

**SECTION 1. A. English Version B. [Version française](#) C. [En Español](#) D. *More***

Cette partie expose les caractéristiques **générales** d'**IH Mod**. Une aide supplémentaire sur chaque modèle spécifique est accessible via le bouton d'aide de la page correspondante. Ce classeur de modèles complète l'ouvrage intitulé *Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals*, 2<sup>e</sup> édition, 2009. Cet ouvrage permet de sélectionner le modèle le plus adéquate, les paramètres appropriés, de comprendre les limites de chaque modèle, et explique ce que signifient les résultats des calculs. Il constitue une référence incontournable pour les questions techniques sur les modèles et l'utilisation de ces modèles. Il vous aidera à résoudre des problèmes du type « Comment puis-je déterminer le taux d'émission ? » ou « Quel modèle devrais-je utiliser en premier ? » ou « Où puis-je trouver des valeurs du coefficient de diffusion turbulente ? ».

L'illustration de la page « introduction pour les utilisateurs » comporte des étiquettes montrant la plupart des fonctions sur chaque feuille de modèle. Les contenus de chaque modèle spécifique peuvent être légèrement différents. Les tableaux de données (série chronologique de concentrations ou série de distances pour certains modèles) sont situés sous les graphiques. Il suffit de faire défiler vers le bas pour visualiser le tableau de données complet.

**SOMMAIRE :**

***Aide générale***

***Option haute résolution de temps***

***Moyenne pondérée – Autre estimation***

***Commentaires spécifiques sur les modèles***

***Quelques mots sur la simulation Monte Carlo avec IH Mod***

***Foire aux questions***

---

**Aide générale**

1. L'utilisateur est censé connaître et utiliser Excel pour ouvrir **IH Mod** et enregistrer une copie.
2. L'utilitaire d'analyse Analysis Toolpak doit être disponible lorsque vous installez le logiciel Microsoft Excel 2003 pour permettre à certains modèles de diffusion turbulente de fonctionner correctement. Ces modèles nécessitent la « fonction erreur » (ERF dans Excel). Pour activer ce complément Excel, cliquez sur l'onglet Outils, puis sélectionnez Analysis ToolPak dans la catégorie Compléments. Vous aurez peut-être besoin du CD-Rom d'installation de Microsoft Office 2003 pour terminer l'installation. Les versions d'Excel antérieures à Excel 2003 peuvent nécessiter l'installation d'un complément appelé « macros complémentaires disponibles ». Si vous utilisez Excel 2007, vous devez simplement charger l'utilitaire d'analyse.

