



# Charge en nutriments dans le sol

**Une charge élevée en nutriments – notamment en composés azotés, phosphorés et potassiques – entraîne généralement une diminution de la diversité végétale. En effet, les plantes capables d'utiliser la surabondance en nutriments se développent rapidement et supplantent les espèces végétales opposant une faible concurrence, qui préfèrent des sols pauvres en nutriments.**

**L'indicateur E6 montre que la charge en nutriments dans les sols suisses n'évolue que très lentement. Ces observations correspondent aux attentes, car la végétation ne s'adapte que lentement. Les sols forestiers de l'étage collinéen constituent une exception: en 14 ans, la valeur nutritive moyenne y a légèrement, mais toutefois significativement crû.**

**Pour la biodiversité, une valeur basse doit être évaluée positivement, tandis qu'une valeur élevée est négative.**

**État: décembre 2015**

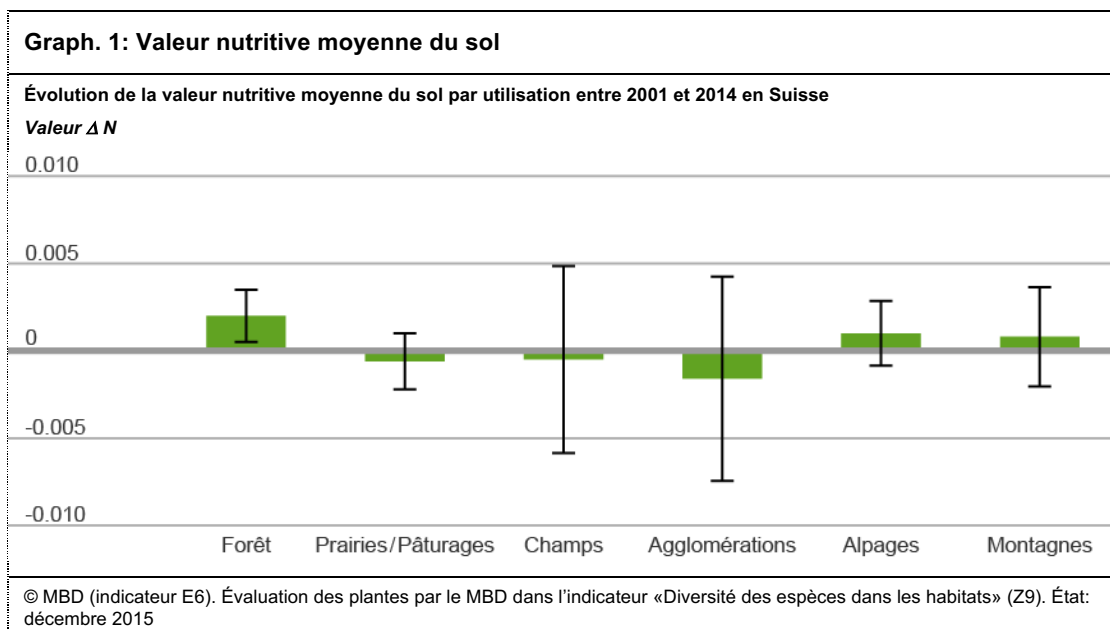
## Sommaire

Évolution pour toute la Suisse.....	2
Comparaison en fonction des différents étages altitudinaux.....	3
Données supplémentaires.....	5
Importance pour la biodiversité.....	8
Définition de l'indicateur.....	9
Méthode de calcul.....	9
Informations complémentaires.....	9

Tableaux et informations complémentaires.....Annexe

## Évolution pour toute la Suisse

Le graphique suivant montre l'évolution de la valeur nutritive moyenne de sols à l'exploitation variée en Suisse au cours des 14 dernières années (moyenne arithmétique présentant un intervalle de confiance de 95 pour cent, surfaces d'échantillonnage de 10 mètres carrés). Par «montagnes», on entend des surfaces ne faisant pas l'objet d'une exploitation alpine (éboulis, pelouses d'altitude et landes alpines), toutefois sans glaciers ou rochers inaccessibles.

