

Rapport final de l'enquête technique sur l'accident survenu le 5 novembre 2002 sur l'autoroute A10 à Coulombiers

Décembre 2004



Conseil Général des Ponts et Chaussées

Paris, le 30 décembre 2004

**Bureau d'Enquêtes sur les Accidents
de Transport Terrestre**

Affaire n°2002-0226-01

**Rapport final de l'enquête technique
sur l'accident survenu le 5 novembre 2002
sur l'autoroute A10 à Coulombiers**

Etabli par

Jean Gérard KOENIG
Ingénieur Général des Ponts et Chaussées

Yves BONDUELLE
Inspecteur Général de l'Equipement

Jean Paul BOIRON
Ingénieur Général des Ponts et Chaussées

Bernard LOITIERE
Ingénieur Général des Ponts et Chaussées

Bordereau documentaire

Organisme(s) commanditaire(s) : Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, (METLTM)

Organisme(s) auteur(s) : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Titre et sous-titre du document : Rapport final de l'enquête technique sur l'accident survenu le 5 novembre 2002 sur l'autoroute A10 à Coulombiers.

N°ISRN :

Proposition de mots-clés : accident, enquête, sécurité routière, autoroute, vitesse, brouillard, fumée, A10.

Résumé :

Le 5 novembre 2002 est survenu un grave carambolage sur l'autoroute A10 à Coulombiers (86), à la suite de l'apparition d'une nappe opaque de brouillard associé à des fumées.

Le ministre de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer a demandé au Conseil général des Ponts et Chaussées de diligenter une enquête technique afin de déterminer les circonstances et les causes de cet événement.

Les investigations réalisées et les recommandations préventives émises portent sur les facteurs liés au comportement des conducteurs et aux vitesses, aux conditions météorologiques locales, ainsi qu'à l'alerte des usagers de l'autoroute.

SOMMAIRE

Glossaire	5
1. Engagement et organisation de l'enquête	7
2. Circonstances et constats immédiats	9
2.1 L'accident	9
2.2 Les secours	9
2.3 Le bilan	9
3. Le contexte de l'accident	10
3.1 L'autoroute et son exploitation	10
3.1.1 Caractéristiques et équipements de l'autoroute	10
3.1.2 Organisation de l'exploitation	10
3.2 Le contexte immédiat de l'accident	11
3.2.1 Météorologie	11
3.2.2 Trafic	12
3.2.3 Vitesses	12
3.2.4 Etat d'information des usagers arrivant au point d'accident	12
4. Scénario de l'accident	14
4.1 Le déroulement du carambolage	14
4.1.1 Chronologie et durée	14
4.1.2 Principales phases de chocs (sens sud-nord)	14
4.1.3 Analyse des épisodes les plus graves	16
4.1.4 Le déroulement pour le sens Nord-Sud	17
4.2 L'intervention des secours	17
4.3 Les actions d'information et d'exploitation d'ASF	18
4.3.1 L'information et l'alerte des usagers	18
4.3.2 Les actions d'exploitation	19
5. Les précédents accidents	22
5.1 L'accident du 25 janvier 2002	22
5.2 Accidentologie de la section concernée	22
5.3 Les accidents similaires depuis 1990	22
6. Causes et facteurs aggravants, recommandations préventives	24
6.1 Facteurs liés au comportement des conducteurs, à la vitesse et au respect de la réglementation	24
6.1.1 Rappel de la réglementation	24
6.1.2 Vitesses pratiquées	24
6.1.3 Situation réglementaire des poids lourds impliqués	26

6.1.4	Cas des transports de matières dangereuses (TMD).....	27
6.1.5	L'importance des motifs de déplacement professionnels	27
6.1.6	Recommandations.....	28
6.2	Facteurs liés aux conditions météorologiques	28
6.2.1	Constats et interrogations.....	28
6.2.2	Les simulations de Météo-France sur le rôle possible de l'usine de charbon de bois.....	29
6.2.3	Essai de caractérisation locale des situations météorologiques appelant une surveillance renforcée	32
6.2.4	Recommandations.....	33
6.3	Facteurs liés à l'information, à l'exploitation et à la veille	33
6.3.1	Gestion des informations d'alerte météorologique par l'exploitant	33
6.3.2	Les moyens d'alerte des usagers.....	34
6.3.3	Organisation de la veille et zone de surveillance renforcée	37
6.3.4	Recommandations.....	37
7.	Résumé synthétique	39
	Annexes	41
	Annexe 1 : Lettre de mission	42
	Annexe 2 : Plan de situation	43
	Annexe 3 : Plan de la zone d'accident.....	44
	Annexe 4 : Plan des installations ASF entre Poitiers et Niort.....	45
	Annexe 5 : Chronologie.....	46
	Annexe 6 : Synthèse du rapport de Météo France sur la situation de rejet de polluants de l'usine de charbon de bois	49
	Annexe 7 : Synthèse du rapport de la Direction Régionale de l'Equipement de Poitou-Charentes sur les poids lourds impliqués.....	74
	Annexe 8 : Synthèse du rapport des experts automobiles sur l'examen des véhicules et les mécanismes d'accident.....	87
	Annexe 9 : Flash sur PAU d'autoroutes note sur différentes expériences de mise en œuvre	100
	Annexe 10 : Dispositif de vigilance mis en place par ASF dans la zone de l'accident	103
	Annexe 11 : Photographies	105

Glossaire

- AETR : Agent d'Exploitation en Transport Routier national
- AM : Arrêté Ministériel
- ASECAP : Association européenne des sociétés d'autoroutes et d'ouvrages à péage
- ASF : Autoroutes du Sud de la France, société concessionnaire d'autoroutes
- ASFA : Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes
- AVP : Accident de Véhicule Particulier
- BAU : Bande d'Arrêt d'Urgence
- CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
- CHU : Centre hospitalier Universitaire
- CIRAD-Forêt : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, département forêt
- CISR : Conseil Interministériel de la Sécurité Routière
- CODIS : Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
- CRICR : Centre Régional d'Information sur la Sécurité Routière
- CRS : Compagnie Républicaine de Sécurité
- CNAM : Caisse nationale d'Assurance Maladie
- Cofiroute : société concessionnaire d'autoroutes
- DDE : Direction départementale de l'Equipement
- DDIS : Direction Départementale d'Incendie et de Secours
- DR : Direction des Routes
- DRE : Direction Régionale d'Exploitation, ou Direction Régionale de l'Equipement
- DSCR : Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière
- FCOS : Formation Continue Obligatoire de Sécurité
- FIMO : Formation Initiale Minimale Obligatoire
- FPT : Fourgon Pompe Tonne
- FPTSR : Fourgon Pompe Tonne de Secours Routier
- GBA : Dispositif de retenue
- GSM : Global System for Mobile communications
- HPa : hectopascals
- INRETS : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
- ITT : Inspection du Travail des Transports
- MCI : Main Courante Informatique
- Méso-NH : modèle de calcul météo
- NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration
- OA : Ouvrier Autoroutier
- ONISR : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière
- PAU : Poste d'Appel d'Urgence
- PC : Poste de Commandement
- PK : Point Kilométrique
- PL : Poids Lourd
- PLC : Panneau Lumineux Central
- PMA : Poste Médical Avancé
- PMV : Panneau à Messages Variables
- PMVG : Panneau à Messages Variables en Gare

- PR : Point de Repère
- PTAC : Poids Total Autorisé en Charge
- SANEF : société concessionnaire d'autoroutes
- SAMU : Services d'Aide Médicale Urgente
- SAPN : Société des Autoroutes Paris Normandie
- SAPRR : Société des Autoroutes Paris Rhin Rhône, société concessionnaire d'autoroutes
- SMUR : Services Mobiles d'Urgence et de Réanimation
- SP : Sapeur Pompier
- TIV : Temps Inter Véhiculaire
- TMD : Transport de Matière Dangereuse
- TPC : Terre Plein Central
- UMH : Unité Mobile Hospitalière
- VL : Véhicule Léger
- VSAB : Véhicule de Secours aux Asphyxiés et aux Blessés

1. Engagement et organisation de l'enquête

Le 5 novembre 2002, un important carambolage s'est produit vers 9h30 sur l'autoroute A10 à Coulombiers au sud de Poitiers. Cet accident est survenu dans des conditions de visibilité très basses du fait d'un nuage dense localement présent sur l'autoroute.

Il a impliqué 58 véhicules dont 10 poids-lourds, et a causé 8 tués, 6 blessés graves et 34 blessés légers.

Le ministre de l'Équipement, du Logement, du Tourisme et de la Mer a demandé le même jour au Conseil Général des Ponts et Chaussées d'effectuer une enquête technique sur les circonstances de cet accident.

Cette enquête s'est inscrite dans le nouveau cadre fixé par la loi 2002-3 du 3 janvier 2002, relative notamment « ...aux enquêtes techniques après...accident ou incident de transport terrestre ». Bien que les textes d'application n'aient été publiés qu'après la réalisation de l'enquête, certaines dispositions déjà applicables ont pu être mises en œuvre, notamment pour établir les relations utiles avec l'enquête judiciaire.

Les investigations ont commencé le 7 novembre à Poitiers et sur le domaine autoroutier. L'équipe d'enquête a été rapidement renforcée pour comprendre quatre enquêteurs, lui permettant de couvrir notamment les domaines de l'exploitation routière et de la météorologie.

Les enquêteurs ont rencontré, notamment à l'occasion de réunions organisées avec l'appui de la préfecture de la Vienne, les responsables d'ASF* (Autoroutes du Sud de la France), de la Gendarmerie, des directions régionale et départementale de l'Équipement, de Météo-France, et de la direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement. Ils ont également pu recueillir divers témoignages, effectuer un premier examen des véhicules accidentés à Cloué, et assister à la réunion de bilan de mise en œuvre du « plan rouge » organisée par la préfecture avec les chefs de service.

Le rapport d'étape de l'enquête technique a été remis le 10 décembre 2002. Il recommandait différentes mesures immédiates pour renforcer la surveillance météorologique de ce secteur de l'autoroute, et pour accélérer l'alerte des usagers et l'intervention en cas d'accident.

Ce rapport provisoire ne prenait cependant pas en compte les informations recueillies par la suite ni les expertises complémentaires que l'analyse de l'accident a conduit à engager.

Ces expertises engagées dans le cadre de l'enquête technique ont comporté :

- d'une part, l'examen des véhicules accidentés stockés à Cloué, dont trois experts ont été chargés dans le cadre de l'enquête technique afin de préciser les différentes phases du carambolage et les facteurs déterminants de son déroulement ;
- d'autre part, une reconstitution fine (par un modèle numérique) des conditions météorologiques lors de l'accident et lors d'un épisode similaire antérieur afin d'éclaircir l'origine possible des fumées observées.

* terme figurant dans le glossaire

Enfin, les enquêteurs ont pu prendre connaissance des conclusions des travaux très importants réalisés par les services de la Gendarmerie Nationale et les experts judiciaires pour expliciter le déroulement du carambolage.

Le présent rapport reprend et complète le rapport d'étape, en fonction de l'ensemble des éléments recueillis.

2. Circonstances et constats immédiats

2.1 L'accident

Le mardi 5 novembre 2002, l'autoroute A 10 au Sud de Poitiers connaissait un trafic fluide avec environ 600 véhicules/heure dans chaque sens circulant à des vitesses moyennes élevées dans le sens Sud/Nord (128 km/h de vitesse moyenne générale et 142 km/h de vitesse moyenne pour la voie rapide). Au sud du point d'accident, le temps était généralement clair avec quelques nappes de brouillard relativement peu denses.

A 9h23, juste avant l'accident, un ouvrier autoroutier a pu signaler au PC* d'ASF l'arrivée sur l'autoroute au PK* 321 d'un nuage opaque, dans lequel s'est produit l'accident.

A 9h30, des appels de particuliers préviennent les pompiers et le SAMU* d'un accident avec plusieurs véhicules au PK 321 dans le sens Sud-Nord. Des incendies se développent en trois endroits parmi les véhicules accidentés.

Un accident matériel peu grave se produit également dans le sens nord-sud.

2.2 Les secours

Dès l'appel reçu à 9h30 par la gendarmerie, deux véhicules de pompiers sont engagés à 9h32 depuis Vivonne et Lusignan, et arrivent sur les lieux à 9h52 et 9h53.

La fermeture de l'autoroute est demandée, et le plan rouge est engagé à 10h45 par le préfet. L'évacuation des blessés graves est achevée à 12h45.

L'autoroute est rouverte à la circulation le lendemain 6 novembre à 18h44.

2.3 Le bilan

Le carambolage dans le sens sud-nord a impliqué 58 véhicules (dont 44 endommagés ou détruits, incluant 9 poids-lourds). Il a eu un bilan très lourd avec 8 personnes décédées, 6 blessés graves et 34 blessés légers ; 49 personnes impliquées sont indemnes. L'un des blessés graves est décédé par la suite, ce qui porte à 9 le nombre final des tués.

Dans le sens Nord-Sud, le manque de visibilité n'a pas eu de conséquences autres que matérielles (un seul accident matériel entre 2 véhicules a été relevé).

* termes figurant dans le glossaire

3. Le contexte de l'accident

3.1 L'autoroute et son exploitation

3.1.1 Caractéristiques et équipements de l'autoroute

Dans le sens Sud-Nord où s'est produit l'accident, le PK 321 est précédé par un alignement de 1700 m suivant lui-même une courbe en plan de 5000 m de rayon. Ces caractéristiques sont très bonnes.

Dans l'autre sens, le PK 321 est précédé par un alignement de 600 m suivant lui-même une courbe en plan de 2000 m de rayon. Le PK 321 est situé dans un alignement de 2300 m, descendant avec une pente de 2 %. Là encore, les caractéristiques sont confortables.

Le profil en travers de l'autoroute est normal avec présence d'une BAU*.

La chaussée de l'autoroute était en bon état, comme le montrent les essais pratiqués au droit de l'accident, de part et d'autre de la section de 50 mètres refaite à la suite de l'incendie (mesures d'adhérence longitudinale, caractérisation de la macrotexture par la tache au sable).

Un certain nombre de PMV (panneaux à messages variables) équipent le réseau du district de Niort. On trouve en section courante :

- 2 PMV* dans le sens Nord-Sud, sur A10, le premier à Poitiers Sud (sur le réseau de Cofiroute* mais commandé par ASF), et le second à la bifurcation A10/A83.
- 2 PMV dans l'autre sens, à Niort Sud sur A10 et à Sèvre (au Nord de Niort) sur A83.

Les PMV de Poitiers Sud d'une part, de Niort Sud et de Sèvre d'autre part, susceptibles de fournir des messages aux usagers se dirigeant vers le secteur de l'accident, sont situés respectivement à 13 km, 63 km et 42 km du PK 321.

La distance entre deux PMV successifs sur la section où a eu lieu l'accident est de 76 km entre Niort et Poitiers Sud. Elle est donc importante, et les usagers doivent mémoriser pendant plus d'une demi-heure les informations données par le PMV de Niort sur des événements situés à l'autre extrémité de ce canton.

Il existe aussi des PMV dans les gares (dits PMVG*), susceptibles d'apporter des informations aux clients accédant au réseau autoroutier. Le PMVG de la bretelle d'entrée en direction de Poitiers de l'échangeur n°31 de Soudan (St Maixent-Lusignan) est situé à 23 km du PK 321.

3.1.2 Organisation de l'exploitation

L'accident du 5 novembre 2002 s'est produit au PK321 de l'autoroute A10 sur le réseau ASF. La zone concernée dépend de la direction régionale d'exploitation (DRE*) de Niort, la présence sur le terrain étant assurée par le district autoroutier de Niort.

* termes figurant dans le glossaire

Le district reçoit les appels et dispose des personnels et matériels d'intervention ; la DRE (service exploitation de la route-sécurité) commande les panneaux à messages variables et élabore les messages à diffuser sur radio-traffic (107.7). Les liaisons entre les deux services sont très rapides.

Le district autoroutier de Niort gère environ 141 km d'autoroutes à 2 x 2 voies composées de :

98 km d'autoroute A10, au Sud de l'échangeur Poitiers-Sud qui marque la limite de concession avec Cofiroute.

43 km d'autoroute A83, à l'Est du nœud autoroutier A10/A83, au Nord-Est de Niort.

L'accident est survenu dans le sens Sud-Nord, entre les échangeurs n°31 (St Maixent-Lusignan) et n°30 (Poitiers Sud). Pour ce secteur, le district dispose d'un point d'appui à Rouillé, situé au PK 335, soit à 14 km du lieu de l'accident. Cofiroute (centre de Châtellerault) assure l'exploitation de la bretelle de sortie du sens Nord-Sud à l'échangeur n°30 (Poitiers Sud).

La zone du point d'appui de Rouillé est couverte par le peloton autoroutier de la gendarmerie de Lusignan, les locaux des deux services étant en fait juxtaposés. En parallèle avec les interventions de Cofiroute, c'est le peloton autoroutier de la gendarmerie de Châtellerault qui intervient pour les opérations d'obligation de sortie du sens Nord-Sud à l'échangeur n°30.

3.2 Le contexte immédiat de l'accident

Le contexte de circulation est déterminé par la situation météorologique, par les conditions de circulation (trafic et vitesses), ainsi que par l'état d'information des usagers arrivant au point d'accident.

3.2.1 Météorologie

Météo-France a fourni une analyse des conditions météorologiques régnant sur la zone de l'accident du 5 novembre, ainsi que celles concernant l'accident qui s'est produit le 29 janvier 2002 dans le même secteur, et qui présente de fortes similitudes avec celui du 5 novembre.

Les conditions météorologiques générales qui régnaient au Sud de Poitiers le 5 novembre au matin sont des conditions assez fréquentes en fin d'automne ou en hiver. Elles se caractérisent par :

- une situation stable, avec en début de matinée une forte inversion de température près du sol et un vent très faible, ce qui entraîne de mauvaises conditions de dispersion atmosphériques dans la basse atmosphère ;
- de l'air froid et humide présent près du sol : l'humidité relative mesurée à la station de Poitiers-Biard reste constamment à 97-98% entre 4 et 10h ce qui est favorable à l'existence de bancs de brouillard ;

A cette même station, les mesures de visibilité indiquent la présence de brouillard de 8h10 à 8h50, et un minimum de visibilité de 280 m est observé à 8h22, pendant quelques minutes. La couverture nuageuse est inférieure ou égale à 4 octas.

Ces conditions correspondent globalement à celles qui ont été décrites par les témoins, sauf en ce qui concerne la densité du brouillard. Les témoins de l'accident

indiquent en effet avoir été surpris par une visibilité extrêmement faible, évaluée à quelques mètres ou quelques dizaines de mètres, en tout cas inférieure d'un ordre de grandeur à celle qui prévalait dans la région et à la station météo de Poitiers-Briard.

3.2.2 Trafic

Des compteurs proches, situés de part et d'autre du lieu de l'accident fournissent, pour chaque sens, les débits et les vitesses moyennes par périodes de 6 minutes. Ces compteurs sont placés respectivement au PK 313 (8 km à l'aval du lieu de l'accident côté Poitiers) et au PK 326 (5 km à l'amont du lieu de l'accident côté Bordeaux).

Dans chaque sens, les résultats des comptages tous véhicules sont cohérents entre les deux compteurs successifs et paraissent donc fiables. Dans l'heure qui a précédé l'accident (8 h 30 à 9 h 30), les débits, très réguliers sur les périodes de six minutes, étaient de :

- 650 véhicules/heure dans le sens sud-nord (accidenté) ;
- 530 véhicules/heure dans l'autre sens.

Ces débits correspondent à un espacement moyen des véhicules de l'ordre de 200 m.

Les débits des véhicules lourds, enregistrés au PK 313 (Poitiers sud) fluctuent sensiblement d'une période de 6 minutes à l'autre ; ils sont de l'ordre de 80 PL*/h venant du sud, et de 100 PL/h venant du nord. Cette part de trafic lourd correspond à celle des véhicules lourds parmi les véhicules impliqués dans l'accident, soit environ 17%.

3.2.3 Vitesses

Chaque poste de comptage fournit, par période de six minutes et pour chaque sens de circulation, les vitesses moyennes enregistrées sur la voie rapide d'une part, sur la voie lente d'autre part, et bien sûr pour l'ensemble des deux voies.

Au PK 326, dans le sens sud-nord (soit cinq kilomètres avant le lieu de l'accident), les véhicules de la voie rapide roulaient à 142 km/h en moyenne, ceux de la voie lente (la plus circulée) à 126 km/h en moyenne, la vitesse moyenne globale étant de 128 km/h. Ce régime de vitesses existait en fait depuis deux heures au moins. Les contrôles ont montré que ces compteurs étaient exacts à 2 ou 3 km/h près.

Pour l'autre sens au PK 313 (huit kilomètres avant le PK 321 lieu de l'accident) les vitesses données par les compteurs sont plus faibles (122 km/h pour la voie rapide, 113 km/h sur la voie lente et 115 km/h en moyenne globale). Cependant les contrôles ont établi que ces compteurs sous-estimaient les vitesses d'environ 10 à 12 km/h. Compte tenu de cette correction, il apparaît que la vitesse des véhicules venant du nord était d'environ 126 km/h, donc comparable à celle des véhicules venant du sud.

3.2.4 Etat d'information des usagers arrivant au point d'accident

En fin de nuit et en début de matinée, la présence de brouillard est annoncée aussi bien par la radio sur le 107.7 « Radio Trafic » d'ASF (diffusée au sud de Poitiers), que sur les PMV (panneaux à message variable). La levée de ces alertes, à partir de 9h12, n'avait

* terme figurant dans le glossaire

pas encore modifié l'état d'information des usagers arrivant du sud dans la zone d'accident vers 9h24 (heure probable de début de l'accident).

Ces usagers avaient pu entendre la dernière annonce radio encore récente, donnée vers 9h17 ; cependant, seule une fraction des usagers écoute la radio autoroutière.

La quasi-totalité de ces usagers ont également pu voir le message « brouillard » encore affiché au PMV de Niort Sud à 63 km, ou à celui de Sèvre à 43 km pour ceux qui venaient de l'A83; mais cette information était devenue ancienne, et ils n'avaient entre-temps observé sur leur route que des nappes de brouillard relativement peu denses.

4. Scénario de l'accident

4.1 Le déroulement du carambolage

4.1.1 Chronologie et durée

Pour établir la chronologie de l'accident, une première source d'information est constituée par les chronotachygraphes des véhicules lourds impliqués (à l'exclusion de ceux qui ont été incendiés). Ils font apparaître une période de chocs s'étendant de 9h24 à 9h31 ; il convient d'y ajouter une durée d'environ 1 min, pour les 10 véhicules légers qui ont encore été pris dans le carambolage après le dernier PL. On arrive ainsi à une durée du carambolage d'environ 8 min, entre 9h24 et 9h32. Cependant le bon réglage horaire de ces chronotachygraphes n'a pu être vérifié.

Une autre source d'information résulte de l'analyse des comptages par périodes de six minutes au poste de comptage situé au PK 313,7 soit 8 km au nord du point d'accident situé au PK 321. Elle montre que les passages au droit du PK 313,7 dans le sens sud-nord sont normaux jusque pour la tranche horaire 9h24/9h30, pour laquelle 57 véhicules ont été comptés. Au-delà de cette tranche horaire, seuls 34 véhicules ont été enregistrés.

Les véhicules passés sur le lieu de l'accident après 9h24 (mais avant que l'autoroute ne soit bloquée) ont pu arriver au point de comptage vers 9h30, si l'on admet qu'ils ont réduit leur vitesse pendant et après la traversée du nuage et ont mis 6 min pour parcourir ces 8 km. Leur nombre serait dans cette hypothèse comparable aux 34 véhicules enregistrés après 9h30.

Un usager du sens Sud-Nord qui, par prudence, s'était arrêté sur la bande d'arrêt d'urgence sans avoir vu d'accident, a appelé les services commerciaux d'ASF de 9 h 27 min 11 secondes à 9 h 28 min 48 s et a vu, durant cet entretien téléphonique, le choc d'un PL contre un VL*. Bien que la personne n'ait pas vu d'accident auparavant, il ne s'agissait pas du premier choc puisque celui-ci n'aurait concerné que des VL.

Enfin, l'ouvrier autoroutier qui a aperçu le nuage arrivant sur l'autoroute au PK 321 a donné l'alerte à 9h23, avant tout accident, ce qui fixe une borne inférieure pour l'heure de début du carambolage.

Dans ces conditions, on peut admettre que la phase de chocs du carambolage aurait duré environ 8 min entre 9h24 et 9h32. Sur la base des débits moyens incidents observés (soit 10,5 véhicules par minute pendant la demi-heure précédente), on peut estimer qu'environ 80 ou 85 véhicules ont pu se présenter au PK 321 sur cette période, parmi lesquels 58 sont restés pris dans l'accident, tandis qu'une vingtaine ou une trentaine auraient encore pu passer après le premier choc mais avant le blocage de l'autoroute.

4.1.2 Principales phases de chocs (sens sud-nord)

Les principales phases des chocs qui se sont succédés pendant les quelque 8 min du carambolage peuvent être reconstituées à partir des positions relevées après l'accident et

* terme figurant dans le glossaire

de l'observation des chocs subis (cf. le plan en annexe 2, et la synthèse du rapport des experts automobiles en annexe 8).

Malgré les incertitudes de cet exercice, on peut décrire comme suit les principales phases de chocs qui correspondent à peu près aux 3 grandes zones observées sur la scène de l'accident. Cependant, en raison du déplacement de certains véhicules après l'accident, la séparation des zones sur la scène d'accident ne correspond pas rigoureusement à une séparation chronologique, certains véhicules de la zone 2 ayant par exemple heurté des véhicules de la zone 1.

a) la première phase de l'accident correspond à la zone située au nord du carambolage, qui précède le principal groupe de véhicules incendiés.

Elle est marquée par les premiers chocs violents subis par des véhicules roulant à faible vitesse, rattrapés par des véhicules qui ont maintenu une vitesse élevée. L'essence d'un des véhicules heurtés, qui a subi de multiples chocs et dont les occupants sont décédés, se répand sur la chaussée et prend feu ; l'autoroute est bloquée, et les véhicules qui arrivent s'arrêtent derrière l'incendie en provoquant de nouveaux chocs.

Cette première phase de l'accident implique 26 véhicules (numérotés 1 à 26 sur le plan) dont 5 PL, parmi lesquels 15 subissent des chocs alors que 11 restent indemnes. Son bilan est de 2 tués, 1 blessé grave et 6 blessés légers ; deux incendies détruisent 3 véhicules.

b) la seconde phase de l'accident correspond à la zone du carambolage principal et de l'incendie le plus important; elle est séparée de la zone précédente par un espace vide, car les véhicules qui s'y trouvaient ont été écartés de l'incendie lors de l'intervention des secours.

Cette seconde phase, de loin la plus grave par ses conséquences, est marquée par une succession rapprochée de collisions parfois très violentes : entre véhicules légers sur la voie 2 (rapide), entre véhicules lourds et légers sur la voie 1 et la BAU. La collision en chaîne de 5 poids-lourds, au milieu de véhicules légers pris dans la nasse, aboutit à la mise en travers d'un PL et à un nouveau blocage de l'autoroute ; un incendie, peut-être consécutif à l'écrasement d'une voiture entre deux PL, se développe rapidement et brûle 14 véhicules enchevêtrés. La présence d'une citerne d'azote liquide, prise entre deux autres PL qui occultent ses plaques de danger, va gêner sérieusement l'intervention des pompiers qui n'ont pu identifier que tardivement la nature du produit transporté.

Cette seconde phase concerne 20 véhicules (numérotés 27 à 46 sur le plan) dont 5 PL. Son bilan est de 6 tués, 3 blessés graves et 18 blessés légers ; 18 véhicules dont 4 PL ont été incendiés.

c) la dernière phase du carambolage implique 12 véhicules légers (numérotés de 47 à 58) qui se heurtent à l'arrière de la zone d'accident ; ces chocs, où aucun PL n'est intervenu en dehors de celui qui faisait obstacle, n'ont pas occasionné de nouveau décès ni d'incendie. Cette phase semble avoir pris fin lorsque la progression du nuage a rendu visibles les derniers véhicules accidentés

Le bilan de cette dernière phase est de 2 blessés graves et 3 blessés légers.

On peut noter une légère discordance, dont l'origine n'a pas pu être déterminée, entre le total des blessés légers répertoriés ici et le bilan global précédemment indiqué.

4.1.3 Analyse des épisodes les plus graves

Les épisodes du carambolage sélectionnés ici sont ceux qui concernent les 4 véhicules où des occupants ont été tués lors de l'accident, et qui ont été à l'origine des 3 incendies. Les vitesses citées sont des estimations qui proviennent des calculs de bilan énergétique lors des collisions. Les 4 véhicules examinés ici ont été incendiés.

Véhicule VL7 (2 tués)

Cette voiture roulait sur la voie de gauche de l'autoroute, à une vitesse relativement lente estimée à 46 km/h; elle doublait apparemment une autre voiture (VL4) roulant lentement sur la voie de droite.

Elle est alors rattrapée par la voiture VL3 arrivant rapidement sur la même voie, et qui doublait un poids-lourd (PL2) dont la vitesse était de 90 km/h selon l'expertise du chronotachygraphe.

Le VL3 heurte le VL7 par l'arrière à 108 km/h.

Le VL7, arrêté après ce choc, est à nouveau percuté violemment à 89 km/h par une autre voiture (VL6). L'essence de son réservoir se répand sur la chaussée et prend feu ; c'est le premier foyer d'incendie du carambolage.