3. Les ordinateurs Apple utilisant Excel peuvent ne pas être compatibles avec le code Visual Basic d'**IH Mod**. Ainsi, il se peut qu'**IH Mod** ne fonctionne pas correctement voire pas du tout sur les ordinateurs Apple. Cette hypothèse est fondée sur des essais initiaux limités, effectués sur un ordinateur portable Apple. Les essais laissent à penser que la version d'Excel utilisée pour ce système n'est pas compatible avec le code Visual Basic utilisé pour **IH Mod**. Les ordinateurs Apple utilisant une version émulée de Microsoft Windows et une version Windows d'Excel peuvent peut-être supporter correctement **IH Mod**, mais notre équipe de projet ne l'a pas vérifié.
4. Il est possible de protéger le classeur pour éviter de modifier, par inadvertance, les équations et autres fonctions. Les cellules « **vertes** » sont destinées à la saisie des valeurs initiales du modèle, tels que le taux de polluant et la ventilation de la pièce. Les valeurs initiales obligatoires sont indiquées en **rouge**. Le modèle ne procédera pas aux calculs si ces paramètres obligatoires ne sont pas saisis. Dans certains modèles et paramètres, la valeur zéro n'est pas admise et empêchera le modèle de fonctionner. Ce sera évident. Tel que mentionné dans la « mise en garde », les utilisateurs qui déverrouillent et modifient le classeur assument l'entière responsabilité de leurs modifications.
5. Le défilement sur chaque page du modèle est paramétré de telle sorte que le titre et les autres informations en en-tête demeurent visibles.
6. Une aide plus spécifique sur chaque modèle est accessible via l'icône d'aide (?) de la page correspondante. Chaque page spécifique fait référence aux chapitres pertinents de *Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals*, 2<sup>e</sup> édition, AIHA Press, 2009, C. Keil *et al.*. Les utilisateurs d'**IH Mod** sont censés consulter cet ouvrage de référence lorsqu'ils font de la modélisation.
7. Il se peut que certaines équations mathématiques utilisées dans **IH Mod** diffèrent LÉGÈREMENT de celles décrites dans *Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals*, 2<sup>e</sup> édition, AIHA Press, 2009, C. Keil *et al.*. La principale différence concerne la « pièce avec air uniformément mélangé et contre-pression ». **IH Mod** utilise, en l'occurrence, une équation plus facile à mettre en œuvre sous Excel (mais donnant des résultats similaires) qu'avec l'ouvrage.
8. Une colonne située à droite de la colonne verte permet aux utilisateurs de faire varier les valeurs initiales pour voir l'effet produit sur les résultats des calculs, à la fois dans les graphiques et les tableaux de données. Notons que ces résultats correspondent, par défaut, à 100 % de la valeur initiale définie par l'utilisateur dans la colonne verte et peuvent donc « diminuer » pour atteindre des valeurs inférieures. La modélisation de valeurs plus grandes nécessite la saisie de valeurs plus grandes dans la partie « valeurs initiales ». Si la barre de défilement est placée sur une valeur inférieure à 100 % de la valeur initiale, le fond de la cellule devient jaune. Cela permet d'avertir l'utilisateur que la valeur sur le point d'être prise en compte pour les calculs est différente de la valeur initiale. Il y a une exception : dans certains modèles, les utilisateurs peuvent sélectionner des valeurs de distance par rapport à la source d'émission plus importantes (en utilisant les barres de défilement horizontales).
9. **Attention aux unités que vous utilisez !** **IH Mod** précise les unités à utiliser. Vous serez peut-être amenés à convertir certaines unités en dehors d'**IH Mod** pour être sûrs que les valeurs sont exprimées dans les unités escomptées. Néanmoins, **IH Mod** propose un utilitaire de conversion pour les unités les plus communes. Vous trouverez cet utilitaire à droite des graphiques.
10. Une colonne « zone de calcul pour l'utilisateur » située à droite du tableau de données (sous le graphique) de chaque modèle permet à l'utilisateur d'effectuer des calculs supplémentaires (mode non protégé) par rapport aux données, afin de déterminer, par exemple, la moyenne pondérée sur des intervalles plutôt que de  $t_0$  à  $t_n$ .

11. Les utilisateurs doivent définir la durée maximale de la simulation. Les calculs d'intervalles de temps dans les graphiques et les colonnes de données sont ensuite basés sur des intervalles (en général de 100) allant de zéro à cette durée maximale. L'utilisateur peut décider de saisir des intervalles plus courts ou plus longs pour la simulation afin de mieux voir ce qui se passe au début ou à la fin de la simulation. La présente version d'**IH Mod** restreint la durée maximale à des valeurs inférieures à 1 440 minutes (24 heures).
12. Les informations sur les utilisateurs apparaîtront sous le graphique si elles sont SAISIES dans le champ prévu à cet effet. Notons que cette page d'information sur les utilisateurs est accessible via l'onglet « informations sur les utilisateurs » ou via le **?** situé en bas à gauche de la page d'accueil d'**IH Mod**. Si aucune information sur les utilisateurs n'est saisie, les graphiques restent vierges. Le champ « commentaires à imprimer » apparaîtra avec les graphiques, tandis que le champ « commentaires à ne pas imprimer » n'apparaîtra que dans le champ « informations sur les utilisateurs » de cette page.
13. Les boutons de navigation, les icônes d'impression, etc. n'apparaissent pas lors de l'impression.
14. Les utilisateurs peuvent naviguer de l'aide spécifique à l'aide générale, mais la navigation de l'aide générale à l'aide spécifique s'effectue via la page d'accueil d'**IH Mod**.
15. Les modèles proposés par **IH Mod** ont tous été vérifiés individuellement en termes d'intégrité des calculs. Nous tenons à remercier les membres de l'AIHA, à savoir Renee Anthony, Fred Boelter, Michael Jayjock, Perry Logan, James Stewart, Monika Vadali et Steven Jahn, en particulier pour avoir contribué à vérifier les calculs et participé aux autres procédures de vérification.