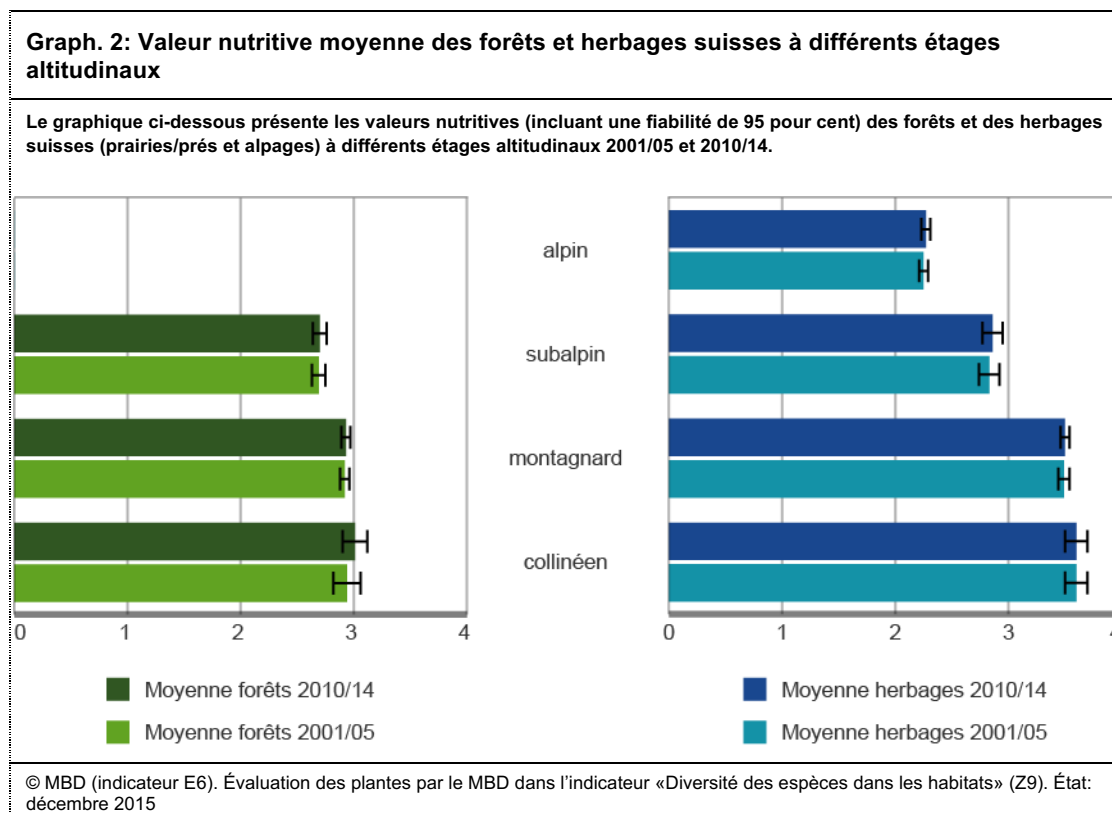


### Commentaire

- La valeur nutritive moyenne du sol n'a presque pas évolué au cours de la période d'observation. Ces observations correspondent aux attentes, car la végétation ne s'adapte que lentement. Les sols forestiers constituent une exception: en 14 ans, la valeur nutritive moyenne y a légèrement, mais toutefois significativement crû.
- Avec une valeur nutritive moyenne de  $3,84 \pm 0,04$ , les sols des champs sont les plus riches en nutriments, suivis de ceux des surfaces d'habitat. Les surfaces exploitées de manière extensive ou entièrement inexploitées sont plus pauvres en nutriments, il s'agit par exemple des alpagnes ou des surfaces de montagne ( $2,2 \pm 0,06$ ).
- Les chiffres complets ainsi que d'autres informations sont disponibles dans l'annexe 1.

## Comparaison en fonction des différents étages altitudinaux

Le graphique ci-dessous présente les valeurs nutritives moyennes (incluant une fiabilité de 95 pour cent) des forêts et des herbages suisses (prairies/pâturages et alpages) à différents étages altitudinaux.