Le VL7 est encore heurté par un poids-lourd (PL1) qui avait déjà percuté un véhicule arrêté, et est projeté contre le VL8.

Le feu du VL7 se communique au VL8 et aux pneus du PL1. Le PL1, qui s'arrête un peu plus loin sur la BAU avec des pneus en feu, est finalement incendié malgré l'utilisation d'un extincteur.

Véhicule VL33 (2 tués)

La voiture VL33, roulant à vitesse élevée, arrive à la hauteur du poids-lourd PL31, qui se trouve immobilisé en travers sur la chaussée après plusieurs chocs.

Malgré un ultime freinage le VL33 heurte à 72 km/h l'arrière gauche de la remorque du PL31, s'encastre sous cette remorque, et termine sa course contre d'autres véhicules déjà accidentés.

Véhicule VL35 (2 tués)

Le VL35, roulant rapidement, vient percuter à 74 km/h l'arrière de la remorque du PL34, lui-même immobilisé sur la chaussée après avoir heurté le PL31.

Le VL35 subit alors un second choc violent, étant heurté à 75 km/h par le VL37.

Véhicule VL42 (2 tués)

La voiture VL42, circulant à une vitesse élevée, heurte à une vitesse inconnue la voiture VL40, puis percute à 65 km/h l'arrière de la remorque du PL44, venu se bloquer contre le PL31.

Le PL43 vient alors percuter très violemment l'arrière du PL44 (vitesse de choc estimée : 81 km/h) ; il heurte ensuite à 53 km/h le VL42, qu'il écrase contre l'arrière du PL34.

Un ultime choc, probablement répercuté au PL42, est provoqué par le PL46, au freinage arrière défaillant, qui heurte le PL43 à 37 km/h.

Un incendie se développe rapidement, à la hauteur du VL42, dans l'amas des véhicules enchevêtrés ; il se communique à 18 de ces véhicules.

4.1.4 Le déroulement pour le sens Nord-Sud

Dans le sens nord-sud, les usagers ont pu voir les signaux de l'agent autoroutier en place dès 9h26 à l'amont du nuage; ceux qui arrivaient après 9h30 ont pu également être avertis des fumées par le PMV de Poitiers sud, qui affichait un message d'alerte depuis 9h24. Ces facteurs favorables leur ont permis de ralentir en temps utile jusqu'à former un bouchon, avant de repartir, de traverser le nuage épais et d'augmenter ensuite rapidement leur vitesse en retrouvant un temps clair comme le montrent les enregistrements du compteur situé au PK 326,2.

Dans le sens nord-sud, il n'y a ainsi eu qu'un simple accident matériel au PK 320,8, signalé par la gendarmerie à 9h32.

4.2 L'intervention des secours

A 9h32 les pompiers de Vivonne et de Lusignan sont engagés et la gendarmerie prévient ASF d'un accident au PK 321, sens Sud/Nord.

De nouveaux appels de particuliers signalent aux pompiers et au SAMU, à 9h34, qu'il y a des personnes incarcérées et de nombreux véhicules impliqués.

Une première équipe du SMUR* 86 quitte Poitiers à 9h36.

Le véhicule VSAB* des pompiers de Lusignan arrive le premier sur les lieux à 9h52 ; il est suivi à 9h53 par ceux de Vivonne et Latillé et une première reconnaissance dénombre 15 à 20 VL et plusieurs PL impliqués, dont une citerne de l'Air Liquide (tracteur en feu) potentiellement dangereuse.

Le lieutenant de pompiers sur place à 9h56 demande la fermeture de l'autoroute, puis, à 9h59 il demande les moyens du plan rouge qui sont engagés par les pompiers à 10h03 ; la 1^{ère} équipe SMUR 86 arrivée à 9h59 demande des renforts et le SAMU 79 est sollicité.

A 10h10 l'hélicoptère SMUR/Poitou-Charentes arrive et à 10h15 le plan rouge est déclenché par le Préfet de la Vienne.

Le véhicule avec le poste médical avancé est sur les lieux à 10h43 et à 11h35 tous les moyens du plan rouge sont engagés avec des renforts en eau et émulseur : 11 VSAB, 3

* termes figurant dans le glossaire

FPTSR* et 2 FPT*, 10 médecins SP*, 7 médecins SAMU, 3 hélicoptères de secours (il a été noté que l'utilisation de fréquences radio différentes par les hélicoptères évoluant dans un espace limité pouvait poser un problème de sécurité).

Le feu sera maîtrisé à 12h30, une partie importante des moyens ayant servi à sécuriser la citerne d'azote liquide dont le contenu n'a pas été immédiatement identifié.

A 12H55, le directeur de cabinet du Préfet sur place rend compte de l'achèvement de l'évacuation de tous les blessés graves vers les CHU* de Poitiers (5) et Tours (1) ; le dispositif de secours commence à être levé à 14h.

Pendant ce temps, tous les véhicules bloqués dans le sens Sud-Nord ont été dégagés de l'autoroute à 11h09 et ceux arrêtés par la fermeture dans l'autre sens ne seront totalement évacués qu'à 12h31, leur sortie étant gênée par de nombreux véhicules stationnés dans le sens Nord/Sud.

L'autoroute A 10 rouvrira le 6 novembre à 18h44 ; une chronologie détaillée est jointe en annexe.

4.3 Les actions d'information et d'exploitation d'ASF

4.3.1 L'information et l'alerte des usagers

a) annonces de brouillard

Pendant la nuit et le début de matinée du 5 novembre, l'annonce de brouillard sur la section Niort-Poitiers matinée est diffusée tous les quarts d'heure sur la radio autoroutière (Radio-Trafic) et affichée sur l'ensemble des PMV concernés.

La levée de cette annonce est décidée à 9h13, sur la base d'un message radio émis à 9h12 par un patrouilleur qui venait de parcourir la section Rouillé-Niort. Les annonces radio sont supprimées après la dernière annonce diffusée à 9h17. Les affichages sur les PMV sont supprimés à 9h15 sur les PMV de pleine voie dans le sens sud-nord (aux PMV de Niort-Sud et de Sèvres) et dans le sens nord-sud (au PMV de Poitiers-Sud), ainsi qu'à la gare de Soudan.

Les conséquences pour les usagers arrivant entre 9h24 et 9h32 au droit de l'accident n'apparaissent que progressivement.

Les usagers venant du sud (dans le sens de l'accident) ont tous pu recevoir (s'ils écoutaient le 107.7) la dernière annonce radio faite à 9h17.

Ils ont pratiquement tous également pu lire l'avis de brouillard au dernier PMV franchi. La seule exception concerne certains usagers entrés à Soudan, à 23 km au sud du point d'accident: ceux d'entre eux qui sont arrivés au PK 321 au début du carambolage (à 9h24) avaient encore pu voir le message « brouillard » sur le PMV de la gare de Soudan, alors que ceux qui se sont présentés au PK 321 à la fin du carambolage (vers 9h32) étaient passés après la suppression de ce message. Cependant, pour la plupart d'entre eux, cette perception n'était plus récente et l'attention qu'elle appelait pouvait s'être émoussée.

Par contre les usagers arrivant à 9h24 du nord, sur l'autre chaussée, n'avaient pas reçu d'annonce de brouillard par la radio 107.7; en effet, la « frontière » entre ASF et

* termes figurant dans le glossaire

Cofiroute, qui ont des programmes radio différents, se situe à seulement 10 km au nord du PK 321. Ils n'avaient pas non plus été avertis par le PMV de Poitiers Sud, situé à 13 km au nord du point d'accident, où le message avait été supprimé peu avant leur passage.

b) Alerte sur les fumées

La présence du nuage de fumées et de brouillard a été annoncée au PC d'ASF dès 9h23, donc avant l'accident, par un message radio d'un ouvrier autoroutier chargé de la propreté, circulant au PK 321.

L'annonce de « fumée au voisinage du PK 321, visibilité réduite » a été rapidement diffusée par ASF :

- Connaissance de l'événement (agent autoroutier) : 9h23
- Affichage PMV Poitiers Sud : 9h24
- Affichage PMVG Soudan (échangeur n°31) : 9h24
- Affichage PMV Niort Sud : 9h25
- Elaboration d'un message radio : 9h27
- Diffusion sur 107.7 : 9h31

Les usagers venant du sud et pris dans l'accident n'ont cependant pas pu percevoir en temps utile l'information « Fumées », affichée à partir de 9h24 sur des PMV qu'ils avaient alors déjà dépassés ; certains d'entre eux, arrivant juste après la fin du carambolage, ont pu être incités à ralentir par le message radio diffusé au moment où le carambolage se terminait.

Pour les usagers venant du nord sur l'autre chaussée, le message « Fumées » a été affiché à 9h24 sur le PMV de Poitiers Sud situé à 13 km à peine du point d'accident ; cette information, qui était acquise par les usagers arrivant au droit de l'accident à partir de 9h30, a pu contribuer à éviter tout accident grave dans le sens nord-sud.

c) Alerte sur l'accident

L'accident lui-même est connu (sans que sa gravité ait pu être tout de suite appréciée) à 9h32 et l'alerte correspondante est donnée par ASF comme suit:

- Connaissance de l'événement (gendarmerie) : 9h32
 - Elaboration d'un message radio : 9h33
 - Affichage PMVG Soudan : 9h34
 - Affichage PMV Niort sud : 9h39
- (maintien du message fumée à Poitiers sud car pas d'accident dans le sens nord-sud)
- Diffusion sur 107.7 : 9h43

Cette information arrive trop tard aux usagers pour jouer un rôle dans l'accident ; elle n'était pas inutile, car elle a pu contribuer à prévenir un suraccident tardif.

4.3.2 Les actions d'exploitation

Les opérations d'exploitation ont été effectuées par ASF dans le cadre des procédures prévues par le plan d'intervention et de sécurité (P.I.S) de l'autoroute A 10 sur la concession ASF dans le département de la Vienne, dont la dernière mise à jour a été effectuée le 31/12/1998.

Elles prenaient également en compte les documents provisoires concernant les procédures d'intervention sur autoroutes pour les services de secours et d'incendie (P.I.A.S.S.I.), et d'intervention à contre sur l'autoroute.

La DDE* de la Vienne est également intervenue pour mettre en place la signalisation de déviation sur le réseau routier national (RN 10 et RN 11) en ayant replié auparavant ses chantiers en cours (élagage) et en surveillant le réseau dévié.

a) Protection du secteur du nuage et de l'accident

Nota : les numéros d'ouvrier autoroutier cités sont ceux de leur radio de communication avec le district de Niort, le point d'appui et leurs collègues. Les heures sont connues précisément grâce à la main courante informatique de ASF.

A 9h23, l'ouvrier autoroutier (OA*) 434 parcourant le réseau signale une forte réduction de visibilité au PK 321. Il est convenu qu'il traverse l'autoroute pour se porter en protection du sens Nord-Sud pendant que :

- l'OA 454 partant du point d'appui de Rouillé (14 km) avec un fourgon équipé d'un PMV embarqué viendra le renforcer dans le sens Nord-Sud ;
- l'OA 455 partant de l'aire de repos de Sainte Eanne Sud (26 km) avec un fourgon équipé d'un PMV embarqué viendra se placer dans le sens Sud-Nord.

Ces agents reproduisent un schéma d'intervention qui avait été utilisé lors d'un précédent accident similaire, survenu au PK 323 sur l'autoroute A10 le 29 janvier 2002, à la suite de l'arrivée sur l'autoroute d'une importante fumée gênant la visibilité dans les deux sens de circulation. La découverte du nuage par les agents d'ASF, et leur mise en protection alors immédiate, n'avaient pas empêché que dans la demi-heure suivante des accidents se produisent dans le sens Sud-Nord (7 véhicules dont un poids lourd) et dans le sens Nord-Sud (6 véhicules légers ayant fait au total 3 blessés légers) ; mais cette protection a pu contribuer à éviter un bilan plus grave.

Dans le sens sud-nord (celui du carambolage), la protection du site de l'accident, par le fourgon de l'OA 455 placé à l'amont donnant une alerte immédiate sur le terrain, n'a pu intervenir qu'à 9h44 donc après la fin du carambolage. La longueur du bouchon est alors de 1,5 km. Il a cependant été signalé que des « appels de phares » avaient été donnés par des usagers venant du nord à la sortie du nuage, notamment des PL, ce qui a pu constituer un avertissement utile.

Dans le sens nord-sud, la protection est effectuée par le seul OA434 dans des conditions précaires :

9h26 : après avoir traversé le nuage et l'autoroute, l'OA 434 est en protection dans le sens Nord-Sud. A pied sur la BAU, il alerte les automobilistes par gestes, son véhicule n'étant pas un fourgon équipé de feux adéquats. Il devra remonter le long de la BAU pour rester hors du nuage qui progresse en direction de Poitiers.

9h51 : l'OA 434 signale l'existence d'une queue de bouchon au PK 320,5. Par ailleurs, d'après le comptage correspondant du PK 326, on observe que le trafic du sens Nord-Sud a traversé le nuage jusqu'aux environs de 10 h où apparaît l'effet de l'affichage de sortie obligatoire à Poitiers sud.

Cette protection de la queue de bouchon par l'OA 434 a suffisamment fait ralentir les véhicules du sens Nord-Sud pour qu'ils n'aient pas d'accident grave; après leur passage dans la zone de faible visibilité puis au droit de l'accident, ces véhicules ont rapidement repris de la vitesse (vitesse moyenne supérieure à 110 km/h au PK 326, soit 5 km après le

* termes figurant dans le glossaire

lieu de l'accident) et aucun n'a appelé les secours au moyen des postes d'appel d'urgence (PAU*) de l'autoroute.

L'ouvrier autoroutier (OA 454) qui avait la mission de traverser la zone à faible visibilité pour se mettre en protection du sens Nord-Sud n'y parvint pas, pris auparavant dans l'accident (avec des dommages matériels au fourgon) alors qu'il arrivait dans le sens sud-nord.

b) Mise en œuvre des sorties obligatoires

Pour le sens sud-nord, la sortie obligatoire à l'échangeur 31 (Soudan/Lusignan) est affichée à 9h55 au PMV de Niort-Sud, annoncée par radio 107.7 à 10h10, et mise en œuvre par la gendarmerie à 10h20 ; le balisage par ASF est achevé à 10h49.

Pour le sens nord-sud, la sortie obligatoire à l'échangeur 30 est affichée à 9h54 sur le PMV de Poitiers-Sud, et le balisage mis en œuvre par Cofiroute a été achevé à 10h49. A noter que cet affichage "sortie obligatoire" sur le PMV (section courante) de Poitiers sud est immédiatement suivi par environ 60 % des usagers alors qu'aucun balisage n'est encore en place. La présence des véhicules de l'exploitant et plus sûrement des forces de l'ordre renforcent immédiatement ce chiffre.

c) Evacuation des usagers bloqués

La chronologie des opérations d'évacuation des usagers bloqués dans chacun des deux sens (par l'accident lui-même dans le sens Sud-Nord; pour permettre l'arrivée et le stationnement de certains véhicules de secours dans l'autre sens) est la suivante :

Evacuation des usagers du sens Sud-Nord arrêtés derrière l'accident :

- 10 h 20 : ouverture du portail au PK 323 en sens Sud-Nord
- 11 h 09 : fin de l'évacuation des véhicules non impliqués du sens Sud-Nord

Evacuation des usagers du sens Nord-Sud arrêtés pour opérations de secours en laissant libre la voie de gauche :

- 11 h 15 : ouverture du portail au PK 318 en sens Nord-Sud ;
- 12 h 31 : l'évacuation des véhicules bloqués du sens Nord-Sud se poursuit encore (l'évacuation des véhicules de ce sens a commencé plus tard que dans l'autre sens, a été plus complexe compte tenu de la nécessité de conserver la voie de gauche libre. De plus, le stationnement de véhicules non occupés a gêné les manœuvres de recul des véhicules par petits convois).

d) Mise en œuvre d'une procédure d'intervention à contre sens

L'intervention à contre-sens à l'aval d'une coupure de chaussée autoroutière est intéressante pour accélérer l'arrivée des secours.

Cofiroute, ASF et leurs partenaires (gendarmerie, sapeurs-pompiers, SAMU, dépanneurs) disposaient de cette procédure qui avait notamment donné lieu à un exercice sur A 83, le 25 juin 2002.

La procédure d'intervention des secours à contre-sens a été mise en place sur trois kilomètres entre le lieu de l'accident et le PK 318 (chaussée du sens Sud-Nord).

Lancée par le peloton autoroutier de la gendarmerie de Lusignan à 9h57, elle était active à 10h12 et a, par exemple, servi à l'acheminement du véhicule "poste médical avancé" (PMA*).

* terme figurant dans le glossaire

5. Les précédents accidents

5.1 L'accident du 25 janvier 2002

Le mardi 29 janvier 2002, par temps sec, un épais nuage de fumée provenant apparemment des abords de l'autoroute provoque un accident sur chacun des deux sens de circulation, vers le PK 323,3 à Coulombiers.

La présence du nuage de fumée est signalée à 8h54, et confirmée à 9h04 (visibilité nulle). Des messages sont affichés sur le PMV de Poitiers Sud et les PMV en gares ; un message est diffusé sur Radio Trafic 107.7.

Dans le sens Nord-Sud, un accident est signalé à 9h26 au PK 323,3 ; il implique 6 véhicules légers. Dans le sens Sud-Nord, un accident est signalé à 9h34 au PK 323,4 ; il implique 1 poids-lourd, 1 fourgon et 5 véhicules légers. Au total, ce double accident a causé 3 blessés légers.

Lors de l'enquête de gendarmerie est évoquée la possible implication de l'usine de charbon de bois de Coulombiers.

5.2 Accidentologie de la section concernée

Sur une section de 8 km entourant le PK 321, du PK 317 au PK 325, un bilan des accidents a été établi pour les années 1999 à 2004 (arrêté à septembre 2004).

En dehors de l'accident du 5 novembre 2002, 87 accidents dont 12 corporels et 75 matériels ont été répertoriés, faisant une vingtaine de blessés légers.

Ces résultats, qui incluent l'accident du 29 janvier 2002, ne mettent pas en évidence d'accidentologie particulière sur cette section, et sont comparables aux résultats obtenus sur les sections voisines.

5.3 Les accidents similaires depuis 1990

Depuis 1990, trois accidents similaires (carambolages sur autoroute dus au brouillard ou à la fumée) ont fait l'objet d'enquêtes techniques par des commissions nationales constituées à la demande des ministres chargés des transports. Ce sont :

- l'accident du 27 février 1991 survenu à Ressons sur l'autoroute A 1, constitué en fait de 4 accidents en chaîne dans le brouillard qui ont occasionné 4 morts et 34 blessés, dont 12 graves, principalement dus à des collisions entre PL circulant trop vite et trop près.
- l'accident du 10 novembre 1993 survenu à Mirambeau sur l'autoroute A 10, provoqué initialement par la fumée dégagée par un PL en feu sur la bande d'arrêt d'urgence ; celle-ci entraîne une série de carambolages, suivis d'un violent incendie occasionné par la collision d'un PL contre les véhicules enchevêtrés, causant 15 morts, 3 blessés graves et 46 blessés légers.
- l'accident du 14 février 1998 survenu à Prunay en Yvelines sur l'autoroute A 11 où 4 accidents en chaîne dans le brouillard, principalement entre des autocars (20) circulant en convoi, occasionne 2 tués, 28 blessés graves et 87 blessés légers.

Les recommandations émises par les commissions d'enquête concernaient en particulier trois types de mesures :

- la réglementation : une limitation à 60 km/h de la vitesse maximale autorisée de tous les véhicules sur autoroute par brouillard avait été préconisée à l'occasion du rapport sur l'accident du 27 février 1991 sur l'A 1 ; un décret du 4 décembre 1992 a abaissé à 50 km/h la vitesse maximale autorisée de tous les véhicules sur l'ensemble des réseaux routiers et autoroutiers lorsque la visibilité est inférieure à 50 m.
- l'alerte des usagers : les 3 rapports en cause proposaient un renforcement du dispositif d'alerte et d'information immédiate des usagers par le recours systématique aux radios autoroutières, et par la généralisation des panneaux à messages variables et l'implantation et l'usage de flashes ou feux à éclats sur les PAU (postes d'appel d'urgence).

Si la radio 107.7 répond désormais au premier point, et si la mise en place (encore insuffisamment maillée en pleine voie) des PMV a amélioré la situation, par contre le recours aux flashes sur PAU pour diffuser l'alerte au brouillard ou au blocage des voies attend encore d'être systématisé tant en matière d'implantation que de « mode d'emploi ».

- la formation et l'information préventive des usagers : malgré les recommandations contenues dans ces rapports, il apparaît que bien des automobilistes, même professionnels, n'ont pas encore assimilé correctement la limitation à 50 km/h lorsque la visibilité est inférieure à 50 m, ni l'obligation d'usage des feux de croisement (ou des antibrouillards) par temps de pluie ou de brouillard. Et l'on observe à certaines périodes d'importantes proportions d'usagers étrangers ignorants des particularités de notre code de la route, et que les messages diffusés en français atteignent peu.

Il est manifeste qu'un effort considérable reste à faire sur ces points dans le domaine de la formation continue ou de la sensibilisation des conducteurs.

6. Causes et facteurs aggravants, recommandations préventives

L'analyse des circonstances de l'accident fait apparaître trois types de facteurs causaux ou aggravants, qui doivent être examinés pour dégager les recommandations préventives utiles :

- les facteurs liés au comportement des conducteurs et au respect de la réglementation ;
- les facteurs liés aux conditions météorologiques ;
- les facteurs liés à l'exploitation, à la veille et à l'information des usagers.

6.1 Facteurs liés au comportement des conducteurs, à la vitesse et au respect de la réglementation

6.1.1 Rappel de la réglementation

Il convient ici de rappeler les règles de sécurité actuellement fixées par temps de brouillard, définies par le code de la route et objet de rappels fréquents lors des campagnes de communication de la Sécurité Routière :

- Tout d'abord, la vitesse maximale est limitée à 50 km/h sur l'ensemble des routes et autoroutes pour tous les véhicules lorsque la visibilité est inférieure à 50 m; cette disposition a été prise à la suite du carambolage de 1991 sur l'autoroute A1. L'inobservation de cette réglementation est à l'origine de la plupart des 822 accidents corporels survenus par temps de brouillard en 2001, faisant une centaine de tués.
- Les feux de croisement doivent être allumés dans les zones de brouillard, les feux avant pouvant être des feux de code ou des feux anti-brouillard pour les véhicules qui en sont équipés ; les véhicules neufs construits à partir de 1990 sont obligatoirement équipés d'un feu anti-brouillard à l'arrière.
- Le strict respect des interdistances entre véhicules fixées par le code de la route (au moins deux secondes d'intervalle avec le véhicule précédent, et 50 m au minimum entre deux PL) est applicable par tous les temps mais est tout particulièrement important lorsque la visibilité est dégradée.
- Enfin, l'usage des feux de détresse est obligatoire en cas d'allure fortement réduite, ou d'immobilisation sur la chaussée.

6.1.2 Vitesses pratiquées

a) Vitesses pratiquées par les poids-lourds

Parmi les 10 PL pris dans l'accident, 5 ont brûlé, et parmi les 5 autres 4 ont subi des chocs, tandis qu'un seul est indemne. La connaissance de leur comportement lors de l'accident peut donc s'appuyer :

- d'une part, sur l'analyse microscopique des disques chronotachygraphes, pour les cinq PL n'ayant pas brûlé ;
- d'autre part, pour les autres PL, sur les calculs de bilan énergétique qui ont pu être effectuée pour les chocs occasionnés par certains de ces véhicules, et qui permettent une estimation des vitesses de choc.

L'analyse des disques chronotachygraphes a permis d'établir que, pour les 5 PL non brûlés :

- les vitesses au voisinage du point d'entrée dans le nuage étaient comprises entre 83 et 91 km/h ;
- trois des cinq conducteurs ont alors ralenti puis freiné sur environ 150 ou 200 mètres, et arrêtent leur véhicule sans causer de chocs (mais certains en ont reçu ensuite); le début de ce ralentissement paraît proche du point d'entrée dans le nuage, mais la position de ce point d'entrée n'est pas connue avec précision ;
- un des conducteurs a maintenu une vitesse de 90 km/h, ne commençant à freiner qu'en apercevant devant lui un véhicule qu'il heurte à environ 87 km/h, avant de heurter un second véhicule et de s'arrêter ;
- le dernier conducteur a ralenti puis freiné, avant de heurter à 37 km/h un autre PL arrêté sur la chaussée.

Parmi les 5 PL qui ont brûlé, 3 ont fait l'objet d'une estimation de la vitesse lors du premier choc occasionné, précédé le plus souvent d'une tentative de freinage tardive; les vitesses obtenues sont respectivement de 81, 54, et 43 km/h ; les heurts provoqués par les 2 autres PL incendiés sont a priori restés moins violents.

Il apparaît donc que, parmi les dix conducteurs de PL, deux auraient maintenu leur vitesse aux environs de 90 km/h après être entrés dans le nuage, donc sans ralentissement sensible par rapport à la vitesse pratiquée auparavant. Les autres ont ralenti à des degrés divers, s'arrêtant dans de bonnes conditions ou au moins ne provoquant que des chocs moins graves. Les conducteurs de PL bénéficient pourtant d'une bonne capacité d'anticipation, liée à la visibilité de la scène routière que procure la position élevée de leur cabine de conduite.

Par ailleurs, la capacité à anticiper la présence d'un obstacle sur la chaussée est d'autant plus importante pour les conducteurs de PL que les possibilités de freinage de leurs camions sont plus faibles que celles des VL. Théoriquement, un ensemble de 40 tonnes à 90 km/h pourra appliquer une décélération maximale de $5,2 \text{ m/s}^2$, contre $9,5 \text{ m/s}^2$ pour une automobile moyenne, malgré une force de freinage 25 fois supérieure ; il s'agit là d'un cas idéal, en supposant que ni le freinage ni le chargement ne présentent de déséquilibre susceptible de conduire à une mise en portefeuille ; dans la réalité le conducteur de PL se limite souvent à des décélérations plus faibles, ce qui doit mener à un mode de conduite prudent anticipant les éventuels aléas notamment par temps de brouillard.

b) Vitesses pratiquées par les véhicules légers

La vitesse des VL à l'approche du nuage est de l'ordre de 130 km/h, voire 140 km/h sur la voie de gauche, comme le montrent les enregistrements du poste de comptage situé au PK 326 avant l'accident.

La méthode de reconstitution des énergies dissipées dans les chocs permet là aussi d'estimer les vitesses de certains véhicules auteurs de chocs lors du premier choc qu'ils ont occasionné.

Il apparaît ainsi que sept des chocs étudiés auraient été provoqués à des vitesses de 72 km/h ou davantage (jusqu'à 108 km/h). De telles vitesses signalent, compte tenu des probables tentatives de freinage tardif, des vitesses de circulation dans le brouillard manifestement trop élevées.

c) Lien entre vitesse de choc et gravité des collisions

L'analyse des vitesses de choc présentée ci-dessus fait apparaître 9 chocs majeurs dans lesquels la vitesse du véhicule « heurtant » est supérieure à 72 km/h. Ces véhicules sont dans 7 cas des VL et dans 2 cas des PL.

Six des 8 victimes décédées lors de l'accident se trouvaient dans des véhicules impliqués (heurtants ou heurtés) dans ces 9 chocs majeurs. Les trois foyers d'incendie qui sont apparus leur sont aussi, très vraisemblablement, directement imputables. Les 2 dernières victimes se sont trouvées dans une situation similaire, leur véhicule ayant été impliqué dans des chocs mettant en jeu des vitesses presque aussi élevées, et s'étant trouvé pris entre deux PL.

Le lien entre des vitesses très excessives pratiquées dans un nuage à faible visibilité, et la gravité des conséquences qu'elles peuvent provoquer, est ainsi à nouveau clairement apparent dans le cas de cet accident.

6.1.3 Situation réglementaire des poids lourds impliqués

Les véhicules lourds en cause, ainsi que leurs conducteurs et les entreprises concernées, ont également fait l'objet d'un examen approfondi conduit par la Direction Régionale de l'Équipement (DRE) Poitou-Charentes, avec le concours de 6 autres DRE pour les véhicules français, ainsi que celui des autorités britanniques et de la Direction des Transports Terrestres pour les véhicules étrangers. Le rapport de la DRE Poitou-Charentes figure en annexe 7 et peut se résumer ainsi :

- si les entreprises propriétaires françaises sont en règle à l'égard des règles sur l'accès à la profession et ne sont pas connues pour un comportement particulièrement infractionniste, tel n'est pas le cas pour l'entreprise britannique (dont le conducteur n'avait d'ailleurs pas de permis valable pour le véhicule en cause) ; et l'entreprise russe, filiale d'un grand groupe ressortissant de l'Union Européenne remarquée pour des pratiques d'emploi systématique de conducteurs ressortissants de pays tiers, n'a pu faire l'objet d'aucune enquête.
- les véhicules, pour la plupart récents, sont régulièrement entretenus (sauf dans un cas évoqué ci-dessous) et ont satisfait aux visites techniques obligatoires.
- les chargements étaient correctement conditionnés et arrimés; aucune surcharge n'a été détectée.
- les itinéraires empruntés respectent les restrictions spatiales ou temporelles visant les PL. Aucune vitesse ne dépasse de manière manifeste les limites absolues imposées.

