

FR8401401

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

INSTITUT DE PROTECTION ET DE SECURITE NUCLEAIRE

DEPARTEMENT D'ANALYSE DE SECURITE

RAPPORT DAS N° 43

UNE METHODE D'APPROXIMATION INSTANTANEE  
DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

DOURY A.\*

Seminar on transfer in man of radionuclides released  
in the environment by nuclear facilities  
Brussels (Belgium) 17-21 Oct 1983  
CEA-CONF--7187

Décembre 1983

## UNE METHODE D'APPROXIMATION INSTANTANEE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

### RESUME

Les évaluations mathématiques de l'impact radiologique du transfert à l'homme des radionucléides libérés dans l'environnement s'effectuent avec des chaînes complexes de modèles dont un maillon précoce et essentiel est toujours celui de la dispersion dans l'air ou dans l'eau, où les évaluations de base concernent les concentrations.

Il arrive souvent dans la pratique que le maillon "concentration dans le milieu physique" soit surdéveloppé par rapport aux autres maillons et que les modèles correspondants soient inutilement compliqués.

Ces modèles sont par ailleurs trop nombreux et redondants de telle sorte que l'utilisateur moyen est souvent désarmé devant un problème de choix, et les tentatives de comparaisons récemment effectuées dans le monde, notamment pour éprouver les différents systèmes de caractérisation de la diffusion turbulente atmosphérique, sont apparues le plus souvent comme peu significatives, par suite d'un excès de mélange de paramètres trop nombreux et de sensibilités trop différentes.

Sur un autre plan il n'est pas douteux que dans certaines circonstances des moyens d'estimations quasi instantanées peuvent rendre de grands services soit pour des actions urgentes soit pour permettre des vérifications rapides dans des mémoires de calcul.

Pour toutes ces raisons, et en commençant par l'atmosphère, il a paru utile de mettre au point une modélisation primaire de base très simple, peu discutable et compatible avec tous les modèles existants qu'elle ne prétend pas remplacer.

Cette modélisation implique naturellement un certain nombre d'hypothèses simplificatrices exigeantes, mais en chaque point de l'espace ou du temps elle ne comporte plus qu'un seul paramètre, l'épaisseur de mélange, réelle ou équivalente, pour caractériser la diffusion turbulente.

Un formulaire de base couvrant les situations à court terme et à long terme, ainsi que les transferts tant au sein de l'atmosphère que vers le sol (dépôts) est fourni sous la forme d'un unique tableau récapitulatif.

### INTRODUCTION

On sait que l'impact radiologique du transfert à l'homme des radionucléides libérés dans l'environnement présente deux aspects essentiels selon que l'on s'intéresse au respect des limites individuelles ou au souci d'optimisation des rejets d'effluents et des détriments radiologiques résiduels.

Ces deux aspects concernent respectivement les doses aux groupes critiques et les doses collectives. Dans les deux cas les évaluations s'effectuent avec des chaînes complexes de modèles mathématiques dont un maillon précoce et essentiel est toujours celui de la dispersion dans l'air ou dans l'eau, où les évaluations de base concernent les concentrations.

Il arrive souvent dans la pratique que le maillon "concentration dans le milieu physique" de la chaîne de calcul soit surdéveloppé par rapport aux autres maillons. Les modèles proposés sont généralement trop compliqués avec des éléments qui n'apportent que des précisions illusoire, comme les hauteurs de sources, les nombres de catégories de diffusion atmosphérique ou la rugosité des surfaces.

Ces modèles sont par ailleurs trop nombreux, et redondants, de telle sorte que l'utilisateur moyen est d'abord confronté avec un problème de choix sans disposer de critères suffisants pour le résoudre. Une étude récente [1] fait état de plusieurs centaines de modèles de simulation de la qualité de l'air, de complexités différentes, développés au cours des vingt dernières années dans le monde. Il n'est donc pas étonnant qu'un certain nombre de tentatives internationales de comparaisons de modèles atmosphériques aient été récemment effectuées, notamment pour éprouver les différents systèmes de caractérisation de la diffusion turbulente. Malheureusement toutes ces tentatives ont généralement péché par un excès de mélange de paramètres trop nombreux et de sensibilités trop variables qui en interdit toute conclusion originale.