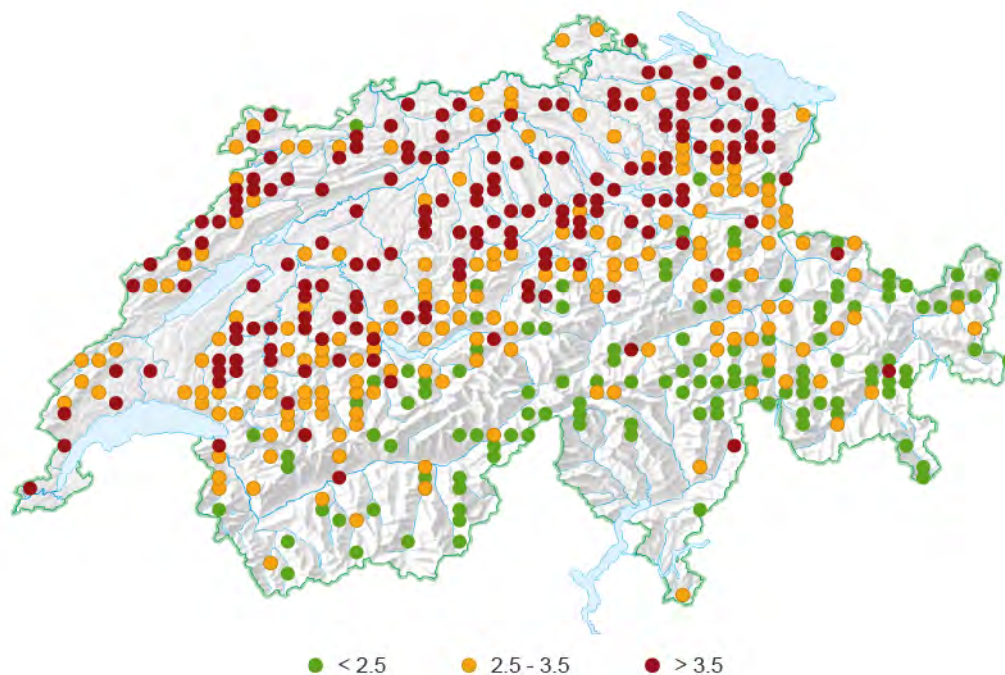
### Commentaire

- Les surfaces alpines et subalpines sont en moyenne plus maigres que les surfaces de l'étage collinéen ou montagnard.
- La charge en nutriments moyenne du sol n'a presque pas évolué au cours de la période d'observation. Les forêts de l'étage collinéen constituent une exception: en 14 ans, la valeur nutritive moyenne du sol y a légèrement, mais toutefois significativement crû. Cela tient au fait que des indicateurs de maigreur du sol ont disparu au profit d'espèces indicatrices de sols riches. La luminosité n'ayant pas évolué, l'hypothèse d'une éclaircie suite à une intensification des coupes peut être exclue.

La carte suivante indique la répartition de la charge en nutriments dans les herbages suisses (prairies, prés ou alpages, surfaces d'échantillonnage de 10 mètres carrés).

### Graph. 3: Valeur nutritive moyenne du sol des herbages suisses

Répartition de la charge en nutriments dans les herbages suisses (prairies/pâturages et alpages, surfaces d'échantillonnage de 10 mètres carrés). État 2010/14.



© MBD (indicateur E6). Évaluation des plantes par le MBD dans l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats» (Z9). État: décembre 2015

#### Commentaire

- Les prairies/pâturages de l'étage collinéen présentent une valeur nutritive moyenne située entre 3,5 et 3,7. Dans les prairies subalpines, cette valeur se situe entre 2,8 et 2,9.
- Les surfaces alpines et subalpines sont en moyenne plus maigres que les surfaces de l'étage collinéen ou montagnard. Les surfaces d'exploitation agricole – présentes presque uniquement aux étages collinéens et montagnards – sont généralement plus riches en nutriments du fait du fumage. Les prairies des Préalpes sont aussi étonnamment grasses.
- En altitude, les sols ne présentant aucune couche humifère ou seulement une très fine dominante. L'érosion provoquée par la forte inclinaison de la pente y freine la formation d'une couche humifère riche en nutriments. Les sols situés à une altitude plus basse sont pour la plupart moins pentus. Ils sont moins soumis à l'érosion et donc généralement plus riches en humus et ainsi, en nutriments.
- Les étages altitudinaux utilisés ici s'orientent sur les «Niveaux thermiques de la Suisse» (Schreiber et al., 1997). Les catégories utilisées pour l'évaluation du MBD ont été regroupées en fonction des étages collinéen, montagnard, subalpin et alpin.