En contrepoint à ces constats plutôt rassurants, il convient cependant de remarquer que, pour la journée précédant l'accident, 11 infractions à la réglementation sociale ont été commises par 3 des entreprises impliquées ; les enquêtes au siège des entreprises qui ont pu être réalisées révèlent aussi 30 infractions envers cette même réglementation commises par les conducteurs concernés dans l'accident. Il apparaît par ailleurs que la rémunération des conducteurs russes impliqués aurait été liée au kilométrage parcouru, alors que cette pratique particulièrement pernicieuse pour la sécurité routière est interdite par les règlements tant nationaux qu'internationaux (notamment par l'accord AETR* applicable en l'occurrence); d'ailleurs la cour de cassation a rappelé, dans un arrêt du 13 novembre 2003,

* terme figurant dans le glossaire

l'illégalité d'une prime de rendement au kilomètre au motif qu'une telle prime constitue «une incitation au dépassement de la durée du travail ».

Enfin, en ce qui concerne le respect de la réglementation technique des poids-lourds, les expertises ont établi que le système de freinage du PL46 était défectueux avant l'accident : les plaquettes étaient hors d'état sur la roue arrière gauche du tracteur, provoquant une importante dissymétrie de freinage sur cet essieu.

Le contrôle du respect de la réglementation par les PL est d'autant plus important que, si les accidents où sont impliqués les PL ne s'élèvent en France qu'à 5,2% des accidents corporels alors qu'ils parcourent 6,3% des véhicules x km, ces PL sont impliqués dans 12,9% des accidents mortels, comme l'indique le document « la sécurité des poids-lourds en 2001 » publié début 2003 par l'Observatoire national interministériel de sécurité routière (ONISR*).

6.1.4 Cas des transports de matières dangereuses (TMD*)

Le seul transport de matière dangereuse impliqué dans l'accident était un semi-remorque citerne d'azote liquide qui a bien résisté aux chocs et respectait les règles spécifiques applicables. Cependant les pompiers n'ont pu identifier rapidement la nature exacte du produit transporté, les plaques de danger positionnées à l'avant et à l'arrière de l'ensemble routier étant masquées par les deux poids lourds également pris dans le carambolage ; ils ont de ce fait concentré leurs moyens d'arrosage sur cette citerne, alors que d'autres emplois de ces moyens auraient pu être judicieux.

Sur des citernes de TMD, une plaque de rappel latérale des codes de danger serait fort utile compte tenu de la fréquence avec laquelle, dans des accidents à configuration similaire, un pareil défaut d'information des secours est constaté.

6.1.5 L'importance des motifs de déplacement professionnels

Les éléments recueillis sur l'accident de l'A 10, grâce à la coopération des autorités judiciaires, mettent en valeur l'importance de l'aspect " accident du travail " et suggèrent la mise en œuvre d'actions de prévention adaptées à ce cadre.

En effet, un examen attentif de l'activité des conducteurs ou passagers, lorsqu'elle est connue, fait apparaître qu'une majorité des occupants des 58 véhicules impliqués se trouvait dans une situation de travail lors de l'accident. Plus précisément, 40 personnes étaient (selon les définitions habituelles du code du travail ou des textes spécifiques à la fonction publique) en mission, dont les 13 occupants des 9 PL accidentés ; parmi ces 40 personnes figurent 7 fonctionnaires civils ou militaires (dont 2 des décédés), 2 enseignantes en déplacement domicile/travail et 9 commerçants (dont 3 des décédés) effectuant un déplacement professionnel pour un congrès.

Ce total de 51 personnes se déplaçant pour motif professionnel, même s'il est aisément compréhensible pour un jour ouvrable et compte tenu de l'heure, ne peut que rappeler l'importance du développement de la prévention des accidents routiers du travail (1ère cause en France de mortalité au travail). Il s'agit là d'une action que la direction de la sécurité et de la circulation routière (DSCR*) et la caisse nationale d'assurance maladie (CNAM*) ont déjà entrepris de promouvoir et que le rapport Saadia de mai 2002, ainsi que

* termes figurant dans le glossaire

le conseil interministériel de la sécurité routière (CISR*) du 18 décembre 2002, ont confirmé comme un des axes prioritaires de la politique de sécurité routière.

Il n'y aurait que des avantages à ce que les modules de formation continue des conducteurs, ainsi que les plans de prévention du risque routier en entreprise, insistent plus sur les précautions à adopter en présence de brouillard.

6.1.6 Recommandations

Les recommandations exprimées dans cette section concernent principalement les services de contrôle des transports routiers et les organismes chargés de la formation des conducteurs.

Recommandation R1

Renforcer la communication et la formation sur la conduite par temps de brouillard, en particulier :

- vis à vis des conducteurs de Poids Lourds, qui doivent anticiper la réduction de vitesse à 50 km/h avant l'entrée dans une nappe de brouillard ;
- dans le cadre des plans de prévention du risque routier en entreprise.

Recommandation R2

Renforcer les contrôles du respect de la réglementation technique et sociale par les PL, compte tenu de la gravité élevée des accidents où ils sont impliqués.

6.2 Facteurs liés aux conditions météorologiques

6.2.1 Constats et interrogations

L'épisode météorologique à l'origine de l'accident du 5 novembre 2002, avec apparition sur l'autoroute d'un brouillard ou nuage opaque, présente plusieurs particularités notables :

- sa répétition la même année, dans des conditions similaires, à 2 km de distance sur l'autoroute A10 ;
- la forte opacité du nuage, contrastant avec la densité nettement plus faible des nappes de brouillards observées au voisinage lors de ces deux épisodes, ou avec les distances de visibilité relevées à la station de Poitiers-Biard qui sont restées beaucoup plus élevées lors de ces épisodes et n'ont été réduites à 20 mètres que deux fois en 53 ans ;
- l'odeur de fumée (« bois brûlé ») constatée par de nombreux témoins, et signalée également lors de l'accident du 29 janvier 2002 ; cependant d'autres témoignages contraires conduisent à penser qu'elle n'était pas présente dans la totalité du nuage observé le 5 novembre. Cette odeur, souvent caractérisée comme celle de bois brûlé, était présente avant l'accident comme l'ont rapporté plusieurs témoins. Deux usagers, qui avaient également été pris dans l'accident survenu le 29 janvier 2002 au PK 323, à 2 km du lieu de l'accident du 5 novembre, ont indiqué avoir alors perçu la même odeur de fumée lors des deux accidents.

* terme figurant dans le glossaire

Ces constats suggèrent que des causes locales ont pu être à l'origine des nuages observés lors des deux épisodes de l'année 2002, ou au moins seraient intervenues pour renforcer leur opacité. Ces causes pourraient être naturelles (liées aux caractéristiques du site) et/ou anthropiques (liées à des activités humaines). Dans les deux cas, et notamment si elles ne sont pas identifiées et autant que possible traitées, on peut craindre qu'elles ne puissent se manifester à nouveau dans l'avenir. Des riverains de l'autoroute mentionnent la fréquence locale de brouillards intenses à proximité de Coulombiers.

Des causes naturelles pourraient être liées à la présence de zones humides à proximité; parmi les causes anthropiques on peut penser à une production de fumées liée à des brûlis agricoles ou, comme cela a été largement évoqué par les media, à l'usine de charbon de bois située à Coulombiers à 4 km environ du lieu de l'accident. De telles fumées auraient pu renforcer l'effet de brouillard directement par leur opacité propre, ou indirectement, en provoquant dans une atmosphère saturée une condensation d'eau sur les particules de fumée.

Les recherches effectuées pour retrouver des traces de brûlis à proximité de la zone concernée n'ont pas été concluantes.

Dans ces conditions, les investigations menées avec l'appui de Météo-France ont porté sur deux points :

- d'une part, sur l'évaluation, à l'aide d'un modèle de simulation numérique, de la plausibilité d'un transport significatif de fumée de l'usine de charbon de bois jusqu'à l'autoroute, lors des épisodes des 29 janvier et 5 novembre 2002 ;
- d'autre part, sur l'identification des caractéristiques météorologiques observées lors de ces deux épisodes, afin d'intégrer dans un dispositif de veille une possibilité de prévoir les « situations à risque ».

6.2.2 Les simulations de Météo-France sur le rôle possible de l'usine de charbon de bois

a) L'usine de charbon de bois de Coulombiers

L'usine existe depuis près de 20 ans, et se situe à 3,8 km au sud de l'autoroute et des points où se sont produits les accidents de l'année 2002.

Elle a initialement utilisé 23 fours, avant que ceux-ci ne soient renouvelés en 1999 et remplacés par 8 fours plus grands (15 m³). Chaque four traite 4250 kg de bois par cycle, à raison d'un cycle par jour cinq jours par semaine.

Un incinérateur a également été installé pour réduire les émissions de fumées et de polluants, tels que les COV (composés organiques volatils) qui peuvent constituer des noyaux de condensation contribuant à la formation de brouillards.

Cet incinérateur de fumées n'a pas fonctionné régulièrement avant décembre 2002, et n'était pas utilisé lors des deux épisodes du 29 janvier et du 5 novembre 2002.

b) Modèle utilisé et hypothèses de l'étude

Cette étude consistait à simuler le transport d'éventuels nuages de fumée émis par l'usine pour les matinées du 29 janvier et du 5 novembre 2002; elle a fait l'objet d'un rapport daté du 25 septembre 2003, dont un extrait est joint en annexe 6.

Les sources d'émissions sont décrites par un rapport du CIRAD-Forêt de Montpellier établi en 1999.

On retient l'hypothèse basse d'émission, soit 616 kg de particules pour chacun des huit fours de l'usine, inégalement répartie sur la journée, et sachant qu'une reprise avec forte production a lieu à 7h du matin qui décroît ensuite jusque vers 12h. On ne donnera pas plus de détails sur le cycle diurne car c'est surtout la compréhension des phénomènes de transport qui est importante. L'hypothèse haute d'émission (2319 kg de particules par four) conduirait à des concentrations en polluants 3 à 4 fois plus élevées.

Le modèle Méso-NH* utilisé par Météo-France permet d'étudier l'évolution de traceurs passifs sur la région proche de l'accident, mais ne permet pas d'évaluer l'impact éventuel des particules émises sur l'intensification locale d'un brouillard naturel. Les estimations de la baisse de la visibilité, calculée à partir des seules concentrations en fumées, sont donc a priori inférieures aux effets réels.

Ce modèle a été validé dans de nombreuses situations météorologiques et sur diverses configurations géographiques. Dans cette étude Méso-NH comporte 60 niveaux suivant la verticale, avec une résolution variant de 10 m à la surface du sol à 1500 m à une altitude de 16000 m. Il possède 38 niveaux entre la surface et 1500 m d'altitude (couche limite) afin de bien prendre en compte le relief et les caractéristiques du sol.

Il est composé de deux domaines imbriqués interagissant mutuellement; le plus grand couvre un carré de 128 km de côté avec une résolution horizontale de 2 km et le plus petit présente une résolution de 500m avec une extension horizontale de 30 km. Le relief et l'effet thermique de l'agglomération de Poitiers sont représentés avec la même résolution.

Les deux simulations débutent à 1h du matin afin de reproduire correctement la couche limite atmosphérique, son évolution diurne et l'adaptation du vent au relief.

c) Cas du 5 novembre 2002

La simulation reproduit correctement la situation observée, avec des vents très faibles et une humidité très forte, éléments propices à la formation de brumes et brouillards matinaux. Ces conditions se maintiennent jusqu'à l'heure de l'accident, avec des vents très faibles sur la zone de Coulombiers.

Si l'on compare les vents calculés et mesurés à la station météorologique de Biard pendant la période précédent l'accident on constate un bon accord sur la vitesse, mais les vents observés proviennent du secteur sud alors que les vents calculés proviennent plutôt du secteur ouest : Les vents observés auraient plutôt tendance à transporter les effluents de l'usine vers l'autoroute si on les appliquait sans précautions sur le site de Coulombiers. Mais compte tenu du fait que pour de très faibles vitesses de vent la direction est un paramètre très instable et que, de plus la zone couvrant l'accident et l'usine est caractérisée par des vents presque nuls on peut admettre, avec prudence les résultats de la simulation des transferts des effluents de l'usine. Pour donner un ordre de grandeur, un écart de direction de 60 à 90 degrés, pour un vent de 0,5 m/s soit 1,8 km/h, se traduirait après 1heure par un écart d'environ 2 km sur la position des effluents.

Cette simulation indique qu'après un déplacement vers le nord du nuage de polluants en tout début de nuit celui-ci se retrouve à 9h 15 en grande partie au sud-est de l'usine. Dans le secteur de l'A10, la concentration au sol est négligeable sauf dans un petit domaine où elle est environ mille fois plus faible que dans la zone principale.

La baisse de visibilité qui résulte de la simulation au point précis de l'accident est de 40 m (960 m au lieu de 1000) ; si l'on prend en compte la plus forte teneur résiduelle

* terme figurant dans le glossaire

modélisée dans un rayon de 2 km, pour tenir compte des incertitudes de localisation du modèle, on arriverait à une baisse de visibilité de 110 m (890 m au lieu de 1000). Même en tenant compte d'autres correctifs (passage à l'hypothèse haute d'émission de fumée, ou prise en compte de l'effet de condensation sur les particules de fumée) la modélisation ne semble pas pouvoir expliquer la très faible visibilité observée ce jour là.

Donc, pour l'accident du 5 novembre 2002, l'étude effectuée par Météo-France ne fournit pas d'élément permettant d'impliquer le fonctionnement de l'usine dans une importante baisse locale de visibilité sur l'autoroute A10.

d) Cas du 29 janvier 2002.

Ici encore, la simulation reproduit bien la situation observée, analogue à la précédente avec des vents très faibles et une humidité très forte propice à la formation de brumes et brouillards matinaux. Ces conditions se maintiennent jusqu'à l'heure de l'accident avec en particulier des températures très faibles sur Coulombiers et le secteur concerné de l'A10.

La comparaison des vents calculés et mesurés à la station de Biard manifeste cette fois un bon accord à la fois en force et en direction, avec un flux de surface plus organisé que pour le 5 novembre 2002. On pourra donc accorder une plus grande confiance aux résultats de la simulation des transferts de polluants. Dans ce cas, les résultats indiquent un transport général des effluents de l'usine vers le nord-nord-ouest qui sont entraînés sur le secteur des deux accidents survenus presque simultanément, l'un dans le sens Poitiers-Bordeaux et l'autre dans le sens Bordeaux-Poitiers.

Le nuage de polluant affecte l'autoroute avec des concentrations importante entre 7h45 et 9h15, puis se rétracte à partir de 9h30. A l'heure des accidents, les calculs indiquent une concentration de polluant dix fois plus faibles sur le site de l'accident ayant lieu dans le sens Paris-Bordeaux (situé au bord du panache calculé) que pour l'accident du sens Bordeaux-Paris. Si la baisse de visibilité calculée pour le premier est de l'ordre de 140m donc peu importante, pour le second, on trouve une visibilité réduite à moins de 400m, ce qui, par rapport à une visibilité ambiante de 1000 m représente une variation d'autant plus significative qu'elle apparaît en moins d'un kilomètre.

Les incertitudes attachées à ces résultats tiennent, comme dans le cas précédent mais à un degré moindre, aux imprécisions de la reconstitution de l'orientation et de la vitesse du vent ; elles sont également liées au fait que l'on ne connaît que le fonctionnement nominal des fours et non les horaires réels ; enfin, les gradients de concentration à l'échelle de la maille du modèle sont très importants, la concentration des fumées pouvant varier fortement entre deux points voisins. Un retard d'une demi-heure de la pointe d'émission conduirait à une visibilité réduite à 80m, alors qu'un décalage dans le sens est-ouest du panache donnerait une visibilité de 230m.

Compte tenu des marges d'imprécision du modèle ou des hypothèses employées, on ne peut exclure que la visibilité ait été sensiblement plus réduite que les 400 m directement issus du calcul, ni que les deux points d'accident aient pu être affectés de manière similaire.

Dans ce cas, et compte tenu des incertitudes précédemment citées il est plausible que les effluents de l'usine aient provoqué une baisse de visibilité sensible sur les lieux de l'accident.

e) Conclusions.

L'étude de Météo-France utilise une méthode à la pointe des techniques actuelles de modélisation numérique de l'atmosphère, qui comporte en elle-même certaines incertitudes qui apparaissent plus dans le cas du 5 novembre que dans le cas du 29 janvier. Outre les écarts liés à la marge d'imprécision sur la reconstitution de la vitesse et de la direction du vent, une cause d'incertitude porte sur la chronologie de fonctionnement de l'usine de charbon de bois. Ces réserves faites, il résulte de l'étude de Météo-France que :

- pour l'accident du 5 novembre : la simulation ne permet pas d'imputer aux fumées de l'usine la baisse locale et brutale de la visibilité sur le lieu de l'accident, même si elle montre que des fumées ont pu y être présentes en faible concentration ;
- pour l'accident du 29 janvier : bien que les conditions météorologiques soient assez proches, il est possible que les effluents de l'usine aient eu un impact notable sur la visibilité dans la zone des deux accidents simultanés.

Même si le modèle laisse subsister une incertitude sur la baisse de visibilité liée aux émissions de l'usine de Coulombiers lors des deux épisodes examinés, l'existence d'un effet plausible en particulier le 29 janvier 2002 rend très souhaitable désormais l'utilisation systématique de l'incinérateur de fumées dont cette usine est équipée.

6.2.3 Essai de caractérisation locale des situations météorologiques appelant une surveillance renforcée

Afin de fournir au dispositif local de veille des critères d'alerte sur l'apparition possible de situations météorologiques « à risque », il a été demandé à Météo-France :

- d'identifier les paramètres météorologiques caractéristiques des situations de brouillard intense observées les 29 janvier et 5 novembre 2002 ;
- de proposer un petit nombre de paramètres et de valeurs associées dont la combinaison pourrait permettre d'anticiper une situation météorologique « à risque », conduisant à prendre des précautions particulières dans le cadre de la veille.

Le choix des paramètres et valeurs associées doit a priori se limiter à des éléments prévisibles à l'avance ; il doit également caractériser comme situations à risques celles qui ont été rencontrées les 29 janvier et 5 novembre 2002 ; enfin il ne doit pas conduire à des occurrences trop fréquentes de telles situations, ce qui décrédibiliserait leur prise en compte dans le dispositif de veille.

Une première analyse de Météo-France conduit à choisir, pour caractériser les conditions anticycloniques hivernales, deux des 15 champs météorologiques dont dispose Météo-France :

- d'une part, le champ GP1000 « géopotential à 1000 hPa* » caractérisant la situation près du sol, et pour lequel le paramètre « type de temps » prenait les valeurs 9 (le 29-1-2002) ou 6 (le 5-11-2002) ;
- d'autre part, le champ GP850 « géopotential à 850 hPa », correspondant à une altitude plus élevée, et pour lequel les valeurs du « type de temps » étaient 6 (le 29-1-2002) ou 5 (le 5-11-2002).

La combinaison critique était donc celle d'un type de temps 6 ou 9 pour le champ GP1000, et 5 ou 6 pour le champ GP850. Elle a notamment été réalisée le 15 janvier 2003, date à laquelle on a effectivement observé le matin un épais brouillard avec odeur de fumée.

* terme figurant dans le glossaire

Les statistiques de Météo-France montrent cependant que cette combinaison apparaît en moyenne 1 jour sur 4 à Poitiers en hiver, ce qui paraît insuffisamment sélectif. C'est pourquoi Météo-France a recherché la possibilité de resserrer la définition des situations présumées à risque ; à cette fin le critère ci-dessus a été croisé avec d'autres conditions de sélection, en se limitant bien sûr à des conditions qui étaient réunies les 29 janvier et 5 novembre 2004.

Ainsi, si l'on ajoute la condition d'un « vent du sud faible le matin », les situations présumées à risque n'apparaissent plus qu'1 jour sur 15 en hiver à Poitiers.

Dans ces conditions, les situations météorologiques présumées à risque peuvent être définies par la conjonction de trois critères :

- Type de temps 6 ou 9 pour le champ GP1000 ;
- Type de temps 5 ou 6 pour le champ GP850 ;
- Vent du sud faible le matin.

Il convient cependant de souligner que ce travail reste empirique, rien ne garantissant que des situations de brouillard intense n'apparaîtront pas en dehors des critères proposés.

La recommandation correspondante (utilisation de ce critère d'apparition de situations à risque météorologiques) est intégrée dans la recommandation présentée en 6-3-3 ci-après pour le dispositif de veille, et dans la consistance de la surveillance renforcée décrite en annexe 10.

6.2.4 Recommandations

En ce qui concerne les facteurs susceptibles de favoriser l'apparition de brouillards ou fumées, la recommandation suivante intéresse les services régionaux de contrôle de l'usine de Coulombiers :

Recommandation R3 :

Veiller à l'utilisation effective et efficace de l'incinérateur de fumées de l'usine de charbon de bois de Coulombiers.

6.3 Facteurs liés à l'information, à l'exploitation et à la veille

Compte tenu de la vitesse pratiquée sur les autoroutes, l'alerte donnée aux usagers sur la présence de risques particuliers (brouillard, accidents, bouchons...) ou de situations perturbées (travaux, sorties obligatoires...) est un élément important de leur sécurité.

Sont examinés successivement ici les enseignements préventifs que l'on peut tirer de l'accident du 5 novembre dans les domaines de :

- l'acquisition et la gestion des informations d'alerte ;
- l'utilisation des supports d'information à mobiliser lors de telles alertes ;
- les procédures de veille à mettre en place sur l'A10 notamment dans la zone de l'accident.

6.3.1 Gestion des informations d'alerte météorologique par l'exploitant

Les informations d'alerte données par l'exploitant dans le domaine météorologique ont porté sur :

- la présence du brouillard, et la levée de cette annonce ;
- la présence de fumées (nuage opaque).

La présence du brouillard sur la section Niort-Poitiers a été normalement annoncée par les canaux disponibles (PMV et Radio-Trafic sur le 107.7) pendant la nuit et la matinée, jusqu'à la levée de ces messages à partir de 9h12, appliquée à 9h15 sur les PMV.

La levée de ces annonces a été décidée à la suite d'une information d'un patrouilleur, parti du point d'appui de Rouillé vers le sud, qui a annoncé à 9h12 par radio au PC d'ASF à Niort la fin du brouillard, après avoir parcouru la section Rouillé-Niort. Cette suppression paraît avoir été prématurée, puisqu'elle est intervenue sur la base d'une information ne portant que sur la partie sud de la section concernée, alors que le PC d'ASF n'avait pas encore d'information sur la situation au nord de Rouillé (où les brouillards n'avaient pas disparu, comme l'ont montré les circonstances de l'accident). Cependant, pour les raisons développées en 4-3-2 ci dessus, cette levée des annonces de brouillard n'a eu pratiquement aucune influence sur l'état d'information des usagers qui se sont trouvés impliqués dans l'accident.

L'information sur la présence du nuage de brouillard ou de fumée sur l'autoroute a pu par chance être acquise avant l'accident grâce à l'ouvrier de propreté qui passait à ce moment là ; pour détecter en temps utile de telles situations en période hivernale, une fréquence suffisante des patrouilles reste indispensable.

Il apparaît donc souhaitable ici, notamment sur la zone à soumettre à une vigilance renforcée, d'augmenter la fréquence des patrouilles de matinée en hiver, et de préciser les conditions de validation des levées d'annonce de brouillard.

6.3.2 Les moyens d'alerte des usagers

En cas d'urgence, les moyens d'alerte des usagers comportent :

- la protection immédiate sur le terrain par des fourgons ;
- l'affichage sur les PMV ;
- la diffusion de messages sur la radio (107.7) ;
- l'activation de feux à éclats sur les PAU (postes d'appel d'urgence).

a) protection par des patrouilleurs et fourgons d'ASF

Cette protection a été nécessaire dans les deux sens de circulation, pour couvrir dans un premier temps la zone du nuage, et dans un second temps l'accident lui-même et les bouchons qui se sont formés.

Malgré l'alerte donnée avant l'accident par l'ouvrier de propreté à 9h23 sur l'arrivée du nuage, et la mobilisation rapide des deux fourgons, ceux-ci n'ont pu se positionner en protection en temps utile.

La rapidité d'arrivée des véhicules de protection a donc une grande importance. Elle peut justifier, pour les lieux et périodes où un risque d'alerte apparaît particulièrement élevé, un prépositionnement de véhicules mobilisables à proximité. Une telle précaution peut concerner la section d'autoroute couvrant les deux accidents de 2002, et est prévue en cas de préalerte dans le dispositif de veille renforcée.

b) L'utilisation des PMV

Dès l'annonce de l'arrivée du nuage par l'ouvrier de propreté, cette information a été rapidement et efficacement diffusée par ASF sur les PMV comme l'indique la

chronologie rappelée en 4-3-1 ci-dessus. Elle a alors été connue par les usagers arrivant à la hauteur de la zone d'accident :

- dès 9h30 pour ceux qui venaient du nord, grâce à la présence proche du PMV de Poitiers-Sud, ce qui a renforcé leur vigilance ;
- à partir de 9h50 seulement pour ceux qui venaient du sud, qui ont pu la voir affichée à partir de 9h24 au PMV de Niort Sud ; l'alerte n'a donc pas pu dans ce sens leur être donnée en temps utile, du fait de l'éloignement important de ce PMV (63 km), et ce malgré une acquisition « en direct » de l'information par ASF grâce à l'ouvrier autoroutier, suivie d'un affichage rapide.

De fait le « canton d'information » à couvrir par le PMV de Niort Sud était long de 76 km jusqu'à la limite nord de la concession d'ASF, ce qui correspond à un temps de parcours de 35 minutes sans qu'un usager engagé sur ce canton ne puisse recevoir un message d'alerte s'il n'écoute pas la radio 107.7.

Compte tenu d'un risque météorologique qui pourrait exister sur la partie nord de ce canton, il paraît nécessaire de mettre en place un PMV supplémentaire au voisinage du PK 325/330, à l'amont de la zone de surveillance particulière ; le délai d'alerte des usagers circulant dans cette zone serait ainsi réduit à quelques minutes. Un PMV mobile a été installé à cet effet au PK 327,100.

En sens inverse, pour une zone où des brouillards ne sont pas rares, un PMV supplémentaire couvrant la partie sud du canton Poitiers Sud / Niort (51 km) ne serait pas inutile ; rappelons que le rapport technique établi pour les accidents survenus le 27 février 1991 sur l'autoroute du Nord avait recommandé, pour les zones de brouillard, l'installation de PMV tous les 30 km.

On peut enfin observer, pour le sens nord-sud, que la présence d'un PMV à Poitiers Sud, à l'amont de l'entrée dans la concession d'ASF, s'est avérée très utile pour alerter rapidement les usagers sur la difficulté apparue à 10 km de ce point d'entrée et éviter un accident grave dans ce sens. Or, en sens inverse (sud-nord), aucun PMV symétrique ne couvre l'entrée sud de la concession de Cofiroute ; dans ces conditions, une alerte dans cette zone ne peut être efficacement donnée par la seule radio de Cofiroute, et devrait être annoncée par ASF à des usagers encore situés sur son réseau, par son nouveau PMV du PK 327 ou par sa radio, dans le cadre d'accords existants ou à établir entre les deux concessionnaires. Un PMV dans le sens sud-nord, couvrant l'entrée sud du réseau Cofiroute, paraît donc également souhaitable.

c) La radio d'information autoroutière (107.7)

La diffusion d'alertes par la radio présente l'intérêt d'être immédiatement captée par tous les usagers qui l'écoutent. Cependant, on observe un délai de diffusion effective des alertes sur Radio-Trafic plus important que sur les PMV : pour les affichages « fumées » et « accident », il a été en effet de 8 et 11 minutes respectivement après acquisition de l'information par le PC, pour l'élaboration des messages et la prise en charge par l'opérateur radio. Il devrait être possible de raccourcir de quelques minutes ces délais dans les cas d'urgence.

Par ailleurs, la radio autoroutière n'est réellement écoutée que par une partie des usagers de l'autoroute (de l'ordre de 50% en période d'été) ; bien qu'elle puisse constituer un appoint précieux, il reste donc indispensable que l'alerte puisse être réalisée par des dispositifs perçus par tous les usagers.

d) L'emploi de feux à éclats sur les postes d'appel d'urgence (PAU)

L'activation de feux à éclats ou « flash » sur les PAU constitue un moyen d'alerte intéressant, perceptible par tous les usagers. Sur les autoroutes, les PAU sont en effet disposés tous les 2 km sur chaque sens de circulation ; ils sont alimentés en énergie et peuvent être reliés par câble ou par radio au PC d'exploitation, ce qui permet d'activer sans délai les feux à éclats dont ils peuvent être équipés.

Ce dispositif permet donc de donner immédiatement un message d'alerte perceptible par tous les usagers passant devant ces feux, en maîtrisant précisément la localisation des feux activés, sur toute une section ou au contraire localement pour baliser un point particulier ; en contrepartie l'information donnée n'est pas différenciée, étant par nature binaire (feu activé ou pas), et son interprétation par les usagers doit faire l'objet de règles simples à faire connaître à l'avance. Ce moyen d'alerte à mise en œuvre immédiate et à perception universelle peut sous cette réserve compléter utilement en cas d'urgence l'information donnée par radio (presque immédiate mais pas universelle) et celle donnée par les PMV (presque universelle mais pas immédiate, le délai d'acquisition par les usagers concernés pouvant atteindre, comme cela a été rappelé ci-dessus, une demi-heure voire plus en fonction de la longueur couverte par un PMV).

Dans le cas de l'accident de Coulombiers, si des feux à éclats avaient été disponibles, ils auraient normalement pu être activés dès 9h24 (en même temps que les PMV, après l'alerte « fumées » donnée à 9h23) et auraient donc été perçus par la totalité, ou la quasi-totalité, des usagers impliqués dans l'accident.

