

Immissions excessives de dépôts azotés ou d'ammoniac

Évaluation sur la base des charges et niveaux critiques en relation avec l'élaboration des plans de mesures cantonaux



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Immissions excessives de dépôts azotés ou d'ammoniac

Évaluation sur la base des charges et niveaux critiques en relation avec l'élaboration des plans de mesures cantonaux

Impressum

Valeur juridique

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

OFEV, Division Protection de l'air et Produits chimiques,
Section Qualité de l'air

Accompagnement OFEV

Division Droit, Division Protection de l'air et produits chimiques,
Section Qualité de l'air

Référence bibliographique

OFEV (éd.) 2020: Immissions excessives de dépôts azotés et d'immissions d'ammoniac. Évaluation sur la base des charges et niveaux critiques en relation avec l'élaboration des plans de mesures cantonaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 2003: 23 p.

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Mise en page

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Photo de couverture

Installation de mesure des apports de composés azotés atmosphériques dans un bas-marais.
© FUB Forschungsstelle für Umweltbeobachtung

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uv-2003-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand et en italien. La langue originale est l'allemand.

© OFEV 2020

Table des matières

<u>Abstracts</u>	<u>5</u>
<u>Avant-propos</u>	<u>6</u>
<u>Introduction</u>	<u>7</u>
<u>1 Bases légales</u>	<u>8</u>
1.1 Limitation préventive des émissions	8
1.2 Limitations plus sévères des émissions	8
1.2.1 Immissions excessives	8
1.2.2 Limitation plus sévère des émissions pour une installation particulière	9
1.2.3 Limitations plus sévères des émissions pour plusieurs installations, plans de mesures	9
<u>2 Trois étapes pour déterminer si les dépôts azotés sont excessifs</u>	<u>11</u>
2.1 Les écosystèmes sensibles et les charges critiques correspondantes	11
2.2 Détermination des dépôts de composés azotés	12
2.3 Evaluation des quantités excessives de dépôts azotés	12
<u>3 Trois étapes pour déterminer si les immissions gazeuses d'ammoniac sont excessives</u>	<u>13</u>
3.1 Ecosystèmes sensibles et les niveaux critiques correspondants	13
3.2 Détermination des concentrations d'ammoniac	13
3.3 Evaluation des immissions excessives d'ammoniac	13
<u>4 Procédure pour les autorités d'exécution cantonales</u>	<u>14</u>
4.1 Evaluation des immissions excessives	14
4.2 Mesures préventives	14
4.3 Mesures renforcées	14
<u>Annexe 1</u>	<u>17</u>
<u>Annexe 2</u>	<u>20</u>
<u>Bibliographie</u>	<u>22</u>

Abstracts

These implementation guidelines describe how to evaluate whether atmospheric nitrogen deposition and ambient concentrations of ammonia are excessive according to the provisions of the Ordinance on Air Pollution Control (OAPC) article 2 paragraph 5, and to decide if an action plan has to be developed. These recommendations are primarily addressed to cantonal implementing authorities.

Cette aide à l'exécution explicite comment les prescriptions de l'article 2 alinéa 5 de l'OPair s'appliquent aux dépôts azotés et aux immissions d'ammoniac lors de la détermination des dépassements et pour décider s'il y a lieu d'élaborer un plan cantonal de mesures. Cette aide à l'exécution s'adresse en premier lieu aux autorités cantonales en charge de la mise en œuvre.

Die vorliegende Vollzugshilfe zeigt auf, wie die Vorgaben in Artikel 2 Absatz 5 der Luftreinhalte-Verordnung LRV für Stickstoff-Einträge und Ammoniak-Immissionen konkretisiert werden können, um die Übermässigkeit zu beurteilen und zu entscheiden, ob ein kantonaler Massnahmenplan zu erstellen ist. Die vorliegende Vollzugshilfe richtet sich in erster Linie an die kantonalen Vollzugsbehörden.

Il presente aiuto all'esecuzione precisa come le direttive di cui all'articolo 2 capoverso 5 dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt) possano essere applicate alle immissioni di azoto e di ammoniaca al fine di determinare le immissioni eccessive e decidere sulla necessità di elaborare un piano cantonale dei provvedimenti. Il presente aiuto all'esecuzione è destinato in primo luogo alle autorità esecutive cantonali.

Keywords:

*air pollution control,
Ordinance on Air Pollution
Control, ambient limit values
for air pollutants, excessive
ambient air pollution,
critical loads of nitrogen,
critical levels of ammonia,
action plan*

Mots-clés:

*protection de l'air, OPair,
valeurs limite d'immission,
immissions excessives,
charges critiques pour
l'azote, niveaux critiques
pour l'ammoniac, plan de
mesures*

Stichwörter:

*Luftreinhaltung, LRV,
Immissionsgrenzwerte,
übermässige Immissionen,
critical loads für
Stickstoffeinträge, critical
levels für Ammoniak,
Massnahmenplan*

Parole chiave:

*protezione dell'aria, OIAt,
valori limite d'immissione,
immissioni eccessive, carichi
critici per l'azoto, livelli
critici per l'ammoniaca,
piano dei provvedimenti*

Avant-propos

Les composés azotés provoquent des impacts sur les écosystèmes proches de l'état naturel, tels que les forêts, les prairies sèches et les prairies riches en espèces, les landes alpines, les hauts- et les bas-marais. Ces effets sur la végétation peuvent résulter de l'impact direct des composés gazeux (en premier lieu l'ammoniac) ou à la suite des dépôts excessifs de composés azotés réactifs (entre autres l'ammoniac, l'ammonium, le dioxyde d'azote et le nitrate). De plus, l'ammoniac est un précurseur pour la formation des poussières fines secondaires.

Les dépôts excessifs de composés azotés agissent en provoquant une surfertilisation (eutrophisation) des écosystèmes sensibles. Il peut en résulter un lessivage des nitrates vers les nappes phréatiques et engendrer une acidification des sols. Il est connu que la surfertilisation conduit à un développement accru des espèces nitrophiles au détriment d'autres plantes plus rares, qui s'étaient adaptées aux milieux pauvres en azote. Il peut en résulter une perturbation des différents écosystèmes et de la biodiversité. Des études effectuées en Suisse et à l'étranger ont montré que les dépôts de composés azotés en quantités excessives dans les sols forestiers affectent la croissance des arbres et provoquent une résistance amoindrie face aux insectes ravageurs et à la sécheresse.

Ces différents effets négatifs confirment la nécessité de réduire les émissions de composés azotés dans l'air et ainsi de réduire leurs dépôts atmosphériques. Du fait que l'OPair ne prévoit pas de valeur limite d'immission pour l'ammoniac et les dépôts azotés, les autorités cantonales d'exécution sont confrontées à des questions plus complexes que pour les autres polluants. Cette aide à l'exécution est destinée à faciliter et à harmoniser la mise en œuvre.