## Option haute résolution de temps

Plusieurs modèles ont une option permettant d'augmenter le nombre d'incrément de temps utilisés dans les calculs. Cette option est matérialisée par un bouton vert situé à gauche du graphique, sous le numéro de version. Ce bouton ressemble à celui illustré ci-dessous. Il active une macro qui insert 5 000 intervalles de temps sur la « durée maximale de la simulation ». Il ne s'agit pas de l'intervalle par défaut dans la mesure où il peut ralentir considérablement les calculs, en particulier sur les ordinateurs peu récents, et où l'augmentation de la résolution de temps n'est souvent pas nécessaire. Il PEUT être utile en cas d'émission initiale de courte durée, et si les utilisateurs souhaitent suivre les mouvements de décroissance sur un intervalle beaucoup plus long que la durée d'émission.



similaire au bouton de la feuille de calcul

## Moyenne pondérée – Autre estimation

L'utilisateur trouvera ci-après une autre manière de calculer la moyenne pondérée applicable sur une « longue » période à partir d'une exposition « de courte durée ». Cet exemple s'applique spécifiquement au modèle à deux zones, avec émission constante en zone rapprochée et éloignée, mais le principe est également valable pour les autres modèles. La valeur moyenne d'exposition ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) sur une période de 8 heures (480 minutes) ou une autre période (24 heures soit 1 440 minutes, par exemple) dans ce modèle à deux zones peut être calculée à partir de l'équation suivante, qui représente tout simplement le taux d'émission moyen ( $G$ ) en  $\text{mg}/\text{min}$  sur 8 heures (480 minutes) ou sur une autre période exprimée en minutes divisé par le débit de ventilation ( $\text{m}^3/\text{min}$ ) dans la zone considérée (zone rapprochée ou zone éloignée).

Ainsi, la valeur moyenne d'exposition pour un solvant totalement évaporé dans une zone puis évacué de cette zone pendant cette période est directement proportionnelle à la masse initiale émise ( $M_0$ ) et inversement proportionnelle au débit de ventilation constant dans cette zone.

$$\text{Moyenne pondérée dans la zone} = \left[ \frac{\left[ \frac{\text{masse émise}}{VME} \right]}{\text{débit de ventilation}} \right]$$

Par exemple, soit une masse de 5 000 mg, une VME sur 480 minutes et un débit de ventilation, zone éloignée de  $50 \text{ m}^3/\text{min}$ , alors :

$$\text{VME sur 480 minutes} = \frac{5000 \text{ mg} / 480 \text{ min}}{50 \text{ m}^3 / \text{min}} = 2.1 \text{ mg}/\text{m}^3$$

Débit de ventilation dans la zone éloignée =  $Q$ .

$$\text{Débit de ventilation dans la zone rapprochée} = \left[ \frac{\beta}{\beta + Q} \right] \cdot Q$$

Ainsi, la valeur moyenne d'exposition pour un solvant totalement évaporé dans une zone puis évacué de cette zone pendant cette période est directement proportionnelle à la masse initiale émise ( $M_0$ ) et inversement proportionnelle au débit de ventilation constant dans cette zone.

Dans la version actuelle d'IH Mod, plusieurs modèles proposent une option permettant d'estimer la masse émise à l'instant  $t$  en fonction du taux d'émission ( $G$ ). Cette estimation peut être utilisée dans les formules ci-dessus.

## Commentaires spécifiques sur les modèles

1. Plusieurs modèles intègrent des taux d'émission constants. Ces modèles ne tiennent pas compte d'une limitation de la quantité de produit émise. Dans certaines circonstances, lorsque le produit est épuisé dans le procédé émissif, les prévisions de concentration ne peuvent pas être étendues indéfiniment. Dans ces cas-là, les utilisateurs devraient définir la durée appropriée.
2. Dans plusieurs modèles, un calcul a été mis en place pour **montrer la quantité de polluant émise à l'instant t précisé par l'utilisateur**. Il s'agira de l'ensemble des instants t figurant dans la zone déroulante située en haut à droite du modèle, où l'utilisateur peut sélectionner « moment de l'arrêt de l'émission » ou tout autre instant compris entre zéro et « durée maximale de la simulation ». Cela permet de vérifier l'équilibre des masses si l'utilisateur peut estimer la masse initiale de polluant émise.
3. Les modèles de diffusion turbulente d'Eddy avec advection (flux d'air directionnel) permettent désormais de saisir des distances négatives. L'objectif est de représenter et de calculer les concentrations qui vont dans le sens opposé du flux de ventilation.

