



1. Objectif

Le modèle Volt'Air a pour principal objectif de simuler la dynamique et le cumul des flux de volatilisation d'ammoniac (NH_3) après épandage sur sol nu de produits résiduels organiques (lisiers, fumiers, composts, digestats...) ou de fertilisants minéraux (ammonitrate, urée, solution azotée), ainsi que la volatilisation des produits phytopharmaceutiques (PPP). Il prend en compte différentes méthodes d'apport ainsi qu'un éventuel travail du sol pratiqué en post-application et/ou une irrigation.

Il peut être utilisé pour :

- caractériser les pertes d'azote par volatilisation après fertilisation d'un système ou de tout un ensemble de systèmes « engrais-pratique-pédoclimat » ou de produits phytopharmaceutiques suite à un traitement phytosanitaire
- évaluer les techniques et stratégies de réduction des pertes par volatilisation au champ
- améliorer la prise en compte des facteurs agro-environnementaux et de leurs variabilités spatio-temporelles dans les inventaires nationaux d'émissions d'ammoniac ou en entrée de modèles de chimie-transport utilisés en prévision de la qualité de l'air
- générer des fonctions simples de volatilisation à intégrer dans des outils d'aide à la décision ou des bilans environnementaux, par métamodélisation par exemple.

2. Destinataires

- Scientifiques travaillant sur la volatilisation d'ammoniac, la fertilisation, la valorisation des produits résiduels organiques en agriculture, les traitements phytosanitaires, la protection des cultures, la qualité de l'air...
- Acteurs du développement agricole et organismes de conseil agricole
- Industriels de la fertilisation et industriels de la transformation des déchets de diverses origines (méthanisation, compostage...)
- Etudiants

3. Contenu, fonctionnalités

C'est un modèle 1D qui prend en compte de manière modulaire les principaux facteurs d'influence de deux compartiments - le sol et l'atmosphère : la description explicite des processus impliqués dans le sol (équilibres entre les différentes formes chimiques de l'intrant, transferts hydriques, thermiques et de solutés dans le sol, puits et sources) permet le calcul de la concentration du composé d'intérêt (NH₃ ou matière active du produit phytopharmaceutique) en phase gazeuse à l'interface entre le sol et l'atmosphère et, *in fine*, à partir des conditions micrométéorologiques locales, du flux de volatilisation. L'échelle spatiale est la parcelle agricole et l'échelle temporelle est de plusieurs jours à quelques semaines avec un pas de temps infra horaire, horaire ou pluri-horaire. Le compartiment sol est divisé en plusieurs couches sur 1 mètre de profondeur environ.

L'outil a été doté d'une interface graphique destinée à en faciliter l'utilisation :

- renseignement des données et variables d'entrées :
 - o propriétés physico-chimiques des composés azotés et des PPP ;
 - o propriétés hydrauliques des produits résiduels organiques ;
 - o données relatives au sol : texture, propriétés analytiques, caractéristiques hydrauliques..., teneur en eau initiale ;
 - o informations concernant les pratiques culturales : date, dose et mode d'application de l'intrant, date et mode d'incorporation, date et dose d'irrigation ;
 - o configuration de la parcelle (latitude, taille...) ;
 - o variables météorologiques issues d'une station météorologique classique à un pas de temps horaire.
- édition et représentation graphique des variables de sorties
 - o flux instantané de volatilisation et cumul des pertes ;
 - o termes du bilan d'énergie et température de la surface du sol, paramètres de turbulence ;
 - o températures, teneurs eau, teneurs en azote ammoniacal, azote nitrique et uréique et teneurs en pesticides des différentes couches de sol.

Grâce à un constant travail d'amélioration, doublé d'une démarche de validation par confrontation à des jeux de données expérimentaux acquis spécifiquement dans cet objectif, le domaine d'application de Volt'Air s'étend progressivement (diversification des intrants, des pratiques, des contextes pédoclimatiques...)