## Données supplémentaires

### Dépôts d'azote provenant de l'air

L'azote pénètre dans le sol par l'intermédiaire d'une part du fumage lié à l'agriculture et d'autre part de l'air. Les polluants atmosphériques riches en azote tels que les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) issus des processus de combustion ou l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) émis par l'agriculture sont transportés par l'air sur de courtes ou de longues distances. Là où ils se déposent, ils peuvent entraîner une acidification et une surfertilisation du sol, des eaux souterraines et des eaux de surface.

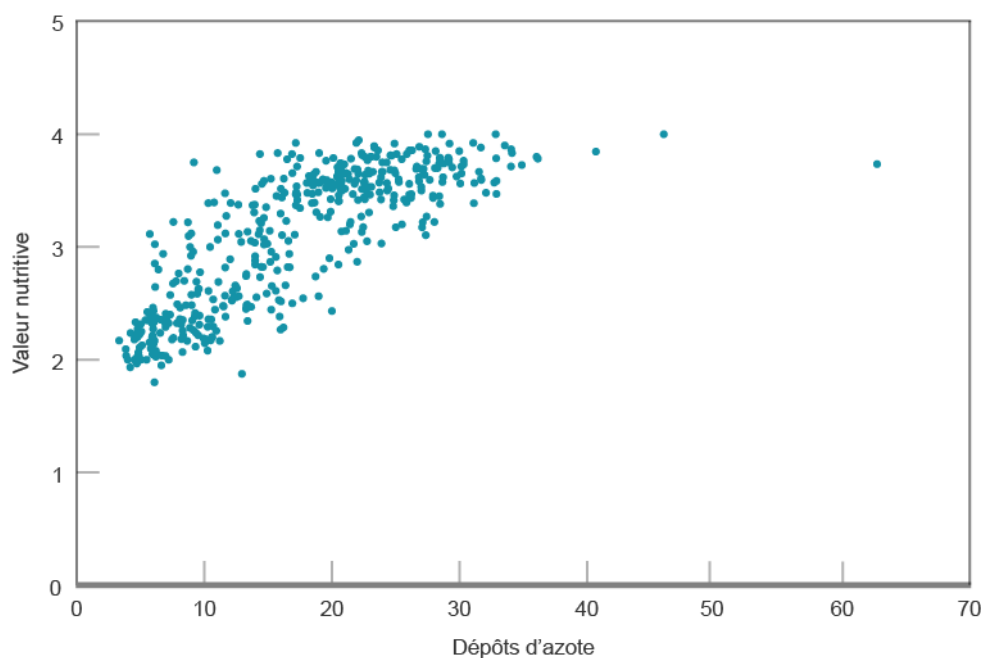
En 2005, en Suisse, quelque 80'000 tonnes d'azote avaient été libérées dans l'air. 65 pour cent provenaient de l'agriculture, 22 pour cent des transports, 10 pour cent de l'industrie et du commerce et 3 pour cent des particuliers. La société Meteotest a modélisé où et dans quelles quantités de l'azote avait été déposé dans le sol en Suisse. En moyenne chaque année, 19 kilogrammes d'azote sont déposés sur chaque hectare de sol, ces valeurs décroissant toutefois avec l'altitude. Sur les surfaces d'échantillonnage de l'indicateur MBD «Diversité des espèces dans les habitats (Z9)», les valeurs sont comprises entre 3 et 63 kilogrammes d'azote par hectare.

