Ecoulement des gaz dans la zone de foudroyage des tailles rabattantes

Christian Tauziède, Zbigniew Pokryszka, Rémy Bouet

▶ **To cite this version:**

Christian Tauziède, Zbigniew Pokryszka, Rémy Bouet. Ecoulement des gaz dans la zone de foudroyage des tailles rabattantes. Journée de présentation des résultats INERIS à CdF, Jun 1994, Hombourg-Haut, France. pp.54-69. ineris-00971892

HAL Id: ineris-00971892

https://ineris.hal.science/ineris-00971892

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ECOULEMENTS DES GAZ DANS LA ZONE DE FOUDROYAGE DES TAILLES RABATTANTES

Christian TAUZIÈDE, Zbigniew POKRYSZKA, Rémy BOUET,
INERIS, Verneuil-en-Halatte, France
Alan JONES, IOM, Edinburgh, Great-Britain

1. INTRODUCTION

L'exploitation par longues tailles rabattantes foudroyées pose le problème particulier de la dilution du grisou au carrefour de la taille avec la voie de retour. En effet, de nombreuses campagnes de mesure dans les chantiers des Houillères du Bassin de Lorraine ont montré que 50 et 70 % du grisou entrant dans le réseau de ventilation le fait dans cette zone, ceci malgré des débits d'air importants (30 à 40 m^3/s) et un fort taux de captage (pouvant dans certains cas atteindre 70 %).

Afin de lutter contre ce phénomène de sortie de grisou concentrée au droit du cul-de-sac de l'ancienne voie de retour d'air, et d'éviter l'existence de teneurs en CH_4 supérieures à la limite autorisée dans la taille et la galerie de retour, on a imaginé diverses méthodes et notamment les deux suivantes :

a) en Grande-Bretagne, on utilise couramment le système dit du "Back Return" (British Coal, 1991). Celui-ci consiste à créer dans la voie de retour d'air les conditions pour que l'aérage principal passant en taille soit dévié vers l'arrière avant de rejoindre la voie de retour proprement dite.

   Deux variantes existent : l'une dans laquelle on divise longitudinalement en deux parties la voie de retour par un galandage, l'autre dans laquelle on maintient le long de la voie de retour un pilier de charbon dans lequel on aménage régulièrement des recoupes. Dans les deux méthodes, on se trouve localement dans les conditions d'un aérage en Z. L'extrémité de la taille et les équipements électriques sont sains et le problème de la dilution du grisou est reporté à quelques dizaines de mètres en arrière, dans une zone éloignée de toute activité. La première des deux variantes est assez facile de mise en oeuvre, mais en même temps beaucoup plus "fragile" que la seconde où la pérennité du Back Return System est bien meilleure. En revanche, cette

Le calage proprement dit de la maquette au 1/70ème sur le cas de Dora 1 Sud est en cours. On a introduit dans la maquette les répartitions du flux de méthane et de perméabilité conformément aux figures 6 et 7 avec des valeurs numériques issues d'un premier calcul sur l'ordinateur (cf. §3.5).

La répartition du débit d'air total entre la taille et l'arrière-taille a été ajustée pour représenter correctement sur la maquette les résultats obtenus par les essais effectués dans le chantier, avant d'aller plus avant dans la modélisation. Dans la maquette, le SF_6 remplaçant le méthane, on utilisera de l'hélium pour représenter le SF_6.

3.5 Modélisation numérique

Comme cela a été dit, on a utilisé pour réaliser la modélisation numérique un code de calcul CFD. L'ensemble de programmes en question s'appelle PHOENICS. On décrit la géométrie du problème, introduit les équations du problème à résoudre et donne au système les conditions aux limites et différentes données. Celui-ci résout le problème numériquement par la méthode des volumes finis, et en principe (en fonction d'un bon choix des paramètres du calcul numérique) converge vers une solution. Dans la phase de calage du modèle, on travaille pas à pas en modifiant les paramètres (cf. § 3.2 et 3.3) de façon à obtenir par le calcul des résultats les plus voisins de ceux obtenus expérimentalement.

Préalablement à cette étape, on avait réalisé une validation qualitative du modèle (Tauziède et al., 1993). Sur le cas d'une taille théorique, les simulations avaient pour but de vérifier l'aptitude du modèle à reproduire des effets tels que celui du pendage sur la distribution des concentrations de méthane dans l'arrière-taille, du fait des différences de masse volumique entre méthane et air. Pour cette raison, on a effectué différents calculs en donnant au pendage les valeurs suivantes : 0°, + 10°, + 20° (aérage montant), et - 10° (aérage descendant).

A partir des cartographies de concentrations en CH_4, de pressions et de vitesses obtenues, on a pu mettre en évidence les éléments suivants :

- dans les quatre cas de figure : le calcul indique une zone à concentration de méthane élevée (par rapport aux concentrations réglementaires ou par rapport à sa limite inférieure d'explosibilité) au carrefour taille-voie de retour, dans "l'angle mort". Ceci est, d'un point de vue qualitatif, tout à fait en concordance avec les observations réalisées dans les chantiers,

- dans le cas de pendage nul et les cas d'aérage montant : on observe, en ce qui concerne les concentrations en méthane, que les zones à plus forte concentration se situent à proximité de la voie de retour. Ceci correspond bien à l'effet de densité. On observe que plus le pendage est élevé, plus les zones à très forte concentration en CH_4 sont réduites en étendue ; autrement dit, plus la concentration moyenne de l'arrière-taille est faible,

- dans le cas de l'aérage descendant, on observe que le grisou remonte à contre-courant dans les zones éloignées dans l'arrière-taille. Ainsi, de très fortes concentrations en CH_4 occupent la quasi totalité de l'arrière-taille à une distance sensiblement plus faible dans ce dernier cas que dans les cas d'aérage montant, ce que confirment également les mesures faites dans le passé (Cwiklinski et Josien, 1984).

3.5.1 *Calage du modèle*

Ces tests constituant une première vérification de l'aptitude du modèle à reproduire qualitativement des effets tels que ceux dus à la densité du méthane par rapport à l'air, on a ensuite entamé le véritable calage du modèle et de ses paramètres sur le cas de Dora 1 Sud dans les positions du 23 juin 1992 et du 9 septembre 1992, soit après respectivement environ 200 et 335 m d'avancement cumulé.

Le maillage a été réalisé pour pouvoir passer facilement d'une position de la taille à l'autre, ce calage sur deux cas de figure donnant une solidité plus grande au modèle. Sans être véritablement terminé, ce calage est toutefois bien avancé et les résultats que nous avons obtenus montrent que les zones les plus perméables, en bordure des anciennes voies d'accompagnement, ne sont pas aussi larges que nous le pensions.

Nous les avons en effet réduites à environ 10 m de largeur. Des modifications ont dû en outre être introduites dans le modèle pour mieux prendre en compte la turbulence de l'écoulement libre dans les carrefours.

Avec ces deux modifications, le calage du modèle numérique est assez proche à ce stade des éléments obtenus expérimentalement, à savoir :

- la teneur en CH_4 le long de la partie terminale de la taille évolue en assez bonne conformité avec les mesures réalisées (figure 2),

- la courbe d'évolution de la teneur en SF_6 dans la voie de retour résultant du calcul est quasiment identique aux courbes obtenues par les expérimentations de type 2 (figure 3).

- les vitesses d'écoulement dans l'arrière-taille sont compatibles avec les valeurs déduites des expérimentations. La figure 8 montre la courbe d'évolution de la vitesse dans l'axe du panneau pour la situation du 23 juin 1992.

