

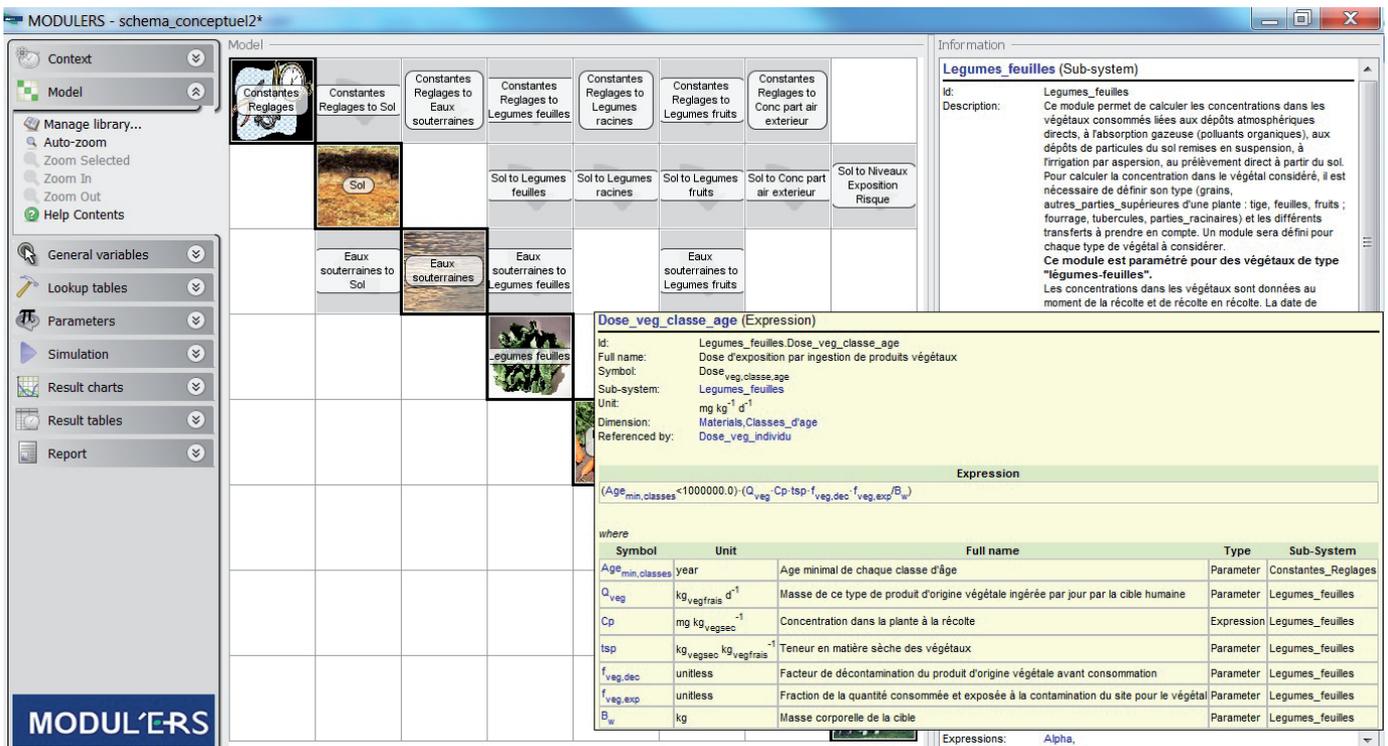
► Qu'est-ce que MODUL'ERS ?

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations de risque sanitaire prospectives effectuées dans le cadre de **l'analyse des effets sur la santé des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE)** et pour la réalisation des **Analyses de Risques Résiduels (ARR) des sites et sols pollués**. Il permet d'estimer les niveaux d'exposition et les niveaux de risque en fonction du temps.

MODUL'ERS est composé d'une plateforme de modélisation et simulation et d'une bibliothèque de modules, basée sur le manuel « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle » (disponible sur le site internet de l'INERIS, sous la référence DRC-08—94882-16675B).

MODUL'ERS permet de :

- construire, selon le schéma conceptuel du site étudié, des modèles multimédia adaptés, en agencant les modules prédéfinis de la bibliothèque ;
- mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.