Pour toutes ces raisons, et en commençant par l'atmosphère, il a paru utile de mettre au point une modélisation primaire de base très simple, peu discutable et compatible avec tous les modèles existants qu'elle ne prétend pas remplacer. Il y a lieu d'indiquer ici qu'une démarche similaire a déjà été proposée par l'UNSCEAR [2], avec une formule du genre :

$$X/Q = f \cdot x^{-1,5} \text{ s.m}^{-3} \quad (1)$$

où  $X$  est la concentration atmosphérique intégrée sur le temps pour un radionucléide donné à une distance  $x$  sous le vent de la source,  $Q$  est la quantité de radionucléide relâchée, et  $f$  est un coefficient dont la dimension dépend de l'exposant de  $x$ . Dans le cas de (1), si  $X/Q$  est exprimé en  $\text{s.m}^{-3}$  et  $x$  en mètres, on propose pour  $f$  en diffusion normale :

$$f = 0,1 \text{ s.m}^{-1,5} \quad \text{pour le maximum à court terme}$$
$$f = 0,01 \text{ s.m}^{-1,5} \quad \text{pour la moyenne à long terme}$$

## ELEMENTS D'UNE MODELISATION PRIMAIRE DE BASE

### 1 - Hypothèses

Une modélisation primaire exige naturellement un certain nombre d'hypothèses simplificatrices. Nous adopterons les suivantes :

- polluant finement divisé et minoritaire dans le fluide porteur
- émission ponctuelle
- atmosphère homogène et permanente
- vent non nul
- pas d'effet de sol, ni d'obstacle, ni de couvercle
- pas d'apports ni de retraits accessoires
- calcul au niveau de la source sur la trajectoire des centres de masses
- répartition "normale" du polluant dans chaque direction de l'espace, de part et d'autre d'un "maximum" qui matérialise le "centre des masses".

Dans ces conditions, le problème essentiel, simplifié à l'extrême, revient à calculer une concentration  $\chi$  déterminée par une quantité fixe  $Q$  émise instantanément sous un volume quasi nul et répartie uniformément au bout du temps  $t$  après l'émission dans un espace parallélépipédique rectangulaire de volume  $a.b.h$  où  $a$  et  $b$  sont les dimensions horizontales, et  $h$  la dimension verticale.

### 2 - Coefficient de dilution

En fonction de ce qui précède, on peut définir un Coefficient de Dilution Atmosphérique, ou CDA, comme une concentration à une distance et un instant donnés pour une émission ponctuelle unitaire instantanée, soit :

$$CDA = \frac{\chi}{Q} \quad (2)$$

et par conséquent :

$$(CDA)_{\max} = \frac{\chi_{\max}}{Q} = \frac{1}{a.b.h} \quad (3)$$

avec :

$$a = b = \sqrt{2\pi} \sigma_h \quad (4)$$

et, pour une source au sol, soit avec réflexion sur le sol :

$$h = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma_z \quad (5)$$

où  $\sigma_h$  et  $\sigma_z$  sont les écarts-types des distributions gaussiennes respectivement horizontales et verticale, plus proches de la réalité que la distribution uniforme équivalente dans un volume  $a.b.h$  tel que défini aux hypothèses.

Dans le cas général on aura donc :

$$(CDA)_{\max} = \frac{1}{2\pi \sigma_h^2 \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma_z} \quad (6)$$

A ce stade, il ne reste plus qu'à déterminer les valeurs de  $\sigma_h$  et  $\sigma_z$ .