- la teneur en CH_4 dans le captage sur la chambre n° 1 (démarrage de taille) issue du calcul est également cohérente avec la valeur réellement mesurée.

Ainsi, l'on a obtenu la répartition des teneurs en CH_4 dans l'arrière-taille telle que l'illustre la figure 9 (pour la situation particulière du 23 juin 1992). Le calage se poursuit actuellement par la prise en compte des expérimentations de type 3 (injection de gaz traceur dans l'arrière-taille)

3.5.2 *Simulations*

Parallèlement à la mise en oeuvre des différentes phases successives de calage du modèle, un certain nombre de simulations ont été réalisées :

a) Dans la situation de la taille au 23 juin 1992, on a fait varier le pendage du panneau, toutes choses égales par ailleurs (débits d'air, de grisou, de captage sur la chambre n° 1...). Les résultats obtenus sont qualitativement similaires à ceux issus de l'examen préliminaire sur un cas d'école, même si la présence du captage modifie sensiblement les écoulements, en intensité et en étendue. Dans le cas de l'aérage descendant, qui se distingue nettement des trois cas d'aérage montant, l'arrière-taille est mieux inertisée par la présence de CH_4 à des teneurs plus élevées. Par ailleurs, le taux de fuite en arrière-taille varie de manière assez notable en fonction du pendage, comme l'indique le tableau 3.

pendage	**débit total (m3/s)**	**débit en taille (m3/s)**	**débit en arrière-taille (m3/s)**	**taux de fuite (%)**
+ 35°	31,9	27,2	4,7	15
+ 20° *(*)*	31,8	27,4	4,4	14
0°	31,7	27,8	3,9	12
- 20°	31,5	29,7	1,8	6

(*) cas réel

Tableau 3

Variation du taux de fuite dans l'arrière-taille en fonction du pendage pour Dora 1 Sud

La figura 10 présente, par comparaison aux résultats obtenus dans la situation réelle (aérage montant, pendage +20°), ceux de la simulation d'un aérage montant à +35°, de l'aérage correspondant à un pendage nul et d'un aérage descendant (pendage -20°).

b) Dans la situation de la taille au 9 septembre 1992, on a simulé des injections d'azote, permanentes, d'un débit de 3 600 m3/h, tour à tour en deux positions différentes au droit de l'ancienne voie de base (entrée d'air), à 40 et 90 mètres dans l'arrière-taille. Les résultats de ces calculs sont illustrés à la figure 11 qui indique les cartographies des teneurs en azote obtenues (le seul azote apporté, sans tenir compte de l'azote de l'air présent dans l'arrière-taille, auquel le premier vient s'ajouter).

Sans que ces résultats puissent êtres considérés comme exhaustifs et définitifs puisque le modèle n'est pas totalement calé, on constate dès à présent sa sensibilité et le grand intérêt qu'il peut présenter pour simuler de nombreuses configurations ou pour tester différentes hypothèses.

3. CONCLUSION

Nous avons pu voir tout l'enjeu d'un projet de recherche aussi ambitieux. La modélisation des écoulements dans l'arrière-taille permet dans un premier temps d'améliorer notre compréhension générale de phénomènes complexes se produisant dans un milieu d'accès direct très difficile, pour ne pas dire impossible. De plus, elle autorise la réalisation de nombreuses et diverses simulations impossibles à mettre en oeuvre dans la réalité.

Ces simulations ont un intérêt très pratique puisqu'elles peuvent servir à déterminer des règles générales et particulières dont les applications sont aussi variées que :

- le découpage des panneaux afin de choisir les configurations géométriques les plus favorables,
- le choix du schéma d'aérage,
- le test de différentes modalités de captage (nombre, position, débit des ouvrages...),
- le test de différentes modalités d'inertisation à l'azote (nombre, position, débit des points d'injection..).

Bien d'autres applications sont possibles telles que l'étude de phénomènes transitoires par exemple.

Pour atteindre ces objectifs, deux voies parallèles sont en cours d'exploration :

- la voie numérique, sur ordinateur, dont le calage sur le cas de la taille Dora 1 Sud est en cours d'achèvement,
- la voie "physique ", se traduisant par la mise en oeuvre de maquettes à échelle réduite, dont une étude préalable a permis de montrer la faisabilité et d'étudier les modalités opératoires, et dont le calage est également en cours de réalisation sur le même cas de taille.

Ces deux approches sont à ce stade parfaitement complémentaires. Nous avons d'ailleurs voulu que les travaux de validation des deux modèles soient réalisés pour la même taille afin de permettre une totale intercomparaison. En ce qui concerne l'avantage potentiel d'une des deux techniques expérimentées sur l'autre, il est trop tôt pour le déterminer. Néanmoins, il est clair que chacune d'elles présente ses propres avantages et inconvénients. Sans en faire la liste exhaustive, on peut raisonnablement penser que les maquettes présentent l'avantage sur la simulation sur l'ordinateur de mieux se prêter à des essais de phénomènes transitoires, alors que cette dernière sera beaucoup mieux appropriée à des changements de la géométrie du panneau et des caractéristiques de l'arrière-taille.

Sans pouvoir conclure aujourd'hui de manière définitive, ni sur la réussite de cette recherche, ni sur le succès d'une méthode ou de l'autre, il est toutefois raisonnable de penser que les chances de réussite sont grandes. En effet, avant même la fin du calage sur un cas pratique de taille, divers résultats et informations pratiques ont été obtenus,

en conjonction avec les multiples expérimentations réalisées depuis deux ans dans cette taille et dans d'autres.

Ces résultats prometteurs justifient pleinement l'intérêt de poursuivre cette recherche plus avant.

REFERENCES

BRITISH COAL, 1991
Methane control for high production retreat faces. Interim report CEC Research Project 7220-AC/838

CWIKLINSKI D., JOSIEN J.P., 1984
Influence of descensional ventilation in a face on environmental conditions and distributions of gas and airborne dust. Third international mine ventilation congress. Harrogate. England

CWIKLINSKI D., 1988
Essai d'un dispositif aspirant en tête de taille Georgette à l'U.E. Reumaux du 17/8 au 30/9/88. Rapport CERCHAR 71-1066 DCW du 4/11/88

INERIS, 1990
Fiche-projet "Modélisation des circulations de gaz en taille rabattante". Dans "Rapport d'activité 1990"

INERIS-CECA, 1992
Convention n° 7262/03/277 "Modélisation des circulations de gaz dans l'atmosphère des chantiers et la zone de foudroyage des longues tailles rabattantes"

FROGER C., 1988
Assainissement de la tête de taille au moyen d'une ventilation aspirante. Note CERCHAR référencée DDR-CFr/OD n° 19/88 du 07/04/1988

FROGER C., 1990
"Dispositif aspirant en tête de la taille K7 - U.E. Forbach fond - Visite du 13/11/90. Mesures du 08:11:90. Bilan détaillé du 21/11/90. Note CERCHAR référencée DDR-CFr/OD n° 131/90 du 30/11/90

HOUILLERES DU BASSIN DE LORRAINE, 1988
Assainissement de la sortie d'une taille rabattante à foudroyage au moyen d'un dispositif aspirant. Lettre à la DRIRE référencée SSG N° 649/88-AA/ND du 15/11/88, comportant en annexe le compte rendu d'essai d'un dispositif de ventilation aspirante en voie de tête de veine Georgette II Nord de l'UE Reumaux du 17/8 au 30/9/88

JEGER C., 1988
Will firedamp emission stop progress in longwall production ? 21st Century Higher Production Coal Mining Systems Symposium. Woollongong, Australia