Paul Steffen
Vice-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Introduction

Les dépôts azotés et l'ammoniac, au contraire d'autres polluants atmosphériques, ne figurent pas dans l'annexe 7 de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, RS 814.318.142.1) et il n'y a pas de valeurs limite d'immission. Pour déterminer si les dépôts azotés et les concentrations d'ammoniac sont en quantités excessives, on recourt aux charges et niveaux critiques (« critical loads and levels ») qui sont établis dans le cadre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (protocole de Göteborg ; RS 0.814.327). Ces charges et niveaux critiques sont basés sur les effets et correspondent aux critères appliqués aux valeurs limites d'immissions et ont ainsi la même portée juridique. Les différentes espèces végétales et les différents écosystèmes ne tolèrent pas les mêmes charges en composés azotés ou en ammoniac et subissent des impacts négatifs variables. En conséquence, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a déterminé les dépôts azotés et les concentrations d'ammoniac sur le territoire suisse au moyen de mesures, d'inventaire et de modélisation de la dispersion de ces différents composés azotés. Des cartes de dépassements pour les composés azotés et les concentrations d'ammoniac en comparant les dépôts estimés et les différentes charges et niveaux critiques adaptés à la présence des différents écosystèmes sur le territoire suisse sont publiées. Les cantons peuvent utiliser directement ces cartes pour déterminer si des quantités excessives de dépôts azotés ou de concentrations d'ammoniac sont présents sur leur territoire.

Indépendamment des dépassements avérés à l'intérieur de leur territoire, les cantons sont tenus de mettre en œuvre les mesures préventives. Ces mesures préventives dans le secteur agricole (principale source d'ammoniac) sont décrites dans les différents modules des aides à l'exécution dans le secteur agricole (publiées conjointement par l'OFEV et l'OFAG en 2011, 2012 et 2016). Elles précisent l'article 4 de l'OPair.

Lorsqu'il est établi ou à prévoir que les charges ou niveaux critiques sont dépassés, les cantons appliquent aux sources concernées des mesures de limitations des émissions plus sévères que les mesures préventives. Si plusieurs sources d'émissions sont responsables de ces immissions excessives, un plan cantonal de mesures sera élaboré. Lorsque l'élimination des immissions excessives nécessite l'adoption de mesures dans d'autres cantons ou si des mesures nationales s'avèrent nécessaires, le canton peut adresser des demandes au canton concerné ou au Conseil fédéral (art. 34 OPair).

1 Bases légales

La loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01) et l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, RS 814.318.142.1) établissent une approche en deux phases pour limiter les immissions.

1.1 Limitation préventive des émissions

Indépendamment des nuisances existantes, il importe à titre préventif (1^{ère} phase) de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable (art. 11 al. 2 LPE). La limitation générale préventive pour l'ammoniac au sens de l'annexe 1 de l'OPair (état au 1^{er} juin 2018)¹ ne s'applique pas au secteur de la garde des animaux. Les autorités appliquent en conséquence des limitations des émissions conformément à l'article 4 de l'OPair (annexe 2 chiffre 514 OPair). Les mesures préventives sont à mettre en œuvre dans tous les cas, même si les immissions ne sont pas excessives.

1.2 Limitations plus sévères des émissions

L'article 11, alinéa 3, LPE prévoit de limiter plus sévèrement les émissions (2^{ème} phase) s'il s'avère ou s'il y a lieu de présumer que les atteintes, eu égard à la charge existante de l'environnement, seront nuisibles ou incommodantes (immissions excessives).

1.2.1 Immissions excessives

On est en présence d'immissions excessives lorsqu'une ou plusieurs valeurs limites d'immission (VLI) de l'annexe 7 de l'OPair sont dépassées ou si l'un des critères de l'article 2, alinéa 5, OPair basé sur l'art. 14 LPE est rempli.

a Valeurs limites d'immission

L'annexe 7 OPair ne mentionne pas de VLI pour l'ammoniac et les composés azotés. Il convient donc d'évaluer pour chaque cas, en se fondant sur l'article 2, alinéa 5, OPair, si les immissions sont excessives. En d'autres termes, les immissions d'ammoniac et de composés azotés sont considérées comme excessives si elles mettent en danger l'homme, les animaux, les plantes, leurs biotopes ou leurs biocénoses ou si elles portent atteintes à la fertilité du sol, à la végétation ou aux eaux (art. 2, al. 5, let. a et d, OPair). Les charges et niveaux critiques définis au niveau international peuvent être appliqués pour déterminer si les immissions sont excessives (cf. ci-dessous).

b Critères au niveau international

La Suisse a ratifié en 2005 le Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (Protocole de Göteborg, RS 0.814.327), qui est entré en vigueur le 17 mai 2005. Il s'agit d'un protocole additionnel à la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance

¹ Selon l'état actuel de l'OPair. Lors de sa séance du 12 février 2020, le Conseil fédéral a adopté une révision de l'OPair. Les modifications concernant l'agriculture entreront en vigueur le 1er janvier 2022 cf. <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-78064.html>

(CLRTAP, RS 0.814.32). Les charges et niveaux critiques sont définis à l'article 1 du Protocole de Göteborg de la manière suivante :

Charges critiques (Critical Loads)

«une estimation quantitative de l'exposition à un ou plusieurs polluants en deçà de laquelle, dans l'état actuel des connaissances, il n'y a pas d'effet nocif important sur des éléments sensibles déterminés de l'environnement (exprimées en dépôts par unité de surface, per ex. kg ha⁻¹ an⁻¹) »

Niveaux critiques (Critical Levels)

« les concentrations de polluants dans l'atmosphère au-delà desquelles, dans l'état actuel des connaissances, il peut y avoir des effets nocifs directs sur des récepteurs, tels que les êtres humains, les plantes, les écosystèmes ou les matériaux » ; (exprimés en microgramme/m³)

c Equivalence des charges et niveaux critiques avec les VLI

Les niveaux et les charges critiques ont dès lors valeurs de limites de charges basées sur l'effet induit pour les concentrations et les dépôts de polluants dont le dépassement est susceptible d'entraîner des dommages aux récepteurs sensibles. Ces valeurs sont fixées selon les mêmes critères que les VLI de l'OPair, en fonction des effets induits, et leur sont donc équivalentes. Actuellement, l'OPair se fonde déjà, dans l'annexe 7, sur ces deux aspects, à savoir les niveaux critiques pour les VLI de poussières fines, de SO₂, de NO₂ et d'O₃ et les charges critiques pour les VLI de retombées de poussières totales et de métaux lourds. Conformément à l'art. 2, al. 5, OPair, il est donc possible d'utiliser les charges critiques et les niveaux critiques, définis par le protocole de Göteborg, pour déterminer si les immissions sont excessives ou non. S'agissant de l'ammoniac et des composés azotés, les charges critiques constituent les limites déterminantes de la charge en azote dans les écosystèmes sensibles, au-delà desquelles on doit s'attendre à des effets nocifs. Les immissions qui dépassent ce seuil doivent donc être considérées comme excessives. De plus, les niveaux critiques pour l'ammoniac permettent de déterminer si les immissions sont excessives.