À partir de ces données, Roth et al. (2013) ont recherché un rapport éventuel entre les dépôts d'azote et la biodiversité. Il leur est apparu que les prairies alpêtres normalement riches en espèces présentaient avec des dépôts d'azote élevés une diversité végétale plus faible. Ils ont également constaté une part plus élevée des espèces de plantes pouvant bénéficier de dépôts d'azote élevé. D'autres facteurs locaux connus pour affecter la diversité végétale ont été exclus lors des modélisations et ne peuvent donc pas être considérés comme une explication.

Le bureau de coordination du MBD a étudié avec la même méthode si un rapport pouvait être établi entre les dépôts d'azote et la charge en nutriments dans le sol. Dans les prairies, la quantité d'azote déposée par l'air correspond étonnamment bien à la valeur nutritive (graph. 4).

**Graph. 4: Dépôts d'azote provenant de l'air et valeur nutritive moyenne**

Rapport entre les dépôts d'azote en kilogrammes par hectares et année et la valeur nutritive moyenne dans les prairies.



© MBD (indicateur E6). Évaluation des plantes par le MBD dans l'indicateur «Diversité des espèces dans les habitats» (Z9). État: septembre 2014.

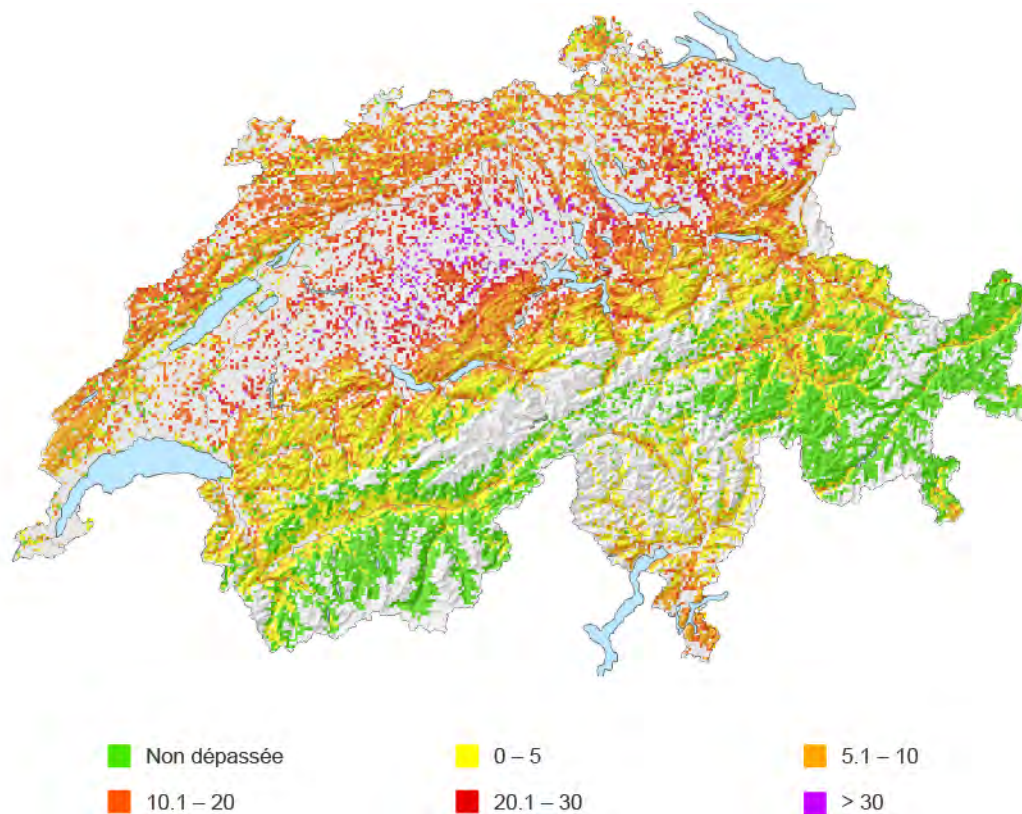
**Commentaire**

- Dans les prairies, la charge en nutriments dans le sol augmente avec les dépôts d'azote provenant de l'air. Il semble y avoir un rapport entre les dépôts d'azote et la charge en nutriments dans le sol. La diminution des dépôts d'azote et de la valeur nutritive au fur et à mesure de l'élévation verticale par rapport au niveau de la mer pourrait cependant n'être due qu'à l'altitude. Abstraction faite de cet effet ainsi que d'autres facteurs locaux influençant la diversité végétale, on observe dans les montagnes ainsi que dans les forêts et les prairies/pâturages montagnards un rapport significatif entre les dépôts d'azote et la charge en nutriments.