JONES A.D., LOWRIE S.J.R., 1992
Feasibility of using small scale models to study the circulation of gas in French longwall retreat coalfaces. IOM Final report n° P. 613/92/2

JONES A.D., LOWRIE S.J.R., 1993
Applications of aerodynamic scale model simulations to predicting the accumulation of methane gas and airborne pollutants in modern coal mines. IOM Final report CEC Research Project 7262/32/229/08

REMILLIEUX L., 1971
Essais d'élimination des hétérogénéités de teneur en tête de taille foudroyée rabattante. Journées d'information "Maîtrise du dégégement grisouteux, amélioration du climat dans les mines ". Luxembourg Février 1971

ROUX P., 1988
Compte rendu d'essai d'un dispositif de ventilation aspirante en voie de tête de veine Louise II Bis de l'UE Reumaux. Note CdF-UST-STE référencée A01-DEMO-N°293/89-Ro

TAUZIEDE C., POKRYSZKA Z., 1993
Prévision dynamique du dégagement de grisou en taille. 25ème Conférence Internationale des Instituts de Recherche sur la Sécurité dans les Mines. Pretoria. Afrique du Sud. Septembre 1993

TAUZIEDE C., MOUILLEAU Y., BOUET R., 1993
Modélisation des circulations de gaz dans la zone de foudroyage des tailles rabattantes. 25ème Conférence Internationale des Instituts de Recherche sur la Sécurité dans les Mines, Pretoria. Afrique du Sud. Septembre 1993

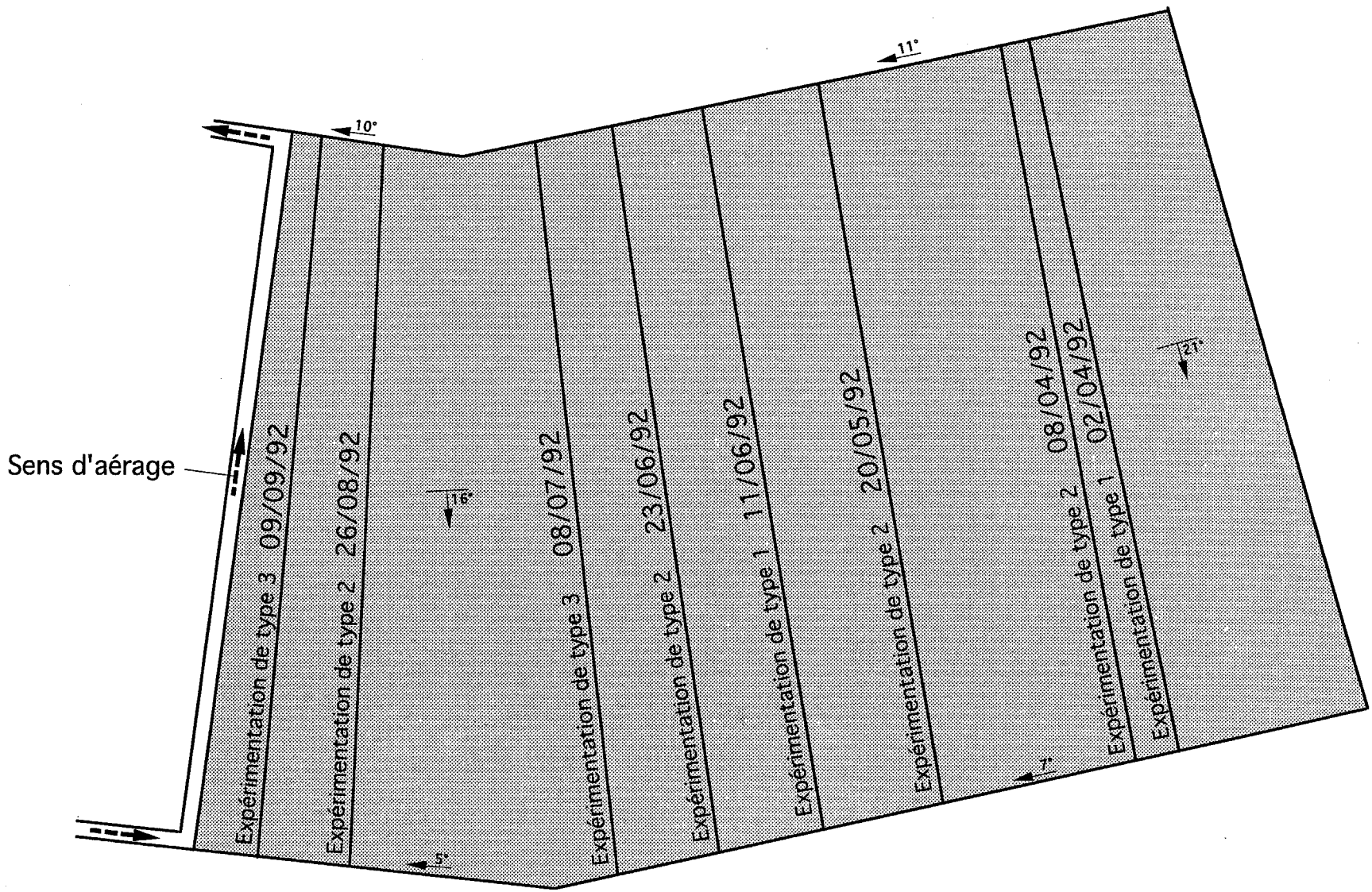

Figure 1 : schéma de la taille Dora 1 Sud lors des différentes expérimentations au gaz traceur