Pour  $\sigma_h$  on adoptera, comme dans [37], une loi unique bien vérifiée, quels que soient les conditions de diffusion et le caractère tridimensionnel ou bidimensionnel de la turbulence. Cette loi unique, représentée par le trait plein de la figure 1 sera encore simplifiée, comme l'a déjà proposé J.L. HEFFTER, par :

$$\sigma_h \text{ (en mètres)} = 0,5 t \text{ (en secondes)} \quad (7)$$

valable jusqu'à une dizaine de jours.

Pour  $\sigma_z$  on est obligé de tenir compte des conditions de diffusion, particulièrement sensibles sur la direction verticale, ainsi que du caractère tridimensionnel (périodes inférieures à 1 heure) ou bidimensionnel (périodes supérieures à 1 heure) de la turbulence. C'est pourquoi, dans un premier temps, on sera amené à conserver la hauteur de mélange, réelle ou équivalente,  $h$ , comme un paramètre libre, soit :

$$\sigma_z = h \sqrt{\frac{2}{\pi}} \quad (8)$$

On aboutit ainsi à la formule très simple suivante :

$$(CDA)_{\max} = \frac{2}{\pi t^2 h} m^{-3} \quad (9)$$

Soit :

$$\boxed{(CDA)_{\max} = \frac{0,64}{t^2 h} m^{-3}} \quad (10)$$

qui implique que les paramètres prépondérants sont de toute manière, le temps (et sous-entendu le vent), pour la position dans l'espace, et la hauteur de mélange (réelle ou équivalente), pour les conditions de diffusion.

### 3 - Coefficient de transfert

Dans différentes publications, et notamment dans [37], il a été défini un Coefficient de Transfert Atmosphérique, comme une concentration, intégrée sur la durée de passage, à une distance et un instant donnés, pour une émission ponctuelle unitaire non nécessairement instantanée, soit :

$$CTA = \frac{\int X dt}{Q} \quad (11)$$

et par conséquent, dans les mêmes conditions que précédemment,

$$(CTA)_{\max} = \frac{\bar{X}_{\max} \cdot \Delta t}{Q} = \frac{\Delta t}{a \cdot b \cdot h} \quad (12)$$

où  $\Delta t$  est la durée du passage, et où  $a$ ,  $b$ , et  $h$  restent définis par (4) et (5), de sorte que l'on peut encore écrire :

$$(CTA)_{\max} = \frac{\Delta t}{2\pi \sigma_h^2 \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma_z} \quad (12)$$

En conservant naturellement les mêmes considérations et les mêmes relations que précédemment pour la détermination des valeurs de  $\sigma_h$ , et  $\sigma_z$ , on aboutit d'une manière analogue, pour le Coefficient de Transfert Atmosphérique entre une source au sol et la concentration maximale au sol, à la formule encore très simple :

$$(CTA)_{\max} = \frac{2\Delta t}{a \sqrt{2\pi} th} \text{ s.m}^{-3} \quad (13)$$

soit :

$$(CTA)_{\max} = \frac{\Delta t}{a} \cdot \frac{0,8}{th} \text{ s.m}^{-3} \quad (14)$$

qui peut encore s'écrire, dans le cas général où le vent n'est pas nul, c'est-à-dire grâce aux relations :

$$\frac{\Delta t}{a} = \frac{1}{u} \quad (15)$$

et :

$$x = \bar{u}t \quad (16)$$

$$\boxed{(CTA)_{\max} = \frac{0,8}{x \cdot h} \text{ s/m}^{-3}} \quad (17)$$

qui implique que les paramètres prépondérants sont la distance (et sous-entendu le vent) pour la position dans l'espace, et la hauteur de mélange (réelle ou équivalente), pour les conditions de diffusion.

