



Pronostics d'accidents avec les nanomatériaux

6 mars 2023 | Barbara Vonarburg
Catégories: Polluants

Des chercheuses et chercheurs ont estimé pour la première fois la future probabilité de libération de nanomatériaux due à un accident. Ils se sont appuyés pour cela sur des modèles de l'industrie nucléaire. Pour l'évaluation des risques, les résultats doivent à présent être associés à des informations sur la dangerosité du matériau.

Chaque année, plus de deux millions de tonnes de nanomatériaux sont produits et utilisés pour les biens de consommation les plus divers. Depuis ces deux dernières décennies, des inquiétudes ont été exprimées à plusieurs reprises quant aux effets nocifs sur l'homme et l'environnement de ces produits chimiques comprenant des particules de seulement 1 à 100 nanomètres (un millionième de millimètre). De nombreuses études ont également analysé les risques liés à l'utilisation de nanomatériaux artificiels, mais aucun projet ne s'était encore penché sur la libération involontaire de ces substances lors d'une avarie dans l'usine de production ou lors du transport.

«Pour la première fois, nous avons estimé pour les dix à trente ans à venir la probabilité d'accidents n'importe où dans le monde dans lesquels sont impliqués des nanomatériaux artificiels», déclare Ralf Kägi, responsable du laboratoire des particules à l'Institut de recherche sur l'eau Eawag. Dans le cadre d'un projet de l'UE, l'étude a été coordonnée par le Natural Environment Research Council (NERC) britannique et menée en grande partie par l'entreprise suisse ETSS et l'Eawag. Les chercheuses et chercheurs viennent de publier leurs résultats dans la revue «Nature Nanotechnology». Ils concluent que durant les dix années à venir, les petits accidents entraînant une libération de nanomatériaux limitée à quelques kilos seront relativement fréquents; les chercheuses et chercheurs estiment le nombre annuel de tels incidents à deux ou trois. Selon leurs estimations, les accidents graves lors desquels dix mille à cent mille fois plus de matériau finit dans l'environnement sont plus rares. La probabilité qu'un tel accident se produise dans les dix prochaines années est évaluée à sept pour cent et à entre dix et vingt pour cent dans les trente prochaines années.

Une situation complexe en termes de données

«Fondamentalement, nos modèles s'appuient sur les calculs utilisés pour l'industrie nucléaire», déclare Fadri Gottschalk de ETSS. Il existe pour les centrales nucléaires une méthodologie complète pour l'élaboration de ce qu'on appelle les analyses probabilistes de risques. «Toutefois, les données pour les nanomatériaux sont beaucoup plus complexes que pour les centrales nucléaires», précise le spécialiste. Tandis que l'industrie nucléaire se concentre notamment sur un spectre limité d'événements susceptibles de provoquer un accident, on ne sait pas ce qui peut mal tourner avec les nanomatériaux. Les auteurs de l'étude n'ont donc pas mené de réflexions techniques sur les causes d'accidents mais projeté dans l'avenir la libération involontaire de nanomatériaux artificiels du passé.

La banque de données française ARIA, dans laquelle sont documentés des accidents chimiques du monde entier, a servi de base. «Malheureusement, il n'est pas rapporté dans celle-ci si des nanomatériaux étaient impliqués», déclare R. Kägi. Les chercheuses et chercheurs ont utilisé deux méthodes distinctes pour reconstruire le nombre d'accidents survenus par le passé avec des nanomatériaux. Dans un premier modèle, ils ont supposé que la part de nanomatériaux artificiels libérés correspond à la part de marché de ces substances, laquelle s'élève actuellement à 0,5 pour cent de l'ensemble du marché des produits chimiques. Ils ont par conséquent supposé qu'en moyenne 0,5 pour cent des accidents enregistrés dans la banque de données ARIA sont liés à la libération de nanomatériaux artificiels. En combinant ces données avec les modèles informatiques développés, l'équipe de chercheurs a pu estimer la probabilité de futurs nano-accidents.

Explosion de poussière dans une usine de traitement

Dans un second modèle, R. Kägi a sélectionné mille accidents chimiques dans la banque de données ARIA et les a analysés avec précision. Pour douze incidents, il a supposé une libération de nanomatériaux. Une explosion de poussière a, par exemple, eu lieu dans une usine de traitement des débris de zircon et de titane. Le nuage de particules en feu s'est propagé aux bidons ouverts de zircon et de titane, provoquant une seconde explosion et un incendie. Des nanoparticules de zircon et de titane ont sans doute été projetées par l'incendie dans l'environnement. Lors d'un autre accident, un incendie s'est déclaré dans l'installation de filtration d'une fabrique de poudre de métal. Celui-ci a très probablement libéré des nanoparticules de cobalt et de magnésium.