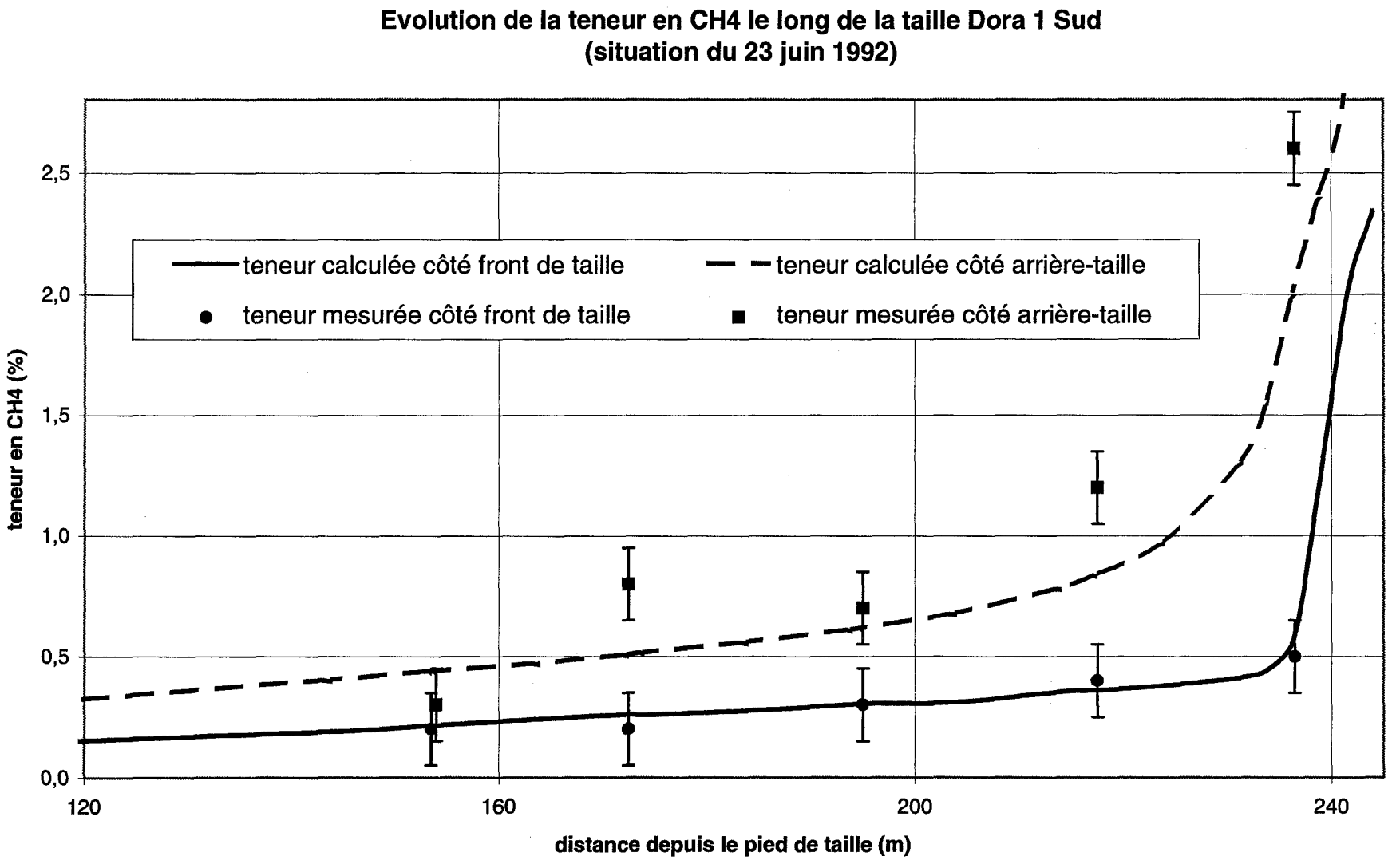

Figure 2 : comparaison des teneurs en CH4 calculées et mesurées

Taille Dora 1 Sud - Expérimentations de type 2
Comparaison entre les mesures et la simulation numérique