On rappelle enfin que le Coefficient de Transfert ne donne pas toute l'information sur l'historique d'une concentration, mais rend de grands services lorsque l'intégration sur la durée est nécessaire, par exemple lors de l'évaluation de doses ou simplement de dépôts. Toutefois, si la source est continue et le régime permanent, c'est-à-dire si  $\Delta t/a$  peut être remplacé par  $dt/dx$ , les mêmes formules de CTA (13), (14) et (17) donneront le rapport de la concentration permanente au débit constant, car ;

$$\frac{\bar{X}\Delta t}{Q} \rightarrow \frac{X}{dQ/dt} \quad (18)$$

## FORMULAIRE DE BASE

A partir des éléments ainsi définis il est possible d'établir un formulaire de Coefficients de Transfert plus complet, c'est-à-dire comportant à la fois, d'une part des Coefficients de Transfert "à court terme" et "à long terme", et d'autre part des Coefficients de Transfert "dans l'atmosphère" (CTA) et "vers le sol" (CTS). Ce formulaire fait l'objet du tableau I.

Le tableau I comporte 7 lignes et 6 colonnes.

Les deux premières lignes concernent le transfert dans l'atmosphère, respectivement à court et long terme. Les deux lignes suivantes concernent le transfert vers le sol, également à court et long terme, en l'absence de précipitations, ou dépôt dit "sec". Les deux avant-dernières lignes concernent le transfert vers le sol, toujours à court et long terme, par l'effet des précipitations atmosphériques, ou dépôt dit "humide" ou, de préférence, "précipité". Enfin la dernière ligne déduit systématiquement des lignes précédentes le rapport quantitatif constant auquel on peut s'attendre, entre les évaluations à court terme et les évaluations à long terme. On voit immédiatement que pour des vitesses de vent courantes ce rapport est de l'ordre de 10, en accord avec le rapport des deux valeurs proposées pour le coefficient  $f$  de la formule (1).

La signification du contenu des colonnes est assez explicite. La colonne 1 concerne les données et relations de départ. La colonne 2 est relative à la transformation  $x = ut$  pour le cas le plus courant de vent non nul. La colonne 3 est relative à la transformation (7) pour l'écart-type horizontal. La colonne 4 est relative au cas de la distribution uniforme des vents dans tous les secteurs de direction. Les deux dernières colonnes donnent les formules les plus simples possibles pour le cas d'absence de toute information météorologique permettant d'attribuer une valeur à la hauteur de mélange  $h$ . La colonne 5 est relative aux conditions dites de "Diffusion Normale" / 3 7 où l'on admet que  $h$  est de l'ordre du dixième de la distance depuis la source, tandis que la dernière colonne s'applique aux conditions les plus sévères, dites de "Diffusion Faible" / 3 7 où l'on convient de réduire  $h$ , soit d'augmenter les concentrations maximales, d'un facteur 10. Cette pratique n'est cependant admissible que dans l'intervalle de distance "100 mètres - 100 kilomètres", car il ne serait pas raisonnable d'imaginer des hauteurs supérieures à celle de la tropopause, de l'ordre de 10 km. A partir d'une distance de 100 km on peut éventuellement remplacer  $h$  par, respectivement,  $10^4$  et  $10^3$  mètres.

On peut voir par ailleurs immédiatement que le passage du "Maximum à Court Terme" (MCT) à la "moyenne à Long Terme" (MLT) est obtenu en remplaçant  $\sqrt{2\pi} \sigma_h$  par la largeur d'un secteur angulaire de  $\theta$  degrés à la distance considérée, divisée par la fréquence  $f_\theta$  de présence du vent dans ce secteur.

D'autre part le dépôt "sec" par unité d'émission est obtenu d'une manière classique en multipliant le CTA correspondant par un coefficient spécifique  $V_d$  appelé vitesse apparente de dépôt, sec, pour lequel on a adopté les valeurs courantes de  $0,01 \text{ m.s}^{-1}$  en Diffusion Normale et  $0,001 \text{ m.s}^{-1}$  en Diffusion Faible, tandis que le dépôt "précipité" est calculé à l'aide d'une formule généralement admise, notamment déduite de [4], qui associe, avec les notations qui précèdent, le CTA, l'épaisseur de mélange et l'intensité  $R$  de la précipitation, exprimée en millimètres par heure, soit :

$$(CTS)_p = 10^{-4} R^h (CTA) \quad m^{-2} \quad (19)$$

Pour des formules aussi simples les dépôts sont naturellement calculés sans correction d'appauvrissement du nuage, ce qui correspond notamment, pour les dépôts précipités, au cas majorant de la pluie survenant au point d'observation.