## Quelques mots sur la simulation Monte Carlo avec IH Mod

L'outil **IH Mod** n'a pas été conçu pour les personnes ayant des besoins importants en matière de simulation Monte Carlo. Pour les simulations Monte Carlo d'envergure, une feuille adaptée au gré de l'utilisateur peut se révéler plus rapide et plus satisfaisante. Il est néanmoins possible de procéder à des simulations Monte Carlo via **IH Mod** grâce à certains packs d'extension. A l'époque où cette note a été rédigée, Crystal Ball (l'un des logiciels de simulation Monte Carlo commerciaux, puissants et rapides) n'était pas compatible avec **IH Mod**. Nous n'avons pas testé d'autres logiciels commerciaux de ce type tels que @Risk. Toutefois, nous avons testé deux logiciels gratuits qui constituent des extensions de Microsoft Excel. Ils sont compatibles avec **IH Mod** mais un peu lents. Le plus rapide des deux (pour Excel 2007) est SimuLAR (disponible à l'adresse suivante : <http://www.simularsoft.com.ar>). SimuLAR est un courrieliciel, ce qui signifie que le développeur demande aux utilisateurs d'envoyer et de partager les modèles développés via SimuLAR. L'autre logiciel gratuit est Simulacion (disponible à l'adresse suivante : [http://www.cema.edu.ar/~jvarela/index\\_eng.htm](http://www.cema.edu.ar/~jvarela/index_eng.htm)). L'acquisition, l'installation et l'exécution de ces logiciels est laissée à la discrétion de l'utilisateur.

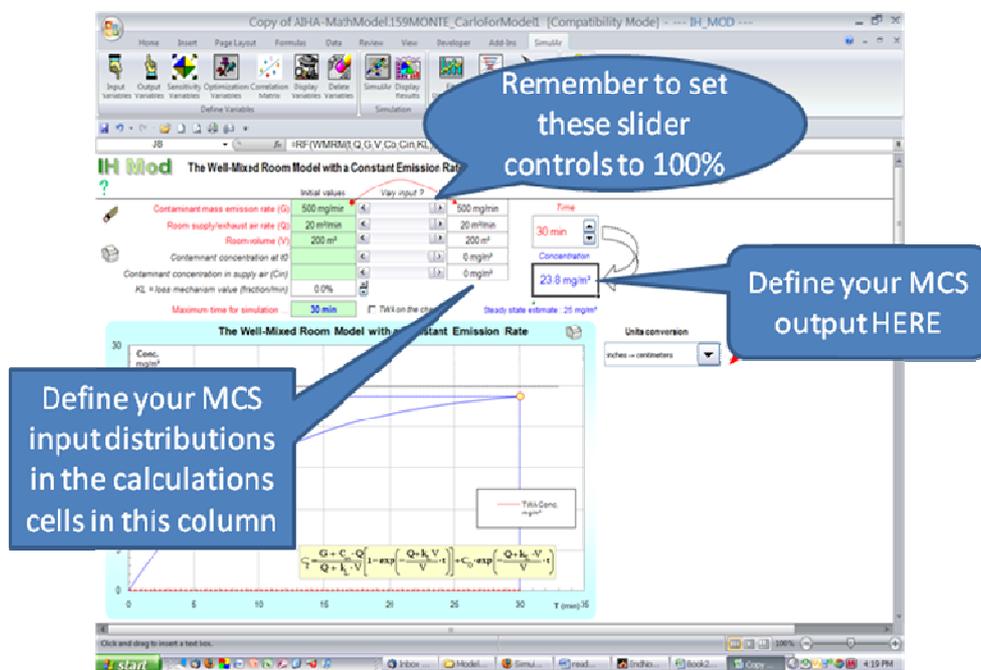
Le paramétrage nécessite de déverrouiller la feuille Excel du modèle spécifique en passant par le menu « menus, outils, protection » (dans Excel 2007). Vous devez ensuite paramétrer les cellules FAIRE VARIER LES VALEURS (à droite des cellules vertes dédiées aux valeurs initiales dans **IH Mod**) comme VARIABLES D'ENTRÉE. Définissez en tant que RÉSULTAT la concentration figurant dans la cellule de droite, située sous les barres de défilement « temps ». Notez de fixer une « durée maximale de la simulation » pertinente, assurez-vous que tous les paramètres sont fixés à 100 % de leur valeur (en faisant varier les valeurs). La capture d'écran ci-dessous illustre ces points.

# Foire aux questions

(à remplir)

Thomas W. Armstrong, juin 2009

## Fig. 1. Screen Capture Illustrating Set Up of IH Mod for Monte Carlo Simulations



Also remember to "unprotect" the worksheet!

### Capture d'écran illustrant le paramétrage d'IH Mod pour des simulations Monte Carlo