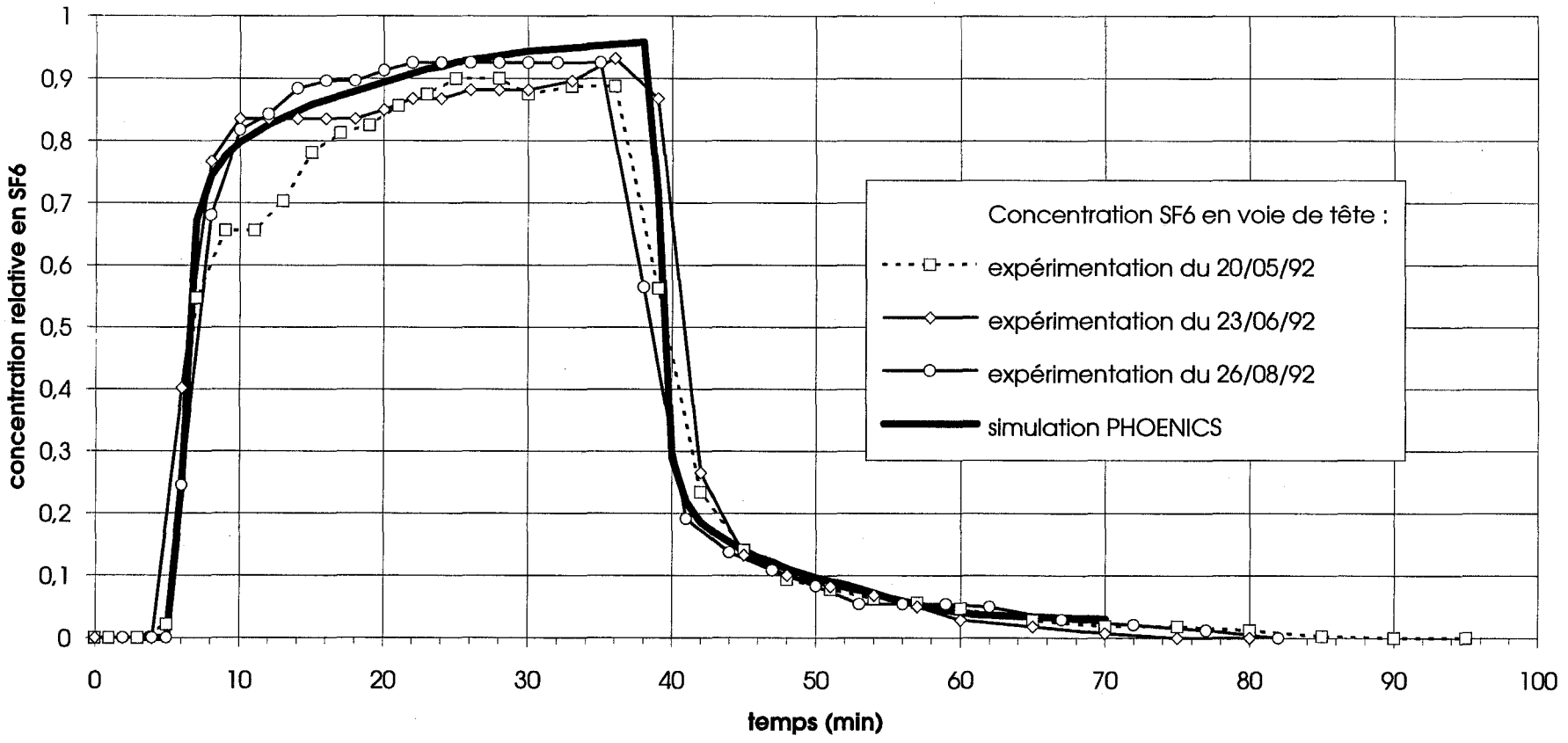

Figure 3 : Déformation d'un signal par l'ensemble taille/arrière-taille

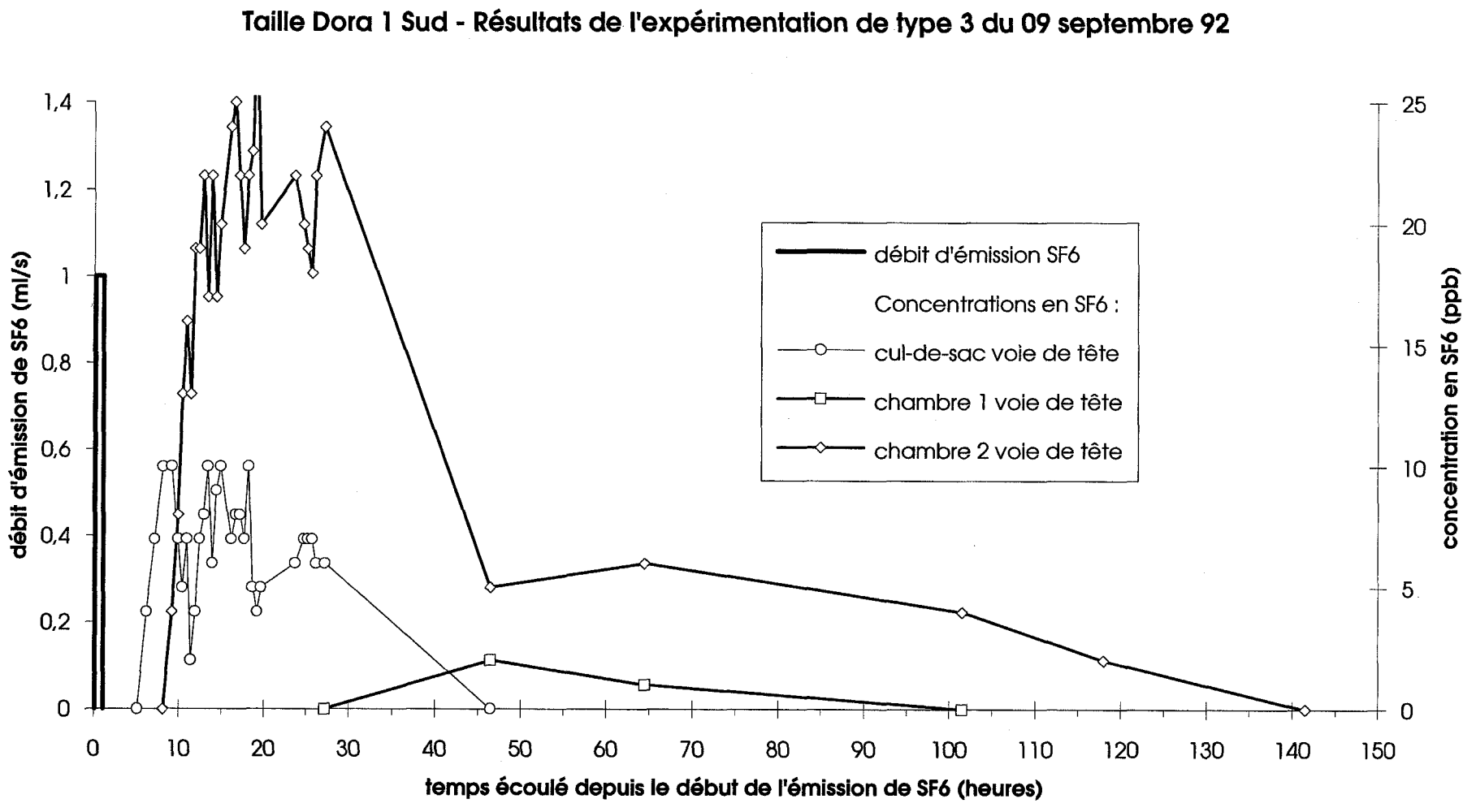

Figure 4 : courbes de concentrations en gaz traceur

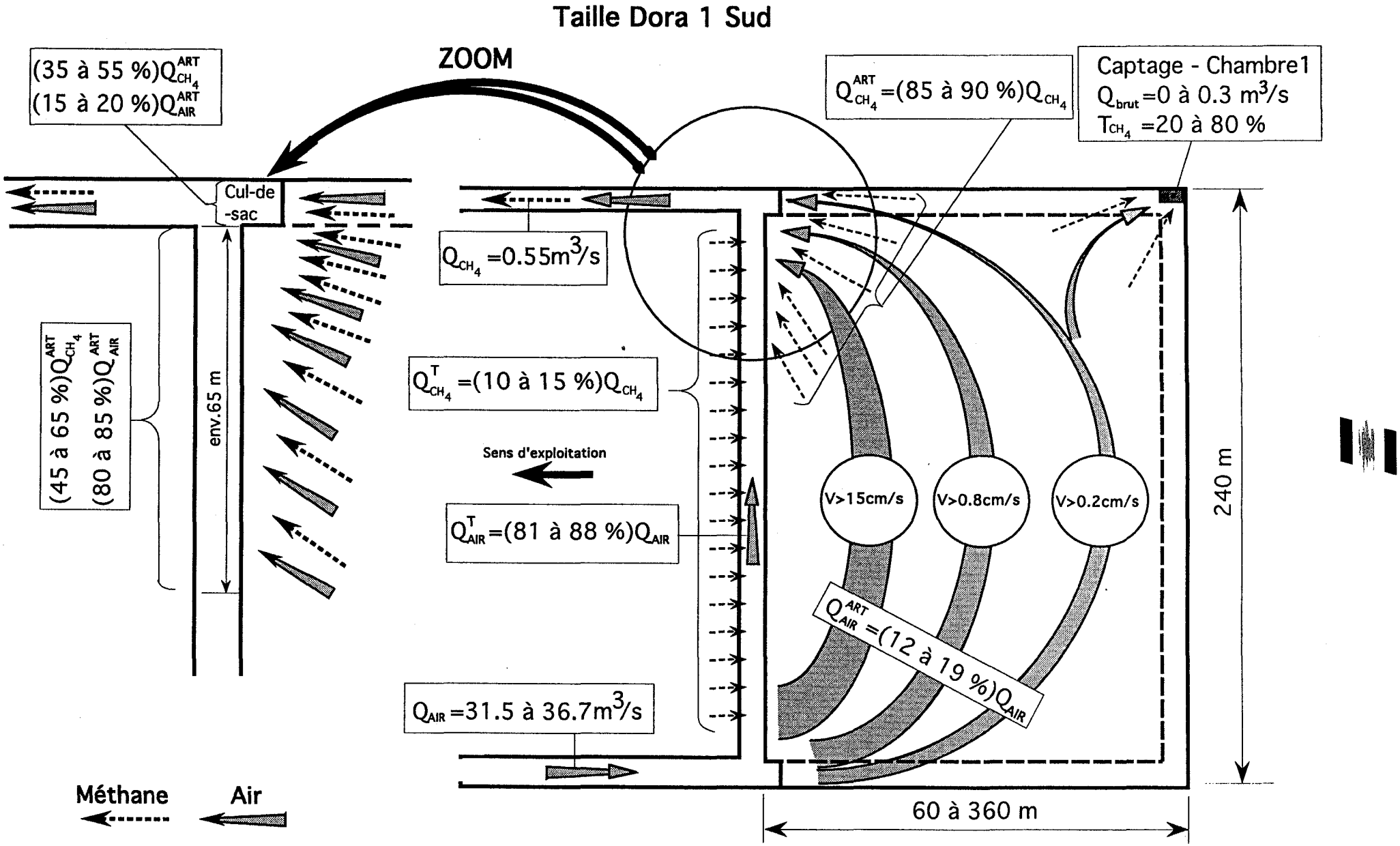

Figure 5 : synthèse des informations obtenues grâce aux expérimentations par gaz traceur