The screenshot shows the MODUL'ERS software interface. On the left is a navigation menu with options like 'Context', 'Model', 'Manage library...', 'Auto-zoom', 'Zoom Selected', 'Zoom In', 'Zoom Out', 'Help Contents', 'General variables', 'Lookup tables', 'Parameters', 'Simulation', 'Result charts', 'Result tables', and 'Report'. The main area displays a conceptual model matrix with various components like 'Constantes Reglages to Eau souterraines', 'Sol', 'Eaux souterraines to Sol', 'Eaux souterraines', 'Eaux souterraines to Legumes feuilles', 'Legumes feuilles', 'Sol to Legumes feuilles', 'Sol to Legumes racines', 'Sol to Legumes fruits', 'Sol to Conc part air extérieur', and 'Sol to Niveaux Exposition Risque'. A detailed view of the 'Dose_veg_classe_age' parameter is shown on the right, including its description, unit, dimension, and a table of related parameters.

Symbol	Unit	Full name	Type	Sub-System
Age_min_classes	year	Age minimal de chaque classe d'âge	Parameter	Constantes_Reglages
Q_veg	kg_vegfrais d ⁻¹	Masse de ce type de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine	Parameter	Legumes_feuilles
Cp	mg kg ⁻¹ vegsec ⁻¹	Concentration dans la plante à la récolte	Expression	Legumes_feuilles
Isp	kg_vegsec kg ⁻¹ veg ⁻¹	Teneur en matière sèche des végétaux	Parameter	Legumes_feuilles
f_veg_dec	unitless	Facteur de décontamination du produit d'origine végétale avant consommation	Parameter	Legumes_feuilles
f_veg_exp	unitless	Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	Parameter	Legumes_feuilles
B_w	kg	Masse corporelle de la cible	Parameter	Legumes_feuilles

Fenêtre de présentation du modèle sous forme matricielle

Quelles sont les spécificités de MODUL'ERS ?

MODUL'ERS est un outil permettant de faire concrètement le lien entre le schéma conceptuel spécifique au site d'étude et l'évaluation prospective des expositions et des risques sanitaires. Sa flexibilité permet son utilisation dans les situations des plus simples aux plus complexes.

Flexibilité

Construction de modèles adaptés :

- en terme de mécanismes de transfert à prendre en compte (**principe de spécificité**) ;
- en terme de précision requise et d'informations disponibles (**principe de proportionnalité**).

Pour chaque substance étudiée, l'utilisateur choisit :

- les mécanismes de transfert à prendre en compte pour modéliser la concentration attendue dans les milieux ;
- entre différentes approches de modélisation, pour représenter certains mécanismes de transfert (exemples : modèle Volasoil ou Johnson et Ettinger pour le transfert de polluant du sol vers l'air intérieur, approche dynamique ou stationnaire pour le calcul des concentrations dans les matrices animales...)
- entre l'utilisation de données mesurées et le recours à la modélisation.

Transparence

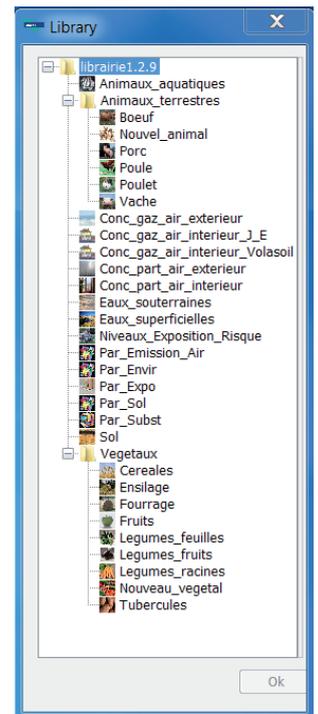
- Visualisation de l'ensemble des équations de calcul et navigation entre les variables par lien hypertexte ;
- Accès à l'ensemble des grandeurs calculées (résultats intermédiaires et finaux) ;
- Mise en évidence, à l'écran et dans le rapport éditable, des données d'entrée dont les valeurs, fournies par défaut, ont été modifiées par l'utilisateur ;
- Fourniture sur le site www.ineris.fr du manuel présentant l'origine, les hypothèses et les limites des équations utilisées, ainsi que du document regroupant les remarques des relecteurs et les réponses apportées par l'INERIS ;
- Proposition de valeurs, intervalles de valeurs ou/et distributions statistiques pour les données d'entrée. Fourniture au sein du logiciel des références utilisées et information sur le degré d'approfondissement de la recherche effectuée pour définir ces valeurs. Par la suite, des rapports annexés présenteront l'ensemble des données collectées et les choix effectués.