### CONCLUSIONS

La nature dimensionnelle des relations (7) et (19) entraîne qu'à partir de la colonne 2 certaines formules contiennent des coefficients numériques qui ne sont pas indépendants des dimensions adoptées. Pour cette raison, il est recommandé de s'en tenir généralement aux unités indiquées, c'est-à-dire au mètre et à la seconde et, pour les précipitations atmosphériques, au millimètre par heure selon les errements météorologiques.

Pour ce qui concerne les critiques, en dehors peut-être d'un excès de simplicité, il n'y a guère que la relation (7) de la dimension horizontale latérale qui puisse présenter quelque faiblesse. Ce point pourrait faire l'objet d'un débat particulier. Mais il faut noter que les données expérimentales à caractère international rassemblées par la figure 4 sont très nombreuses et très variées, couvrent une longue période, 1950-1975 [3], et n'ont jamais été réellement mises en défaut. D'autre part ce problème disparaît complètement dans les formules de moyennes à long terme, par l'effet d'une compensation spatiale.

Il reste qu'en dehors des paramètres de dépôt, et de la position dans l'espace fatalement commandée par le vent, et singulièrement sa direction, l'unique et fondamental paramètre reste la hauteur de mélange, réelle ou équivalente. Celle-ci comporte naturellement un intervalle d'existence qui va en gros de  $10 \text{ m}$  à  $10^4 \text{ m}$ , ce qui entraîne, pour chaque distance, un CTA pouvant évoluer au plus sur 3 puissances de 10. Il s'agit déjà d'une première limitation des valeurs vraisemblables, mais encore trop large pour qu'il ne soit pas nécessaire d'aller un peu plus loin dans la détermination des valeurs de hauteurs de mélange. Ce sont essentiellement ces valeurs qui commandent les fameuses catégories des différents systèmes de caractérisation de la diffusion turbulente, et il importe à ce propos de ne pas confondre la hauteur maximale disponible de mélange, surmontée par exemple par une couche d'arrêt, avec l'épaisseur réellement occupée par le polluant qui dépend de la durée du transfert.



Pour ce qui concerne enfin le reproche éventuel d'excès de simplicité, il faut dire que d'une part chacun pourra vérifier sur des exemples concrets le degré de conformité des formules proposées, et que d'autre part ces formules présentent de toute manière un avantage de commodité pour l'appréciation rapide d'ordres de grandeurs ainsi que pour la maîtrise totale et permanente des résultats avec possibilité constante d'intervention directe sur les paramètres prépondérants, connus et peu nombreux.

NOTA

Les calculs sont effectués au maximum spatial, c'est-à-dire sur les centres de masses, mais en fait la connaissance des dimensions horizontales ( $\sigma_h$ ) et verticale ( $\sigma_z$  ou  $h$ ) permet en principe d'accéder à l'information dans tout l'espace.

REFERENCES

- [1] SZEPESI, D., "Assessment on air quality simulation models - An international study", VI ème Congrès Mondial pour la Qualité de l'Air (Textes des Conférences, Paris, 1983) 3, 263.
- [2] COMITE SCIENTIFIQUE DES NATIONS UNIES SUR LES EFFETS DU RAYONNEMENT ATOMIQUE, Modèles d'évaluation de dose, Annexe A, A/AC.82/R.395 (1981).
- [3] DOURY, A., "Pratiques françaises en matière d'évaluation quantitative de la pollution atmosphérique potentielle liée aux activités nucléaires", Vème Congrès International de l'Air Pur, Buenos Aires, 1980 et Séminaire sur les Rejets Radioactifs et leur Dispersion dans l'Atmosphère à la suite d'un Accident Hypothétique de Réacteur (Actes des Conférences, Risø, 1980) I, 403.
- [4] DOURY, A., "Prévision numérique des lavages et retombées dus aux précipitations atmosphériques", Rapport CEA-DSN 292 (1979).