Le chercheur de l'Eawag a présenté les rapports d'accident à un collège de onze chimistes experts qui ont classifié les incidents en fonction de la probabilité de libération de nanomatériaux. Indépendamment du premier modèle, la société ETSS s'est servie de cette classification pour calculer les pronostics de fréquence des accidents dans les dix à trente prochaines années. Les résultats des calculs des deux modèles se recoupaient. «C'est pourquoi nous pensons avoir réalisé des prévisions réalistes sur les futurs accidents avec des nanomatériaux», déclare R. Kägi, «en dépit des énormes incertitudes auxquelles nous étions confrontés.»

Des bases pour les assurances

L'intérêt principal de l'étude est qu'elle permet de quantifier les incertitudes, explique le chercheur: «Les assurances n'ont plus besoin de se fier à leur intuition pour pronostiquer de telles accidents, elles peuvent désormais calculer avec ces chiffres et développer des scénarios.» Dans une prochaine étape, les évaluations de probabilité seront couplées aux informations sur la dangerosité du matériau libéré afin d'établir des analyses de risques. Ce n'est qu'ensuite qu'il sera possible de quantifier le potentiel de risque pour les personnes et pour la société.

Les nanomatériaux produits actuellement à grande échelle sont le dioxyde de silicium et le dioxyde de titane – des substances classifiées comme inoffensives. Comparé à cela, les quantités produites de matériaux exotiques plus nocifs sont faibles. Et R. Kägi est convaincu que les effets des futurs

accidents avec des nanomatériaux ne s'étendront pas sur des centaines, voire des milliers, de kilomètres comme lors d'une catastrophe nucléaire. «Ce sera très probablement un problème local contre lequel il faudra protéger surtout la population à proximité.»

Photo de couverture: Tandis que les risques liés à l'utilisation de nanomatériaux artificiels sont bien analysés, aucun projet ne s'était encore penché sur la libération involontaire de ces substances lors d'un accident dans l'usine de production ou lors du transport. (Photo: istock)

Publication originale

```
.extbase-debugger-tree{position:relative}.extbase-debugger-tree input{position:absolute
!important;float: none !important;top:0;left:0;height:14px;width:14px;margin:0
!important;cursor:pointer;opacity:0;z-index:2}.extbase-debugger-tree input~.extbase-debug-
content{display:none}.extbase-debugger-tree .extbase-debug-header:before{position:relative;t
op:3px;content:"";padding:0;line-height:10px;height:12px;width:12px;text-align:center;margin:0
3px 0 0;background-image:url(
odHRwOi8vd3d3LnczLm9yZy8yMDAwL3N2ZylgeG1sbnM6eGxpbnM6Imh0dHA6Ly93d3cudz
Mub3JnLzE5OTkveGxpbnM6ilHg9ljBweClgeT0iMHB4IiB2aWV3Qm94PSlWIDAgMTIiIHN
0eWxlPSJlbnM6IjBmFibGUtYmFja2dyb3VuZDpuZXcgMCAwIDEyIDYyOylgeG1sOnNwYWNIPSIJwcmVzZXJ2ZSI+PHN0eWxlIHQ9IHR5cGU9InRleHQvY3Nzlj4uc3Qwe2ZpbGw6Izg4ODg4ODt9PC9z
dHlsZT48cGF0aCBpZD0iQm9yZGVyYliBjbGFzc0ic3QwliBkPSJNMTEsMTFIMFYwaDEExVjEx
eiBNMTAsMUgxdjloOVYxeilvPjxnIGkPSJJbm5lci+PHJlY3QgeD0iMilgeT0iNSIyY2xhc3M9In
N0MCIgd2lkdGg9ljciGHlaWdodD0iMSlvpjxyZWN0IHg9ljUiIHK9ljilGNsYXNzPSJzdDAiIHdpZ
HRoPSlxiBoZWlnaHQ9ljciLz48L2c+PC9zdmc+);display:inline-block}.extbase-debugger-tree
input:checked~.extbase-debug-content{display:inline}.extbase-debugger-tree input:checked~.
extbase-debug-header:before{background-image:url(
dmVyc2lvbj0iMS4wliBlbmNvZGluZz0idXRmLTgiPz48c3ZnIHZlcnNpb249IjEuMSIgaWQ9IkVi
ZW5lXzEilHhtbG5zPSJodHRwOi8vd3d3LnczLm9yZy8yMDAwL3N2ZylgeG1sbnM6eGxpbnM6Imh
0dHA6Ly93d3cudzMub3JnLzE5OTkveGxpbnM6ilHg9ljBweClgeT0iMHB4IiB2aWV3Qm94P
SlWIDAgMTIiIHN0eWxlPSJlbnM6IjBmFibGUtYmFja2dyb3VuZDpuZXcgMCAwIDEyIDYyOylgeG
1sOnNwYWNIPSIJwcmVzZXJ2ZSI+PHN0eWxlIHQ9IHR5cGU9InRleHQvY3Nzlj4uc3Qwe2ZpbGw6
Izg4ODg4ODt9PC9zdmc+);display:inline-block}.extbase-debugger-tree input:checked~.
extbase-debug-header:before{background-color:#2a2a2a;border:1px solid #2a2a2a;box-
shadow:0 3px 0 rgba(0,0,0,.5);color:#000;margin:20px;overflow:hidden;border-radius:4px}.ext
base-debugger-floating{position:relative;z-index:999}.extbase-debugger-
top{background:#444;font-size:12px;font-family:monospace;color:#f1f1f1;padding:6px
15px}.extbase-debugger-center{padding:0 15px;margin:15px 0;background-image:repeating-
linear-gradient(to bottom,transparent 0,transparent 20px,#252525 20px,#252525
40px)}.extbase-debugger-center,.extbase-debugger-center .extbase-debug-string,.extbase-
debugger-center a,.extbase-debugger-center p,.extbase-debugger-center pre,.extbase-
debugger-center strong{font-size:12px;font-weight:400;font-family:monospace;line-
height:20px;color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center pre{background-color:transparent;margin:
0;padding:0;border:0;word-wrap:break-word;color:#999}.extbase-debugger-center .extbase-
debug-string{color:#ce9178;white-space:normal}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
type{color:#569CD6;padding-right:4px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
```