La mise en œuvre de feux à éclats pour l'alerte des usagers a été recommandée depuis une douzaine d'années, à la suite des enquêtes techniques réalisées sur les accidents du 27 février 1991 sur l'autoroute du nord, et du 10 novembre 1993 sur l'autoroute A10 à Mirambeau.

Depuis, des initiatives en ce sens ont été prises par plusieurs concessionnaires autoroutiers, notamment par la SANEF* qui en a équipé l'ensemble de son réseau. On trouvera en annexe 9 une note sur ces réalisations et expérimentations par des concessionnaires autoroutiers.

Sur cette base, le bilan provisoire de l'utilisation des feux à éclats apparaît positif, dès lors que les procédures de mise en œuvre sont bien définies et appropriées par les intervenants (exploitants et forces de l'ordre). Leur mise en œuvre paraît très souhaitable sur l'autoroute A10, compte tenu de l'expérience des accidents de Mirambeau et de Coulombiers.

Par ailleurs, l'expérience accumulée semble maintenant suffisante pour qu'une synthèse en soit faite au niveau national, permettant de confirmer l'intérêt du dispositif, et pouvant conduire à une formalisation des règles et conditions de mise en œuvre :

- conditions d'activation et sens à donner par l'utilisateur; par exemple, l'activation pourrait signifier « forte baisse de visibilité ou obstacle sur chaussée » ;
- communication vers le public sur ce mode d'alerte ;
- rôle des intervenants (exploitants, forces de l'ordre) ;
- extension souhaitable du réseau à équiper ;
- le cas échéant, programme de déploiement.

Afin que ce moyen d'alerte puisse être pris en compte sur l'ensemble du réseau où son utilisation serait utile (autoroutes concédées ou non, principales routes à 2X2 voies)

* termes figurant dans le glossaire

cette synthèse au niveau national pourrait être coordonnée par la DSCR en y associant la DR*.

6.3.3 Organisation de la veille et zone de surveillance renforcée

La répétition la même année, les 29 janvier et 5 novembre 2002, d'accidents survenus sur l'autoroute A10 dans des conditions similaires (nuage opaque de brouillard et fumées) et presque au même endroit (à 2 kilomètres l'un de l'autre), conduit à considérer que cette section d'autoroute pourrait présenter un risque local spécifique d'apparition de brouillards ou fumées denses susceptible de se manifester de nouveau; à titre de précaution, cette section doit donc être soumise à un dispositif de vigilance renforcée, qui devrait couvrir au moins la zone des PK 317 à 325 où se sont produits les deux accidents. On ne peut en effet exclure qu'existe localement, même si elle n'a pas été formellement identifiée, une cause naturelle ou anthropique se traduisant par une fréquence accrue d'apparition de tels brouillards denses ou fumées.

A la suite des recommandations du rapport provisoire de l'enquête technique, établi en décembre 2002, des réunions de travail ont été tenues à la préfecture de Poitiers, en associant les enquêteurs techniques et services concernés, notamment le concessionnaire ASF, la Gendarmerie Nationale ainsi que Météo-France, la DRIRE et la DDE. Elles ont permis de préciser la consistance de cette surveillance renforcée ; on trouvera en annexe 10 la note d'ASF faisant la synthèse des mesures définies dans ce cadre. Elle prévoit quatre types de mesures, pour la section d'autoroute couvrant les PK 317 à 325:

- un renforcement du dispositif de veille (3 patrouilles par jour) ;
- la mise en place d'un PMV mobile supplémentaire au PK 327 pour le sens sud-nord ;
- une préalerte en cas d'annonce d'une situation météorologique proche de celle des deux accidents de 2002, avec positionnement de patrouilles mixtes ASF/Gendarmerie de part et d'autre de la zone critique ;
- une procédure d'intervention en cas de besoin, associant les services d'ASF et de la Gendarmerie, couvrant en particulier la fermeture de l'autoroute.

Depuis la mise en place de ces mesures en février 2003, il n'y a pas eu de préalerte, les conditions météorologiques spécifiées n'ayant pas été réunies.

Un bilan du fonctionnement de ce dispositif devra être effectué à l'issue de chaque période hivernale, pour le faire évoluer en fonction des besoins. Si la probabilité d'un risque spécifique à la section considérée pouvait être révisée à la baisse sur la base des observations effectuées, certains éléments (pré-alerte) pourront être allégés ou, après plusieurs saisons hivernales, supprimés.

Dans le cas où l'usine de charbon de bois de Coulombiers aurait joué un rôle dans l'un au moins des nuages accompagnés de fumées observés en 2002, on peut supposer que l'utilisation systématique de l'incinérateur de fumées devrait désormais y remédier.

6.3.4 Recommandations

Dans le domaine de l'information et de l'alerte des usagers, ainsi que de la veille, deux recommandations concernent le concessionnaire ASF :

Recommandation R4

Sur la section où ont eu lieu les deux accidents du 29 janvier et du 5 novembre 2002, mettre en œuvre en hiver le dispositif de surveillance renforcée défini en annexe 10. Effectuer un bilan annuel du fonctionnement de ce dispositif pour l'adapter en fonction des besoins et de l'évolution de l'appréciation des risques.

Recommandation R5

Assurer une alerte rapide et efficace des usagers en cas d'urgence, notamment pour la présence de brouillard ou de fumées, en veillant à :

- **maintenir des délais de réaction rapides, en particulier en ce qui concerne la diffusion effective des messages d'urgence par la radio autoroutière 107.7 ;**
- **assurer une fréquence des patrouilles et une couverture du réseau suffisante pour valider les alertes de brouillard et la levée de ces messages lors des matinées hivernales;**
- **compléter le parc des PMV dans les zones de brouillard fréquent, où l'objectif d'interdistance maximale devrait correspondre à 15 min de parcours des usagers ;**
- **prévoir la mise en œuvre de l'alerte par feux à éclats sur les PAU.**

Par ailleurs, une recommandation concerne la DSCR (en liaison avec la DR) :

Recommandation R6

Réaliser un bilan de l'expérience acquise depuis 10 ans sur la mise en œuvre des feux à éclats sur les postes d'appel d'urgence pour l'alerte des usagers, afin de favoriser le déploiement de ce dispositif sur le réseau où il se justifie.

7. Résumé synthétique

Le présent rapport expose les analyses et les conclusions de l'enquête technique effectuée, à la demande du ministre de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, sur le carambolage survenu le 5 novembre 2002 sur l'autoroute A10 à Coulombiers. Le bilan de cet accident s'est établi à 8 morts et 40 blessés dont 6 graves.

L'enquête technique s'est attachée à reconstituer les circonstances et le scénario de l'accident, puis à en identifier les causes et facteurs déterminants, avant de formuler les recommandations préventives utiles afin d'en éviter la répétition.

Un premier rapport d'étape, établi le 10 décembre 2002, a visé en priorité à préciser les mesures de surveillance renforcée à mettre en place sur la section concernée de l'autoroute A10, où se sont produits en 2002 deux accidents dans des conditions très similaires. Par la suite ont été réalisées des expertises et investigations plus approfondies sur les véhicules accidentés, ainsi que sur les conditions météorologiques et l'origine possible des fumées.

L'accident est survenu à la suite de l'arrivée sur l'autoroute d'un nuage particulièrement dense de brouillard accompagné de fumées, qui a réduit localement la visibilité à quelques mètres, contrastant avec les nappes de brouillard beaucoup moins denses qui subsistaient par ailleurs.

Il s'est produit dans le sens sud-nord, où les usagers ont été surpris par cette nappe très dense ; dans le sens nord-sud, un accident qui aurait pu être aussi grave a été évité grâce probablement à la mise en protection d'un agent autoroutier, renforcée par un message d'alerte rapidement affiché sur un PMV (panneau à message variable) situé à proximité.

Parmi les facteurs liés aux comportements des conducteurs et au respect de la réglementation, la vitesse excessive joue un rôle majeur. Les véhicules (légers et lourds) roulaient aux alentours de la vitesse maximale autorisée par temps clair, qui était inappropriée alors que subsistaient des nappes de brouillard ; de plus, dans le cas de deux véhicules lourds et de plusieurs véhicules légers, il n'y a apparemment pas eu de ralentissement sensible à l'entrée dans la nappe où a eu lieu l'accident.

L'adaptation des comportements et des vitesses en présence de brouillard doit donc voir sa place renforcée dans la formation initiale et continue des conducteurs de véhicules lourds. Par ailleurs, compte tenu du nombre élevé des conducteurs qui étaient en déplacement professionnel lors de l'accident, ce rappel devrait également être relayé dans le cadre des plans de prévention des risques routiers en entreprise. Il mérite également bien entendu d'être repris dans les campagnes de communication et d'information du public.

Parmi les facteurs d'ordre météorologique, une étude par modèle de simulation numérique a été effectuée par Météo-France pour préciser le rôle possible de fumées émises par l'usine de charbon de bois de Coulombiers lors des deux accidents survenus en 2002 ; elle conclut à un rôle probable pour l'accident du 29 janvier et, en ce qui concerne le carambolage du 5 novembre, à un rôle possible mais de faible importance. En tout état de cause l'utilisation effective de l'incinérateur de fumées dont cette usine est équipée devrait désormais réduire de tels risques.

Dans le domaine de l'exploitation de l'autoroute et de la veille, les recommandations au concessionnaire ASF portent sur le renforcement des équipements et des procédures permettant d'alerter rapidement les usagers en cas d'urgence et notamment de brouillard dense : patrouilles, PMV (panneaux à message variable), radio autoroutière, mise en place de flash ou feux à éclats sur les postes d'appel d'urgence. Ce dernier point (flash sur les postes d'appel d'urgence) devrait faire l'objet de recommandations techniques au niveau national.

Sur la section d'autoroute où a eu lieu l'accident, une surveillance renforcée est à mettre en place par l'exploitant ASF, compte tenu de la coïncidence de deux accidents graves similaires en 2002 qui peut laisser craindre la présence de causes locales récurrentes d'apparition de brouillards denses ou de fumées.

Annexes

Annexe 1 : Lettre de mission



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

le ministre de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer

Paris, le 5 NOV. 2002

Le Ministre de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer
à
Monsieur Georges MERCADAL
Vice-Président du Conseil Général des
Ponts-et-Chaussées



objet : Carambolage sur l'A 10.

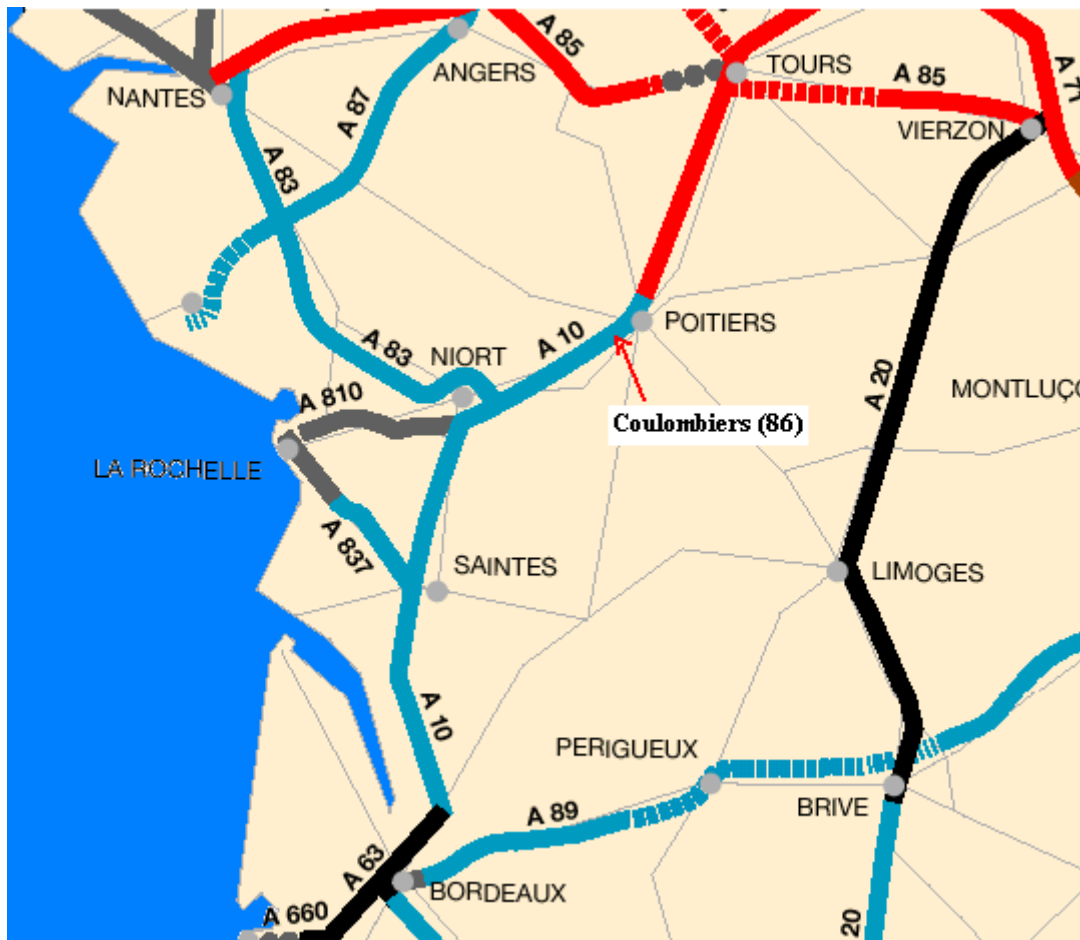
Je vous saurais gré de bien vouloir diligenter une enquête administrative sur les circonstances de l'accident survenu mardi 5 novembre 2002 à 9 h 40 sur l'autoroute A 10, au droit de la commune de Coulombiers (Vienne) impliquant 37 véhicules dont 7 poids-lourds, et qui selon un bilan provisoire, a fait 27 blessés légers, 6 blessés graves et provoqué le décès de 6 personnes.

Vous voudrez bien me faire parvenir vos premières conclusions dans les meilleurs délais.

Pour le Ministre et par délégation
Le Directeur du Cabinet

Pierre GRAFF

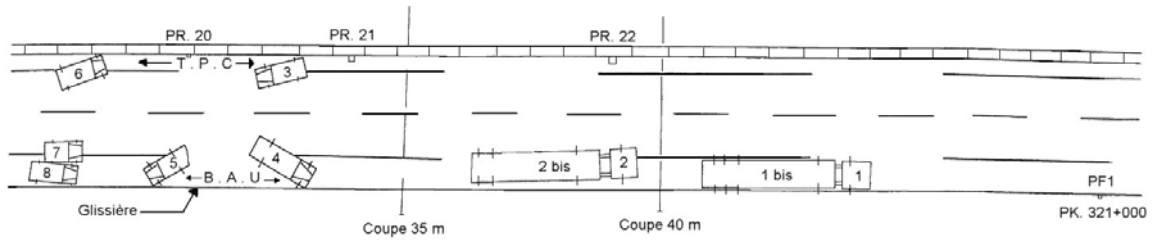
Annexe 2 : Plan de situation



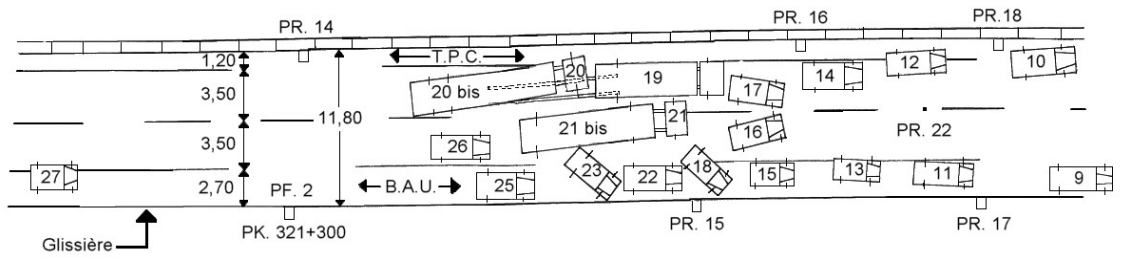
Source : Direction Régionale de l'Équipement Poitou-Charentes

Annexe 3 : Plan de la zone d'accident

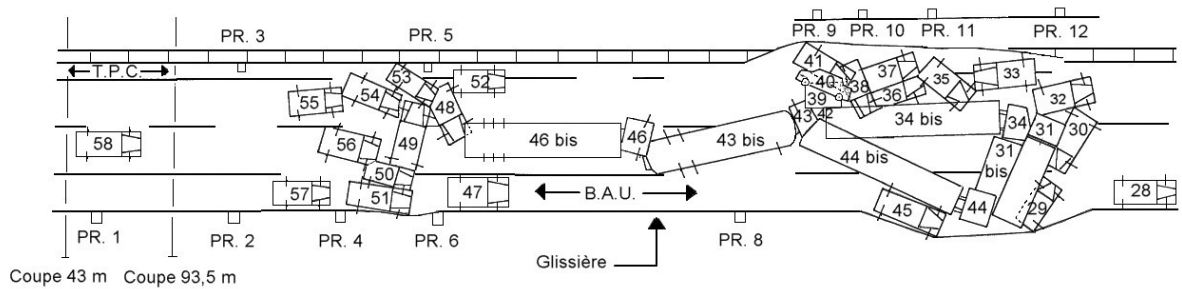
Zone 1



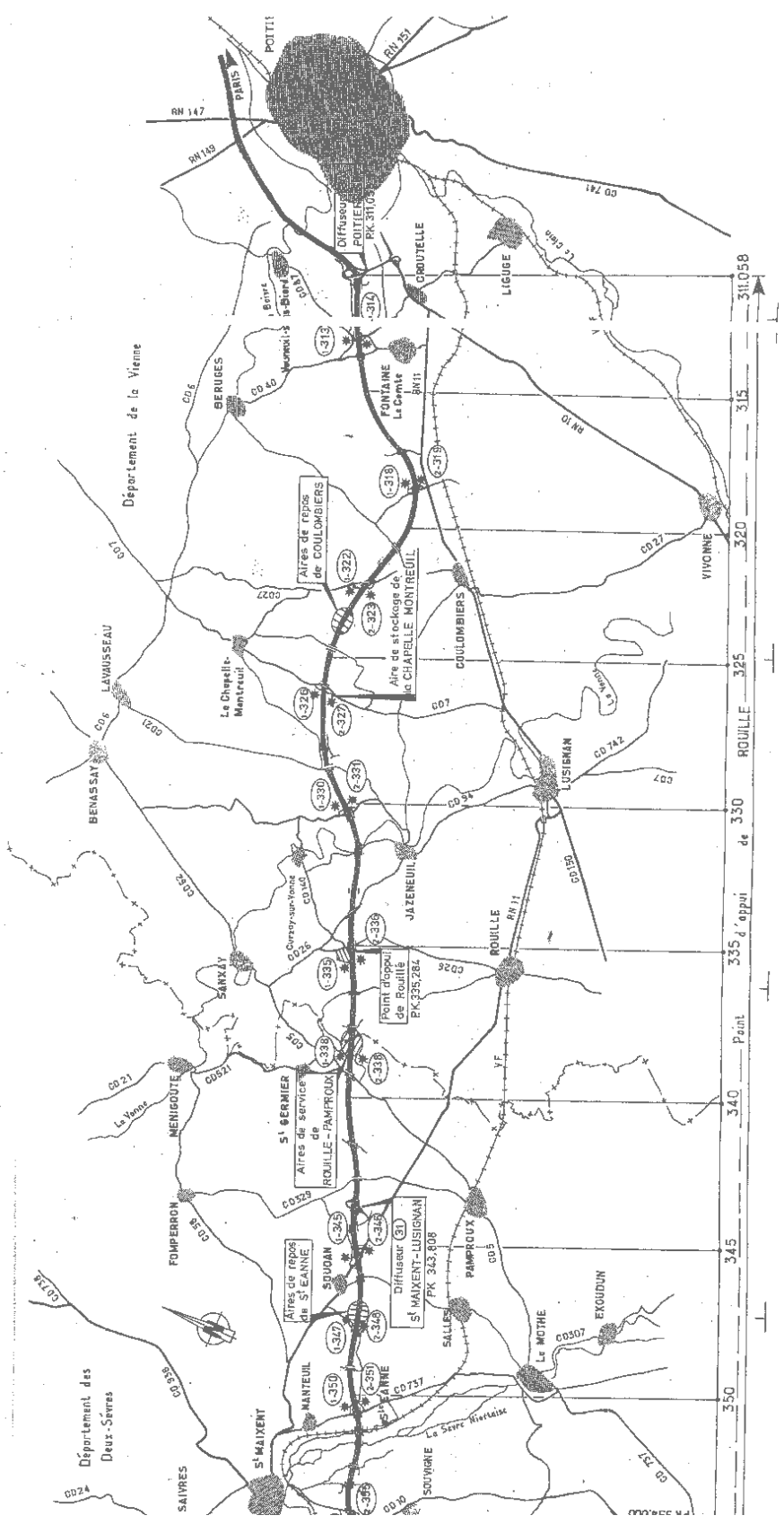
Zone 2



Zone 3



Annexe 4 : Plan des installations ASF entre Poitiers et Niort



Annexe 5 : Chronologie

Le 5 novembre 2002.

- 9h13 Affichage brouillard supprimé par ASF sur PMV Niort-Sud et à 9h16 sur PMV Poitiers (message présent depuis plusieurs heures); dernier message sur radio 107.7 à 9h19 ;
- 9h23 Un OA propreté ASF signale de la fumée avec visibilité inférieure à 50m au PK 321, il se place en protection sens N/S et le PC envoie 2 patrouilleurs en protection pour chacun des 2 sens ;
- 9h24 Affichage sur PMV Poitiers sens N/S «fumée à 12 km – visibilité réduite», à 9h25 affichage sur PMV Niort-Sud sens S/N «vers Poitiers-fumée à 40 km – visibilité réduite» ;
- 9h26 OA/ ASF fait ralentir la circulation sens N/S et confirme la visibilité réduite à 50m dans les deux sens ;
- 9h30 DDIS* 86 reçoit un tél. «accident PL contre VL PK 321» ; même heure appel d'un particulier au SAMU 86 signalant AVP* sur A 10 avec plusieurs véhicules ;
- 9h31 Annonce sur radio 107.7 de présence de fumée importante entre les sorties 30 et 31 vers le PM 321 avec visibilité très réduite ;
- 9h32 Engagement des pompiers VSAB Vivonne et Lusignan, FTPSR Vivonne et Lusignan; même heure, gendarmerie prévient les ASF d'un accident au PK 321, sens S/N ;
- 9h33 Affichage de l'accident sur les PMV, sauf maintien de l'affichage «fumée, visibilité réduite» à Poitiers-Sud ; les astreintes du district ASF se rendent sur les lieux ;
- 9h34 Appels de particuliers à pompiers et SAMU sur nombreux VL et camions, personnes incarcérées ; avant 9h35 le 1^{er} patrouilleur ASF est pris dans le carambolage alors qu'il allait se placer dans le sens N/S en venant du point d'appui de Rouillé ;
- 9h34 Décision envoi héli-SMUR Poitiers ;
- 9h36 Départ d'une équipe SMUR Poitiers ;
- 9h39 Gendarmerie Rouillé informe de l'accident sens S/N et bouchon ;
- 9h40 Message gendarmerie escadron départemental de sécurité routière (EDSR) précisant 4 PL et 30 VL, demande renforts gendarmerie ;
- 9h41 Gendarmerie/pompiers demandent procédure à contre-sens pour accès secours en aval accident ;
- 9h43 Radio 107.7 diffuse un message spécifique d'alerte sur accident, en direction de Poitiers, entre Lusignan et Poitiers ;

* termes figurant dans le glossaire

- 9h44 Le 2ème patrouilleur ASF en place en protection de l'accident sens S/N. La longueur du bouchon atteint 1,5 km ;
- 9h49 Radio 107.7 confirme l'accident, mentionne l'incendie d'un poids lourd et la coupure des voies, en direction de Poitiers, sortie Lusignan conseillée ;
- 9h50 1^{er} bilan médical par unité mobile hospitalière (UMH*) 84 faisant un transport entre Poitiers et la Rochelle ;
- 9h52 VSAB Lusignan sur les lieux ;
- 9h53 1^{ère} reconnaissance, citerne Air Liquide, 15 à 20 VL et plusieurs PL ; arrivée VSAB Vivonne et Latillé ;
- 9h54 Affichage de la sortie 30 obligatoire sur PMV sens N/S ;
- 9h55 Affichage de la sortie 31 obligatoire sens S/N sur PMV Niort ;
- 9h56 Lieutenant pompiers se présente et confirme demande de fermeture de l'autoroute ;
- 9h57 Gendarmerie Rouillé lance procédure préparatoire à accès secours à contre-sens dans le sens S/N à partir de Poitiers/sud puis du portail du PK 318 ;
- 9h59 Le lieutenant de pompiers demande les moyens du plan rouge ; arrivée sur les lieux de la 1^{ère} équipe SMUR Poitiers et demande renfort au SAMU 79 ;
- 10h02 Radio 107.7 rappelle voies coupées dans le sens Bordeaux-Paris ; sortie conseillée à Lusignan. Annonce sortie obligatoire à Poitiers Sud dans le sens Paris-Bordeaux ;
- 10h03 Engagement moyens pompiers du plan rouge ;
- 10h05 Demande confirmation ampleur par direction générale/CHU Poitiers, déclenchement du plan blanc ;
- 10h06 Pompiers rendent compte à préfecture de l'engagement des moyens pompiers du plan rouge et demandent l'engagement général des autres moyens de ce plan ;
- 10h10 Arrivée sur place 1^{er} hélicoptère (héli-SMUR Poitou-Charentes) ;
- 10h12 Confirmation accès à contre-sens au portail du PK 318 ;
- 10h15: Déclenchement du plan rouge par le préfet ;
- 10h20 Le portail au PK 323 en sens S/N est ouvert et les véhicules non accidentés sont évacués sous le contrôle de 2 OA qui aident les PL à manœuvrer ; la sortie 31 obligatoire est effective sous contrôle gendarmerie ; sortie conseillée au 33 (Niort-Sud) ;
- 10h33 Suite à bouchon sur voie lente sens S/N, le passage se fait sans perception du péage à la sortie 31 (Soudan) ;
- 10h40 1^{ère} évacuation d'un blessé grave par hélicoptère héli-SMUR Poitou Charente ;
- 10h43 Arrivée sur les lieux du véhicule du PMA ;
- 11h06 Ouverture du portail du PK 320.500 par ASF en présence de la Gendarmerie ;

* terme figurant dans le glossaire

- 11h09 Tous les véhicules non impliqués entre la sortie 31 et l'accident en sens S/N ont été évacués ; reprise perception du péage à la sortie 31 (sens S/N) ;
- 11h30 PMA activé, citerne azote en cours d'extinction ;
- 11h30 à 13h Rotations hélicoptères gendarmerie Tours, SAMU 37, dragon 17 et héli-SMUR Poitou-Charentes (2^{ème} et 3^{ème} rotations) ;
- 11h35 Message comité départemental d'incendie et de secours (CODIS*), ensemble des moyens du plan rouge engagés plus renforts en eau et émulseur (11 VSAB, 3 FPTSR, 2 FPT, 10 médecins SP, 7 Médecins SAMU, 3 Hélicoptères + moyens gendarmerie) (+citerne 8.000 L d'ASF) ;
- 12h26 Arrivée 1^{er} blessé léger au CHU de Poitiers ;
- 12h30 Message CODIS, maîtrise du feu ;
- 12h31 L'évacuation des véhicules pris dans le bouchon provoqué sens N/S se poursuit par le portail du PK 318 en direction de Poitiers, sous le contrôle de la gendarmerie ; elle est gênée par le stationnement de nombreux véhicules dans le sens Nord-Sud ;
- 12h45 Information du public du n° vert mis en place par la préfecture (qui recevra environ 400 appels en 3 jours) ;
- 12h55 Message du directeur de cabinet du préfet sur place, 6 DCD, tous blessés graves évacués vers CHU Poitiers (5) et Tours (1) ;
- 14h Début de levée du dispositif de secours sur place ;
- 19h52 Evacuation des 7 premiers véhicules légers accidentés vers le dépôt de Cloué sous escorte gendarmerie ;

Le 6 novembre 2002.

- 11h Bilan définitif, 8 personnes décédées en cours d'identification par gendarmerie, 29 blessés au CHU de Poitiers (5 graves et 24 légers), 1 blessé grave au CHU de Tours, 3 blessés légers à la clinique Inkerman de Niort et 7 au centre hospitalier (CH) de Niort, 49 impliqués non blessés ;
- 18h44 Remise en circulation de l'A 10 par réouverture complète sens N/S et de la voie rapide du sens S/N ; la voie lente reste neutralisée pour achever la réparation des glissières de sécurité de la BAU, qui ne sera terminée que le lendemain matin.