Les charges critiques d'azote sont sensiblement dépassées en de nombreux endroits en Suisse, et dans une moindre mesure les niveaux critiques pour l'ammoniac (cf. annexe 1 illustrations 4 et 5). Si les limitations préventives des émissions ne devaient pas suffire à respecter ces seuils, il y aurait lieu d'ordonner des limitations plus sévères (art. 11, al. 3, LPE).

1.2.2 Limitation plus sévère des émissions pour une installation particulière

S'il est établi ou si l'on peut s'attendre à ce qu'une installation individuelle entraîne à elle seule des immissions excessives, quand bien même elle respecte la limitation préventive des émissions, l'autorité impose une limitation complémentaire ou plus sévère des émissions. Cette limitation des émissions sera rendue plus sévère jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'immissions excessives (art. 5, art. 9, al. 1 et 2, OPair).

1.2.3 Limitations plus sévères des émissions pour plusieurs installations, plans de mesures

S'il est établi ou si l'on peut s'attendre à ce que plusieurs sources de pollutions atmosphériques entraînent des atteintes nuisibles ou incommodantes, l'autorité compétente établit un plan de mesures pour réduire ces atteintes ou pour y remédier dans un délai fixé (art. 44a, LPE). Les plans de mesures sont élaborés et mis en œuvre selon les articles 31 à 34 OPair. Ils doivent définir les mesures destinées à réduire les immissions excessives ou à y remédier.

Le contenu des plans de mesures est fixé dans l'art. 32 OPair, qui prévoit – outre l'indication des sources d'émissions, l'analyse des possibilités permettant de réduire les émissions excessives et la mention des mesures

et de leur efficacité – une évaluation des bases légales existantes et de celles qui restent à créer pour les différentes mesures. Ce dernier élément se rapporte à la possibilité dont disposent les cantons, au sens de l'article 34, alinéa 1, OPair, de formuler des demandes auprès du Conseil fédéral au cas où le plan prévoirait des mesures qui sont de la compétence de la Confédération.

2 Trois étapes pour déterminer si les dépôts azotés sont excessifs

Les charges critiques pour les composés azotés sont spécifiques pour chaque écosystème du fait que les différentes espèces végétales et les types d'écosystèmes réagissent différemment en fonction des charges polluantes. Elles s'appliquent uniquement sur des sites déterminés là où se trouvent les objets à protéger (plantes/écosystèmes) en question.

L'évaluation si les dépôts sont excessifs nécessite d'abord de déterminer quels sont les écosystèmes présents sur le site et quelles sont les charges critiques qui s'y appliquent. Dans une deuxième étape, il faudra évaluer quelles sont les charges en composés azotés réellement présentes sur ce site et dans une troisième étape si ces charges dépassent les charges critiques applicables aux écosystèmes concernés. C'est seulement dans ce cas que l'on pourra considérer ces charges comme excessives.

La Confédération a fait procéder à différentes évaluations sur l'ensemble de la Suisse pour identifier les écosystèmes d'importance nationale.

2.1 Les écosystèmes sensibles et les charges critiques correspondantes

Les différents types d'écosystèmes sensibles ont été identifiés en utilisant différents inventaires et banques de données mentionnés ci-dessous, puis cartographiés sur mandat de l'OFEV. Il s'agit des objets suivants:

- 21 types de végétation dignes de protection selon «l'Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz» (Hegg 1993) – avec un accent mis sur les écosystèmes rares et riches en espèces, les forêts non cultivées, les landes alpines, les prairies et les eaux de surface;
- prairies à faner riches en espèces, faisant partie du programme Biomonitoring suisse ;
- hauts-marais sur la base de l'inventaire fédéral ;
- bas-marais sur la base de l'inventaire fédéral;
- lacs alpins pauvres en nutriment du Sud de la Suisse ;
- prairies sèches et pâturages selon l'inventaire fédéral ;
- emplacements de l'inventaire forestier national (LFI1 1990/1992), ainsi que des surfaces du programme intercantonal d'observations permanentes

Les charges critiques pour l'azote spécifiques aux écosystèmes sont dérivées, soit à partir d'études empiriques (cf. Bobbink 2011 et CLRTAP 2017 chap. V.2), soit calculées selon la méthode des bilans massiques qui prennent en compte les récoltes, les pertes par dénitrification, le lessivage des nitrates, ainsi que l'immobilisation de l'azote (CLRTAP 2017, chap. V.3). Des informations détaillées au sujet de l'utilisation de ces paramètres en Suisse ont été publiées (OFEV 2016, Rihm 2019).

Les charges critiques empiriques sont appropriées pour évaluer si les dépôts d'azote sont en quantités excessives dans les types d'écosystèmes proches de l'état naturel mentionnés ci-dessus. Une vue d'ensemble de ces écosystèmes et des charges critiques empiriques correspondantes sont mentionnées au tableau 2 de l'annexe 2. Les charges critiques empiriques pour les différents types d'écosystèmes comprennent chacune une

fourchette de valeurs. La valeur exacte dépend de l'écosystème local (présence des espèces) et de facteurs spécifiques de localisation (facteurs pédologiques, humidité, altitude). Les valeurs utilisées pour la cartographie en Suisse sont énumérées dans le rapport OFEV 2016 (tableaux 2 et 3). Si une valeur spécifique doit être attribuée à un site particulier, il faut consulter l'avis des experts et considérer les facteurs ci-dessus.

Dans les forêts productives où les coupes de bois influencent le bilan azoté, on appliquera les charges critiques, spécifiques au lieu, en calculant le bilan massique (Simple Mass Balance) conformément au manuel de la Convention Air (CLRTAP 2017, chap. V.3). L'OFEV a utilisé les emplacements de l'inventaire forestier national (LFI1 1990/1992, quadrillage 1x1 km), ainsi que des surfaces du programme intercantonal d'observations permanentes comme base pour la détermination des charges critiques pour les forêts productives.

2.2 Détermination des dépôts de composés azotés

La détermination des dépôts azotés peut se faire de différentes manières conformément à l'art. 27 al. 2 de l'OPair. On peut procéder à des relevés, des mesures et des modélisations. L'OFEV a effectué une modélisation pour l'ensemble de la Suisse (OFEV 2016) et a fait effectuer des mesures (Seitler 2016) pour valider les résultats de la modélisation, de façon à fournir les cartes correspondantes pour la Suisse (cf. annexe 1, illustration 2). Les dépôts azotés sont constitués par les dépôts humides et secs de composés azotés sous forme réduite ou oxydée (cf. illustration 3)². En moyenne, il apparaît qu'un tiers des dépôts azotés est dû aux composés azotés oxydés (oxydes d'azote et dérivés) et deux tiers sont dus aux composés réduits (ammoniac et dérivés). En fonction de la part des dépôts humides et de la proximité des sources d'émissions, ces proportions peuvent fortement varier.