► Contenu de la bibliothèque

Modules pour le calcul des concentrations dans les milieux suivants :

- ♦ Sol en surface
- ♦ Eaux superficielles
- ♦ Eaux souterraines
- ♦ Air extérieur (polluants sous forme gazeuse et particulaire)
- ♦ Air intérieur (polluants sous forme gazeuse et particulaire, modèle Johnson et Ettinger, modèle Volasoil)
- ♦ Végétaux (+ 8 déclinaisons correspondant à différents types de végétaux)
- ♦ Viandes animales et produits excrétés par des animaux terrestres (+5 déclinaisons correspondant à différents types d'animaux)
- ♦ Animaux aquatiques

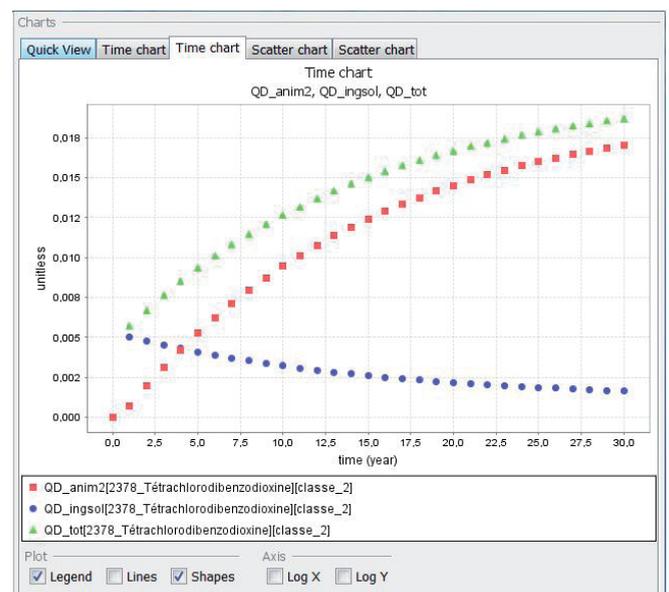
Calcul des doses d'exposition par ingestion et des concentrations inhalées