Le couplage de Volt'Air avec le modèle Sol-Végétation-Atmosphère SurfAtm permet la prise en compte des interactions avec le couvert végétal et leurs effets sur la dynamique et l'amplitude des émissions. Son couplage avec le modèle FIDES (dispersion atmosphérique et dépôt à courte distance) permet d'évaluer les impacts des émissions sur les écosystèmes non cibles à courtes distances (< 1 km ; par exemple étendues d'eau) et de calculer des émissions nettes à l'échelle d'un territoire et/ou d'une maille de modèles de Chimie Transport.

4. Conditions d'accès à l'outil

Sur demande (voir contacts)

5. Pour en savoir plus

<https://www.versailles-grignon.inra.fr/ecosys/Productions/Logiciels-Modeles/VOLT-AIR>

Génermont S., Cellier P., 1997. A mechanistic model for estimating ammonia volatilization from slurry applied to bare soil. *Agricultural and Forest Meteorology* 88:145-167.

[https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(97\)00044-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00044-0).

Bedos C., Génermont S., Le Cadre-Barthelemy E., Garcia L., Barriuso E., Cellier P., 2009. Modelling pesticide volatilization after soil application using the mechanistic model Volt'Air. *Atmospheric Environment*, 43, 22-23, 3630-3639. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.atmosenv.2009.03.024>

Le Cadre E., Génermont S., Bedos C., Recous S., Cellier P., 2008. Adapting the mechanistic model Volt'Air to model ammonia volatilisation from industrial fertilisers applied to bare soil as related to chemical and biological processes at the soil surface, Oral presentation. Open Science Conference on Reactive Nitrogen and the European Greenhouse Gas Balance, 20-21/02/2008, Ghent, Belgium.

Garcia L., Bedos C., Génermont S., Braud I., Cellier P., 2011. Assessing the ability of mechanistic volatilization models to simulate soil surface conditions: a study with the Volt'Air model. *Science of the Total Environment*, 409, 19, 3980-3992. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.scitotenv.2011.05.003>

Garcia L., Génermont S., Bedos C., Simon N.N., Garnier P., Loubet B., Cellier P., 2012. Accounting for surface cattle slurry in ammonia volatilization models: the case of Volt'Air. *Soil Science Society of America Journal*, 76, 6, 2184-2194. <http://dx.doi.org/doi:10.2136/sssaj2012.0067>

Garcia L., Bedos C., Génermont S., Benoit P., Barriuso E., Cellier P., 2014. Modeling Pesticide Volatilization: Testing the Additional Effect of Gaseous Adsorption on Soil Solid Surfaces. *Environmental Science and Technology*, 48, 9, 4991-4998. <http://dx.doi.org/doi:10.1021/es5000879>

Hamaoui-Laguel L., Meleux F., Beekmann M., Bessagnet B., Létinois L., Génermont S., Cellier P., 2014. Improving ammonia emissions in air quality modelling for France. *Atmospheric Environment*, 92, 584-595. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.atmosenv.2012.08.002>

Ramanantenasoa M.M.J., Gilliot J.-M., Mignolet C., Bedos C., Mathias E., Eglin T., Makowski D., Génermont S., 2018. A new framework to estimate spatio-temporal ammonia emissions due to nitrogen fertilization in France. *Science of the Total Environment* 645:205-219. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.202>.

Ramanantenasoa M.M.J., Génermont S., Gilliot J.-M., Bedos C., Makowski D., 2019 Meta-modeling methods for estimating ammonia volatilization from nitrogen fertilizer and manure applications. *Journal of Environmental management* 236:195-205. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.066>.

6. Contact (s)

UMR EcoSys INRA – AgroParisTech - Université Paris Saclay

Volt'Air-NH₃ : Sophie Génermont sophie.genermont@inra.fr

Volt'Air-PPP : Carole Bedos carole.bedos@inra.fr

Propriétaire



Journées des RMT élevages et environnement & Erytage des 2-3 décembre 2019, Rennes

<http://www.rmtelevagesenvironnement.org> ; <http://erytage.org>