Les «charges critiques» (critical loads) sont définies dans la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance: «Estimation quantitative d'un niveau d'azote (sous forme de NH<sub>3</sub> et/ou de NO<sub>x</sub>) en dessous duquel au regard des connaissances actuelles aucune répercussion dommageable n'est à craindre pour le fonctionnement et la structure de l'écosystème».

**Graph. 5: Dépassement de la charge critique**

Dépassement des valeurs limites de charge («critical loads») par dépôts d'azote dans les écosystèmes et forêts proches de l'état naturel en kilogrammes d'azote par hectare et année.



© MBD (indicateur E6). OFEV, section Qualité de l'air. État: 2010

**Commentaire**

- Les valeurs limites de charge (critical loads) au-delà desquelles les biocénoses d'un habitat peuvent être amenées à changer sont dépassées dans de nombreuses régions de Suisse.
- Les dépôts d'azote provenant de l'air entraînent un dépassement des valeurs limites de charge dans l'ensemble des hauts-marais, dans 95 pour cent des forêts, dans 84 pour cent des bas-marais et dans 42 pour cent des prairies et des pâturages riches en espèces.

**Bilan azote de l'agriculture**

Le bilan d'azote des surfaces agricoles correspond à la différence entre la quantité d'azote introduite dans le sol et celle qui en est de nouveau extraite sous forme de produits agricoles tels que céréales ou herbages (input et output). La Suisse ainsi que l'Organisation de coopération et de développement économique OCDE utilisent le bilan d'azote comme indicateur de la durabilité de l'agriculture. L'excédent d'azote de l'agriculture a diminué de 15 pour cent depuis 1990 et stagne depuis 2000. En 2011, l'excédent d'azote pour toute la Suisse s'élevait à 113'000 tonnes. Cela correspond à 108 kilogrammes d'azote par hectare de surface agricole utile.

## Importance pour la biodiversité

Bien que l'azote soit primordial pour la survie de toutes les plantes, à partir d'une trop forte charge dans le sol, la diversité végétale diminue. Il en va de même pour d'autres éléments nutritifs importants comme le phosphore et le potassium.

Les plantes sont sans cesse en concurrence les unes avec les autres en ce qui concerne les facteurs de croissance comme la lumière, l'eau, l'espace ou les nutriments. Lorsque ces facteurs changent, d'autres plantes prennent le dessus. Certaines espèces croissent particulièrement vite lorsqu'elles disposent de suffisamment de nutriments. Elles évincent les espèces moins aptes à exploiter la richesse en nutriments. Les sols gras hébergent par conséquent moins d'espèces de plantes que les sols pauvres en nutriments. Voilà pourquoi les sols riches présentent une variété d'espèces moins importante que les sols pauvres en nutriments. Une faible diversité des espèces végétales induit également une diversité plus restreinte des petits organismes. Les prairies présentant une riche diversité végétale attirent par exemple bien plus d'espèces de papillons que les herbages monotones. Du point de vue de la biodiversité, une augmentation de la charge en nutriments du sol n'est donc pas souhaitable.

À côté du fumage actif pratiqué par l'agriculture, l'industrie et le trafic contribuent également à la charge élevée de nutriments dans les sols. L'azote atmosphérique parvient même dans les écosystèmes naturels pauvres en nutriments, comme les forêts, les hauts- et bas-marais, les prairies et pâturages secs, entraînant des effets de fumage et d'acidification. Au cours du dernier siècle, l'industrialisation croissante et l'intensification de l'agriculture ont provoqué la hausse massive du niveau de nutriments dans toute l'Europe.

Dans certaines forêts se déposent par exemple chaque année jusqu'à 50 kilogrammes d'azote par hectare, soit trois fois plus qu'il y a cinquante ans. Les apports de 10 à 20 kilos sont déjà considérés comme critiques, car un enrichissement des sols en azote les acidifie. Dans des sols plus acides, les racines peuvent moins bien fabriquer de substances immunitaires pour se protéger des champignons nocifs. De plus, le nombre de vers de terre, importants pour la formation du sol, diminue.