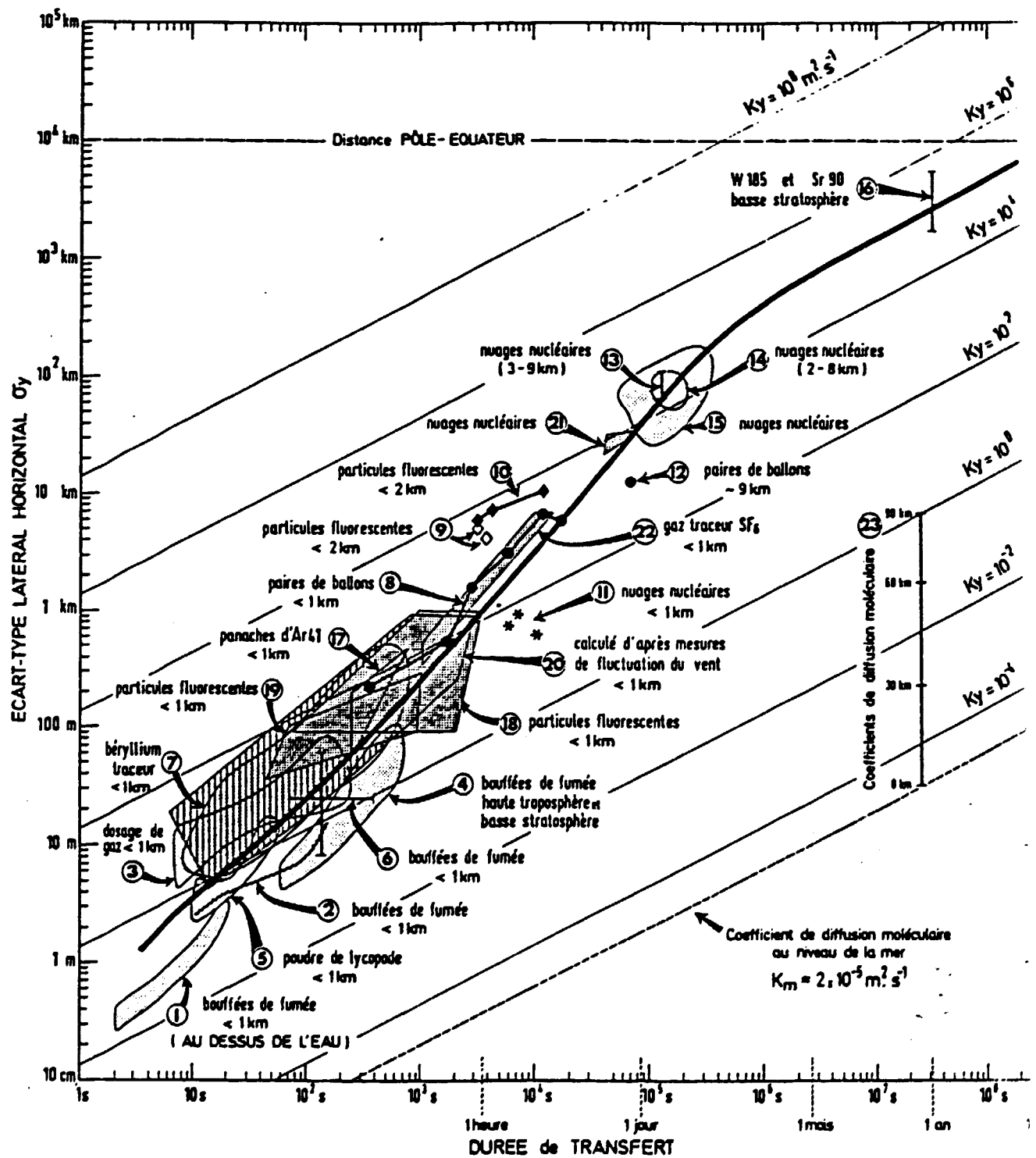


Fig. 1. ECART-TYPE DE LA DISTRIBUTION LATERALE HORIZONTALE DE PARTICULES EN SUSPENSION PAR RAPPORT A LEUR LOCALISATION MOYENNE ET EN FONCTION DE LEUR DUREE DE TRANSFERT DEPUIS LEUR SOURCE