2.3 Evaluation des quantités excessives de dépôts azotés

Les charges critiques pour l'azote permettent d'évaluer si les dépôts azotés sont en quantité excessive ou pas. Pour procéder à cette évaluation, il faut considérer les écosystèmes décrits et listés sous le chiffre 2.1. Les résultats de cette analyse sont publiés sous forme de carte (OFEV 2016,)³. Lorsque les dépôts azotés dans un écosystème sont plus élevés que les charges critiques, on peut considérer que les immissions sont excessives. L'illustration 4 montre la carte des dépassements des charges critiques pour l'azote et indique ainsi les immissions excessives en Suisse en 2015.

² D'autres informations sont disponibles dans l'annexe 1, ainsi que dans les rapports CFHA 2005 (chap. 2.4) et OFEV 2016 (chap. 3)

³ map.bafu.admin.ch (état au 7.2.2019)

3 Trois étapes pour déterminer si les immissions gazeuses d'ammoniac sont excessives

On peut procéder à l'évaluation des immissions d'ammoniac par comparaison avec les niveaux critiques d'une manière analogue aux charges critiques pour l'azote.

Les mousses et les lichens sont plus sensibles aux immissions d'ammoniac que les plantes supérieures c'est pourquoi les niveaux critiques sont plus bas que pour les plantes supérieures. Ces valeurs basses sont aussi à appliquer dans les écosystèmes où les mousses et les lichens constituent une composante essentielle, par ex. les hauts-marais.

3.1 Ecosystèmes sensibles et les niveaux critiques correspondants

Dans une première étape, il s'agit de déterminer les types d'écosystèmes présents (OFEV 2016, CFHA 2014) et quels sont les niveaux critiques pour l'ammoniac qui s'appliquent (cf. annexe 2, tableau 3).

3.2 Détermination des concentrations d'ammoniac

Dans une deuxième étape, les concentrations d'ammoniac seront mesurées ou modélisées. L'OFEV a fait modéliser les immissions d'ammoniac et les a fait cartographier pour l'ensemble de la Suisse (OFEV 2016). Ces cartes sont à disposition des cantons. La validation des résultats de modélisation a été effectuée par comparaison avec les résultats de mesures par capteurs passifs effectuées par les cantons et la Confédération (Seitler 2017).

3.3 Evaluation des immissions excessives d'ammoniac

Dans une troisième étape, les concentrations d'ammoniac seront comparées avec les niveaux critiques correspondants aux plantes et écosystèmes spécifiques afin de déterminer si les immissions sont excessives ou non. Si les concentrations d'ammoniac sont plus élevées que les niveaux critiques, les immissions sont excessives. La carte suisse des dépassements des niveaux critiques pour l'ammoniac figure à l'annexe 1, illustration 5. Cette carte indique dans quelles régions les immissions sont excessives ou non.

4 Procédure pour les autorités d'exécution cantonales

4.1 Evaluation des immissions excessives

L'OFEV recommande aux autorités cantonales d'exécution d'utiliser directement les cartes suisses indiquant les dépassements des charges critiques pour l'azote ou les niveaux critiques pour l'ammoniac (cf. chiffre 2 et 3 ci-dessus) lorsqu'elles veulent déterminer si les immissions de composés azotés ou d'ammoniac sont en quantités excessives sur leur territoire cantonal. Si le canton dispose de ses propres mesures, relevés ou modélisation des composés azotés et des immissions d'ammoniac, il peut s'y référer.

La finesse et le niveau de détails des cartes à l'échelle nationale est à prendre en compte si des questions à petite échelle sont à traiter. Il faudra alors procéder à des analyses plus approfondies et à des relevés au moyen de mesures et/ou de modèle de dispersion pour répondre à des questions à petite échelle. Ces analyses devraient également intégrer les surfaces sensibles et les zones de protection, qui n'ont pas pu être prises en compte lors de l'élaboration de la carte suisse. Cela nécessite un inventaire des écosystèmes concernés et la prise en compte des charges et niveaux critiques spécifiques y afférentes, par les experts qui procéderont au travail, en considérant la littérature spécialisée publiée au niveau national ou international.

4.2 Mesures préventives

Les autorités cantonales d'exécution disposent des aides à l'exécution concernant la protection de l'environnement dans le secteur de l'agriculture (OFEV et OFAG 2011, 2012 et 2016), qui définissent les mesures applicables à titre préventif – indépendamment des niveaux d'immissions – pour réduire les émissions d'ammoniac en provenance de l'agriculture selon l'état de la technique conformément à l'art 4 de l'OPair. Les mesures préventives sont à mettre en œuvre pour toutes les installations dans tous les cas, même si les immissions ne sont pas excessives.

4.3 Mesures renforcées

Si les immissions sont excessives, il s'agit de déterminer si cela est dû à une seule installation ou si plusieurs installations en sont responsables. Les immissions excessives de composés azotés ou d'ammoniac sont généralement dues à un grand nombre d'installations. Dans certains cas, une seule exploitation agricole peut déjà être à l'origine d'immissions excessives (CFHA 2014, chap. 3.5.2 et 3.5.3).

L'utilisation de l'instrument de calcul basé sur le modèle AGRAMMON⁴ pour déterminer si une exploitation ou une région contribue à elle seule à générer des immissions excessives permet de répondre à ces questions.