* terme figurant dans le glossaire

Annexe 6 : Synthèse du rapport de Météo France sur la situation de rejet de polluants de l'usine de charbon de bois

(Nota : seules deux figures du document d'origine sont reproduites dans cet extrait. Le texte est reproduit intégralement)



Direction InterRégionale du Sud-Ouest
Bureau d'Etudes

Simulation du rejet de polluant lors des accidents autoroutiers de l'A10 Rapport Final

Ce document a été réalisé par Météo-France pour le Conseil Général des
Ponts et Chaussées

A l'attention de M. Koenig

Auteurs : J.Vautravers et L.Dervillée		
Edit - Rév – Date	N° des chapitres modifiés	Types de modifications
version 1.0 du 25/09/03		

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	53
1. DESCRIPTION DU SITE DES ACCIDENTS	54
2. PRÉSENTATION DES SOURCES D'ÉMISSION	54
2.1 FONCTIONNEMENT DE L'USINE DE CARBONISATION	54
2.2 HYPOTHÈSE SUR LES ÉMISSIONS	54
2.3 SCHÉMA DES EMISSIONS D'AÉROSOLS DE CARBONISATION	55
3. PRÉSENTATION DES SIMULATIONS	56
3.1 CONTEXTE	56
3.2 LE MODÈLE MESO-NH	56
3.3 CONFIGURATION DES SIMULATIONS	58
3.3.1 CONFIGURATION DYNAMIQUE	58
3.3.2 INITIALISATION DES TRACEURS	59
3.3.3 INITIALISATION DES RECEPTEURS	60
3.4 INFLUENCE DES AÉROSOLS	61
4 SIMULATION DU 05/11/2002	63
4.1 SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE	63
4.1.1 ANALYSE DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE LE 05/11/2002	63
4.1.2 DESCRIPTION DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE SIMULEE PAR MÉSO-NH	63
4.1.2.1 Structure horizontale	63
4.1.2.2 Structure verticale	65
4.1.2.3 Etude de la couche limite	65
4.1.3 VALIDATION DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE SIMULEE PAR MÉSO-NH	66
4.2 DISPERSION DES TRACEURS	68
4.2.1 CONCENTRATION EN SURFACE	68
4.2.2 CARACTÉRISATION TRIDIMENSIONNELLE DU NUAGE	70
4.3 CONCLUSION	70
5. SIMULATION DU 29/01/2002	72
5.1 SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE	72
5.1.1 ANALYSE DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE LE 05/11/2002	72
5.1.2 DESCRIPTION DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE SIMULÉE PAR MÉSO-NH	72
5.1.2.1 Structure horizontale	72
5.1.2.2 Structure verticale	74
5.1.2.3 Etude de la couche limite	75
5.1.3 VALIDATION DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE SIMULÉE PAR MÉSO-NH	76
5.2 DISPERSION DES TRAVEURS	78
5.2.1 CONCENTRATION EN SURFACE	78
5.2.2 CARACTERISATION TRIDIMENSIONNELLE DU NUAGE	79
5.3 CONCLUSION	80
CONCLUSION	82

Introduction

Cette étude a été commandée par le Bureau Enquête Accidents des Transports Terrestres (BEA-TT) du Ministère de l'Équipement. Elle fait suite au constat de deux accidents ayant eu lieu le 29/01/2002 et le 05/11/2002 au voisinage du point kilométrique 322 (PK 322) de l'autoroute A10 (Paris-Bordeaux) et dont l'origine serait due à une baisse brutale de la visibilité.

Dans un premier temps, Météo-France a fourni les différents documents en sa possession (observations, analyses météorologiques, images satellites), pour trouver une explication à la baisse de visibilité mentionnée par les témoins. Devant la difficulté de conclure à la présence de brouillard, et se référant aux témoignages de plusieurs personnes mentionnant une forte odeur de fumée de feu de bois, la commission d'enquête a souhaité disposer d'une évaluation du transport de fumées à partir d'une usine de charbon de bois située à proximité du lieu des accidents.

Ce rapport traite les simulations du transport du nuage de polluant, consécutif au dégagement de fumées de carbonisation, à l'aide du modèle météorologique Més0-NH pour les matinées du 29 janvier 2002 et du 5 novembre 2002. Les deux simulations s'appuient sur l'utilisation de traceurs chimiquement passifs, à partir d'une paramétrisation de la source polluante et d'hypothèses sur la quantité de polluant rejetée. Un des objectifs de l'étude est de pouvoir transposer les résultats dans le cas où des informations sur la nature et la quantité émise de la source seraient plus précisément connues.

Après une présentation des sources d'émission et des hypothèses du schéma des émissions gazeuses, et une présentation des simulations et de la méthode d'initialisation des traceurs, une analyse de la situation météorologique et de l'évolution de la couche limite sera préalablement effectuée pour chacune des deux journées ; la dispersion d'un polluant étant directement liée à la thermodynamique et à la dynamique du vent dans les 1000 premiers mètres de l'atmosphère. Puis les champs de traceurs passifs seront analysés en surface et en altitude. Une attention particulière sera portée sur l'évolution du nuage à proximité de l'autoroute.

1. Description du site des accidents

L'accident du 29/01/2002 a concerné les deux sens de circulation de l'autoroute A10 : au point kilométrique 322,5 à 09h45 dans le sens Paris-Bordeaux et au point kilométrique 323,4 dans l'autre sens.

L'accident du 05/11/2002 a eu lieu sur l'autoroute A10 entre les points kilométriques 321 et 321,3 à 09h30 dans le sens Bordeaux-Paris, puis dans l'autre sens. La figure 10 donne l'emplacement de ces accidents sur l'autoroute A10.

Les sites des accidents se trouvent à 3,8 km, sensiblement au nord de l'usine de carbonisation de Coulombiers. L'entreprise et les sites des accidents sont situés sur un plateau horizontal. On peut noter la présence d'un bois couvrant les secteur Est à Nord-Est à 1,5 km du site de l'accident du 05/11/2002. Ce bois se trouve légèrement en contrebas de l'autoroute A10.

2. Présentation des sources d'émission

2.1 Fonctionnement de l'usine de carbonisation

Nous avons utilisé le rapport d'expertise du CIRAD-Forêt de Montpellier (Rousset & Napoli, 1999) décrivant le fonctionnement de l'usine ; ces modalités ont prévalu jusqu'au début de l'année 2003.

L'usine fonctionne du lundi matin au vendredi après-midi. Elle comporte huit fours, qui sont déchargés de leur contenu entre 13h et 15h, puis immédiatement rechargés, et allumés successivement à partir de 15h, à raison d'un four par demi-heure.

2.2 Hypothèse sur les émissions

La masse de bois à humidité 15% introduite dans chaque four est de 4250kg, soit une masse anhydre de 3600kg. Le rendement en charbon de bois est évalué à 30% ; chaque four produit donc 1080kg de charbon de bois. Selon le rapport du CIRAD-Forêt, chaque four rejette entre 793kg et 2142kg de produits identifiés. La masse de suies et cendres rejetées est donc comprise entre 378kg et 1727kg par four. En y ajoutant la masse des composés organiques susceptibles de se fixer sur les particules de suie (goudrons, acides, composés phénoliques, hydrocarbures), la masse de particules émises par chaque four est comprise entre 616kg et 2319kg.

Pour toute la suite, nous retenons l'hypothèse basse : 616kg de particules émises par chaque four.

2.3 Schéma des émissions d'aérosols de carbonisation

L'étape suivante consiste à définir les modalités d'émission au cours du temps. Les fours sont allumés progressivement entre 15h00 et 18h30 ; à 20h00 les admissions d'air sont calfeutrées jusqu'à 07h00 le lendemain.

Le résultat se traduit par la figure 11 qui donne la masse horaire émise en fonction du temps :

- croissance linéaire entre 15h00 et 18h00,
- décroissance linéaire entre 18h30 à 20h00,
- production faible et continue entre 20h00 et 07h00 le lendemain,
- reprise avec très forte production à 07h00 et décroissance linéaire jusqu'à 12h15.

Les points caractéristiques de la figure 11 sont obtenus en supposant :

- qu'après allumage, la décroissance de la masse de particules émises par chaque four serait linéaire si l'on ne procédait à aucune opération de calfeutrage-réanimation,
- que la masse totale émise par chaque four est de 616kg,
- que la phase de calfeutrage correspond à une émission constante, celle d'un four à l'allumage.

3 Présentation des simulations

3.1 Contexte

Dans le but d'une prestation d'étude post-accidentelle, Météo-France propose de réaliser des simulations plus approfondies des conditions météorologiques et du rejet d'un polluant passif, à partir d'un modèle numérique sophistiqué. La simulation de la dispersion d'un polluant supposé peut permettre de mettre en évidence des zones ou des couches de plus forte concentration de polluant, pouvant diminuer la visibilité et favoriser la formation de brouillard.

Le principal atout de la présente proposition est la qualité du modèle numérique présenté. Le modèle Méso-NH est un modèle reconnu dans le domaine de la modélisation dynamique de méso-échelle, comme l'atteste son utilisation très répandue par la communauté nationale des sciences de l'atmosphère. L'utilisation des modèles météorologiques opérationnels de grande échelle de Météo-France pour initialiser et coupler le modèle Méso-NH constitue un atout supplémentaire : ils offrent une grande cohérence dans le traitement de l'atmosphère (résolutions, paramétrisations ...).

La simulation du transport et de la dispersion de polluant passif consiste à utiliser le modèle atmosphérique non-hydrostatique Méso-NH afin de simuler l'évolution de traceurs passifs à résolution fine sur la région proche du lieu de l'accident (Coulombiers). En revanche, le modèle ne permet pas de simuler l'impact indirect des aérosols du nuage de polluant, dans leur capacité d'activation des gouttelettes nuageuses et de formation du brouillard. Ce domaine, à la pointe de la recherche atmosphérique, n'est pas intégré à l'heure actuelle dans les modèles numériques. Par ailleurs, Météo-France ne disposant d'aucune donnée de mesure concernant le rejet, **le client fixe les conditions de paramétrisation de la source (localisation, quantité initiale rejetée si elle est identifiable). Le client a laissé à Météo-France le libre choix de la paramétrisation de la source.** La définition de la source d'émission est déterminée à l'aide d'un rapport d'expertise de l'établissement Rivaut rédigé par le CIRAD-Forêt et distribué par la DRIRE de POITOU-CHARENTES (Rousset & Napoli Juin 1999).

Le rapport s'articule en deux parties :

- Simulation du transport et de la dispersion de polluant passif lors de la matinée du 05/11/2002.
 - Simulation du transport et de la dispersion de polluant passif lors de la matinée du 29/01/2002.
- Chacune des simulations est effectuée avec plusieurs hypothèses sur la quantité rejetée.

3.2 Le modèle Méso-NH

Le modèle Méso-NH, conjointement développé par le Laboratoire d'Aérodynamique (CNRS, UPS) et Météo-France (CNRM), est destiné à simuler les mouvements atmosphériques depuis l'échelle méso- α (échelle des fronts) jusqu'à l'échelle méso- γ (micro-échelle ou échelle de la turbulence). Ce modèle non-hydrostatique basé sur la formulation pseudo incompressible de Durran (1989) dans son approximation anélastique, est à aire limitée ; les variables pronostiques du modèle sont initialisées et couplées aux limites latérales avec les analyses ou prévisions des modèles globaux ECMWF, ARPEGE, ALADIN pour la partie dynamique. Elles sont les 3 composantes de la vitesse, u , v et w , la température potentielle θ , les différents rapports de mélange de l'eau, r^* , l'énergie cinétique turbulente TKE, et si spécifiés, un nombre de scalaires s^* , pour les espèces chimiques ou les traceurs passifs.

Il constitue un puissant outil doté de paramétrisations avancées :

La microphysique nuageuse repose sur la paramétrisation de Kessler (1969) pour la microphysique chaude, et sur la paramétrisation développée par Caniaux et al. (1995) pour la microphysique froide. Le traitement des différentes phases de l'eau est flexible, et l'utilisateur peut considérer jusqu'à 6 formes: r_v pour la vapeur, r_c pour l'eau nuageuse, r_l pour l'eau liquide, r_i pour la glace, r_s pour la neige et r_g pour les agrégats.

Le schéma de turbulence peut être 1D (les gradients des flux horizontaux ne sont pas considérés) ou 3D, pour les simulations de résolution inférieure au kilomètre permettant de bien reproduire la dynamique de la couche limite (Cuxart et al., 2000). Il est d'ordre 1.5, avec une équation pronostique pour l'énergie cinétique turbulente, et une fermeture par une longueur de mélange. Plusieurs formulations de longueur de mélange sont possibles, la plus utilisée étant celle de Bougeault et Lacarrère (1989) pour les simulations d'échelle intermédiaire (au delà de 3km de résolution).

La paramétrisation de la convection est basée sur l'approche hybride de Kain-Fritsch (Bechtold et al., 2001), avec un calcul réaliste de l'entraînement et du déentraînement et une paramétrisation des courants subsidents.

Le schéma de rayonnement provient des schémas de l'ECMWF : les flux radiatifs prennent en compte l'absorption/émission des grandes longueurs d'ondes, et l'absorption et la diffusion du rayonnement solaire par l'atmosphère et la surface terrestre. Les effets des aérosols sur les rayonnements courtes et grandes longueurs d'onde sont considérés. Différentes classes d'aérosols sont considérées, chacune ayant des propriétés optiques spécifiques.

Les processus au niveau de l'interface sol-atmosphère sont représentés soit par le schéma TEB (Town Energy Budget), soit par le schéma ISBA (Interactions between the Soil, Biosphere and Atmosphere). TEB (Masson, 2000) paramétrise les interactions dynamiques et thermodynamiques ville-atmosphère. Il est basé sur le modèle géométrique de ville canyon (Oke, 1987) : la ville est décrite comme un groupe de rues identiques, et toutes les directions de rues sont équiprobables. Trois types de surface sont définis (routes, rues, et murs), et un bilan d'énergie de surface est calculé pour chaque surface. Le canyon est défini par trois paramètres géométriques (largeur et hauteur d'immeubles, et largeur de rues), constants dans une maille du modèle. Le schéma considère des flux de chaleur anthropiques, ainsi que des flux de chaleur sensible et latente du trafic et de l'industrie. Pour le couvert végétal, les échanges de surface sont calculés avec le schéma ISBA (Noilhan et Planton, 1989), qui utilise la classification de CORINE land cover (CEC, 1993), avec 44 classes de couvert, dont 11 sur la ville. La résolution de ces données est de 250m, et les paramètres sont calculés sur une grille de 1km*1km, pour s'adapter à la grille Méso-NH. Si plusieurs types de couverts sont présents dans une maille, les paramètres sont moyennés en fonction de la surface relative des types de couvert.

La technique des modèles emboîtés accroît son domaine d'application à fine échelle : il est ainsi possible d'augmenter localement la résolution dans des sous-domaines où une forte résolution est requise pour étudier un phénomène particulier, en prenant en compte toute l'interaction d'échelles c'est à dire l'influence des mouvements de grande échelle vers la petite échelle, mais également la rétroaction des mouvements de petite échelle vers la grande échelle, selon Clark et Farley (1984).

L'utilisation de traceurs passifs, traités comme des variables scalaires, peut être utilisé pour étudier l'évolution d'un rejet de polluant, pouvant être considéré comme chimiquement passif. La prise en compte de rejet continu ou instantané est aisée, où l'on définit la cinétique du rejet (phases de débit différents).

Largement testé par la communauté nationale des sciences de l'atmosphère, notamment dans le domaine de la recherche, il a été validé dans de nombreuses configurations météorologiques (écoulements orographiques, contrastes terre/mer, situations convectives extrêmes...), et est maintenant utilisé dans le cadre d'études : il a notamment permis de simuler le rejet de polluant lors de l'explosion de l'AZF Toulouse, en utilisant des traceurs passifs (Lac et Tulet, 2002).

Sur la région PACA, il a également été utilisé par la Direction Interrégionale du Sud-Est de Météo-France pour mieux appréhender les écoulements sur le Massif des Maures (Bidet, 2000), et améliorer la prévision des feux de forêt. A signaler également qu'une méthodologie de reconstitution d'une climatologie de vent a été appliquée à Méso-NH (95 journées simulées correspondant à des types de temps) sur l'ensemble des massifs français, sur le littoral du sud-ouest et sur tout le pourtour méditerranéen à une résolution entre 1km et 3km, afin d'obtenir des roses des vents à différents niveaux d'altitude (cette climatologie de vent est notamment utilisée dans le domaine du potentiel éolien).

La description détaillée du modèle est décrite par Lafore et al. (1998) et sur le site web (<http://aeropc68.aero.obs-mip.fr/~mesonh/>).

3.3 Configuration des simulations

3.3.1 Configuration dynamique

Le modèle Méso-NH étant un modèle à aire limitée, il est nécessaire de l'initialiser et de le coupler avec un modèle météorologique de plus grande échelle : on utilise pour cette étude le modèle opérationnel ALADIN de Météo-France (12 km de résolution horizontale), qui par ailleurs est utilisé quotidiennement par les services départementaux de Météo-France pour élaborer leurs bulletins de prévision.

Pour ces simulations le modèle Méso-NH est configuré verticalement sur 60 niveaux étirés entre la surface (10m de résolution) et 16000m d'altitude (1500m de résolution) dont 38 niveaux entre 0m et 1500m (couche limite). Horizontalement, il est composé de deux domaines imbriqués, interagissant de la grande vers la petite échelle, mais également de la petite vers la grande échelle (interaction bidirectionnelle). Pour ces simulations, le domaine à large résolution (2 km de résolution horizontale) est centré sur Coulombiers (46°30'00" de latitude Nord et 0°09'36" de longitude Est) et occupe une grille de 128km par 128km. Le domaine intérieur à fine résolution (500m de résolution horizontale) est centré au nord de Coulombiers et occupe une grille de 30km par 30km.

La figure 1 représente la coupe topographique des deux domaines avec l'emplacement des villes principales, le lieu des accidents et la position de l'usine. Le grand domaine nous montre Coulombiers placé sur un large plateau d'un dénivelé de 140m à 180m axé dans le sens nord-ouest/sud-est. Ce plateau est entouré par deux zones de plaines : la plaine de Châtellerauld au Nord-Est (avec un dénivelé de 80m à 100m), et la plaine de Niort au Sud-Ouest (avec un dénivelé de 20m à 80m). Sur le petit domaine, on note la position de Coulombiers sur un plateau de 140m à 150m de dénivelé entouré au Nord, à l'est et au Sud par trois petites vallées fluviales amenant des dénivelés de 100m à 120m. L'usine est située entre 145m et 150m, et le lieu des accidents de l'A10 entre 150m et 155m. Ces cartes topographiques sont complétées par les cartes de température de surface qui mettent en évidence les zones urbanisées, et qui sont utilisées par le schéma TEB inclus dans le modèle Méso-NH. En annexe E on trouve les cartes de relief sur les deux domaines en grand format.

Les deux simulations débutent à 01h (00h TU) le jour même de chacun des accidents (29/01/2002 et 05/11/2002) pour les deux modèles (2km et 500m de résolution) afin de reproduire correctement la couche limite atmosphérique, son évolution diurne et l'adaptation du vent au relief fin utilisé. Le couplage avec ALADIN est effectué toutes les 3 heures aux conditions aux limites latérales jusqu'à 10h (09hTU).

Le grand modèle utilise un schéma de turbulence 1D basé sur la longueur de mélange de Bougeault-Lacarrère, et le petit modèle un schéma de turbulence 3D.

Ces simulations sont exécutées sur supercalculateur FUJITSU en mode multiprocesseur.

3.3.2 Initialisation des traceurs

Une paramétrisation de la source de rejet de polluant est intégrée dans le modèle au choix de Météo-France (cf. 3.1), permettant la représentation de traceurs passifs. Six traceurs sont considérés de manière à recouvrir l'ensemble des hypothèses sur les rejets de la source polluante pour les deux journées étudiées. Les rejets sont continus, ils ont des débits variables en fonction de l'heure de la journée, et ils permettent de suivre la circulation d'un polluant supposé rejeté continûment, avec un débit à préciser en kg/h. La hauteur supposée du rejet est fixée à 3m au-dessus du sol (la hauteur des fours mentionnés dans le rapport d'expertise du CIRAD-Forêt est de 2,5m).

- Le premier (nommé S1) correspond à un rejet **continu** de la source supposée de 330kg entre 01h00 et 07h00 (soit un débit de 55kg/h).
- Le deuxième (nommé S2) correspond à un rejet **continu** de la source supposée de 275kg entre 07h00 et 07h15 (soit un débit de 1100kg/h).
- Le troisième (nommé S3) correspond à un rejet **continu** de la source supposée de 500kg entre 07h15 et 07h45 (soit un débit de 1000kg/h).
- Le quatrième (nommé S4) correspond à un rejet **continu** de la source supposée de 450kg entre 07h45 et 08h15 (soit un débit de 900kg/h).
- Le cinquième (nommé S5) correspond à un rejet **continu** de la source supposée de 400kg entre 08h15 et 08h45 (soit un débit de 800kg/h).

- Le sixième (nommé S6) correspond à un rejet **continu** de la source supposée de 650kg entre 08h45 et 09h45 (soit un débit de 650kg/h).

L'utilisation combinée de ces six traceurs nous permet de caler les sources d'émission pour ces deux journées de la manière suivante :

- Pour le 05/11/2002, la source polluante simulée est la somme de S1, S2, S3, S4, et S5. Bien que l'accident ait lieu vers 09h15 on peut arrêter les émissions avec la source 5 à 08h45 sachant que les vents, très faibles et de direction Ouest Nord-Ouest au sol ce jour-là, ne peuvent influencer sur le déplacement du nuage de polluant vers l'autoroute.
- Pour le 29/01/2002, la source polluante simulée est la somme de S1, S2, S3, S4, S5 et S6. L'accident a lieu vers 09h45 et les vents de direction Est Sud-Est ce jour là peuvent influencer sur le déplacement du nuage de polluant vers l'autoroute. Dans ce cas, il est préférable de continuer les émissions jusqu'à l'heure de l'accident.

La position du lâcher est identique pour les deux simulations et correspond aux coordonnées géographiques de l'usine de carbonisation de bois de Coulombiers : 46°28'31,1" de latitude Nord et 00°09'49,6" de longitude Est (relevés fournis par la brigade de gendarmerie de l'autoroute). Sur les sorties graphiques proposées dans ce rapport le lieu du rejet est matérialisée par une croix et indexé «Usine».

Le système de calcul de la dispersion du polluant passif étant linéaire (car on ne considère pas les transformations chimiques), on peut utiliser un rapport multiplicatif directement sur les taux de concentrations obtenues dans les deux simulations si l'on veut modifier la quantité initiale, dans le cas où la quantité rejetée serait plus précisément connue.

3.3.3 Initialisation des récepteurs

L'ensemble de ces récepteurs a pu être configuré grâce aux relevés fournis par la brigade de gendarmerie de l'autoroute A10.

Le 05/11/2002, sur les représentations graphiques, le lieu de l'accident est matérialisé par une croix et nommé «Accident». Les coordonnées géographiques du lieu de l'accident correspondent au point kilométrique 321 de l'A10, soit aux coordonnées 46°30'28,6" de latitude Nord et 00°10'41,1" de longitude Est.

Le 29/01/2002, sur les représentations graphiques, les lieux des accidents sont matérialisés par deux croix et nommés «Accident 1» et «Accident 2». Les coordonnées géographiques des accidents «Accident 1» et «Accident 2» correspondent respectivement :

- au point kilométrique 322,5 de l'A10 dans le sens Paris-Bordeaux, soit aux coordonnées 46°30'34,5" de latitude Nord et 00°09'38,8" de longitude Est,
- au point kilométrique 323,4 de l'A10 dans le sens Bordeaux-Paris, soit aux coordonnées 46°30'36,1" de latitude Nord et 00°08'57,6" de longitude Est.

3.4 Influence des aérosols sur la visibilité

A défaut de sources lumineuses d'intensités connues, la visibilité est estimée à partir de l'observation d'objets non éclairés (arbres, obstacles, autres véhicules) ; on admet que l'objet est visible tant que le taux de contraste (au sens des luminances) entre l'objet et le fond est supérieur à $\epsilon=0,05$; la distance à laquelle il est alors situé est la portée optique météorologique (POM).

Cette visibilité s'exprime par la relation de Koschmieder : $V = -\frac{\ln[\epsilon]}{\sigma} = \frac{3}{\sigma}$, où σ est le coefficient d'extinction de la lumière.

Ce coefficient σ est fonction de la teneur de l'air en gouttelettes d'eau et en aérosols.

On donne dans le tableau 1 ci-dessous quelques valeurs pour l'air ne contenant que des gouttelettes d'eau.

	Visibilité en m	Coefficient d'extinction en m ⁻¹
Air limpide	10000	3.10 ⁻⁴
Limite brume brouillard	1000	3.10 ⁻³
Brouillard	300	10 ⁻²
Brouillard épais	30	10 ⁻¹

Tableau 1 : Visibilité et coefficient d'extinction.

J.F. SYSLER a évalué en 1994 la variation du coefficient d'extinction σ en fonction des teneurs de l'atmosphère en différents composants (Sysler, 1994).

Pour les particules de suie, il propose : $\Delta\sigma = 1,2 \times 10^{-2} \times [C]$, où [C] désigne la concentration en mg/m³ des particules de carbone.

Nous nous plaçons dans l'hypothèse où la visibilité avant l'accident est de **1000m**. Le tableau 2 ci-dessous donne, en fonction de la concentration en particules de suie C, le coefficient d'extinction σ et la visibilité V en résultant.

C en mg/ m³	0	0,5	1	1,5	2	3	5
$\Delta\sigma$ en m⁻¹	0	6.10 ⁻³	12.10 ⁻³	18.10 ⁻³	24.10 ⁻³	36.10 ⁻³	60.10 ⁻³
σ en m⁻¹	3.10 ⁻³	9.10 ⁻³	15.10 ⁻³	21.10 ⁻³	27.10 ⁻³	39.10 ⁻³	63.10 ⁻³
V en m	1000	333	200	143	111	77	48

Tableau 2 : Visibilité et coefficient d'extinction en fonction de la concentration de particules de carbone.

PS : les résultats des simulations du modèle Més0-NH ne mettent en évidence que le rôle de diffusion par les particules de suie dans l'altération des visibilités. Le modèle ne décrit pas l'action de ces particules de suie sur la vapeur d'eau atmosphérique, ni l'éventuelle condensation en gouttelettes d'eau et l'affaiblissement supplémentaire de visibilité qui peuvent en résulter.

4. Simulation du 05/11/2002

4.1 Situation Météorologique

4.1.1 Analyse de la situation météorologique le 05/11/2002

Novembre est marqué par une très grande fréquence de flux de sud à sud-ouest doux mais perturbés et passagèrement forts. Les renforcements de vent sont fréquents, les températures sont excédentaires, les cumuls de précipitations sont supérieurs aux normales mensuelles, et les totaux d'heures d'insolation sont déficitaires.

Le 5, les champs de hautes pressions dominant des Açores à l'Espagne tandis que des dépressions circulent sur l'extrême nord de l'Atlantique. L'anticyclone présent sur la Russie se décale vers l'Europe centrale, et provoque un léger tassement de l'anticyclone des Açores. Le flux en altitude est de nord-ouest dans des champs élevés (figure 2a).

Dans ce courant faiblement perturbé, des nuages cumuliformes de la traîne non active effleurent la façade ouest en progressant lentement, et amènent quelques précipitations faibles sur l'extrême ouest de la Bretagne. D'autre part, les résidus humides de la zone de la dorsale, située sur la Bretagne et le sud de l'Angleterre de 00h à 06h UTC, donnent un temps gris et humide sur la Bretagne et sur les régions proches de la Manche (figure 2b).

Sur Poitou-Charentes, l'anticyclone de 1027 hPa, présent sur la Vienne, résiste bien à l'air froid et humide qui longe le nord de la région. La situation météorologique, stable, favorise dès le lever du jour la formation de bancs de brouillards de la Gironde à la Loire, en allant vers le Limousin et le Centre de la France (figure 2c). Les conditions de dispersion atmosphérique près du sol sont mauvaises jusqu'en fin de matinée. Le temps reste nuageux à couvert une bonne partie de la matinée. A partir de la mi-journée, après la dissipation des brouillards et nuages bas, les éclaircies se développent mais le ciel reste passagèrement nuageux sur la Vienne avec quelques nuages moyens à élevés présents jusqu'en fin d'après-midi. Dans la soirée, de l'air humide et frais s'approche à nouveau sur la Vendée et le Nord de la région, favorisant la formation de bancs de brouillards locaux au cours de la nuit. La journée est douce pour la saison (mini de 2 à 4 degrés, maxi de 15 à 16 degrés sur la Vienne), et marquée par un vent de sud sud-ouest faible.

4.1.2 Description de la situation météorologique simulée par Méso-NH

4.1.2.1 Structure horizontale

La description de la situation météorologique telle qu'elle est fournie par Méso-NH est faite à partir des champs de vent en sortie de la simulation sur le grand domaine à résolution 2km (figure 4), et à partir des autres champs à caractère météorologiques en sortie de la simulation sur le petit domaine à résolution 500m (figure 3). Dans ce paragraphe, sont présentées les cartes à l'échéance la plus proche possible de l'heure de l'accident, soit 09h15. En complément, on trouve en annexe A1 les coupes horizontales sur le petit domaine pour les paramètres météorologiques le 05/11/2002 à 04h00, 07h00 et 10h00 ; et en annexe B1 les coupes horizontales sur le grand domaine pour les champs de vent le 05/11/2002 à 04h00, 07h00 et 10h00.

A grande échelle (figure 4), on note très bien au sol une zone sans vent au centre du domaine allant de Chatellerault à Poitiers, passant par Coulombiers et s'étirant vers le sud sud-ouest du domaine. Le noyau de vent plus important en intensité se situe au nord-ouest du domaine avec des vents d'environ 1,5m/s. En s'élevant en altitude on constate, à 100m et 250m au-dessus du sol, la présence de deux noyaux de vent : un de vents faibles à modérés (environ 3m/s) centré sur Chatellerault et occupant le nord-est du domaine, et un autre de vents nuls centré sur Niort et occupant le sud-ouest du domaine. Entre ces deux noyaux se situe la zone de Coulombiers qui est à 09h15 toujours sous l'influence du noyau de vent nul de Niort, et on observe des vents très faibles jusqu'à 250m. Ce secteur de vent nul sur le sud-ouest du domaine est toujours présent à 10h00 (annexe B1), et s'étend jusqu'à Coulombiers encore à cette heure là aux premiers niveaux de la couche limite atmosphérique (250m au-dessus du sol).