TABLEAU I  
TRANSFERTS ATMOSPHERIQUES - FORMULAIRE DE BASE

COEFFICIENT DE TRANSFERT DANS L'ATMOSPHERE (CTA) ET VERS LE SOL (CTS)				MAX A COURT TERME (MCT) MOY A LONG TERME (MLT)		
				UNITES : mètre et seconde R en millimètre par heure		
$(h = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma_z)$	Base	$x = ut$ $u \neq 0$	$\sigma_y = 0,5 t$ (m) (s)	$\Theta = 360^\circ$ $f_\Theta = 1$	100 m < x < 100 km	
					$h = 10^{-1} x$ $v_d = 10^{-2}$	$h = 10^{-2} x$ $v_d = 10^{-3}$
	1	2	3	4	5	6
CTA MCT s.m <sup>-3</sup>	$\frac{\Delta t}{\sqrt{2\pi \sigma_y h \Delta x}}$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi \sigma_y h u}}$	$\frac{1}{1,25 x h}$	$\frac{1}{1,25 x h}$	$10 x^{-2}$	$10^2 x^{-2}$
CTA mLT s.m <sup>-3</sup>	$\frac{180 f_\Theta \Delta t}{\pi \Theta x h \Delta x}$	$\frac{180 f_\Theta}{\pi \Theta x h u}$	$\frac{180 f_\Theta}{\pi \Theta x h u}$	$\frac{1}{2\pi x h u}$	$\frac{10}{2\pi x^2 u}$	$\frac{10^2}{2\pi x^2 u}$
CTS-Sec MCT s.m <sup>-3</sup>	$v_d$ (CTA <sub>MCT</sub> )	$\frac{v_d}{\sqrt{2\pi \sigma_y h u}}$	$\frac{v_d}{1,25 x h}$	$\frac{v_d}{1,25 x h}$	$10^{-1} x^{-2}$	$10^{-1} x^{-2}$
CTS-Sec mLT m <sup>-2</sup>	$v_d$ (CTA <sub>mLT</sub> )	$\frac{180 f_\Theta v_d}{\pi \Theta x h u}$	$\frac{180 f_\Theta v_d}{\pi \Theta x h u}$	$\frac{v_d}{2\pi x h u}$	$\frac{10^{-1}}{2\pi x^2 u}$	$\frac{10^{-1}}{2\pi x^2 u}$
CTS-Préc. MCT m <sup>-2</sup>	$10^{-4} Rh$ (CTA <sub>MCT</sub> )	$\frac{10^{-4} R}{\sqrt{2\pi \sigma_y u}}$	$\frac{10^{-4} R}{1,25 x}$	$\frac{10^{-4} R}{1,25 x}$	$10^{-4} R x^{-1}$	$10^{-4} R x^{-1}$
CTS-Préc. mLT m <sup>-2</sup>	$10^{-4} Rh$ (CTA <sub>mLT</sub> )	$\frac{1,8 \cdot 10^{-2} R f_\Theta}{\pi \Theta x u}$	$\frac{1,8 \cdot 10^{-2} R f_\Theta}{\pi \Theta x u}$	$\frac{10^{-4} R}{2\pi x u}$	$\frac{10^{-4} R}{2\pi x u}$	$\frac{10^{-4} R}{2\pi x u}$
mLT MCT s.d.	$\frac{\sqrt{2\pi \sigma_y}}{\pi \Theta x} = \frac{1}{180 f_\Theta}$	$\frac{144 f_\Theta \sigma_y}{\Theta x}$	$\frac{72 f_\Theta}{\Theta u}$	$\frac{1}{5u}$	$\frac{1}{2\pi u}$	$\frac{1}{2\pi u}$