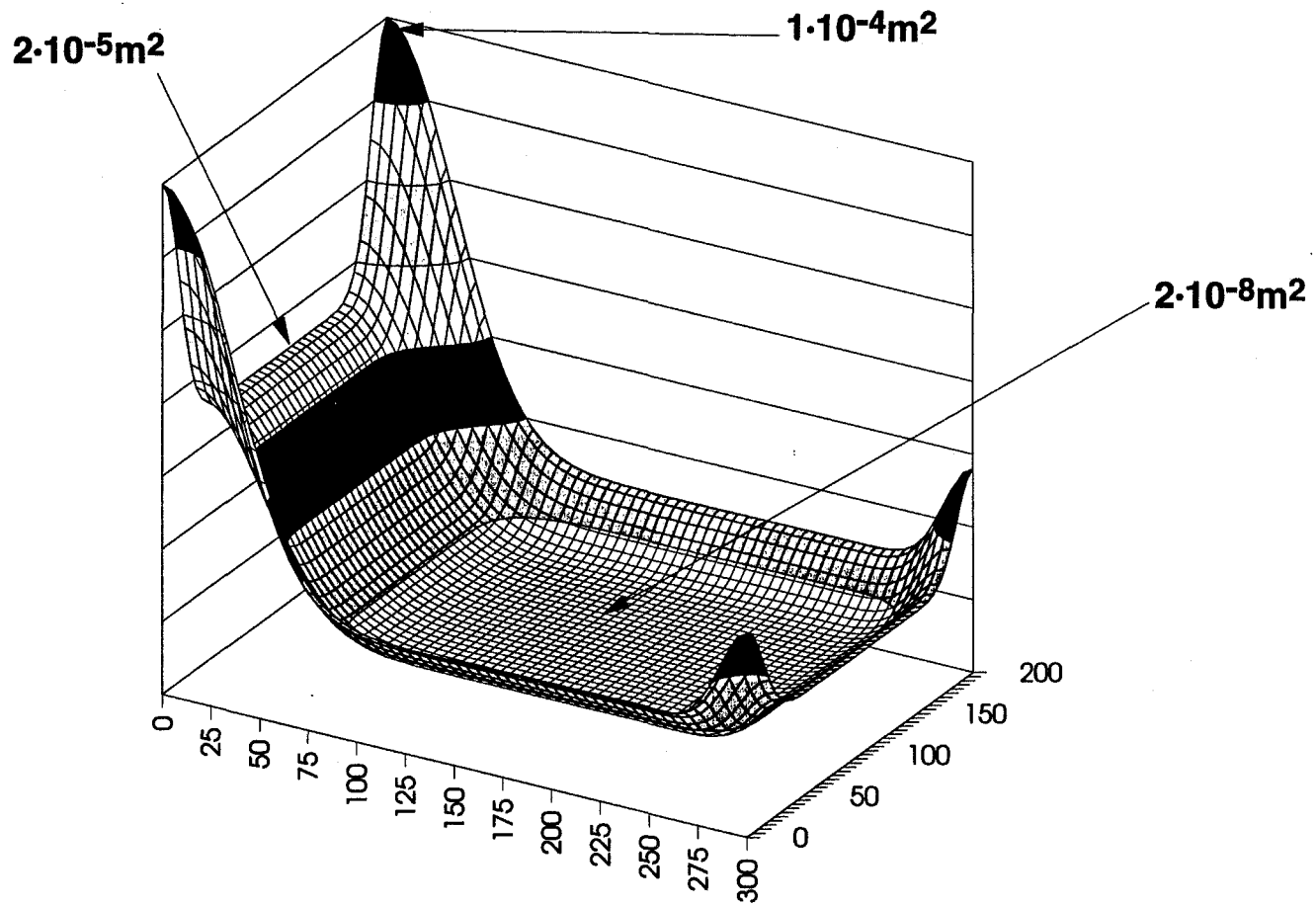

Figure 6: distribution spatiale de la perméabilité dans l'arrière-taille

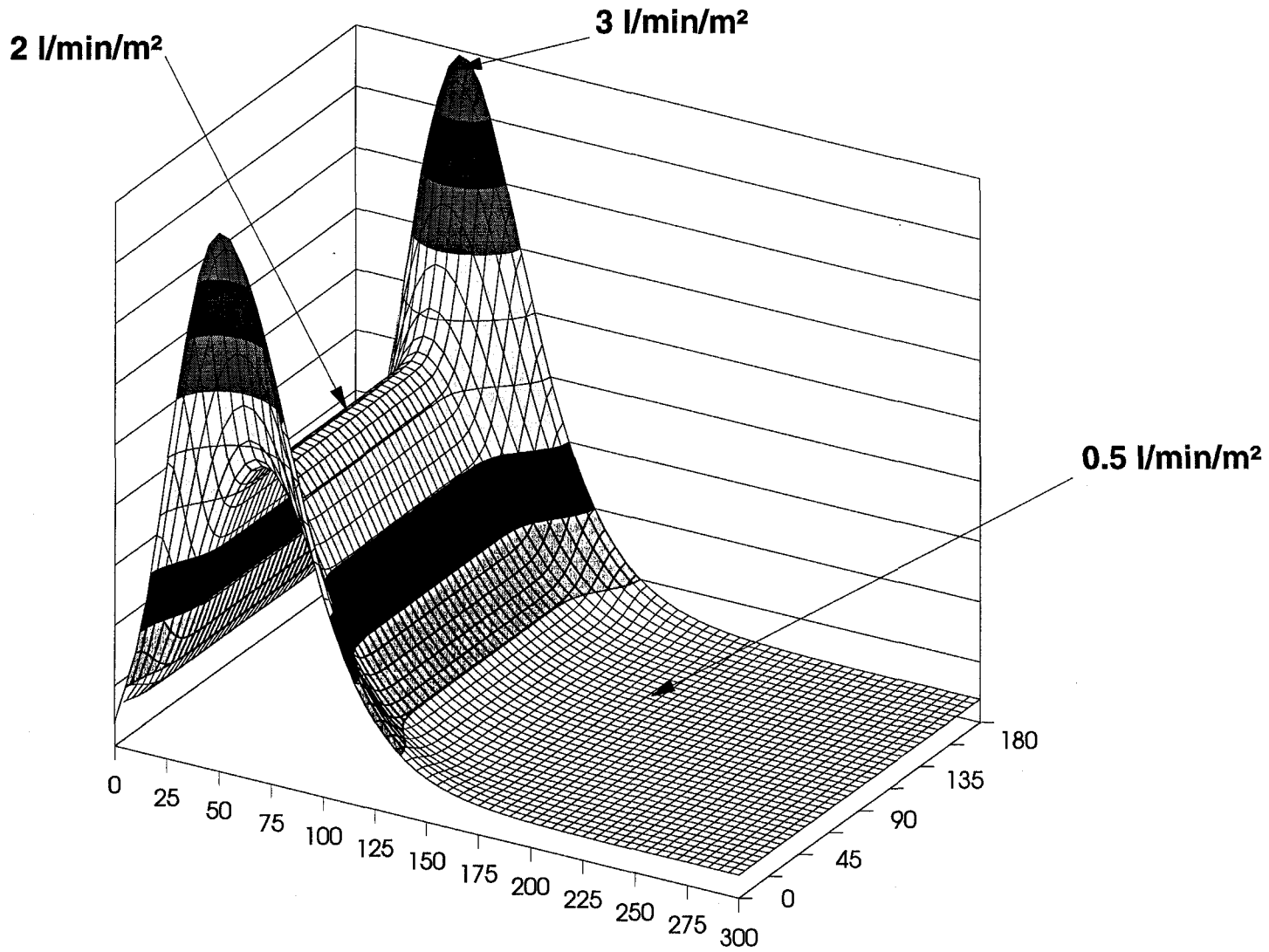

Figure 7 : distribution spatiale du flux surfacique de méthane

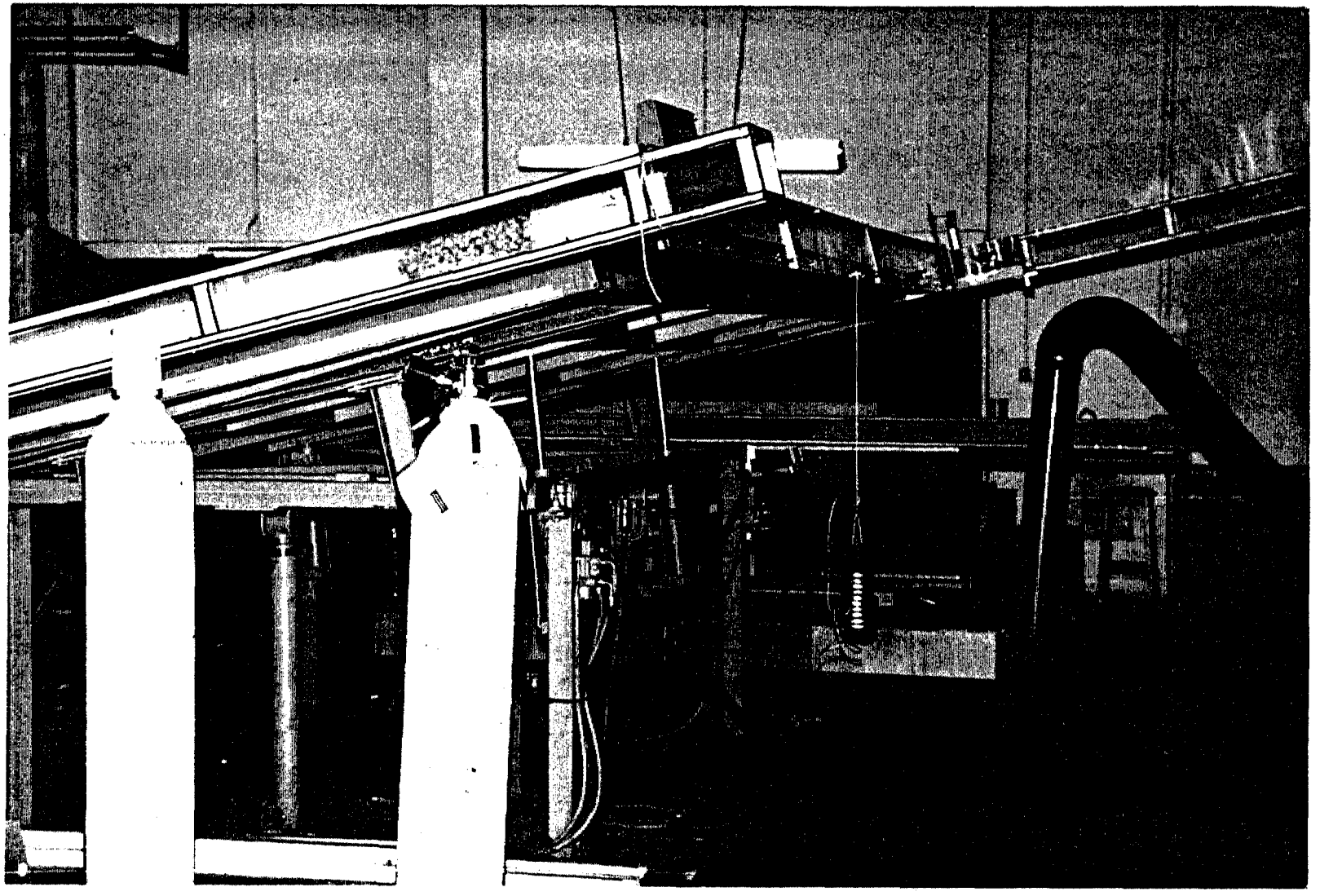