Au sol, le champ de vent est très désorganisé en direction à 09h15, avec des vents d'ouest à nord-ouest sur le secteur de Coulombiers. Ce champ s'organise un peu en s'élevant et évolue vers le nord-ouest voir le nord nord-ouest à 250m au-dessus du sol sous l'influence du flux général d'altitude qui se fait bien sentir en dehors du secteur de Niort toujours sous influence de vent nul. A toutes les échéances depuis 04h00, on retrouve un flux marqué dès 100m au-dessus du sol de direction nord-ouest sur Chatellerault et Poitiers, qui bascule au Nord dans la région de Coulombiers jusqu'au sud de notre domaine.

Sur la figure 3 (en haut et à gauche), la représentation du vent à 10m à 09h15 donne un flux de direction ouest nord-ouest sur Coulombiers avec une intensité très faible (0,6m/s à 0,8m/s dans le triangle Accident-Usine-Coulombiers). Sur la figure 3 (en haut et à droite), la coupe représente l'intensité des vitesses verticales du vent à 10m. Seuls les noyaux de vents forts situés sur l'ouest du domaine sont marqués par des zones d'ascendance ou de subsidence correspondant respectivement à des valeurs positives ou négatives de la vitesse verticale du vent à 10m. Le secteur de Coulombiers est sous l'influence de vitesses verticales pratiquement nulles à 09h15 donc sans mouvement vertical important. Sur la figure 3 (en bas et à gauche), la coupe représente la température à 2m au-dessus du sol. On note un îlot de chaleur urbaine sur Poitiers, et la partie ouest du domaine qui commence à se réchauffer sous l'influence de températures au sol plus élevées qu'au centre du domaine. Sur Coulombiers, à 09h15, le refroidissement nocturne est toujours marqué par des températures faibles de 1°C à 2°C. Ces faibles températures perdurent encore à 10h00 (annexe A1). Les cartes en annexe A1 montrent bien l'évolution nocturne de la température avec juste un îlot de chaleur sur Poitiers et la quasi uniformité du champ de température jusqu'à 07h00. Le champ d'humidité relative à 2m au-dessus du sol sur la figure 3 (en bas et à droite) donne à 09h15 de fortes humidités (>95%) sur l'ensemble du domaine à l'exception du nord-ouest et de l'est de Poitiers. Toute la zone de Coulombiers est dans un champ d'humidité de 98%. Le champ d'humidité évolue lentement au cours de la nuit, et vient à se morceler par le nord-ouest dès 07h00, puis à 09h15, et enfin à 10h00 où l'on observe des valeurs de l'ordre de 80% sur le nord-ouest du domaine (annexe A1). On note que Poitiers est associé à des valeurs d'humidité plus faibles que l'ensemble de la campagne environnante.

En résumé : sur Coulombiers le 5 novembre 2002 à 09h15, on a un vent très faible, nul au sol et l'absence d'échanges verticaux marqués. La température est basse et l'humidité est forte au sol. En altitude, dès que l'on passe la première couche épaisse de 100m environ, on retrouve le champ de vent orienté nord-ouest dans le même sens que celui de la circulation générale du moment. On note un renforcement de ces conditions très propices à la formation de brumes et brouillards matinaux avec une atténuation du vent au lever du jour, et des conditions qui se maintiennent encore fortement à 09h15 et même 10h00 sur le lieu de l'accident.

4.1.2.2 Structure verticale

Le 5 novembre 2002, les radiosondages de Coulombiers sur le lieu de l'accident (figure 5) nous donnent une petite inversion de basses couches, avec une masse d'air proche de la saturation pouvant donner localement de la brume voire des nappes de brouillard. Cette masse d'air proche du sol est plus saturée au radiosondage de 09h15 car elle correspond à un renforcement de la saturation au lever du jour (environ une à deux heures après le minimum de température de la nuit) par évolution nocturne. La température au sol passe de 5°C à 04h00 à 1°C à 09h15 moment où la couche proche du sol d'une épaisseur de 100m environ est la plus saturée en eau. Le vent au sol très faible voire nul à 09h15 favorise dans ces conditions stables le développement d'éventuels bancs de brouillard sur le lieu de l'accident.

Le profil montre une évolution lente de la masse d'air vers l'assèchement en fonction de l'altitude avec un resserrement entre 800 hPa et 700 hPa favorisant le développement de nuages cumuliformes à l'étage bas voir moyen de type Stratocumulus et Altocumulus. Ce développement nuageux à l'étage supérieur reste faible, et ne peut donner qu'une nébulosité de 2 à 3/8^{ème} d'octas. Le vent, au sol faible de composante ouest nord-ouest, passe au nord au sommet de la couche limite (vers 1000m), pour finir nord-ouest en altitude au delà de 5000m.

4.1.2.3 Etude de la couche limite

Pour étudier la couche limite dans le secteur de Coulombiers, on effectue une coupe dans le sens sud-sud-ouest/nord-nord-est passant par l'usine et le lieu de l'accident sur l'A10. Le point de rejet de l'usine se trouve à 7350m du début de la coupe, et le point de l'accident se trouve à 11000m du début de la coupe. La figure 6 donne la représentation de paramètres météorologiques le long de cette coupe à 09h15.

Dans cette direction on observe sur la figure 6 (en haut et à gauche) de très faibles mouvements verticaux déterminés par le relief. Ces mouvements sont en général ascendants près du sol, avec une zone d'ascendance plus forte vers 200m à 350m au-dessus du sol dans le secteur «Usine-Accident». La couche limite atmosphérique est encore une couche limite de nuit avec l'absence de développement de la couche de mélange à 09h15. La coupe verticale de la température potentielle (en haut et à droite) nous montre bien la stabilité de l'atmosphère à cette heure-là. L'énergie cinétique turbulente (en bas et à gauche) est quasiment nulle, et là où elle existe, elle est due à la production dynamique de la turbulence déterminée par le faible cisaillement de vent lié aux noyaux d'ascendance situés l'un à 350m au-dessus du sol aux environs de l'A10 et l'autre à 200m au-dessus du sol à l'extrême droite de la coupe.

La figure 7 représente les paramètres utiles pour étudier la couche de mélange. Or à 09h15 elle n'est toujours pas développée. Cependant on peut noter que la longueur de Monin-Obukhov est comprise entre -100m et 100m sur l'ensemble du domaine et donc confirme la stabilité de la couche limite (en bas et à gauche). La vitesse de friction est faible et sans variation significative sur le domaine ; donc les valeurs négatives de la longueur de Monin-Obukhov sont dues à une faible production thermique de la turbulence sur le domaine par réchauffement progressif de l'atmosphère en cours de matinée (en haut et à gauche). Ce réchauffement est plus marqué au nord-est (valeurs positives du flux de chaleur sensible) qu'au sud-ouest du domaine (en haut et à droite). La hauteur de mélange est inférieure à 50m sur tout le domaine (en bas et à droite) et confirme bien l'absence de développement de la couche de mélange à 09h15.

En résumé : sur Coulombiers le 5 novembre 2002 à 09h15, on est dans une situation de grande stabilité atmosphérique avec l'absence de développement de la couche de mélange dans la couche limite atmosphérique, et la présence de très faibles turbulences associées à la présence de petits noyaux d'ascendance (en amont de l'A10 vers le Nord), et liés au réchauffement diurne qui envahit peu à peu le domaine par le nord-est.

La situation météorologique décrite par le modèle Méso-NH sur la région de Coulombiers le 05/11/2002 est celle d'une situation propice à la formation de brumes locales et de brouillards renforcée par évolution nocturne jusqu'à l'heure de l'accident. On a la présence au sol d'un air très humide et frais, surmonté d'un air en cours de réchauffement diurne, et en absence de vent significatif sur le secteur à 09h15.

4.1.3 Validation de la situation météorologique simulée par Méso-NH

Le tableau 3 donne les conditions de visibilité, de phénomènes météorologiques et de couverture nuageuse observées sur le site météorologique de l'aérodrome de Biard à proximité de Poitiers. Le tableau 4 donne les valeurs observées de vent, de température et d'humidité toujours sur le site de Biard. Le tableau 5 récapitule les valeurs de vent, de température et d'humidité simulées par Méso-NH sur Biard et Poitiers. La direction du vent (DD) est celle d'où vient le vent en rose de 360° (exemple : 180° pour un vent venant du sud, 90° pour un vent venant de l'est, ...).

Heures légales	Visibilité en m	Phénomènes météorologiques	Couverture nuageuse
06 h	2000	Brume	Ciel clair
07 h	6000	Nuages en cours de développement	3 octas, dont 1 octa de stratus, 1 octa d'altocumulus et 2 octas de cirrus.
08h	5000	Minces couches de brouillard au-dessus du sol en forme de bancs	4 octas, dont 3 octas d'altocumulus et 2 octas de cirrus.
09 h	2000	Brume (Brouillard dans l'heure précédente avec minimum de visibilité de 280 à 08h22 durant quelques minutes)	3 octas, dont 2 octas d'altocumulus et 2 octas de cirrus.
10 h	5000	Nuages en cours de dissolution	1 octa dont 1 octa d'altocumulus et 1 octa de cirrus

Tableau 3 : Visibilité, phénomènes météorologiques et couche nuageuse observés le 05 novembre 2002 à la station météorologique de Biard.

Heures légales	Vent à 10m		Température à 2m en °C	Humidité à 2m en %
	DD en °	FF en m/s		

04h	180	1	4,0	98
05h	190	1	3,8	98
06h	170	1	2,5	97
07h	170	1	2,2	98
08h	200	1	2,4	98
09h	210	1	4,3	98
10h	210	1	8,1	98

Tableau 4 : Vent, température et humidité observés le 05 novembre 2002 à la station météorologique de Biard.

Heures légales		Vent à 10m		Température à 2m en °C	Humidité à 2m en %
		DD en °	FF en m/s		
Poitiers	04h00	250	0,8	7,0	95
	07h00	270	1,4	5,5	94
	09h15	270	1	3,5	98
	10h00	280	1	5,2	97
Biard	04h00	280	1,2	5,0	97
	07h00	260	1,6	4,0	99
	09h15	290	1	4,0	98
	10h00	280	0,5	4,8	98

Tableau 5 : Vent, température et humidité le 05 novembre 2002 issus de la simulation avec Méso-NH.

En comparant les tableaux 4 et 5, on remarque que la force du vent à 10m est bien simulée par Méso-NH : à la station météorologique on observe 1m/s toute la matinée, et avec Méso-NH la force du vent oscille entre 1,6m/s et 0,5m/s sur Biard, et entre 1,4m/s et 0,8m/s sur Poitiers. Après un très léger renforcement des vents à 07h00, le modèle simule une atténuation de la force du vent entre 09h00 et 10h00. La direction du vent observée à la station météorologique de Biard est variable de secteur sud à sud-ouest et semble se maintenir au sud-ouest en début de matinée. La direction fournie par le modèle est de secteur ouest à Poitiers et à Biard. Entre 07h00 et 10h00, on a un petit décalage au niveau du sol entre le flux observé de sud sud-ouest et celui modélisé d'ouest. Ce léger décalage peut s'expliquer par la faible intensité des vents qui prennent des orientations très variables dans ce flux de surface peu organisé. Les valeurs d'humidité et de température obtenues par la modélisation sont très réalistes dans le cas du champ d'humidité, et assez similaires aux observations pour le champ de température de Biard bien que Méso-NH sous-estime la remontée des températures à 10h00 et de ce fait surestime la stabilité au sol à cette heure là. Le champ de température obtenu par modélisation sur Poitiers montre des températures plus fortes en cours de nuit liées à l'activité urbaine. Les valeurs observées sur l'aérodrome en cours de nuit sont plus fraîches que celles issues de Méso-NH. Elles sont dues à la position de l'aérodrome qui se trouve en zone périurbaine en proximité de la campagne qui est plus fraîche la nuit que les zones urbaines. Tandis que dans Méso-NH les températures modélisées sont un peu plus élevées, Biard subit encore l'influence des zones urbaines proches de Poitiers modélisées en tenant compte du schéma de villes TEB.

L'analyse de la couche limite sur Biard à partir de la simulation Méso-NH à 09h15 laisse entrevoir la présence locale de brumes et brouillards locaux dans une atmosphère stable chargée d'air frais et humide en proximité du sol. Les relevés de la station météorologique de Biard (tableau 3) mentionnent bien la présence de brumes encore à 09h00 et de brouillards dans l'heure précédente avec des visibilités minimales faibles de l'ordre de 300m. Le modèle surestime sur Biard la stabilité de l'atmosphère à 10h00 avec des températures trop basses alors que l'on observe une dislocation en cours des nuages à la station météorologique.

La simulation de la situation météorologique du 5 novembre 2002 à l'aide de Méso-NH est bien conforme aux observations relevées sur le site de Poitiers-Biard. Seule la direction du champ de vent donnée à l'ouest dans la simulation est légèrement différente de celle observée au sud sud-ouest en début de matinée. Dans un champ de vent aussi calme et peu organisé au sol, il n'est pas anormal d'avoir des directions de vent assez variables même en des points très rapprochés : l'influence de la topographie, de l'hydrologie, des zones urbaines, est dans ce cas déterminante dans l'observation de la direction du vent.

4.2 Dispersion des traceurs

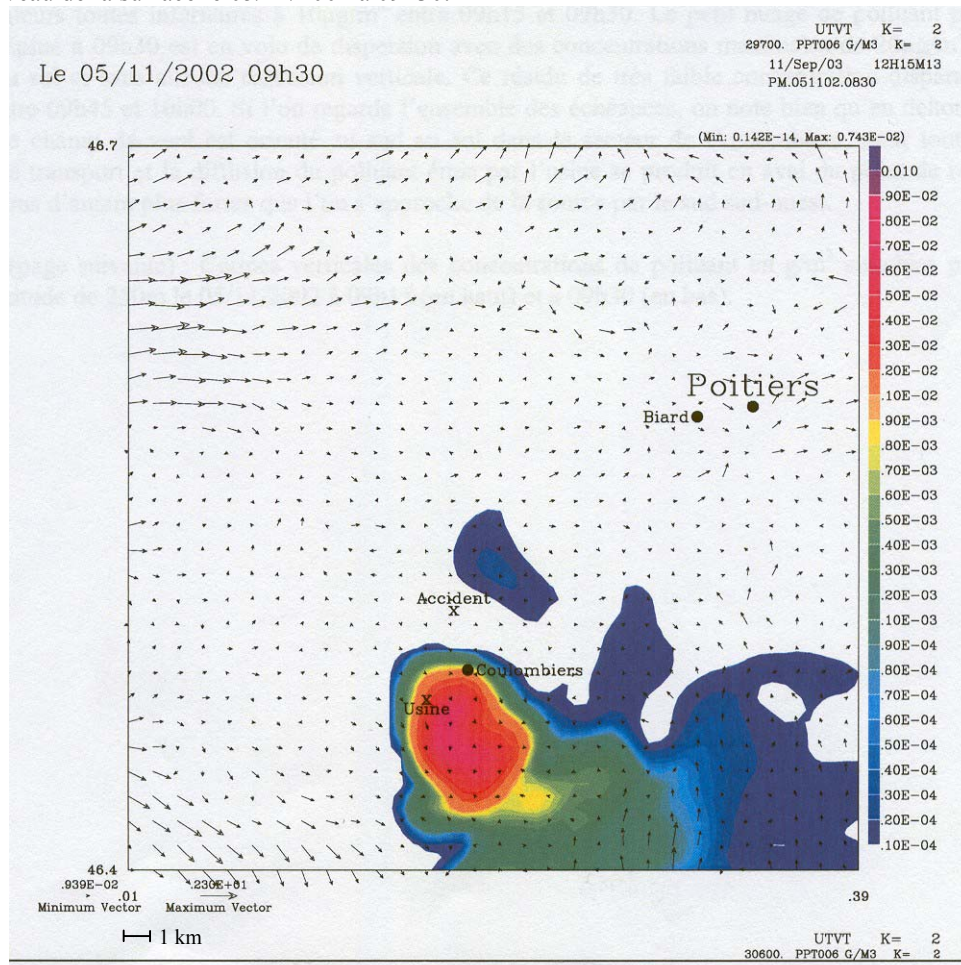
4.2.1 Concentration en surface

La figure 1 représente les coupes horizontales du traceur de polluant passif lors de la simulation de la journée du 05/11/2002 à 09h15 et 09h30, au moment de l'accident et en proximité du sol. On trouve également en annexe C1 les mêmes coupes horizontales pour différentes échéances de la matinée entre 04h00 et 10h00. Sur l'ensemble de ces figures les valeurs du traceur sont fournies sous forme de concentration de polluant passif en g/m^3 . L'échelle log-linéaire des valeurs de concentration est graduée de $10\mu g/m^3$ à $10mg/m^3$.

Dans la zone de Coulombiers, on note en tout début de nuit un déplacement du nuage de polluant vers le nord à 04h00 dans le sens du vent. Puis la bascule de vent se produit en fin de nuit, et à partir de 07h00 le nuage se déplace très lentement vers le sud-est sous l'impulsion d'un régime de vents très faibles. A 09h15 le taux maximum de concentration se situe au sud-est de l'usine avec une valeur de $9,67mg/m^3$. A 09h30 le maximum est situé toujours dans le même secteur mais faiblit un peu avec pour valeur $7,43mg/m^3$. Le centre du village de Coulombiers se situe en limite de ce panache de polluant avec des valeurs maximales de $1mg/m^3$ entre 09h15 et 09h30. Le nuage principal de polluant, avec des concentrations de $1mg/m^3$ à $10mg/m^3$, s'étire vers le sud-est de l'axe «Usine-Coulombiers» sur une superficie de $20km^2$.

Dans le secteur de l'A10, la concentration en polluant au sol est faible voir négligeable avec des valeurs toutes inférieures à $10\mu g/m^3$ entre 09h15 et 09h30. On note juste la présence dans ce créneau horaire d'un voile de polluant encore présent à 09h30 de concentration maximale $30\mu g/m^3$ et qui se disloque en suite entre 09h45 et 10h00. Ce nuage de polluant est un résidu du polluant lâché en tout début de nuit, lorsque les vents au sol orientés au sud poussaient la nappe vers le nord de l'usine et au delà de l'A10 ; puis les vents faibles du début de matinée (à partir de 07h00) orientés ouest nord-ouest ont transporté et diffusé ce nuage vers le sud-est laissant ce résidu nuageux se disloquer au nord-est de la zone de l'accident sur la Forêt de l'Épine. Cette petite poche de polluant très faiblement concentré occupe une surface de $10km^2$ à environ 2km au nord-est du lieu de l'accident.

Figure 8 (page suivante) : Coupes horizontales des concentrations de polluant en g/m^3 simulées par Mésos-NH au niveau de la surface le 05/11/2002 à 09h30.



4.2.2 Caractérisation tridimensionnelle du nuage

La figure 9a représente les coupes verticales du traceur de polluant passif lors de la simulation de la journée du 05/11/2002 à 09h15 et 09h30, au moment de l'accident et jusqu'à l'altitude de 250m. On trouve également en annexe D1 les mêmes coupes verticales pour différentes échéances de la matinée entre 04h00 et 10h00. Sur l'ensemble de ces figures les valeurs du traceur sont fournies sous forme de concentration de polluant passif en g/m^3 . L'échelle log-linéaire des valeurs de concentration est graduée de $10\mu\text{g/m}^3$ à 10mg/m^3 .

La coupe est effectuée dans le sens sud sud-ouest par nord nord-est, et elle passe par l'usine et le lieu de l'accident sur l'A10. Le point de rejet de l'usine se trouve à 7350m du début de la coupe, et le point de l'accident se trouve à 11000m du début de la coupe. La figure 9b donne la représentation géographique de l'axe de la coupe. En abscisse de ces cartes, on a représenté la distance d'éloignement par rapport au point O de début de la coupe. En ordonnée de ces cartes, on a représenté les altitudes en m de chaque point de la coupe. L'usine est située sur un plateau au niveau de 145m en amont du maximum de concentration, et l'autoroute avec le lieu de l'accident se trouve sur le plateau suivant à 155m d'altitude.

Dans le secteur proche de l'usine, on note le très faible développement du nuage de polluant qui évolue entre 0m et 45m au-dessus du sol à 09h15, voir 50m à 09h30. La couche de mélange n'est pas encore développée et le nuage de polluant reste plaqué au sol sous l'inversion thermique. La stabilité de l'atmosphère empêche un développement vertical du nuage à cette heure-là. Il n'y a pas de phénomène d'ascendance. A 09h15 le taux maximum de concentration se situe à l'usine avec une valeur de $4,59\text{mg/m}^3$ et les fortes valeurs se trouvent en aval de l'usine dans le sud-ouest de la coupe jusqu'à la vallée de la Vonne. A 09h30 le maximum de concentration n'est plus que de $2,83\text{mg/m}^3$, et il est situé toujours dans le secteur de l'usine. A 09h30 le nuage commence à s'étaler latéralement et à prendre très légèrement de la hauteur. Cette impression de diffusion latérale et verticale se confirme aux échéances suivantes avec le lent développement de la couche de mélange en cours de journée.

Dans le secteur de l'A10, la concentration en polluant dans la couche limite près du sol est négligeable avec des valeurs toutes inférieures à $10\mu\text{g/m}^3$ entre 09h15 et 09h30. Le petit nuage de polluant présent sur la Forêt de l'Épine à 09h30 est en voie de dispersion avec des concentrations maximales de $20\mu\text{g/m}^3$ uniquement présentes au sol et sans aucune extension verticale. Ce résidu de très faible concentration disparaît des cartes simulées entre 09h45 et 10h00. Si l'on regarde l'ensemble des échéances, on note bien qu'en dehors de celle de 04h00 où le champ de vent est orienté au sud au sol dans le secteur de Coulombiers, pour toutes les autres échéances le transport et la diffusion du polluant émis par l'usine se produit en aval du point de rejet dans des concentrations d'autant plus fortes que l'on s'approche de la source par le sud sud-ouest.

4.3 Conclusion

Les concentrations fournies par le modèle Méso-NH lors de la simulation numérique de la journée du 05/11/2002 sont inférieures à $10\mu\text{g/m}^3$, dans le secteur de l'accident de l'A10. En partant de l'hypothèse où la visibilité avant l'accident est de 1000m, l'altération de visibilité de 38m qui en résulte n'est pas significative.

En effet d'après le paragraphe 3.4, on obtient :

$$\Delta\sigma = 1,2 \times 10^{-2} \times 0,01 = 0,12 \cdot 10^{-3}, \text{ et donc}$$
$$V = \frac{3}{\sigma} = \frac{3}{3 \cdot 10^{-3} + 0,12 \cdot 10^{-3}} = \frac{3}{3,12 \cdot 10^{-3}} \approx 962 \text{ m.}$$

D'autre part, de faibles concentrations ($30 \mu\text{g/m}^3$) de polluant subsistent à l'heure de l'accident dans la Forêt de l'Épine, où les conditions favorables à la formation d'un brouillard météorologique sont donc réunies. Le champ de vent est alors très faible, mais la direction du vent orientée ouest nord-ouest tend à éloigner vers le sud-est une éventuelle nappe de brouillard qui se serait créée dans cette forêt en présence des aérosols provenant des activités de l'usine de carbonisation.

En conséquence en s'appuyant sur la simulation du 05/11/2002 à l'aide de Mésos-NH, l'activité de l'usine ne paraît pas avoir provoqué une diminution de la visibilité par les fumées, pendant la nuit et la matinée précédant l'accident. Seule la présence de brumes ou de brouillards localement épais, liée à la situation météorologique du moment et décrite au paragraphe 4.1, peut avoir altérée la visibilité sur cette portion de l'autoroute au matin de l'accident routier du 05/11/2002.

5. Simulation du 29/01/2002

5.1 Situation Météorologique

5.1.1 Analyse de la situation météorologique le 29/01/2002

La fin janvier est marquée par une très grande fréquence de flux de sud à sud-ouest anticycloniques en air humide, mais souvent doux pour la saison, et faiblement perturbés. Les renforcements de vent sont rares et modérés, les brouillards sont au contraire fréquents, parfois denses et tenaces. Jusqu'au 28, le flux de sud-ouest à ouest nord-ouest se renforce passagèrement en marge des dépressions circulant sur l'Europe du Nord.

Le 29, les blocages anticycloniques cessent et un courant océanique très doux mais perturbé s'établit sur le pays. En altitude, un flux de composante sud-ouest dans des champs élevés intéresse la France (figure 12a). Dans ce courant humide, des nuages moyens et élevés remontent du Maroc et du Portugal. D'autre part, les résidus humides de la zone de liaison postérieure (dorsale située sur le sud de l'Angleterre à 12h UTC) donnent un temps gris sur les régions proches de la Manche. Cette petite ondulation, qui remonte en cours de matinée vers le nord de la France, perd de l'activité avec une diminution des gradients thermiques et un assèchement des basses couches dans un flux de sud. Au sud de cette zone, les basses couches sont généralement plus sèches, sauf quelques brouillards qui persistent encore à la mi-journée.

La France est sous l'influence de l'anticyclone des Açores qui est décalé sur la Méditerranée et le Maghreb. Les dépressions atlantiques sont rejetées aux latitudes de l'Ecosse, seules les dorsales rattachées à ces creux dépressionnaires concernent le Nord de la France (figure 12b). Le flux général passe à l'ouest avec un léger tassement de l'anticyclone des Açores, mais les pressions restent toujours élevées, les températures sont douces et les nuages prédominent.

Sur Poitou-Charentes, au lever du jour, les brouillards sont nombreux de la Vendée aux Charentes, ainsi que sur la Vienne (figure 12c). A partir de la mi-journée, après la dissipation des brouillards, le ciel reste très nuageux de la Gironde à la Vienne avec encore de nombreux nuages moyens à élevés présents jusqu'en fin d'après-midi. Dans la soirée, les brouillards réapparaissent sur la Vendée et par le Nord de la région. La journée est douce pour la saison (minimales de 1 à 4 degrés et maximales de 14 à 16 degrés sur la Vienne), et marquée par un vent de sud à sud-est faible.

5.1.2 Description de la situation météorologique simulée par Méso-NH

5.1.2.1 Structure horizontale

La description de la situation météorologique telle qu'elle est fournie par Méso-NH est faite à partir des champs de vent en sortie de la simulation sur le grand domaine à résolution 2km (figure 14), et à partir des autres champs à caractère météorologiques en sortie de la simulation sur le petit domaine à résolution 500m (figure 13). Dans ce paragraphe, sont présentées les cartes à l'échéance la plus proche possible de l'heure de l'accident, soit 09h45. En complément, on trouve en annexe A2 les coupes horizontales sur le petit domaine pour les paramètres météorologiques le 29/01/2002 à 04h00, 07h00 et 10h00 ; et en annexe B2 les coupes horizontales sur le grand domaine pour les champs de vent le 29/01/2002 à 04h00, 07h00 et 10h00.

A grande échelle (figure 14), on note très bien au sol une zone sans vent au centre du domaine entre Coulombiers et Poitiers, s'étirant selon un axe sud/nord du domaine. Le noyau de vent le plus important en intensité se situe au sud-ouest du domaine vers Niort avec des vents d'environ 3m/s au sol. En s'élevant en altitude on constate, à 100m au-dessus du sol, la présence de quatre noyaux de vent plus fort (jusqu'à 8m/s) entourant un secteur de vent modéré (environ 4m/s) sur Coulombiers et occupant le centre du domaine. A 250m d'altitude, on observe une zone de vent fort (jusqu'à 9,5m/s), occupant le sud du domaine et l'est de Poitiers, et un axe de vent plus faible (environ 4m/s) centré à l'ouest de Châtellerauld descendant vers le sud dans la direction de Coulombiers. Avec les cartes en annexe B2 on peut se rendre compte de l'évolution du champ de vent dans la matinée du 29/01/2002. On constate un renforcement du vent à tous niveaux à 07h00 et un affaiblissement à nouveau à 10h00 avec des intensités de vent plus basses que celles de la nuit à 04h00.

A 04h00, on a un noyau de vent fort en marge nord-ouest du domaine (jusqu'à 9m/s) dès que l'on se trouve au-delà de 100m d'altitude. A 07h00, à une altitude supérieure à 100m la zone de Coulombiers est prise entre deux noyaux de vent fort (jusqu'à 9,5m/s) ; le champ de vent au sol à 07h00 est quant à lui renforcé par rapport à 04h00.

Au sol, le champ de vent est organisé en direction à 09h45, avec des vents de sud-est à l'est du domaine, qui tourne à l'est au centre du domaine et sur le secteur de Coulombiers, pour finir au sud dans le nord-ouest du domaine. Ce champ de vent devient de plus en plus homogène en s'élevant et prend une composante sud plus marquée dès 100m au-dessus du sol, puis de sud sud-ouest à 250m au-dessus du sol déjà sous l'influence du flux général d'altitude. A toutes les échéances depuis 04h00, on retrouve un flux marqué dès 100m au-dessus du sol de direction sud qui bascule au sud sud-ouest voir sud-ouest (dans la nuit) dès que l'on s'élève. Au sol les vents de direction sud pendant la nuit bascule lentement vers le sud-est dans la grande partie sud du domaine. Seul le coin nord-ouest du domaine reste à toutes les échéances sous régime de vent de sud.