$x$  - Bouffée :  $\frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{\Delta t}{\sqrt{2\pi \sigma_x}} = \frac{1}{u}$

- Panache :  $\frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{dt}{dx} = \frac{1}{u}$

DESTINATAIRESDIFFUSION CEA

M. le Haut-Commissaire  
DCS  
IPSN  
IPSN/D.SN  
IPSN/D.SN : M. SCHMITT  
M. PELCE  
M. CANDES

DAS  
SASR  
SASCEL  
SAF  
SAER  
SGNR  
SAREP  
BRTSN  
SASICC  
SASLU  
SASLU/VALRHO  
SPI  
SEC  
SESECT  
SAED

DERS Cadarache  
SES Cadarache  
SERE Cadarache  
SIES Cadarache  
SESRU Cadarache  
SRSC Valduc  
SEAREL  
IPSN/D.PR/FaR  
DPS/FaR  
DERS/SERE Cadarache  
DEDR Saclay  
DRNR Cadarache  
DRE Cadarache  
DER Cadarache  
DEMT Saclay  
DMECN/DIR Cadarache  
DMECN Saclay  
DTCE Grenoble  
DSMN/FaR  
Service Documentation Saclay

DIFFUSION HORS CEA

Secrétariat Général du Comité Interministériel de la Sécurité Nucléaire : M. AUGUSTIN  
Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires : M. de TORQUAT (+ 3 ex.)  
Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires - FAR  
Ministère de l'Industrie, DRIR - Lyon : M. PAYEN  
Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières : M. BEAUFRERE  
Conseil Général des Mines : M. CLERMONT  
FRAMATOME : M. le Directeur Général  
NOVATOME : M. le Directeur Général  
TECHNICATOME : M. le Directeur Général  
TECHNICATOME : Service documentation  
EdF/Etudes et Recherches  
EdF/SEPTEN (2 ex)  
EdF/SPT  
M. SCHNURER - Bundes Ministerium des Innern - BONN (RFA)  
M. KREWER - Bundes Ministerium für Forschung und Technologie - BONN (RFA)  
M. BIRKHOFFER - Technische Universität München - GARCHING (RFA)  
M. KELLERMAN - Gesellschaft für Reaktorsicherheit - KOLN (RFA)  
M. LEVEN - Gesellschaft für Reaktorsicherheit - KOLN (RFA)  
M. LAFLEUR - U.S.N.R.C. - WASHINGTON (E.U.)  
M. MINOGUE - U.S.N.R.C. - WASHINGTON (E.U.)  
M. KINCHIN - U.K.A.E.A. - Safety and Reliability Directorate - RISLEY (G.B.)  
M. HANNAFORD - Nuclear Installations Inspectorate - LIVERPOOL (G.B.)  
M. ALONSO - Junta de Energia Nuclear - MADRID (ESPAGNE)  
M. CARLBOM - Department of Safety and Technical Services - NYKOPING (SUEDE)  
M. NASCHI - Direttore Centrale della Sicurezza Nucleare e della Protezione Sanitaria  
ROMA (ITALIE)  
M. TANIGUCHI - MITI (JAPON)  
M. ISHIZUKA - Science & Technology Agency - Nuclear Safety Bureau (JAPON)  
M. TAMURA - Science & Technology Agency - Atomic Energy Bureau (JAPON)  
M. NOZAWA - JAERI - Center of Safety Research (JAPON)

COPIE (SANS P.J.)

M. BARRE (Attaché près de l'Ambassade de France aux Etats-Unis)  
M. CHAVARDES (Attaché près de l'Ambassade de France au Japon)  
M. WUSTNER (Attaché près de l'Ambassade de France en RFA)