## Définition de l'indicateur

Changement des valeurs moyennes des indicateurs en nutriments d'espèces de plantes vasculaires présentes sur des surfaces de 10 mètres carrés. Les indicateurs en nutriments selon Landolt et al. (2010) ont été employés à cet effet. Ces valeurs expriment la préférence des plantes pour une teneur plus ou moins élevée du sol en nutriments. L'échelle va de 1 à 5:

- 1 indique un sol particulièrement maigre
- 2 indique un sol maigre
- 3 indique un sol ni très pauvre en nutriments, ni très fumé
- 4 indique une richesse en nutriment
- 5 indique un fumage excessif.

## Méthode de calcul

L'indicateur Z9 – Diversité des espèces dans les habitats – analyse la composition végétale sur près de 1500 surfaces d'échantillonnage de dix mètres carrés. Une moyenne des valeurs (indicatives) nutritionnelles de toutes les espèces de plantes vasculaires recensées sur une surface d'échantillonnage (sans les espèces indéterminées et agrégées) est calculée. Les évaluations en fonction des étages altitudinaux se basent sur les niveaux thermiques de la Suisse de Schreiber et al. (1997).

## Informations supplémentaires

### Personne de contact «Charge en nutriments dans le sol (E6)»

Lukas Kohli, [kohli@hintermannweber.ch](mailto:kohli@hintermannweber.ch), +41 (0)31 310 13 02

### Autres indicateurs sur ce thème

> E7 : Intensité d'exploitation agricole

### Autres sources d'information

- > Office fédéral de l'environnement OFEV: <http://www.umwelt-schweiz.ch>
- > Magazine «environnement» 2/2014 - «Pourquoi tant d'azote?»:  
<http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/13233/index.html?lang=fr>
- > Recherche sur le thème de la forêt/charge en azote : <http://www.iap.ch>
- > Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe : <http://www.emep.int>
- > Bilan d'azote des surfaces agricoles : <http://www.bfs.admin.ch>

**Bibliographie**

- > OFEV et OFAG 2008: Objectifs environnementaux pour l'agriculture. À partir de bases légales existantes. Connaissance de l'environnement n° 0820. Berne, Office fédéral de l'environnement. 221 p.
- > OFEV, 2014: Pourquoi tant d'azote? Magazine «environnement» 2/2014. 63 p.  
<http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/13233/index.html?lang=fr>
- > CFHA, 2005: Les polluants atmosphériques azotés en Suisse. Rapport de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA). Cahier de l'environnement n° 384. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 186 p.
- > Güsewell, S.; Peter, M.; Birrer, S., 2012: Altitude modifies species richness–nutrient indicator value relationships in a country-wide survey of grassland vegetation. *Ecological Indicators* 20: 134-142.
- > Heldstab, J.; Reutimann, J.; Biedermann, R.; Leu, D., 2010: Stickstoffflüsse in der Schweiz. Stoffflussanalyse für das Jahr 2005. BAFU-Schriftenreihe Umwelt-Wissen Nr. 1018, Bern, Bundesamt für Umwelt. 128 S.
- > Landolt, E.; Bäumler, B.; Erhardt, A.; Hegg, O.; Klötzli, F.; Lämmler, W.; Nobis, M.; Rudmann-Maurer, K.; Schweingruber, F. H.; Theurillat, J.-P.; Urmi, E.; Vust, M.; Wohlgemuth, T., 2010: Flora indicativa. Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 376 p.
- > Roth, T.; Kohli, L.; Rihm, B.; Achermann, B., 2013. Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agriculture Ecosystems & Environment* 178:121–126.
- > Schreiber, K.F.; Kuhn, N.; Hug, C.; Häberli, R., 1997: Niveaux thermiques de la Suisse. Département fédéral de justice et police, Berne.

*Ces informations se fondent sur le document allemand 1360\_E6\_Basisdaten\_2015\_v1\_dt du 26 mai 2016.*