Sur la figure 13 (en haut et à gauche), la représentation du vent à 10m à 09h45 donne un flux de direction est sur Coulombiers de faible intensité (2m/s dans le triangle Accident-Usine-Coulombiers). La zone de Poitiers et Biard jusque vers la vallée du Clain (plus au sud) est sous l'influence de vent très faibles (<1,5m/s). Sur la figure 13 (en haut et à droite), la coupe représente l'intensité des vitesses verticales du vent à 10m. Seuls les noyaux de vents forts situés sur l'est du domaine sont marqués par des zones subsidence correspondant à des valeurs négatives de la vitesse verticale du vent à 10m. On note également quelques petites subsidences au sud-est de l'usine liées à une zone de vent modéré (~4m/s). Le secteur de Coulombiers et de l'A10 est sous l'influence de vitesses verticales pratiquement nulles à 09h45 donc sans mouvement vertical important. Sur la figure 13 (en bas et à gauche), la coupe représente la température à 2m au-dessus du sol. On note un îlot de faibles températures (0°C à 2°C), centré au nord-est de Coulombiers vers la Forêt de l'Épine, encerclé de plus fortes valeurs (de 4°C à 7°C) là où sont présentes les zones de subsidence déjà vu précédemment et en particulier dans tout le sud et l'est de l'usine. Sur Coulombiers et l'A10, à 09h45, le refroidissement nocturne est toujours présent avec des températures faibles de 1°C à 2°C, alors que dans le secteur de l'usine le réchauffement diurne a déjà débuté. Les cartes en annexe A2 montrent bien l'évolution nocturne de la température avec un champ de température pratiquement uniforme dans la nuit (04h00), qui se refroidit en fin de nuit et à l'aube en laissant apparaître quelques îlots de chaleur comme sur Poitiers, et qui évolue au lever du jour vers un contraste thermique fort entre des endroits encore sous refroidissement nocturne (forêts, lacs, vallées fluviales,..) et d'autres déjà sous réchauffement diurne (villes, plateaux, ...). Le champ d'humidité relative à 2m au-dessus du sol sur la figure 13 (en bas et à droite) donne à 09h45 de fortes humidités (>97%) sur l'ensemble du domaine à l'exception de Poitiers qui enregistre des valeurs plus faibles (~93%). Toute la zone de Coulombiers est dans un champ d'humidité de 98%. Le champ de hautes valeurs d'humidité (~98%) évolue lentement au cours de la nuit (annexe A2), et gagne progressivement vers le sud-est du domaine. Seule la région de Poitiers reste avec des valeurs un peu plus faibles depuis l'aube.

En résumé : sur Coulombiers le 29 janvier 2002 à 09h45, on a un vent faible au sol et l'absence d'échanges verticaux marqués. La température est très basse et l'humidité est très forte au sol. En altitude, dès que l'on passe la première couche épaisse de 250m environ, on retrouve le champ de vent orienté au sud-ouest dans le même sens que celui de la circulation générale du moment. On note un renforcement de ces conditions très propices à la formation de brouillards locaux et qui se maintiennent encore fortement à 10h00 sur le lieu de l'accident avec une atténuation du vent au lever du jour, un fort gradient de température entre les zones boisées et zones urbanisées, et une forte humidité sur tout le domaine.

5.1.2.2 Structure verticale

Le 29 janvier 2002, les radiosondages de Coulombiers sur le lieu de l'accident (figure 15) nous donnent une inversion de basses couches, avec une masse d'air au sol proche de la saturation pouvant donner des nuages bas et localement de la brume voir des nappes de brouillard. Cette masse d'air proche du sol se sature au lever du jour (à 07H00), et devient plus saturée au radiosondage de 09h45 car elle correspond à un renforcement de la saturation au lever du jour (environ deux heures après le minimum de température de la nuit) par évolution nocturne. La température au sol passe de 6°C à 04h00 à 2°C à 09h45 au moment où la couche proche du sol d'une épaisseur de 100m environ est la plus saturée en eau. La couche d'inversion thermique est plus marquée que pour le 05/11/2002 et a une épaisseur de 400m environ. La masse d'air subit au niveau 850hPa un petit resserrement qui peut entraîner la présence de Sc. Le vent au sol faible à 09h45

peut favoriser dans ces conditions stables le développement de brumes et bancs de brouillard sur le lieu de l'accident. Le vent, au sol faible de composante sud dans la nuit puis est en début de matinée, passe au sud sud-ouest dans la couche limite (jusque vers 1000m), pour finir ouest sud-ouest en altitude.

Comme pour le 05/11/2002, ce genre de situation hivernale (avec une inversion thermique en basses couches et de l'air frais et humide proche du sol qui maintiennent une saturation en eau de la masse d'air) peut évoluer, après plusieurs journées de type de temps identique et une inversion thermique qui persiste au cours de la journée, vers une forte accumulation au sol d'humidité qui en l'absence de vent peut provoquer la formation de brouillards beaucoup plus denses au fil des journées.

5.1.2.3 Etude de la couche limite

Pour étudier la couche limite dans le secteur de Coulombiers, on effectue une coupe dans le sens sud-sud-est/nord-nord-ouest passant par l'usine et le lieu des deux accidents de l'A10 du 29/01/2002. Le point de rejet de l'usine se trouve à 7000m du début de la coupe, et le point de l'accident se trouve à 10900m du début de la coupe. La figure 16 donne la représentation de paramètres météorologiques le long de cette coupe à 09h45.

Dans cette direction on observe sur la figure 16 (en haut et à gauche) de faibles mouvements verticaux déterminés par le relief. La zone de Montreuil-Bonnin, à l'extrême droite de la coupe, montre une zone d'ascendance plus marquée près du sol liée à la présence d'une petite vallée en aval de la Forêt de Vouillé. On observe également un petit noyau d'ascendance près du sol à 4500m du début de la coupe avant l'usine. Ces mouvements verticaux sont absents près du sol dans le secteur «Usine-Accident». La couche limite atmosphérique est encore dans ce secteur une couche limite de nuit avec l'absence de développement de la couche de mélange à 09h45. La coupe verticale de la température potentielle (en haut et à droite) nous montre bien la stabilité de l'atmosphère à cette heure-là, et en particulier entre les distances de 6675m et de 13351m depuis le début de la coupe qui inclut l'axe «Usine-Accident». L'énergie cinétique turbulente (en bas et à gauche) est faible, et là où elle existe, elle est due à la production dynamique de la turbulence déterminée par le cisaillement de vent lié aux noyaux d'ascendance situés l'un à 150m au-dessus du sol à l'extrême droite de la coupe et l'autre à 50m au-dessus du sol au sud de l'usine.

La figure 17 représente les paramètres utiles pour étudier la couche de mélange. Or à 09h45 elle n'est toujours pas développée. Cependant on peut noter que la longueur de Monin-Obukhov (en bas et à gauche) est comprise entre -100m et 100m sur l'ensemble du domaine et donc confirme la stabilité de la couche limite). La vitesse de friction (en haut et à gauche) est faible et sans variation significative sur le domaine ; donc les valeurs négatives de la longueur de Monin-Obukhov sont dues à une faible production thermique de la turbulence sur le domaine par réchauffement progressif de l'atmosphère en cours de matinée. Ce réchauffement est plus marqué sur Coulombiers et le centre du domaine (valeurs positives du flux de chaleur sensible représenté en haut et à droite de la figure 17), qu'au sud et sur la partie est du domaine où il a déjà interagi. La hauteur de mélange (en bas et à droite) est inférieure à 50m sur tout le domaine en dehors des zones périurbaines autour de Poitiers, et elle confirme bien l'absence de développement de la couche de mélange à 09h45 dans la région de Coulombiers.

En résumé : sur Coulombiers le 29 janvier 2002 à 09h45, on est dans une situation de forte stabilité atmosphérique avec l'absence de développement de la couche de mélange dans la couche limite atmosphérique, et la présence de faibles turbulences associées à la présence de petits noyaux d'ascendance (en amont de l'A10 vers le Nord et au Sud de l'usine). La zone de Coulombiers est en cours de réchauffement progressif au sol avec l'arrivée d'air plus chaud qui envahit peu à peu le domaine par le sud et l'est.

La situation météorologique décrite par le modèle Méso-NH sur la région de Coulombiers le 29/01/2002 est celle d'une situation propice à la formation de brouillards locaux renforcée par évolution nocturne jusqu'à l'heure de l'accident. A 09h45, on a la présence au sol d'un air stable très humide et frais, surmonté d'un air en cours de réchauffement diurne qui en présence d'un vent modéré d'est à sud-est se déplace lentement vers l'ouest à nord-ouest du domaine.

5.1.3 Validation de la situation météorologique simulée par Méso-NH

Le tableau 6 donne les conditions de visibilité, de phénomènes météorologiques et de couverture nuageuse observées sur le site météorologique de l'aérodrome de Biard à proximité de Poitiers. Le tableau 7 donne les valeurs observées de vent, de température et d'humidité toujours sur le site de Biard. Le tableau 8 récapitule les valeurs de vent, de température et d'humidité simulées par Méso-NH sur Biard et Poitiers. La direction du vent (DD) est celle d'où vient le vent en rose de 360° (exemple : 180° pour un vent venant du sud, 90° pour un vent venant de l'est, ...).

Heures légales	Visibilité en m	Phénomènes météorologiques	Couverture nuageuse
06 h	2500	Brouillard dans l'heure précédente	
07 h	5000	Minces couches de brouillard au-dessus du sol en forme de bancs	
08h	6000	Minces couches de brouillard au-dessus du sol en forme de bancs	2 octas, dont 2 octas de cirrus.
09 h	7000	Minces couches de brouillard au-dessus du sol en forme de bancs	5 octas, dont 2 octas de cirrus.
10 h	7000	Nuages en cours de développement	6 octas dont 3 octas d'altocumulus et 2 octas de cirrus

Tableau 6 : Visibilité, phénomènes météorologiques et couche nuageuse observés le 29 janvier 2002 à la station météorologique de Biard.

Heures légales	Vent à 10m		Température à 2m en °C	Humidité à 2m en %
	DD en °	FF en m/s		
04h	170	2	3,5	97
05h	190	1	2,7	98
06h	180	2	3,6	98
07h	170	2	3,1	98
08h	140	2	3,3	98
09h	160	1	1,9	98
10h	170	2	5,9	98

Tableau 7 : Vent, température et humidité observés le 29 janvier 2002 à la station météorologique de Biard.

Heures légales		Vent à 10m		Température à 2m en °C	Humidité à 2m en %
		DD en °	FF en m/s		
Poitiers	04h00	170	0,5	6	98
	07h00	180	0,5	5	97
	09h45	140	1	6	95
	10h00	140	1,5	6,5	95
Biard	04h00	160	1,5	4	98
	07h00	170	1,5	3,5	97
	09h45	140	2	5	97
	10h00	140	2	5,5	97

Tableau 8 : Vent, température et humidité le 29 janvier 2002 issus de la simulation avec Méso-NH.

En comparant les tableaux 7 et 8, on remarque que la force du vent à 10m est bien simulée par Méso-NH : à la station météorologique on observe entre 1m/s et 2m/s toute la matinée, et avec Méso-NH la force du vent oscille entre 1,5m/s et 2m/s sur Biard, et entre 0,5m/s et 1,5m/s sur Poitiers. Après une stagnation des vents jusqu'à 07h00, le modèle simule un léger renforcement de la force du vent entre 09h00 et 10h00. La direction du vent observée à la station météorologique de Biard est de secteur sud jusqu'à 07h00, puis de sud-est à sud sud-est jusqu'à 10h00. La direction fournie par le modèle est de secteur sud à Poitiers et à Biard jusqu'à 07h00, et ensuite de sud-est entre 07h00 et 10h00. La direction du vent fournie par le modèle est bien corrélée avec celle mesurée au point d'observation. Le flux de surface est plus organisé que le 05/11/2002 avec des vents modérés qui prennent des orientations plus stables sur la zone de Coulombiers. La simulation du champ de direction de vent se trouve améliorée dans le cas du 29/01/2002. Les valeurs d'humidité et de température obtenues par la modélisation sont très réalistes dans les deux cas et très proches des observations de Biard. Le champ de température obtenu par modélisation sur Poitiers montre des températures plus fortes en cours de nuit liées à l'activité urbaine. Les valeurs observées sur l'aérodrome en cours de nuit sont plus fraîches que celles issues de Méso-NH. Elles sont dues à la position

de l'aérodrome qui se trouve en zone périurbaine en proximité de la campagne qui est plus fraîche la nuit que les zones urbaines. Tandis que dans Méso-NH les températures modélisées sont un peu plus élevées, Biard subit encore l'influence des zones urbaines proches de Poitiers modélisées en tenant compte du schéma de villes TEB.

L'analyse de la couche limite sur Biard et Poitiers à partir de la simulation Méso-NH à 09h45 laisse bien entrevoir la fin de la présence de brouillards dans une atmosphère qui devient plus instable avec un air plus chaud qui a remplacé l'air frais et humide de la nuit en proximité du sol, une hauteur de mélange de 100m environ, et une couverture nuageuse qui évolue très lentement vers la formation de nuages bas de type stratocumulus. Les relevés de la station météorologique de Biard (tableau 6) mentionnent la présence de bancs de brouillards au-dessus du sol entre 06h00 et 09h00 avec des visibilités minimales importantes de 5000 à 7000m en dehors des bancs de brumes et de brouillards, où la visibilité peut tomber à 1000m. Le modèle donne une bonne estimation de la situation météorologique sur Biard.

La simulation de la situation météorologique du 29 janvier 2002 à l'aide de Méso-NH est bien conforme aux observations relevées sur le site de Poitiers-Biard. Dans un champ de vent modéré au sol et assez bien organisé en altitude, le modèle reproduit une simulation correcte des directions et intensités du vent sur la zone de Coulombiers et de l'A10.

5.2 Dispersion des traceurs

5.2.1 Concentration en surface

La figure 18 représente les coupes horizontales du traceur de polluant passif lors de la simulation de la journée du 29/01/2002 à 09h45, au moment de l'accident et en proximité du sol. On trouve également en annexe C2 les mêmes coupes horizontales pour différentes échéances de la matinée entre 04h00 et 10h00. Sur l'ensemble de ces figures les valeurs du traceur sont fournies sous forme de concentration de polluant passif en g/m^3 . L'échelle log-linéaire des valeurs de concentration est graduée de $10\mu g/m^3$ à $10mg/m^3$.

Dans la zone de Coulombiers, on note jusqu'à l'aube (07h45) un déplacement du nuage de polluant vers le nord dans le sens du vent. En proximité immédiate de l'usine les fortes concentrations sont déplacées vers le nord nord-ouest, et au delà de l'A10 le nuage de polluant est transporté vers le nord sous l'influence de vent de sud modéré. Entre 08h15 et 09h15, le déplacement du polluant émis à l'usine est transporté vers le nord-ouest, et au niveau de l'A10 (et au-delà) la présence de vent orienté au sud sud-est déplace les résidus du nuage de polluant des émissions précédentes vers le nord-ouest du domaine également. A partir de 09h30, la zone déventée entre Coulombiers et Poitiers produit, en marge de Coulombiers et sur l'usine, des vents d'est à nord-est qui provoquent un déplacement du polluant à forte concentration (supérieures à $1mg/m^3$) vers le sud-est et qui par conséquent n'affecte plus l'A10 à ce moment là. Seule la partie du nuage de polluant, constituée des émissions aux heures précédentes et en cours de diffusion, est toujours présente sur l'A10 et au delà dans des concentrations plus faibles (inférieures à $0,5mg/m^3$). Ce nuage se déplace toujours vers le nord-ouest à 09h45 sous l'influence d'un vent de sud-est sur la zone de l'A10 et au-delà ; puis il se déplace vers l'ouest à 10h00 sous l'influence d'une bascule de vent à l'est dans le secteur de l'autoroute, et laisse ainsi le secteur «Accident 1» (sens Paris-Bordeaux) en marge du nuage de polluant entre 09h45 et 10h00 avec des concentrations très faibles (inférieures à $10\mu g/m^3$). On note que pendant toute la simulation du transport et de la diffusion du nuage de polluant le centre du village de Coulombiers a été épargné par les fortes concentrations et reste toujours affecté par des concentrations très faibles (inférieures à $10\mu g/m^3$). Le nuage principal de polluant, qui affecte l'autoroute entre 07h45 et 09h15 avec des fortes concentrations de $1mg/m^3$ à $10mg/m^3$, s'étire entre l'usine et l'autoroute selon un axe nord-ouest puis nord-ouest sur une superficie décroissante de 07h45 à 09h15 (de $24km^2$ à $9km^2$). A partir de 09h30, ce nuage de fortes concentrations ne concerne plus qu'un cercle autour de l'usine légèrement décentré vers le sud-est et de superficie maximale $9km^2$ à 09h45.

Dans le secteur des accidents de l'A10, la concentration en polluant au sol est modérée avec des valeurs toutes inférieures à $0,5mg/m^3$ avant 07h15. Puis, avec le renforcement des émissions et la direction prise par le vent, la zone des accidents est soumise à des concentrations plus fortes jusqu'à 09h15 (de $0,5mg/m^3$ à $3mg/m^3$). A partir de 09h30, les concentrations faiblissent pour devenir négligeable au niveau de l'accident «Accident 1» à 10h00 (inférieures à $10\mu g/m^3$). Dans le créneau horaire de l'accident à 09h45 on relève une concentration maximale de $0,4mg/m^3$ au point «Accident 2», et on relève une concentration maximale de $0,04mg/m^3$ au point «Accident 2».

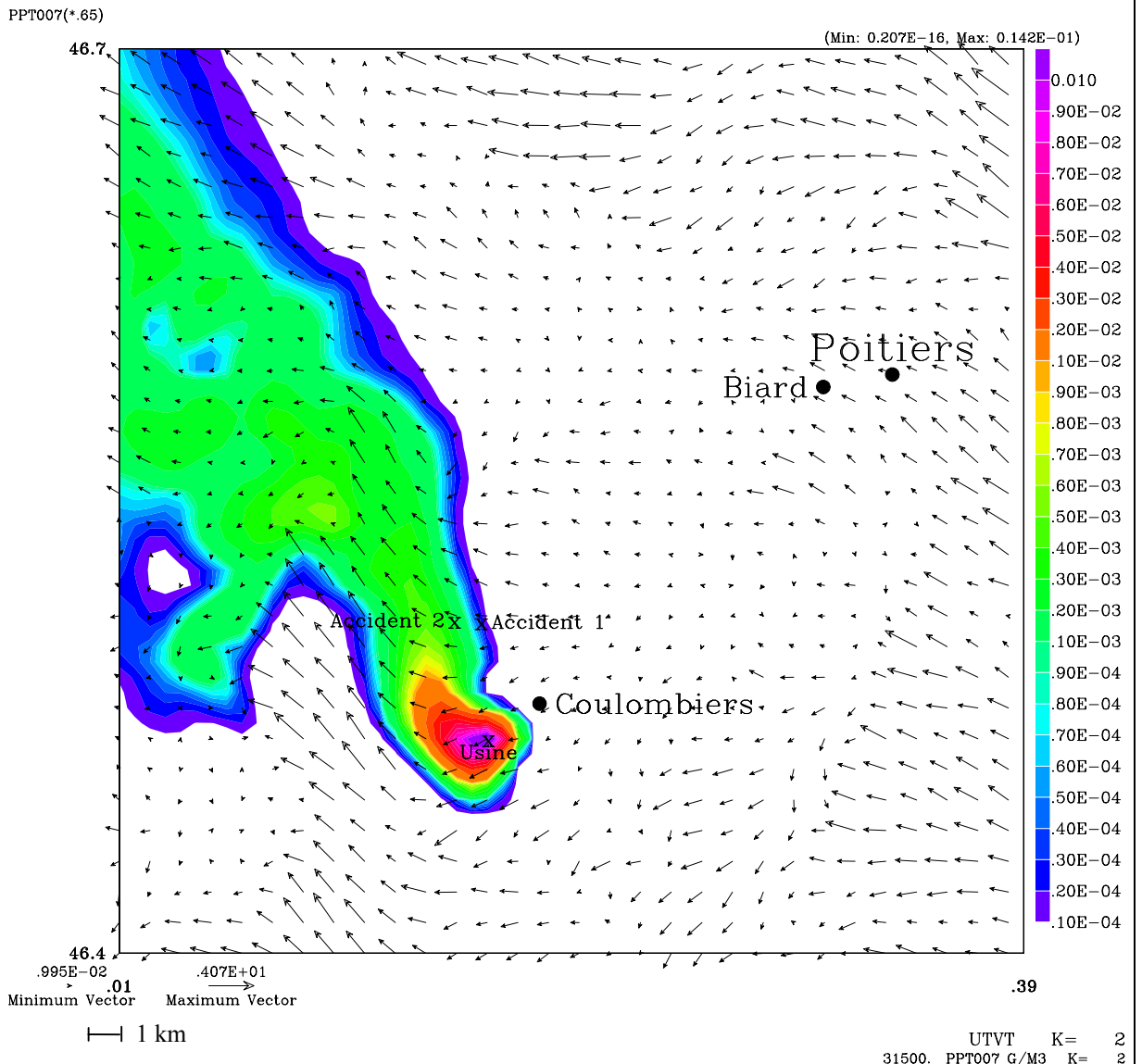


Figure 18 : Coupe horizontale des concentrations de polluant en g/m^3 simulées par Méso-NH au niveau de la surface le 29/01/2002 à 09h45.

5.2.2 Caractérisation tridimensionnelle du nuage

La figure 19 (en haut) représente la coupe verticale du traceur de polluant passif lors de la simulation de la journée du 29/01/2002 à 09h45, au moment de l'accident et jusqu'à l'altitude de 250m. On trouve également en annexe D2 les mêmes coupes verticales pour différentes échéances de la matinée entre 04h00 et 10h00. Sur l'ensemble de ces figures les valeurs du traceur sont fournies sous forme de concentration de polluant passif en g/m^3 . L'échelle log-linéaire des valeurs de concentration est graduée de $10\mu g/m^3$ à $10mg/m^3$.

La coupe est effectuée dans le sens sud sud-est par nord nord-ouest, et elle passe par l'usine et le lieu des accidents sur l'A10. Le point de rejet de l'usine se trouve à 7000m du début de la coupe, et le point médian des accidents se trouve à 10900m du début de la coupe. La figure 19 (en bas) donne la représentation géographique de l'axe de la coupe. En abscisse de ces cartes, on a représenté la distance d'éloignement par rapport au point O de début de la coupe. En ordonnée de ces cartes, on a représenté les altitudes en m de chaque point de la coupe. L'usine est située au départ d'un plateau de 145m à 150m d'altitude, et sous le maximum de concentration au sol à 09h45. Le lieu des accidents sur l'autoroute se trouve au départ du plateau suivant à 155m d'altitude et également sous le maximum de concentration au sol à 09h45.

Dans le secteur proche de l'usine, on note le faible développement vertical du nuage de polluant qui évolue de 30m de haut dans la nuit (jusqu'à 07h00) à 90m de haut à 08h15, puis s'affaisse un peu en se décalant vers le nord de la coupe avec des hauteurs de 50m environ. A partir de 09h45, avec les vents qui poussent le nuage vers l'est, le développement vertical se réduit pour devenir négligeable le long de la coupe à 10h00. La couche atmosphérique stable, avec l'inversion thermique proche du sol, empêche un développement vertical important du nuage du polluant qui, finalement, se déplace et se diffuse en dessous de 100m d'altitude entre l'usine et l'A10, et dans le sens du vent jusqu'au moment des accidents. Les concentrations les plus fortes se trouvent au sol dans la colonne d'air comprise entre l'usine et l'A10 jusqu'à 07h45. Entre 08h15 et 09h30, les fortes concentrations sont toujours présentes au sol à proximité de l'usine ; par contre, quand on se rapproche de l'A10, on note qu'une partie du nuage de polluant à forte concentration a des concentrations dans la couche limite (à environ 15m à 20m d'altitude) jusqu'à deux fois plus fortes que celles relevées au sol au niveau du lieu des accidents. Sur le plateau de l'A10, ce nuage plus concentré (de 0,4mg/m³ à 0,9mg/m³) d'une quinzaine de mètres d'épaisseur surplombe une couche concentrée à 0,4mg/m³ en surface sur l'A10. A partir de 09h45 les concentrations sont très réduites dans le secteur des accidents avec des concentrations au sol inférieures à 0,4mg/m³ qui diminuent avec l'altitude. A partir de 10h00, le nuage de polluant ne concerne plus le secteur des accidents de l'A10 du fait de la bascule des vents vers l'est.

Sur l'A10 et en proximité du lieu des accidents du 29/01/2002, le nuage de polluant est modérément concentré au sol (0,4mg/m³), de faible épaisseur (environ 30m) avec des concentrations décroissantes en fonction de l'altitude, et surmonté d'un fin résidu très faiblement pollué à 0,02mg/m³.

5.3 Conclusion

Les concentrations fournies par le modèle Més0-NH lors de la simulation numérique de la journée du 29/01/2002 sont significatives pour l'accident dans le sens Paris-Bordeaux (0,04mg/m³) matérialisé par le site "Accident 1", et plus encore pour l'accident dans le sens Bordeaux-Paris (0,4mg/m³) matérialisé par le site "Accident 2".

En admettant une visibilité de 1000m en dehors de toute émission de fumées, la simulation effectuée sur la journée du 29/01/2002 à l'aide de Més0-NH permet d'évaluer à 860m la visibilité sur le site "Accident 1" et à 380m pour le site "Accident 2".

En effet, d'après le paragraphe 3.4, on obtient pour l'accident 1 :

$$\Delta\sigma = 1,2 \times 10^{-2} \times 0,04 = 0,48.10^{-3}, \text{ et donc}$$

$$V = \frac{3}{\sigma} = \frac{3}{3.10^{-3} + 0,48.10^{-3}} = \frac{3}{3,48.10^{-3}} \approx 862 \text{ m.}$$

De même, on obtient pour l'accident 2 :

$$\Delta\sigma = 1,2 \times 10^{-2} \times 0,4 = 4,8.10^{-3}, \text{ et donc}$$

$$V = \frac{3}{\sigma} = \frac{3}{3.10^{-3} + 4,8.10^{-3}} = \frac{3}{7,8.10^{-3}} \approx 384 \text{ m.}$$

En conséquence en s'appuyant sur la simulation du 29/01/2002 à l'aide de Més0-NH, l'activité de l'usine peut avoir provoqué une diminution de la visibilité par les fumées, pendant la nuit et la matinée précédant l'accident.

Cette atténuation de visibilité est de l'ordre de 14% sur le site de l'accident 1, et de 62% sur le site de l'accident 2 dans l'hypothèse où la visibilité est de 1000m en dehors de toute émission de fumées (limite brume/ brouillard).

Conclusion

Certains seuils olfactifs de constituants de la fumée de bois ont été établis, en particulier pour les HAP (Hydrocarbures aromatiques et polycycliques). Mais nous n'avons pas trouvé de critère de seuil pour l'odeur de feu de bois, relevant de plusieurs dizaines voire centaines de molécules. Cela nous aurait permis de confirmer, de rectifier ou de remettre en cause la concentration en particules de suies fournie par la simulation numérique, à partir des observations humaines relevées sur le lieu des accidents. Les deux simulations comportent donc une incertitude sur ce paramètre due à l'absence de données de validation des concentrations de polluant.

Cependant, et indépendamment du taux de concentration, ces deux simulations donnent une bonne représentation du transport et de la diffusion du nuage de polluant depuis la source d'émission. Ces simulations ont pu être validées au niveau météorologique par les observations de la station de Poitiers, et par la connaissance à plus grande échelle de la circulation générale météorologique sur ces deux journées.

Nous rappelons que nous avons utilisé l'hypothèse basse de la fourchette des masses de suies émises (616kg de particules émises par chaque four) . En utilisant l'hypothèse haute (2319kg de particules émises par chaque four), toutes les concentrations simulées et fournies dans ce rapport devraient être multipliées par 3,75. En effet, le système de calcul de la dispersion du polluant passif est linéaire en l'absence de la prise en compte des transformations chimiques.

Les conditions de vent synoptique du 29/01/2002 laissent peu d'incertitude sur la représentation à petite échelle des champs de vent de la modélisation. En revanche, admettre l'hypothèse haute pour l'émission des particules conduit à une visibilité de 625m pour le site de l'accident 1 et de 140m pour le site de l'accident 2, dans le cas où la visibilité est de 1000m en dehors de toute émission de fumées (limite brume/ brouillard) à 09h45 le 29/01/2002.

Pour le 05/11/2002, l'incertitude sur la modélisation du vent à petite échelle est telle que l'on ne peut préjuger d'une amélioration ou d'une aggravation des concentrations simulées, si l'on procédait à une légère modification des vents synoptiques. Pour une validation précise du champ de vent, surtout au niveau des directions, il aurait été nécessaire d'avoir une mesure ou une observation au plus près de Coulombiers. L'augmentation des quantités émises (en passant à l'hypothèse haute) ne modifierait pas ce qui est donné au paragraphe 4.3.