unregistered{background-color:#dce1e8}.extbase-debugger-center .extbase-debug-filtered,.extbase-debugger-center .extbase-debug-proxy,.extbase-debugger-center .extbase-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:#1f1f1f}.extbase-debugger-center .extbase-debug-closure{color:#9BA223;}Extbase Variable Dumparray(2 items) publications => '30097' (5 chars) libraryUrl => " (0 chars) Extbase Variable Dumparray(1 item) 0 => Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=30097, pid=124) originalId => protected30097 (integer) authors => protected'Gottschalk, F.; Debray, B.; Klaessig, F.; Park, B.; Laco me, J.-M.; Vignes, A.; Portillo, V. P.; Vázquez-Campos, S.; Hendren, C. O.; Lofts, S.; Harrison, S.; Svendsen, C.; Kaegi, R.' (256 chars) title => protected'Predicting accidental release of engineered nanomaterials to the environment' (76 chars) journal => protected'Nature Nanotechnology' (21 chars) year => protected2023 (integer) volume => protected18 (integer) issue => protected" (0 chars) startpage => protected'412' (3 chars) otherpage => protected'418' (3 chars) categories => protected" (0 chars) description => protected'Challenges in distinguishing between natural and engineered nanomaterials (ENMs) and the lack of historical records on ENM accidents have hampered attempts to estimate the accidental release and associated environmental impacts of ENMs. Building on knowledge from the nuclear power industry, we provide an assessment of the likelihood of accidental release rates of ENMs within the next 10 and 30 years. We evaluate risk predictive methodology and compare the results with empirical evidence, which enables us to propose modelling approaches to estimate accidental release risk probabilities. Results from two independent modelling approaches based on either assigning 0.5% of reported accidents to ENM-releasing accidents (M1) or based on an evaluation of expert opinions (M2) correlate well and predict severe accidental release of 7% (M1) in the next 10 years and of 10% and 20% for M2 and M1, respectively, in the next 30 years. We discuss the relevance of these results in a regulatory context.' (999 chars) serialnumber => protected'1748-3387' (9 chars) doi => protected'10.1038/s41565-022-01290-2' (26 chars) uid => protected30097 (integer) _localizedUid => protected30097 (integer)modified _languageUid => protectedNULL _versionedUid => protected30097 (integer)modified pid => protected124 (integer) Gottschalk, F.; Debray, B.; Klaessig, F.; Park, B.; Lacomme, J.-M.; Vignes, A.; Portillo, V. P.; Vázquez-Campos, S.; Hendren, C. O.; Lofts, S.; Harrison, S.; Svendsen, C.; Kaegi, R. (2023) Predicting accidental release of engineered nanomaterials to the environment, *Nature Nanotechnology*, 18, 412-418, [doi:10.1038/s41565-022-01290-2](https://doi.org/10.1038/s41565-022-01290-2), [Institutional Repository](#)

Financement / Coopération

Eawag ETSS AG EU-Projekt NanoFase

Contact



Ralf Kägi

Tel. +41 58 765 5273

ralf.kaegi@eawag.ch



Claudia Carle

Rédactrice scientifique

Tel. +41 58 765 5946

claudia.carle@eawag.ch

Contact externe

Fadri Gottschalk

ETSS AG, Strada, Schweiz

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/pronostics-daccidents-avec-les-nanomateriaux>