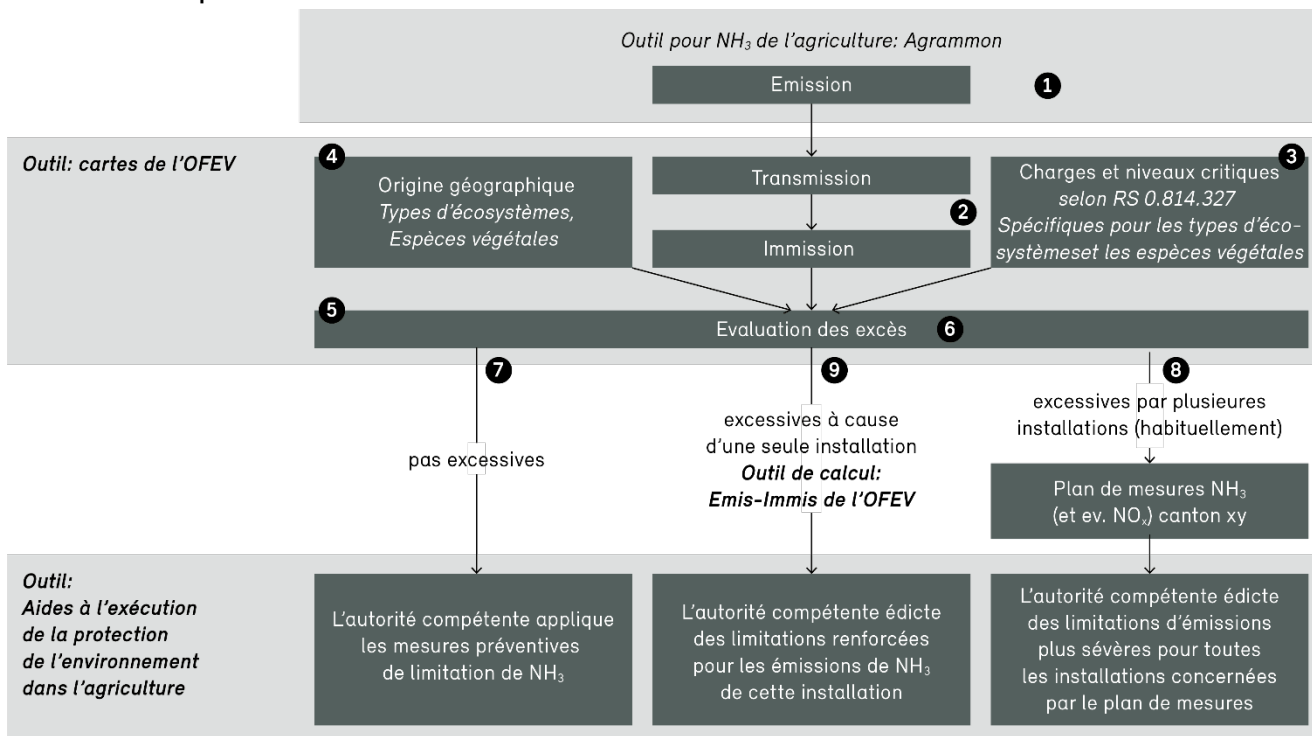
⁴ <https://www.agrammon.ch/home-fr/> (état au 7.2.2019)

Si les immissions excessives sont produites par plusieurs installations, c'est la procédure décrite sous le chiffre 1.2.3 qui s'applique. Il s'agit alors d'élaborer un plan cantonal de mesures, au sens des art. 31 à 34 OPair, qui prendra en considération l'ensemble des sources d'émissions indépendamment du fait que les sources se trouvent dans ou hors du périmètre concerné par les immissions excessives. Le plan de mesures prescrit les moyens appropriés pour réduire les émissions et diminuer les immissions excessives.

L'OFEV a fait établir un instrument simple pour estimer la contribution d'une seule exploitation⁵. Il est ainsi possible de calculer les immissions d'ammoniac qui résultent des émissions d'installations stationnaires (étable, cour d'exercice, stockage de lisier), et quelle est la part des dépôts azotés, due aux dépôts de l'ammoniac à partir de cette exploitation. S'il devait s'avérer que les immissions excessives sont dues à une seule exploitation, c'est la procédure décrite au chiffre 1.2.2 ci-dessus qui s'appliquera dans cette analyse, les émissions et les immissions résultant de l'épandage d'engrais minéraux ou d'engrais de ferme ne sont pas prises en compte, ni les émissions dues au pâturage. Il en va de même pour les dépôts azotés sous forme réduites, en tant qu'aérosols et dépôts humides, ainsi que tous les composés azotés sous forme oxydée. Pour procéder à une évaluation plus complète d'un cas particulier, il faut procéder à un calcul prenant en compte l'ensemble des émissions spécifiques à l'exploitation (par ex. en utilisant le modèle AGRAMMON) et tenir compte des particularités topographiques locales en ce qui concerne la dispersion.

Figure 1

Déroulement de la procédure



Les textes en italique: pour cette étape/application, les outils développés par la Confédération (OFEV) sont à disposition

⁵ Outil d'estimation et d'évaluation des charges d'azote occasionnées par des étables dans des écosystèmes proches de l'état naturel (état au 7.2.2019)

Le mode d'emploi et l'outil d'estimation en format Excel se trouvent à la page ci-dessous sous la rubrique Documents:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air/info-specialistes/sources-de-polluants-atmospheriques/sources-de-polluants-atmospheriques---agriculture.html> (état au 7.2.2019)

Tableau 1

Explication du graphique

Les cellules 2 à 5 qui ne sont pas colorées : Cette analyse ne doit pas être accomplie par chaque canton. En effet, les cantons peuvent se baser directement sur les données de l'OFEV, il s'agit des cartes mentionnées sous chiffre 2 et 3 et figurant en annexe 1 sous forme d'illustrations 4 et 5.

Numéro	Description
1	Inventaire des émissions d'ammoniac et d'oxydes d'azote dans le canton Instrument pour les émissions de NH ₃ : Agrammon ⁶
2	Estimation à l'aide de calculs de dispersion et de modèles, vérification par rapport aux mesures de NH ₃ à l'aide de capteurs passifs (Seitler 2017 et Locher 2014) ou d'autres mesures du canton. Des cartes de concentrations de NH ₃ et de dépôts des composés azotés pour l'ensemble de la Suisse à l'échelle 1x1 km sont publiés sur map.bafu.admin.ch .
3	Tableaux avec les charges critiques empiriques pour l'azote applicables en Suisse et les niveaux critiques pour l'ammoniac (cf. annexe 2). Base légale fondée sur le protocole de Göteborg RS 0.814.327; les charges et niveaux critiques ont la même portée juridique que les valeurs limites d'immission.
4	Cartographie des écosystèmes (OFEV 2016)
5	En comparant les dépôts azotés et les immissions de NH ₃ avec les charges et niveaux critiques, on obtient des cartes de dépassements qui permettent d'identifier là où les immissions sont excessives ou pas. Les cartes de dépassements des charges critiques pour l'azote en Suisse sont publiées à l'échelle de 1x1 km sur map.bafu.admin.ch Sur demande des autorités cantonales d'exécution, l'OFEV peut fournir des informations supplémentaires par ex. en ce qui concerne la composition des dépôts azotés modélisés (cf. ill. 3).
6	Si les charges et niveaux critiques ne sont pas dépassés sur le territoire cantonal ou dans le périmètre du plan de mesures (c'est-à-dire que les immissions ne sont pas excessives) • continuer au point 7 Si elles ne sont pas respectées, (c'est-à-dire que les immissions sont excessives) • continuer au point 8, si les dépassements proviennent de plusieurs installations ; • ou au point 9, si une seule installation est responsable des dépassements.
7	Mise en œuvre des mesures préventives de limitations des émissions d'ammoniac conformément aux différents modules d'aides à l'exécution ⁷ (OFEV et OFAG 2011) ; (OFEV et OFAG 2012) (OFEV et OFAG 2016); ainsi que les autres mesures préventives de limitations des émissions d'oxydes d'azote. La limitation préventive des émissions est à appliquer dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable. Elle s'applique à toutes les installations indépendamment du fait que les immissions soient excessives ou non. Pour évaluer si la limitation des émissions est économiquement supportable, on se fondera sur une entreprise moyenne, économiquement saine de la branche concernée (cf. art. 4 al. 3 OPair).
8	Elaboration d'un plan de mesures pour NH ₃ , lorsque les niveaux critiques sont dépassés et les immissions sont ainsi excessives; Elaboration d'un plan de mesures pour NH ₃ et NO _x , lorsque les charges critiques pour l'azote et les immissions sont ainsi excessives ; Alternativement, prise en compte du NH ₃ et de la problématique des composés azotés dans les plans de mesures existants qui traitent déjà des NO _x (cf. chiffre 1.2.3.). Les mesures de limitations préventives sont à mettre en œuvre indépendamment du plan de mesures.
9	Mis en œuvre des mesures renforcées pour des installations individuelles (selon chiffre 1.2.2.) en complément aux mesures préventives. Les mesures sont à renforcer de façon à ce que les immissions ne soient plus excessives.

