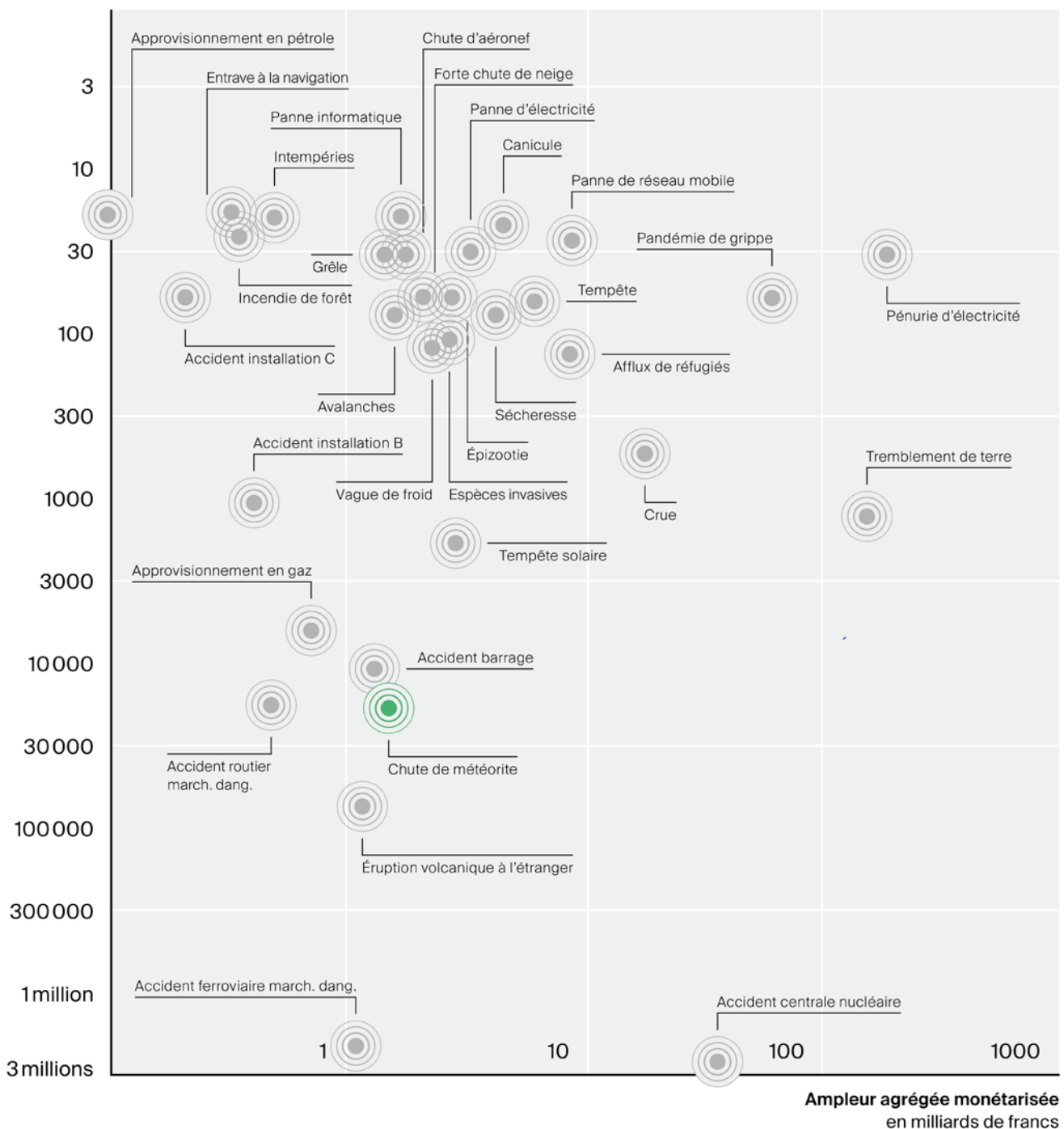


Risque

Le risque lié au scénario décrit est comparé aux risques des autres scénarios analysés dans une matrice des risques (voir ci-dessous). La probabilité d'occurrence y est saisie comme une fréquence (une fois tous les x ans) sur l'axe des y (échelle logarithmique) et l'ampleur des dommages est agrégée et monétarisée en CHF sur l'axe des x (échelle logarithmique également). Le produit de la probabilité d'occurrence et de l'ampleur des dommages représente le risque lié à un scénario. Plus un scénario se situe en haut à droite de la matrice, plus le risque est élevé.

Fréquence

Une fois tous les x ans





Bases juridiques

Loi – Loi fédérale du 20 décembre 2019 sur la protection de la population et sur la protection civile; RS 520.1.

Ordonnance – Ordonnance du 5 décembre 2003 sur la protection civile; RS 520.11.
– Ordonnance du 2 mars 2018 sur l'État-major fédéral Protection de la population (OEMFP); RS 520.17.

Autres bases juridiques – Accord révisé relatif au projet spécial Esrange et Andøya entre certains Etats membres de l'Agence spatiale européenne et l'Agence spatiale européenne concernant le lancement de fusées-sondes et de ballons; RS 0.425.11.
– Traité sur les principes régissant les activités des Etats en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la lune et les autres corps célestes; RS 0.790.



Informations complémentaires

Au sujet du danger de chute de météorite

- Bühler, R. W. (1988): Meteorite. Urmaterie aus dem interplanetaren Raum. Birkenhäuser, Bâle.
- Chapman, C. R. (2013): Calibrating Asteroid Impact. Science, vol. 342.
- Collins, G. S. / Melosh, H. J. / Marcus, R. A. (2005): Earth Impact Effects Program. A Web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of meteoroid impact on Earth. Meteoritics & Planetary Science, vol. 40 / 6.
- Drolshagen, G. / Koschny, D. (2013): Asteroid Hazards. European Space Operation Center (ESOC), Darmstadt.
- Grady, M. M. (2000): The Catalogue of Meteorites. Cambridge University Press, Cambridge.
- Popova, O. P. / Jenniskens, P., et al. (2013): Chelyabinsk Airburst, Damage assessment, Meteorite Recovery, and Characterization. Science, vol. 342.
- Schultz, L. / Schlüter, J. (2012): Meteorite. Primus Verlag, Darmstadt.

Au sujet de l'analyse nationale des risques

- Office fédéral de la protection de la population (OFPP) (2020) : À quels risques la Suisse est-elle exposée ? Catastrophes et situations d'urgence en Suisse 2020. OFPP, Berne.
- Office fédéral de la protection de la population (OFPP) (2020) : Méthode d'analyse nationale des risques. Catastrophes et situations d'urgence en Suisse 2020. Version 2.0. OFPP, Berne.
- Office fédéral de la protection de la population (OFPP) (2020) : Rapport sur l'analyse nationale des risques. Catastrophes et situations d'urgence en Suisse 2020. OFPP, Berne.
- Office fédéral de la protection de la population (OFPP) (2019) : Liste des dangers. Catastrophes et situations d'urgence en Suisse. 2e édition. OFPP, Berne.

Office fédéral de la protection de la population
OFPP

Guisanplatz 1B
CH-3003 Berne
risk-ch@babs.admin.ch
www.protopop.ch