Photo 1 : Table basculante supportant la maquette

Photo 2 : Matériaux représentant le foudroyage

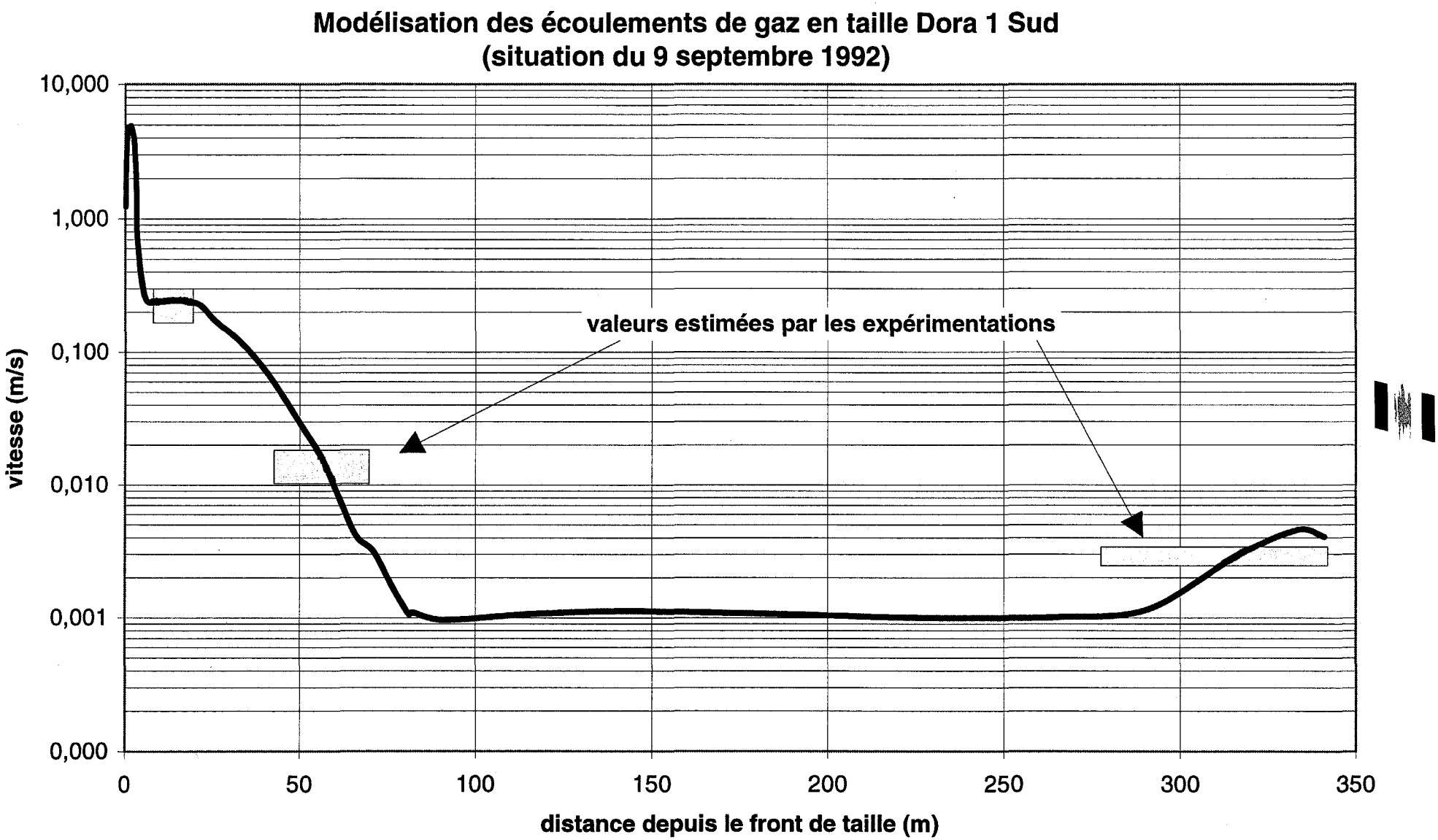

Figure 8 : Evolution de la vitesse dans l'axe du panneau

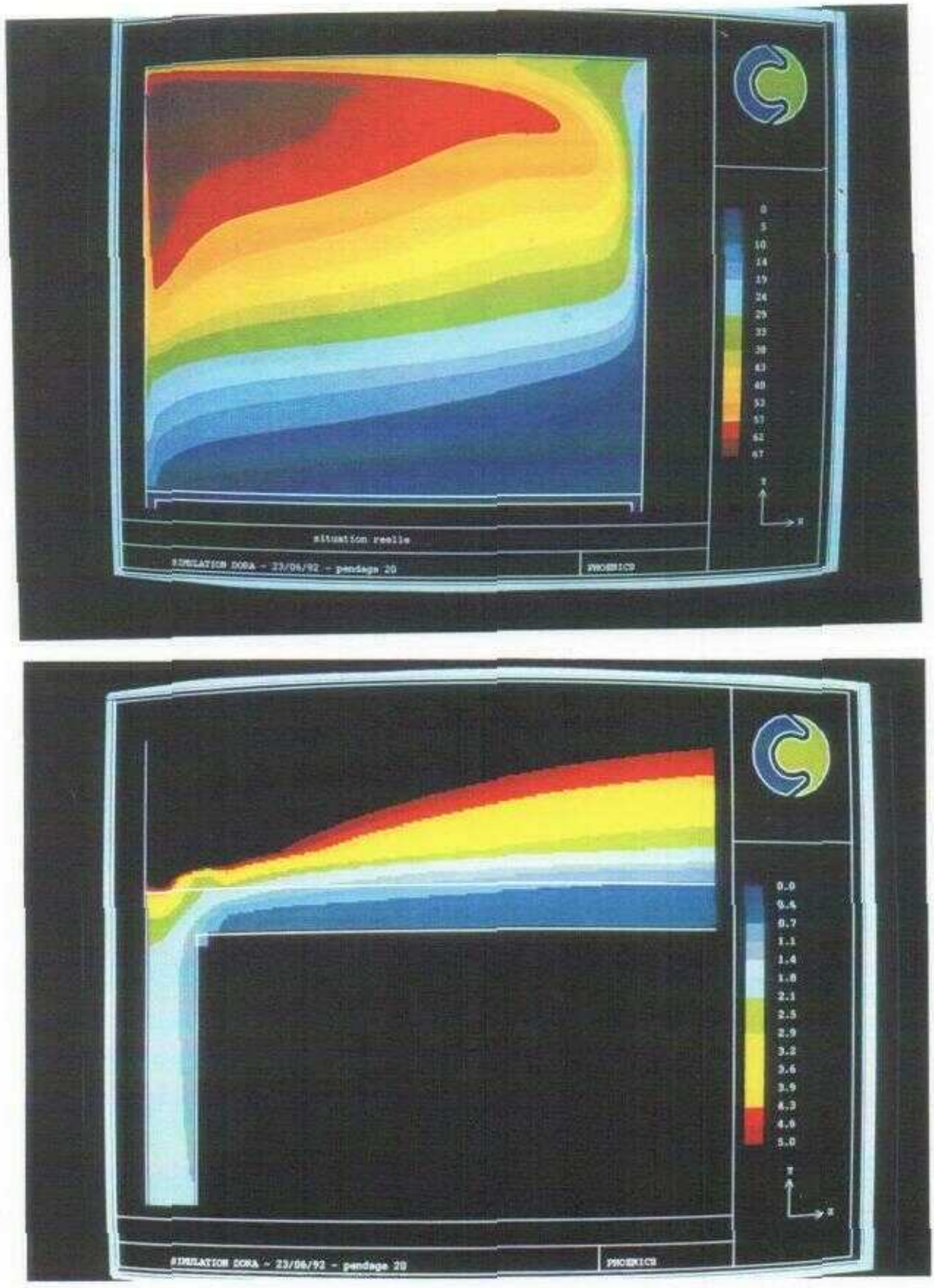

Figure 9 : Cartographie de CH_4 obtenue avec PHOENICS pour