6 <https://www.agrammon.ch/home-fr/> (état au 7.2.2019)

7 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/aide-a-l-execution-pour-la-protection-de-l-environnement-dans-l-agriculture.html> (état au 7.2.2019)

Annexe 1

Figure 2

Dépôts de composés azotés en Suisse en 2015 ⁸

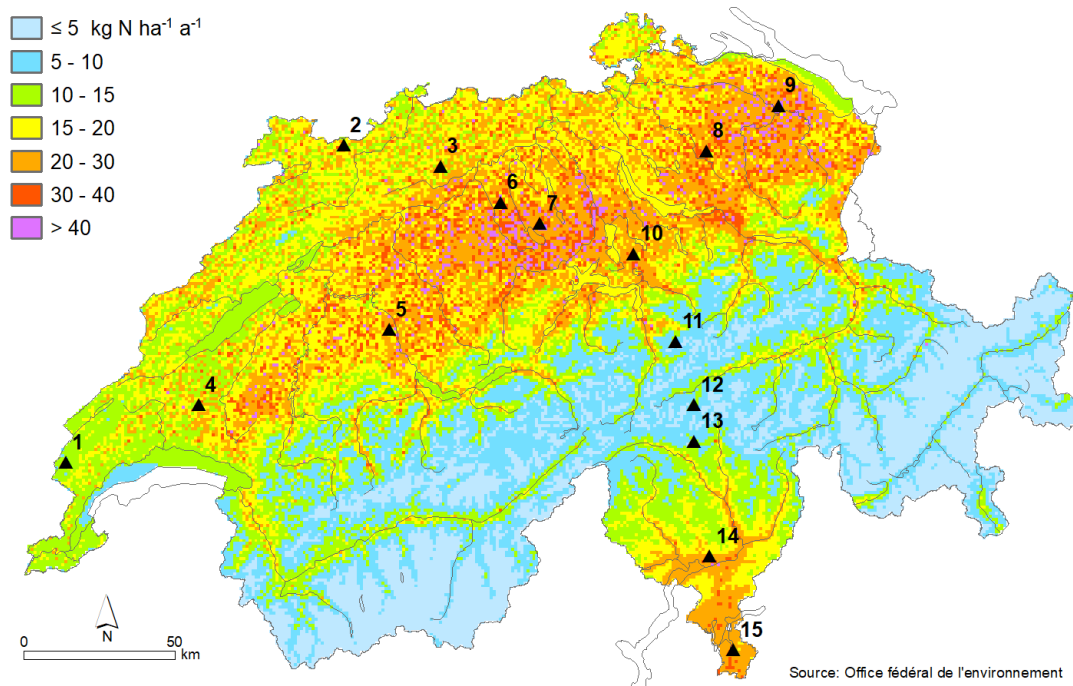
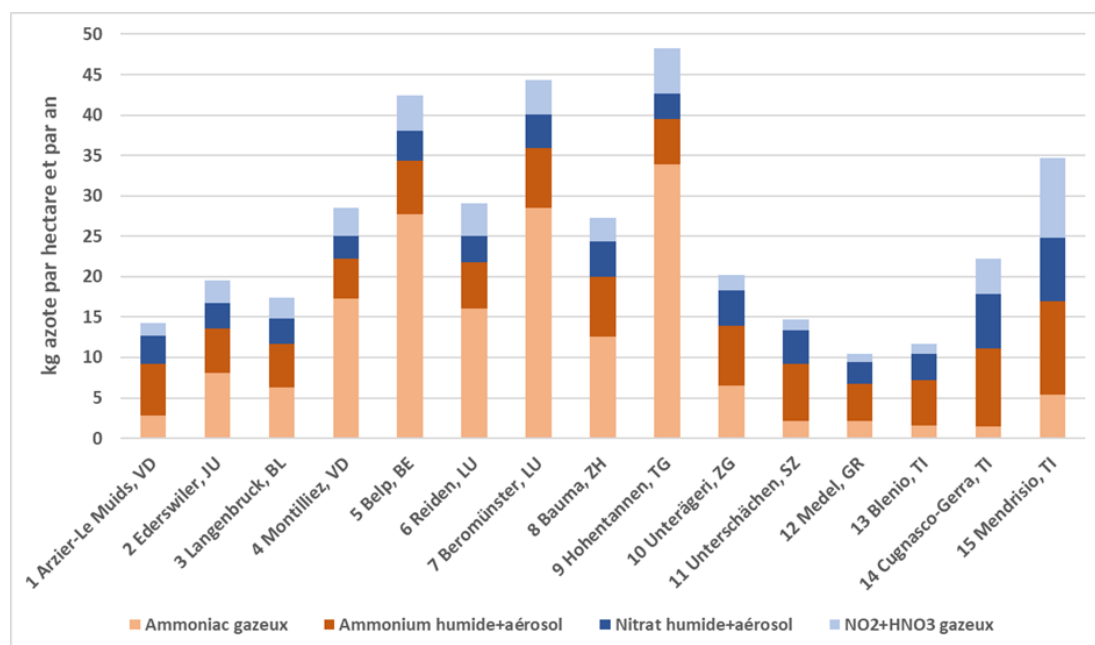


Figure 3

Composition des dépôts azotés dans différents écosystèmes forestiers (marqués de 1 à 15 sur ill. 2). La composition se base sur la modélisation effectuée pour l'ensemble de la Suisse.