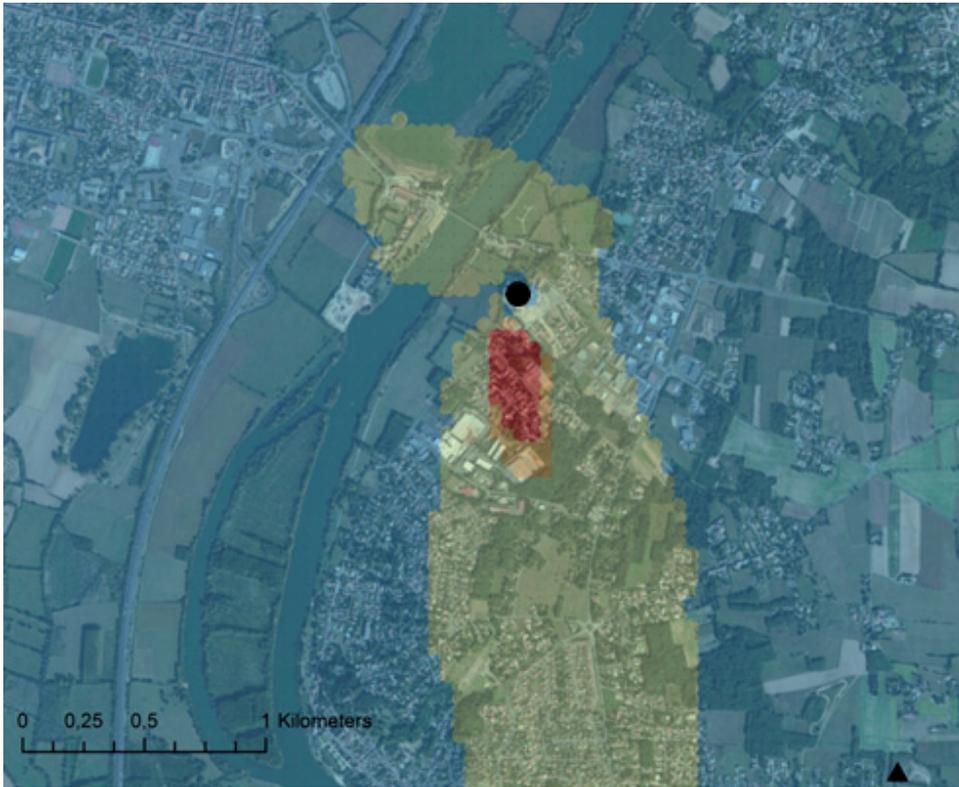
Modules contenus dans la bibliothèque

► Fonctionnalités du logiciel

- ♦ Possibilité de tenir compte au sein d'un scénario d'expositions liées à des lieux différents (exemple : ingestion de sol dans une zone résidentielle et de produits issus d'animaux, consommant différents végétaux cultivés en différents lieux)
- ♦ Calcul des risques avec différents niveaux d'agrégation (par substance, par vecteur d'exposition, par voie d'exposition, par organe cible...)
- ♦ Calcul des risques sans effet de seuil, en prenant en compte l'évolution des concentrations dans les milieux et celle des paramètres d'exposition de la cible humaine au cours du temps
- ♦ Calcul des risques à effet de seuil pour différentes classes d'âge (de 1 à 10 classes définissables)
- ♦ Ajout possible de substances à la liste prédéfinie
- ♦ Données d'entrée pouvant être importées à partir d'Excel pour reconstruire rapidement un cas sur la base d'un modèle-type ou déclinier un schéma d'exposition en de multiples points géographiques (calcul en batch)
- ♦ Résultats fournis sous forme de graphes et de tableaux
- ♦ Résultats exportables sous Excel pour des traitements statistiques complémentaires ou l'utilisation des résultats dans un SIG : voir carte de niveaux de risques au verso
- ♦ Rapport d'étude au contenu paramétrable, disponible sous format .pdf



Représentation graphique des niveaux de risques



Légende

- QD : 0.015 et - 0.02
- QD : 0.02 - 0.04
- QD : 0.04 - 0.05
- QD : 0.05 - 0.1
- Incinérateur
- ▲ Élevage de poules

Carte de quotients de dangers

► Autres usages

Au-delà de son intérêt pour les évaluations de risque sanitaire à caractère réglementaire, MODUL'ERS peut être utilisé pour des études plus larges. En particulier, il est intégré à l'outil PLAINE (Plateforme intégrée pour l'Analyse des Inégalités d'exposition Environnementales), conçu par l'INERIS pour ses travaux sur les inégalités environnementales.

► Mode de diffusion du logiciel

Le logiciel et sa documentation sont distribués sous la forme d'une clé remise dans le cadre d'une formation de deux jours. Cette formation permet aux participants de découvrir l'outil et d'apprendre à s'en servir. Le logiciel étant gratuit, toute personne ayant participé à la formation pourra le déployer sur autant de postes qu'elle le souhaite au sein de sa société et accompagner ses collègues dans son utilisation.

Le logiciel MODUL'ERS a été développé dans le cadre des programmes d'appui de l'INERIS au Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE).

Vos contacts

- Roseline Bonnard (roseline.bonnard@ineris.fr ou modulers@ineris.fr) pour vos questions relatives à l'outil
- Stéphanie Jameaux (stephanie.jameaux@ineris.fr) ou www.ineris.fr/ineris_formation/detail/1954 pour l'inscription aux formations