Dora 1 Sud (situation du 23/6/92), arrière-taille entière (haut) et zoom (bas)

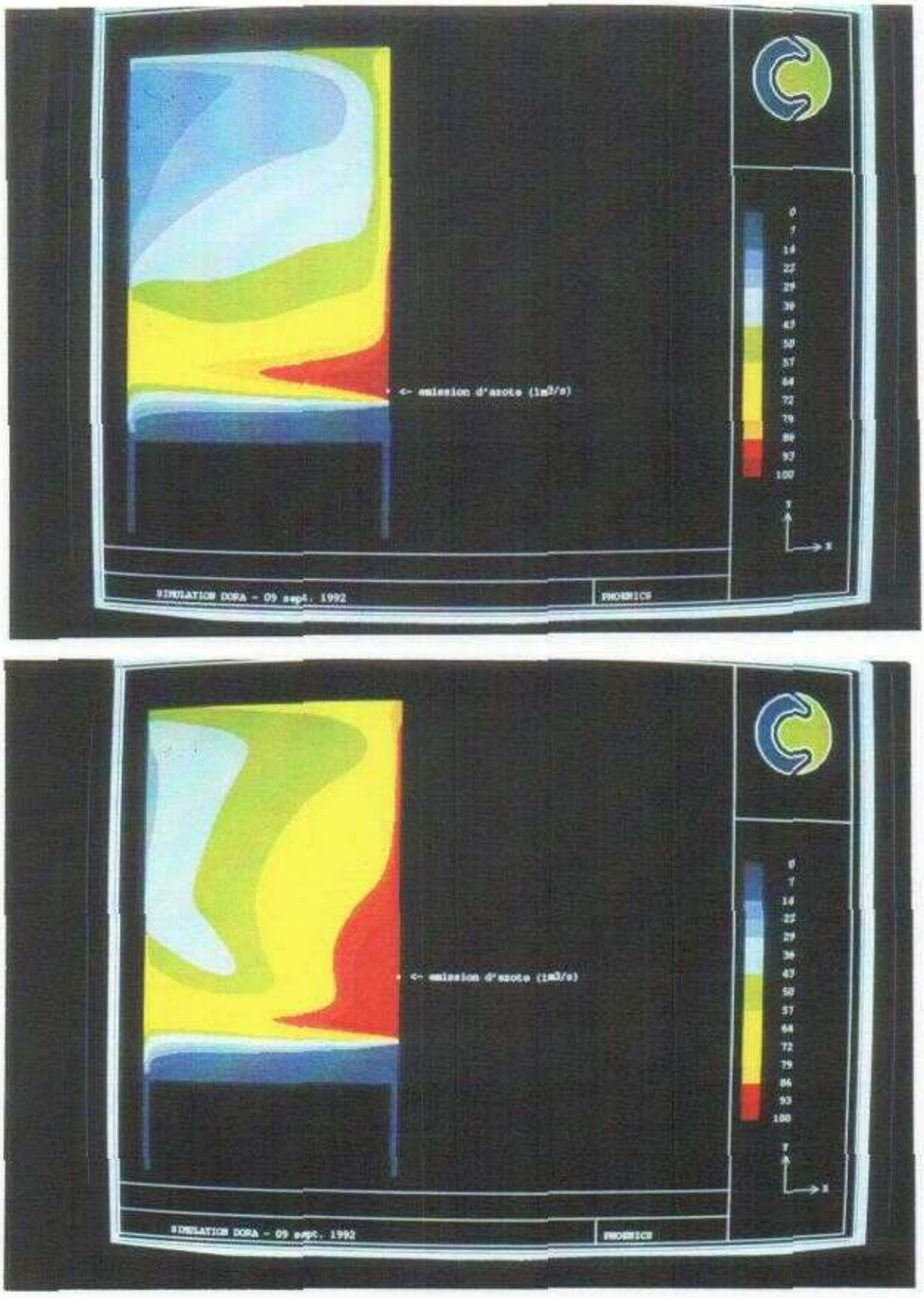

Figure 10 : Simulation d'injection d'azote dans Dora 1 Sud (situation du 9/9/92), Cartographies de N_2 injecté pour des injections à 40 m (haut) et à 90 m (bas)