⁸ cf. https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=bafu&X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.bafu.luftreinhaltung-stickstoffdeposition&layers_opacity=0.7 (état au 7.2.2019)

Les composés azotés sont mentionnés:

Sous forme oxydée (à partir des oxydes d'azote NO_x) contributions marquées en bleu:

<i>$\text{NO}_2 + \text{HNO}_3$ gazeux</i>	dépôts de dioxyde d'azote NO_2 et d'acide nitrique HNO_3 gazeux
<i>Nitrat humide + aérosol</i>	dépôts sous forme de précipitations, de sédimentations de poussières et interception (capture) des aérosols contenant du nitrate

Sous forme réduite (à partir de l'ammoniac NH_3) contributions marquées en tons bruns :

<i>Ammoniac gazeux</i>	dépôts de l'ammoniac présent sous forme gazeuse
<i>Ammonium humide et aérosol</i>	dépôts sous forme de précipitations, de sédimentations de poussières et interception (capture) des aérosols contenant de l'ammonium

Pour d'autres sites, les services cantonaux peuvent obtenir des informations auprès de l'OFEV. Les dépôts de composés azotés en Suisse proviennent pour un tiers à partir des dépôts d'azote oxydé (oxydes d'azote NO_x et produits dérivés) et deux tiers sous forme réduite (ammoniac NH_3 et produits dérivés). Ces proportions varient en fonction des emplacements, en raison de facteurs locaux tels que la densité des émissions, les quantités de précipitations et les conditions de dispersion.

Figure 4

Dépassements des charges critiques pour l'azote: les couleurs jaune, orange, rouge et violet indiquent les dépassements

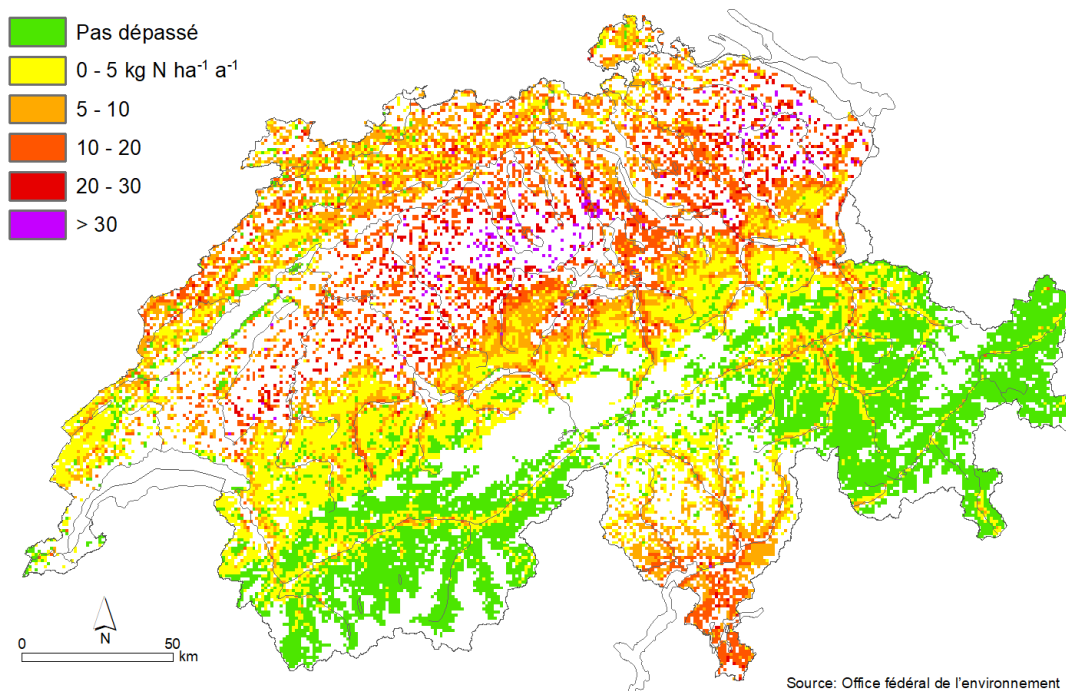
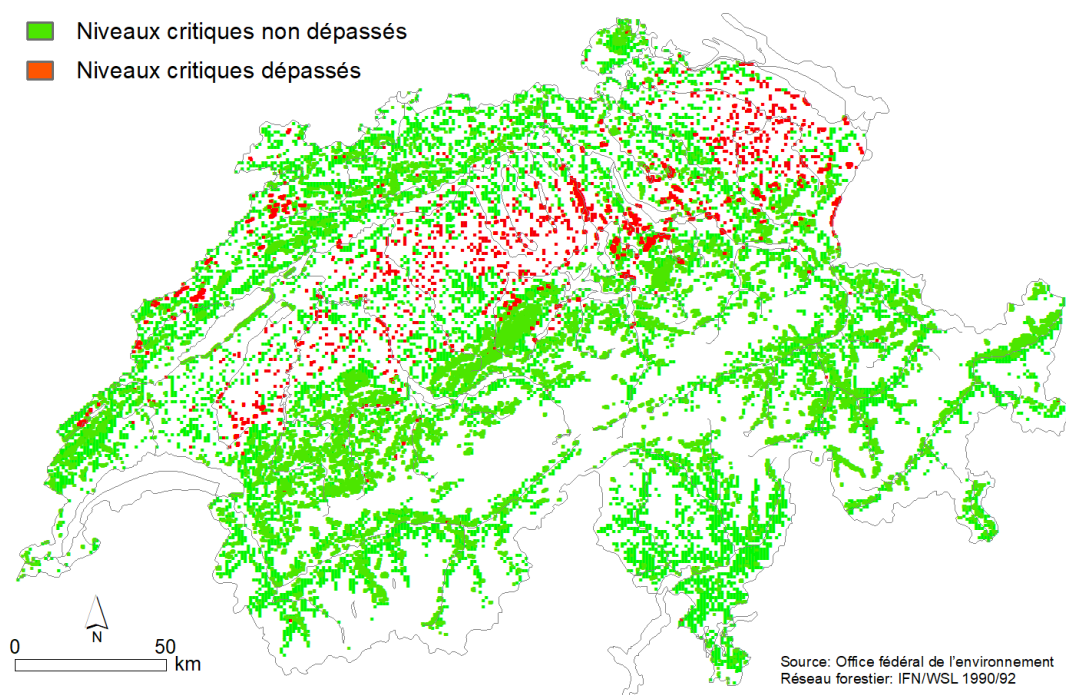


Figure 5

Dépassements des niveaux critiques (critical Levels, CLe) pour l'ammoniac en 2015.

Les territoires avec des immissions excessives apparaissent en rouge.

La cartographie se base sur les concentrations d'ammoniac modélisées à l'échelle de 1x1 km, ainsi que sur l'application des charges critiques de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les hauts-marais et de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les bas-marais, les prairies sèches et les forêts (cf. annexe 2, Tableau 3).



Annexe 2

Tableaux avec les charges critiques empiriques (CLN) et les niveaux critiques pour l'ammoniac (CL_e NH₃), applicables pour les écosystèmes présents en Suisse.

Tableau 2

Charges critiques empiriques (CLN) applicables pour les écosystèmes présents en Suisse CLRTAP 2017

Ecosystèmes	Charge critique ^a kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	Effets en cas de dépassement
Forêts de résineux ^b	5-15 °	Modifications des processus dans le sol; Déséquilibres nutritionnels, Perturbation de la végétation mycorrhizienne dans le sol
Forêts de feuillus ^b	10-20 °	Modifications des processus dans le sol; Déséquilibres nutritionnels, Perturbation de la végétation mycorrhizienne dans le sol
Végétation alpine de buissons nains	5-15 °	Recul des lichens, des mousses et des buissons nains persistants
Pelouses naturelles sèches sur sol acide ou neutre	10-15 °	Augmentation des graminées, diminution des espèces typiques, diminution de la diversité des espèces
Pelouses (mi)-sèches riches en espèces sur calcaire	15-25 °	Augmentation des graminées hautes, diminution de la diversité des espèces, minéralisation accrue, lessivage de l'azote, acidification en surface
Prairies à molinie	15-25 °	Augmentation des graminées, diminution de la diversité des espèces, recul des mousses
Prairies de fauche de montagne	10-15 ° ^d	Augmentation des graminées hautes nitrophiles, diminution de la diversité des espèces
Prairies subalpines	5-10 °	Modification de la composition et augmentation de la productivité végétale
Bas-marais oligotrophes	10-15 °	Multiplication des laïches (carex) et des plantes vasculaires; impacts négatifs sur les mousses
Bas-marais mésotrophes	15-30 °	Augmentation des graminées hautes, recul des mousses
Haut-marais	5-10 °	Multiplication des plantes vasculaires ; modification de la croissance et de la composition des espèces de mousses, augmentation de la teneur en azote dans la tourbe et l'eau de la tourbe
Bord de lacs et d'étangs oligotrophes peu profonds (végétation temporaire des grèves)	3-10	Modification de la composition des macrophytes; production accrue d'algues; déplacement de la limitation nutritive de N vers P
Lacs oligotrophes alpins	3-5 °	Déplacement des associations et production accrue de phytoplancton

^a La fourchette des valeurs indique les différents niveaux des charges critiques. Les valeurs exactes varient en fonction des écosystèmes locaux (présence des espèces) ainsi que des caractéristiques locales (facteurs pédologiques, humidité, altitude). Les valeurs spécifiques appliquées pour la cartographie en Suisse sont listées dans le rapport OFEV 2016 (tableaux 2 et 3). Pour l'évaluation de sites spécifiques, il est recommandé de faire appel aux experts en la matière.

^b les charges critiques empiriques pour les forêts s'appliquent aux forêts naturelles et non exploitées. Pour les forêts exploitées, il faudra calculer le bilan massique selon la méthode décrite dans le manuel de la Convention Air (CLRTAP 2017)

^cBobbink 2011

^dRoth 2017, cette étude suisse a indiqué que la fourchette des charges critiques est plus étroite que les estimations d'experts publiés par Bobbink 2011. En conséquence, les valeurs ont été adaptées.

^eDe Wit 2010, ICP Waters Report 2010

Tableau 3

Niveaux critiques pour l'ammoniac selon CLRTAP 2017

Types de végétation	Niveau critique NH ₃ en µg m ⁻³	Période d'application
Lichens et mousses (y compris les écosystèmes où ils en constituent une composante essentielle)	1	moyenne annuelle
Plantes supérieures (y compris landes, pâturages et végétation des sols forestiers)	2-4	moyenne annuelle

D'une manière générale, la moyenne des charges critiques empiriques et des niveaux critiques ont été appliquées pour la cartographie en Suisse. Pour leur fixation, la sensibilité des écosystèmes spécifiques a été considérée. Une vue d'ensemble détaillée des charges critiques empiriques appliquées pour la cartographie des écosystèmes est décrite dans les tableaux 2 et 3 de la publication OFEV 2016.

Bibliographie

Bobbink R., Hetteling J.-P. (Hrsg.) 2011: Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop held from 23-25 June 2010 in Noordwijkerhout, The Netherlands. Coordination Center for Effects, National Institute for Public Health and Environment RIVM, Bilthoven, The Netherlands. ISBN 978-90-6960-251-6

CFHA 2005: Les polluants atmosphériques azotés en Suisse, rapport de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air, (CFHA., Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP, édit.), Cahier de l'environnement n° 384, Berne. 168 p.

CFHA 2014: Immissions d'ammoniac et dépôts de composés azotés. Clarifications de la CFHA au sujet des immissions excessives. Berne 62 p.

CLRTAP, 2017. Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution⁹

De Wit H.A, Lindholm M., 2010, ICP Waters Report 101/2010, Nutrient enrichment effects of atmospheric N deposition on biology in oligotrophic surface waters – a review. NIVA Report No. 6007-2010. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Oslo, 39 p.

Hegg O., Béguin C., Zoller H. 1993: Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Locher R., 2014, Validierung der Schweizer Ammoniak-Immissionskarte 2010, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften¹⁰

OFEV et OFAG 2011: Constructions rurales et protection de l'environnement. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture, Office fédéral de l'environnement, Berne, L'environnement pratique n° 1101 ; 122 p.

OFEV et OFAG 2012: Eléments fertilisants et utilisation des engrais dans l'agriculture. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1225: 63 p.

OFEV et OFAG 2016: Installations de méthanisation dans l'agriculture. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture. Office fédéral de l'environnement. L'environnement pratique n°1626: 71 p.

OFEV 2016: Rihm B., Achermann B., Critical Loads of nitrogen and their Exceedances, Swiss contribution to the effects-oriented work under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE). Federal Office for the Environment, Bern. Environmental studies no. 1642

⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/en/manual-for-modelling-mapping-critical-loads-levels?parent=68093> (état au 7.2.2020)

¹⁰ <https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/125> (état au 7.2.2019)

Rihm 2019: Rihm B., Mapping Nitrogen Deposition 2015 for Switzerland, Technical report commissioned by the Federal Office for the Environment

Roth T., Kohli L., Rihm B., Meier R., Achermann B. 2017, Using change-point models to estimate empirical critical loads for nitrogen in mountain ecosystems, Environ Pollut, 220, p1480-1487

Seitler, E., Thöni, L., Meier, M., 2016. Atmosphärische Stickstoff-Deposition in der Schweiz 2000 bis 2014. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, der OSTLUFT, der WSL und der Kantone AG, BE, BL, GE, GR, LU, NE, SO, SZ, TI, ZG und ZH. Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil SG, Switzerland.

Seitler E., Thöni L., 2018, Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000-2017, avec un résumé en français