**Annexe 7 : Synthèse du rapport de la Direction Régionale de
l'Équipement de Poitou-Charentes sur les poids lourds impliqués**

**Accident Autoroute A.10
du 5/11/02 à Coulombiers (86)**

**Rapport sur les poids-lourds
impliqués**

SOMMAIRE

- I - Cadre et méthodologie de l'enquête**
- II - Normes réglementaires applicables aux PL**
- III - Récapitulatif des constats sur :**
 - Les entreprises
 - Les conducteurs
 - Les véhicules
 - Les transports en cours
- IV - Conclusions**
- V - Tableau des infractions constatées**

Direction Régionale de l'Équipement de Poitou-Charentes -Service des transports routiers -
19, rue Saint Louis -BP 595 -86021 POITIERS CEDEX

Tel : 05.49.55.65.56 - Fax. : 05.49.55.65.89 - E-mail Herve.Pascal@equipement.gouv.fr

I - Cadre et méthodologie de l'enquête

Cadre

Parallèlement à l'information judiciaire ouverte sur le dramatique accident de la circulation qui s'est produit le mardi 5 novembre 2002 sur l'autoroute A.10 commune de Coulombiers (86), Monsieur le Ministre de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer, a déclenché une enquête technique dans le cadre de la Loi n°2002-3 du 3 janvier 2002 relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport.

La direction de cette enquête a été confiée au Conseil Général des Ponts et Chaussées, la direction régionale de l'équipement de Poitou-Charentes ayant quant à elle été chargée des aspects touchant à la réglementation des transports routiers.

Parmi les 10 poids lourds impliqués dans l'accident, 9 ont été accidentés à des degrés divers. Les investigations ont porté sur ces 9 accidentés qui étaient constitués de 17 éléments de véhicules appartenant à 12 entreprises différentes dont 9 d'origine française et 3 de nationalité étrangère.

Méthodologie

Des investigations ont été lancées en direction des 12 entreprises impliquées, portant sur 4 axes de recherche :

- les entreprises (activités, conditions d'exploitation, comportements)
- les conducteurs impliqués (formations, expériences, activités précédentes)
- les véhicules accidentés (descriptifs techniques, entretiens, conditions d'utilisations)
- les transports en cours (marchandises, origines, destinations, conditions de transport)

Ces recherches ont été effectuées avec la collaboration de 6 directions régionales de l'équipement pour ce qui concerne les entreprises françaises, et la direction des transports terrestres pour les entreprises de nationalités étrangères.

II - Normes réglementaires applicables aux poids-lourds

Définitions (*extraits de l'article R.311-1 du Code de la Route*)

- camionnette : véhicule à moteur ayant au moins quatre roues, à l'exclusion des quadricycles à moteur, destiné au transport de marchandises et dont le poids total autorisé en charge n'excède pas 3,5 tonnes ;
- semi-remorque : remorque destinée à être attelée à un autre véhicule de telle manière qu'elle repose en partie sur celui-ci et qu'une partie appréciable de son poids et du poids de son chargement soit supportée par lui ;

- train double : ensemble composé d'un véhicule articulé et d'une semi-remorque dont l'avant repose soit sur un avant-train, soit sur le train roulant arrière coulissant de la première semi-remorque qui tient alors lieu d'avant-train ;
- train routier : ensemble constitué d'un véhicule à moteur auquel est attelée une remorque ou une semi-remorque dont l'avant repose sur un avant-train ;
- véhicule articulé : ensemble composé d'un véhicule tracteur et d'une semi-remorque ;

Poids : *(extraits de l'article R. 312-4 du Code de la Route)*

- I. - Le poids total autorisé en charge d'un véhicule ne doit pas dépasser les limites suivantes :
 - 1° Véhicule à moteur à deux essieux, ou remorque à deux essieux : 19 tonnes ;
 - 2° Véhicule à moteur à trois essieux, ou véhicule remorqué à trois essieux ou plus : 26 tonnes ;
 - 3° Véhicule à moteur à quatre essieux ou plus : 32 tonnes ;

- II. - Le poids total roulant autorisé d'un véhicule articulé d'un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque d'un train double, ne doit pas dépasser :
 - 1° 38 tonnes, si l'ensemble considéré ne comporte pas plus de quatre essieux ;
 - 2° 40 tonnes, si l'ensemble considéré comporte plus de quatre essieux.

- III. - Le poids total roulant autorisé d'un véhicule articulé, d'un train double ou d'un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque comportant plus de quatre essieux, utilisé pour effectuer des transports combinés peut dépasser 40 tonnes sans excéder 44 tonnes.

Dimensions *(extraits de l'article R. 312-11 du Code de la Route)*

- I. - La longueur des véhicules et ensembles de véhicules :
 - 2° Véhicule à moteur, ... : 12 mètres ;
 - 3°- 4° Remorque - Semi-remorque, non compris le dispositif d'attelage : 12 mètres ;
 - 5° Véhicule articulé : 16,5 mètres ;
 - 8° Train routier et train double : 18,75 mètres ;
 - 11° Autres ensembles de véhicules : 18 mètres

Distance entre véhicules *(extraits du Code de la Route)*

Article R. 412-12

Lorsque deux véhicules se suivent, le conducteur du second doit maintenir une distance de sécurité suffisante pour pouvoir éviter une collision en cas de ralentissement brusque ou d'arrêt subit du véhicule qui le précède. Cette distance est d'autant plus grande que la vitesse est plus élevée. Hors agglomération, lorsque des véhicules ou des ensembles de véhicules, dont le poids total autorisé en charge dépasse 3,5 tonnes ou dont la longueur dépasse 7 mètres, se suivent à la même vitesse, une distance de sécurité d'au moins 50 mètres doit être maintenue entre chacun d'eux et celui qui le précède.

Vitesses *(extraits du Code de la Route)*

Article R. 413-4

En cas de visibilité inférieure à 50 mètres, les vitesses maximales sont abaissées à 50 km/h sur l'ensemble des réseaux routier et autoroutier.

Article R. 413-8

La vitesse des véhicules dont le poids total autorisé en charge ou le poids total roulant autorisé est supérieur à 3,5 tonnes, à l'exception des véhicules de transport en commun, est limitée à :

- 1° 110 km/h pour les véhicules dont le poids total est inférieur ou égal à 12 tonnes et à 90 km/h pour ceux dont le poids total est supérieur à 12 tonnes, sur les autoroutes ;
- 2° 80 km/h sur les routes à caractère prioritaire et signalées comme telles. Toutefois, cette vitesse maximale est relevée à 100 km/h pour les véhicules dont le poids total est inférieur ou égal à 12 tonnes sur les routes à deux chaussées séparées par un terre-plein central ;
- 3° 80 km/h sur les autres routes. Toutefois, cette vitesse maximale est abaissée à 60 km/h pour les véhicules articulés ou avec remorque dont le poids total est supérieur à 12 tonnes.

Article R. 413-9

La vitesse des véhicules transportant des matières dangereuses, dont le poids total autorisé en charge ou le poids total roulant autorisé est supérieur à 12 tonnes, ainsi que celle des véhicules circulant sous couvert d'une autorisation de transport exceptionnel, est limitée à :

- 1° 80 km/h sur les autoroutes ;
- 2° 60 km/h sur les autres routes. Toutefois, cette vitesse maximale est relevée à 70 km/h sur les routes à caractère prioritaire et signalées comme telles, pour les véhicules possédant des caractéristiques particulières définies par arrêté du ministre chargé des transports ;
- 3° 50 km/h en agglomération. Toutefois cette vitesse maximale est relevée à 80 km/h sur le boulevard périphérique de Paris.

Maîtrise de la vitesse

Article R. 413-17

- I. - Les vitesses maximales autorisées par les dispositions du présent code, ainsi que celles plus réduites éventuellement prescrites par les autorités investies du pouvoir de police de la circulation, ne s'entendent que dans des conditions optimales de circulation : bonnes conditions atmosphériques, trafic fluide, véhicule en bon état.
- II. - Elles ne dispensent en aucun cas le conducteur de rester constamment maître de sa vitesse et de régler cette dernière en fonction de l'état de la chaussée, des difficultés de la circulation et des obstacles prévisibles
- III. - Sa vitesse doit être réduite :
 - 5° Lorsque les conditions de visibilité sont insuffisantes (temps de pluie et autres précipitations, brouillard...)
- IV. - Le fait, pour tout conducteur, de ne pas rester maître de sa vitesse ou de ne pas la réduire dans les cas prévus au présent article est puni de l'amende prévue pour les contraventions de la quatrième classe.

Extincteurs

Article R. 317-23 –

Tout véhicule à moteur, toute remorque, à l'exception des véhicules ou matériels agricoles ou de travaux publics, doit être aménagé de manière à réduire autant que possible, en cas de collision, les risques d'accidents corporels, aussi bien pour les occupants du véhicule que pour les autres usagers de la route.

Le ministre chargé des transports fixe les règles auxquelles sont soumis la construction et l'équipement des véhicules mentionnés au présent article.

AM* du 2/3/95

- Les camions d'un poids compris entre 3,5t et 7,5 t. et les tracteurs, doivent être munis d'au moins un extincteur à poudre d'une capacité minimale de 2 kg placé dans la cabine de conduite.
- Les camions de plus de 7,5t et les semi-remorques doivent être munis d'au moins un extincteur à poudre d'une capacité minimale de 6 kg placé à l'extérieur du véhicule, dans un endroit aisément accessible au conducteur.

Temps de conduite (*règlement CEE 3820/85 du 20/12/85 modifié*)

Continu :	4h30 maximum à l'issue desquelles doit intervenir une interruption de 45 min consécutives ou au moins 3 périodes de 15 min réparties durant cette période
Journalier :	9h00 maximum, pouvant être portée à 10h00 deux fois par semaine
Hebdomadaire :	6 périodes de conduite journalière maximum
Sur deux semaines :	90h00 maximum

Temps de repos (*règlement CEE 3820/85 du 20/12/85 modifié*)

Journalier :	11h00 minimum, pouvant être réduit à 9h00 trois fois par semaine avec récupération avant la fin de la semaine suivante Possibilité de fractionner-en : 8h00 consécutives + 4 heures par période d'au moins 1 heure Durée de référence : sur toute période de 24h Cas du double équipage : 8h00 minimum sur période de 30h00, véhicule à l'arrêt.
Hebdomadaire :	45 heures consécutives, pouvant être réduit à : 36 h si prises au point d'attache (9h récupérables dans les 3 semaines suivantes) 24h si prises en dehors du point d'attache (21h récupérables dans les 3 semaines suivantes)

Interdiction de certains type de rémunération (*règlement CEE 3820/85 et AETR du 1/7/70 modifié*)

Article 11 § 3 : Il est interdit de rémunérer, même par l'octroi de primes ou de majoration de salaire, les salariés en fonction des distances parcourues et/ou du volume de marchandises transportées, à moins que ces rémunérations ne soient pas de nature à compromettre la sécurité routière.

Formations obligatoires des conducteurs

Les formations obligatoires ont pour principal objectif de développer le professionnalisme des conducteurs routiers, d'améliorer leurs conditions de travail et de renforcer la sécurité liée à leur emploi.

Il existe deux types de formations obligatoires pour les conducteurs relevant du code du travail français :

* terme figurant dans le glossaire

FIMO* (Formation Initiale Minimale Obligatoire)

Il s'agit d'une formation initiale obligatoire d'après permis de conduire, pour un conducteur entrant dans le métier. Le stage de formation n'est pas exigé pour les titulaires de diplôme de conducteur (CAP-BEP-CFP), et pour certains conducteurs en fonction de leur âge et de leur date d'embauche dans l'entreprise.

FCOS* (Formation Continue Obligatoire de Sécurité)

Il s'agit d'une formation continue que doit suivre le conducteur tous les 5 ans de sa vie professionnelle. Le stage de formation n'est pas exigé pour les conducteurs titulaires de diplôme de conduite datant de moins de 5 ans ou ceux ayant suivi la formation FIMO depuis moins de 5 ans. Pour pouvoir suivre la formation FCOS, un conducteur doit être en mesure de justifier de sa position vis-à-vis de la FIMO.

Inscription des entreprises et titres de transport

Les activités de transporteur routier de voyageurs et de marchandises, et celles de commissionnaire de transport, sont des professions dont l'accès est réglementé. Outre leur inscription au registre du commerce, une entreprise exerçant l'une de ces activités doit également être inscrite à un registre professionnel tenu par la DRE. Cette inscription est soumise à trois conditions préalables : honorabilité, capacité professionnelle et capacité financière.

L'inscription aux registres des transporteurs routiers d'une entreprise disposant de véhicules de plus de 6 tonnes de PMA pour les marchandises, et de plus de 9 places pour les voyageurs, donne lieu à la délivrance d'une licence communautaire et à autant de copies conformes que de véhicules exploités. Les copies conformes de licence communautaire qui sont valides sur tout le territoire de l'Union Européenne, doivent être à bord des véhicules lors de chaque transport.

III- Récapitulatif des constats

Sur les entreprises

Les 12 entreprises impliquées sont régulièrement déclarées, elles sont toutes des professionnelles du transport routier, inscrites aux registres des transporteurs. Les situations financières sont saines pour la plupart. Elles sont de tailles variées et majoritairement importantes en effectif.

- de 10 salariés	de 11 à 50	de 51 à 100	de 101 à 200	+ de 200
3	2	3	1	3

- Seules deux sociétés ont fait l'objet d'un constat de comportement général critiquable dans leur gestion et leur organisation.*

Sur les personnes accidentées à bord des PL

Composition des équipages des 9 véhicules moteur

Conducteur unique	2 conducteurs	1 conducteur et 1 accompagnateur
5	2	2

Ages des 9 conducteurs

* termes figurant dans le glossaire

Entre 30 et 35 ans	Entre 36 et 40 ans	Entre 41 et 43 ans
4	3	2

Nombre d'années d'expérience des 9 conducteurs

Moins d'1 an	Entre 3 et 5 ans	Entre 6 et 10 ans	+ de 10ans
1	4	1	3

Formations suivies par les 7 conducteurs français

Conducteurs	Stage FIMO uniquement (-de 5ans)	Stage FCOS uniquement	Stages FIMO et FCOS	Dispensés FIMO (présence au 1/7/95)	Dispensés FIMO (raison inconnue)	Autres formations et diplôme de conduite (CFP-ADR)
1	X					
2		X		X		
3		X			X	
4		X			X	
5	X					
6		X				X
7		X		X		

- On observe une relative jeunesse et les expériences limitées de certains conducteurs, et un niveau minimal de formation professionnelle (hors conducteur « matières dangereuses »).*

On note que des conducteurs ont été dispensés de la formation FIMO sans raison apparente (des enquêtes complémentaires seront à diligenter par l'inspection du travail des transports).

On relève également la non-validité du permis de conduire du conducteur de la société britannique impliquée.

Sur les activités des conducteurs

(les chiffres indiquent le nombre de conducteurs concernés, et non le nombre d'infractions constatées)

activités le jour de l'accident (heures de début de la journée de travail du 5/11/02)

Entre 6h et 7h	Entre 7h et 8h	Entre 8h et 9h
3	2	4

activités de la veille de l'accident (4/11)

Repos journaliers réguliers	Repos journaliers irréguliers	Respect des temps de conduite ou de travail	Non-respect de la durée maximale de travail
7	2	8	1

activités des 2 semaines précédentes (du 18 au 31/10/02) Nombre de conducteurs ayant commis des infractions durant cette période

Respect des temps de conduite ou de travail	Non-respect des temps de conduite ou de repos	Autres infractions
5	4	1

- On note que les conducteurs avaient commencé leur journée de travail du 5 novembre 2002 peu de temps avant l'accident (entre 0h30 et 3h30)

Deux des conducteurs n'avaient pas bénéficié d'un repos journalier réglementaire dans la période de 24h ou 30h, précédant l'accident, dont l'un n'avait également pas respecté la durée maximale du temps de travail durant cette période.

On constate également que quatre des neuf conducteurs impliqués avaient commis des infractions aux temps de conduite et de repos, durant les deux semaines précédant l'accident.

Sur les conséquences de l'accident

Conséquences humaines

Conducteurs blessés	Passagers blessés	Dont gravement
2	1	2

Conséquences matérielles (véhicules)

Tracteur détruit (calciné)	Semi-remorque détruite (calcinée)	Tracteur- camion endommagé	Semi-remorque endommagée
5	4	3	4

- On note que si trois personnes, dont deux conducteurs ont été blessés, tous ont subi un grave traumatisme psychologique.
On remarque également la forte proportion de véhicule entièrement calciné (9)*

Sur les témoignages recueillis

- Tous les témoignages recueillis semblent concordants : dans la demi-heure précédant l'accident, la visibilité était bonne malgré quelques nappes de brumes, il y avait même du soleil. Le trafic était fluide. Tous les conducteurs ont été soudainement confrontés à ce que certains ont qualifié de « mur de brouillard blanc », où la visibilité était quasiment nulle.
La surprise des conducteurs devant ce phénomène, semble l'élément explicatif principal des collisions.*

Sur les véhicules impliqués

Composition des véhicules

Camion isolé de 17 tonnes	Train routier de 40 tonnes	Véhicule articulé de 40 tonnes
1	1	7

Age des véhicules moteur

Moins d'1 an	Entre 1 et 2 ans	Entre 3 et 5 ans	7 ans
1	3	3	2

Kilométrage des véhicules moteur

Moins de 100 000 km	Entre 100 000 et 200 000 km	Entre 300 000 et 500 000 km	Plus de 500 000 km

2	2	4	1
---	---	---	---

Age des véhicules remorqués (1 véhicule sans remorque, et 1 âge non identifié)

Moins d'1 an	17 ans	19 ans	32 ans
4	1	1	1

- On note que la plupart des véhicules-moteur et la moitié des véhicules remorqués étaient récents. Toutefois certaines remorques ou semi-remorques étaient très anciennes. Néanmoins, seuls les véhicules de deux sociétés avaient fait l'objet de remarques sérieuses lors de leurs dernières visites techniques (visites toutefois acceptées).*

Sur les équipements des véhicules (véhicules français)

Nombre et capacité des réservoirs de carburant des véhicules

1 seul réservoir			2 réservoirs		
450 L	550 L	680 L	2 x 300 L	1 x 300 L 1 x 600 L	2 x 600 L
1	1	1	1	1	2

Contenance des réservoirs de carburant au moment de l'accident

400 litres	500 litres	800 litres	900 litres	Total estimé de la contenance en carburant des 9 véhicules impliqués
2	3	1	1	Environ 5 500 l

Utilisation des extincteurs (déclarations des conducteurs)

Utilisation des extincteurs cabine (2kg) et principal (6kg)	Extincteurs non utilisés	Pas de renseignement
3	2	2

- On remarque que dans tous les cas d'utilisation, les extincteurs de cabine (2kg) ou principaux (6 kg), n'ont eu que peu d'effet sur les incendies.*

On note également qu'un conducteur ne connaissait pas le fonctionnement de son extincteur principal.

Sur les transports en cours :

Les 9 transports en cours de réalisation le jour de l'accident étaient composés de:

transports internationaux	transports intérieurs de longue distance	transports intérieurs de courte distance
2	4	3

Se répartissant de la façon suivante :

déménagements	lots industriels	alimentaire	matières dangereuses	travaux publics
3	2	2	1	1

Ils étaient en provenance de :

Espagne	Aquitaine	Pays de Loire	Midi Pyrénées	P.A.C.A	Poitou Charentes
2	2	2	1	1	1

Et à destination de :

Ile de France	Poitou Charentes	Centre	Champagne Ardennes	Nord	Bourgogne	Allemagne
2	2	1	1	1	1	1

Tous les chargements étaient correctement conditionnés et arrimés, aucun poids n'était excessif.

Aucun transport n'avait caractère d'urgence, aucun ordre incompatible de délai de livraison n'avait été donné. Tous les documents requis pour l'accompagnement des marchandises et des transports en cours semblaient être à bord des véhicules.

Sur les itinéraires empruntés

Lieux d'entrées sur l'autoroute A10 : Derniers arrêts sur aires de repos des autoroutes

St. André de Cubzac (33) (-208 km)	Niort -St Maixent La Crèche (79) (-44km)	A10				A62
		St Néomaye (-40 km)	Les Ruralies (- 50 km)	St Ciers (-55 km)	St Léger (-135 km)	Les Landes (- 256 km)
6	3	1	2	1	1	1

Aucune anomalie quant aux itinéraires empruntés par les PL (axes, jours et heures interdits) n'a été constatée.

Sur les vitesses constatées ou estimées

Vitesse supérieure à 90 km/h	Vitesse entre 85 et- 90 km/h	Vitesse de 80 km/h	Vitesse de 50 km/h
0	8	1	0

Aucune vitesse moyenne avant l'accident, n'était à priori excessive en condition normale de circulation. On note toutefois, qu'aucune vitesse n'a été réduite à 50 km/h lors de la rencontre d'une visibilité inférieure à 50 mètres. (phénomène soudain). L'examen des disques de chronotachygraphe en place dans les appareils et qui n'ont pas été détruits, montrent par ailleurs que les chocs ont été très violents.

IV - Conclusions

Aucun élément relatif aux neuf véhicules lourds impliqués apparaissant comme facteur de cause directe de l'accident n'a été mis en évidence.

En effet,

- Les entreprises propriétaires des véhicules font preuve d'un comportement général satisfaisant vis à vis des réglementations en vigueur. Peu d'entre-elles ont fait l'objet de procès-verbaux d'infraction tant lors de contrôles sur routes que lors de contrôles réalisés au en entreprise par la DRE ou l'Inspection du Travail. Seules deux sociétés, ont fait l'objet de constat de comportement critiquable dans leur gestion et leur organisation.
- Les véhicules étaient pour la plupart récents, en bon état, régulièrement entretenus, et avaient tous satisfaits aux visites techniques annuelles obligatoires. Aucun défaut d'équipement de sécurité n'a été constaté. Seuls les véhicules de deux sociétés avaient fait l'objet de remarques sérieuses lors de leurs dernières visites techniques qui ont toutefois été acceptées.
- Tous les chargements étaient correctement conditionnés et arrimés, aucun poids n'était excessif. Aucun transport n'avait caractère d'urgence, aucun ordre incompatible de délai de livraison n'avait été donné. Tous les documents requis pour l'accompagnement des marchandises et des transports en cours semblaient être à bord des véhicules.
- Aucune anomalie quant aux itinéraires empruntés par les PL (axes, jours et heures interdits) n'a été constatée. Aucune vitesse moyenne avant l'accident, n'était à priori excessive en condition normale de circulation. Au vu des disques des jours précédents, aucun conducteur n'est coutumier de dépassements des vitesses autorisées.

Toutefois on observe :

- Que 11 infractions, commises par 3 des entreprises impliquées, ont été constatées dans les heures précédant l'accident (du 4 au 5/11/02), dont 2 par des entreprises françaises et 8 par des entreprises de nationalité étrangère.
- Que les enquêtes effectuées aux sièges des entreprises ont révélé plus de 30 infractions commises par les conducteurs impliqués dans les deux semaines qui ont précédé l'accident (du 18 au 31/10/02).
- Ces infractions, dont des poursuites judiciaires sont susceptibles d'être exercées après enquêtes complémentaires, sont essentiellement liées à la réglementation sociale européenne.

(cf. : tableau récapitulatif)

D'autre part, on peut noter :

- Qu'aucun conducteur ne semble avoir réduit sa vitesse à 50 km/h lorsque son champ de vision s'est réduit à moins de 50 mètres, et ne semble avoir pu conserver la maîtrise de son véhicule (code de la route articles. R.413-4 et R.413-17)
- Qu'aucun élément ne permet de constater le respect des distances d'au moins 50 mètres entre chaque véhicule lourd. (code de la route articles. R.412-12)
- Que dans tous les cas d'utilisation, les extincteurs de cabine (2kg) ou principaux (6 kg), n'ont eu que peu d'effet sur les incendies. On note également qu'un conducteur ne connaissait pas le fonctionnement de son extincteur principal malgré le fait qu'il ait suivi une formation initiale axée sur la sécurité d'une durée de 4 semaines (FIMO).

- Que selon les témoignages recueillis, il ressort que les conducteurs ont été soudainement confrontés à ce que certains ont qualifié de « mur de brouillard blanc », où la visibilité était quasiment nulle.

Si certaines des anomalies ou infractions constatées, peuvent être prises en compte dans le cadre global de l'accident, la surprise rencontrée devant ce phénomène, semble l'élément explicatif principal des collisions dont les conducteurs des véhicules poids-lourds impliqués ont été à la fois les auteurs et les victimes.

Etabli et clos à Poitiers, le 11 février 2003.

V - Tableau des infractions constatées.

a) Infractions commises dans les heures précédant l'accident.

Intitulé infraction	Nb	Détails	Natif	Classe
Permis de conduire non valable pour la conduite du véhicule utilisé	1	Le permis détenu par le conducteur ne permettait pas la conduite d'un PL de 17 t. (cf. rapport de contrôle)		
Réduction à moins de 6 heures de la durée de repos journalier - transport routier CEE	2	Repos le plus long pour les 2 conducteurs dans les 30 h avant l'accident : 3h40 (le 5/11 entre 3h20 et 7h)	20347	5
Retrait de feuille d'enregistrement de l'appareil de contrôle sans motif légitime - transport routier CEE	2	Appareil ouvert à 2 reprises (le 4/11 entre 9h30 et 9h35 et entre 13h40 et 13h45)	7698	4
Transport routier sans report par le conducteur de mention obligatoire sur la feuille d'enregistrement - CEE	1	Aucune mention de lieu de mise place du disque daté du 5/11 n'a été portée	7704	4
Emploi irrégulier du dispositif destiné au contrôle des conditions de travail - transport routier CEE	1	Le disque du 5/11 a été mis en place 12 min avant le retrait du disque du 4/11. Ce fait provient manifestement d'une intervention humaine sur l'horloge de l'appareil	7680	D
Prise de repos journalier insuffisant mais de 6 heures au moins - transport routier CEE	1	Repos journalier le plus long du 4/11 à 7h au 5/11 à 7h a été de 7h40 (entre 23h20 le 4/11 et 7h00 le 5/11)	20340	4
Dépassement de la durée maximale de travail journalier	1	Plus de 12 h de temps de service le 4/11 (amplitude de cette journée : 16h20)		4
Rémunération d'un conducteur routier en fonction de la distance parcourue ou du volume des marchandises transportées - AETR	2	selon les déclarations du conducteur, ils sont rémunérés à raison de 5 centimes d'euros par Km effectué.	20507	4

b) Infractions commises par les conducteurs impliqués, dans les 2 semaines précédant l'accident- du 18/10 au 31/10/02 - (poursuites judiciaires susceptibles d'être exercées après enquêtes)

Entreprises françaises :

Intitulé infraction	Nb	Détails	Natif	Classe
Dépassement de la durée maximale de conduite journalière n'excédant pas 20% - transport routier CEE	4	10h09 le 22/10, 10h03 le 23/10, 10h43 le 24/10, 10h10 le 25/10	20335	4
Réduction à moins de 6 heures de la durée de repos journalier - transport routier CEE	1	5h34 le 25/10/02.	20347	5
Dépassement de la durée maximale de conduite sans interruptions n'excédant pas 20% - transport routier CEE	1	5h45 le 23/10/02 avec interruption de 20 min	20339	4
Non-respect des règles de transparence par rémunération selon forfait de 210 h/ mois	1	☐ confirmer par enquête ITT*		
Non-conservation en entreprise de feuille d'enregistrement de l'appareil de contrôle - transport routier CEE	1	Les disques ne sont pas conservés au siège de l'entreprise, ils restent dans les véhicules	7696	4
Emploi, par transporteur public routier de marchandises, de salarié sans formation initiale minimale pour la conduite de véhicule de plus de 7,5 tonnes de PTAC	1	☐ confirmer par enquête ITT	21184	4
Dépassement de plus de 20% de la durée maximale de conduite journalière - transport routier CEE	1	12h00 le 22/10/02	20342	5
Dépassement de plus de 20% de la durée maximale de conduite sans interruptions - transport routier CEE	2	6h le 22/10, 5h45 le 30/10	20346	5
Emploi, par transporteur public routier de marchandises, de salarié sans formation initiale minimale pour la conduite de véhicule de plus de 7,5 tonnes de PTAC	1	☐ confirmer par enquête ITT	21184	4
Utilisation de feuille d'enregistrement ayant déjà servi - transport routier CEE	1	Disque du 31/10 en surimpression	7699	4
Dépassement de la durée maximale de conduite sans interruptions n'excédant pas 20% - transport routier CEE	3	4h38 le 18/10, 4h48 le 22/10, 4h33 le 23/10	20339	4
Retrait de feuille d'enregistrement de l'appareil de contrôle sans motif légitime - transport routier CEE	2	Appareil ouvert à 2 reprises le 30/10 entre 14h15 et 14h30 et entre 18h et 18h05)	7698	4

Entreprise étrangère:

Intitulé infraction	Nb	Détails
Permis de conduire non valable pour la conduite du véhicule utilisé	1	Cf. : Rapport des services de contrôle compétents
Non-présentation de permis de conduire	1	Id °
Utilisation d'un véhicule non déclaré dans la licence de transport	1	Id °
Défaut de contrat de location de véhicule	1	Id °
Non-conservation de disques de chronotachygraphe	1	Id °
Obstacle au contrôle par dissimulation d'activités	1	Id °
Infractions multiples à la réglementation sur les temps de conduite et de repos constatées sur les mois de septembre et octobre 2002		Id °

* terme figurant dans le glossaire

Annexe 8 : Synthèse du rapport des experts automobiles sur l'examen des véhicules et les mécanismes d'accident

PARIS, le 10 mars 2003

RAPPORT D'ENQUETE MECANISME D'ACCIDENT

Conformément à la requête du Ministère des Transports, nous nous sommes transportés les 15 et 16 janvier 2003 sur le site de l'ancienne Laiterie Mélusine 86600 CLOUE, en vue de procéder à un examen de l'ensemble des véhicules endommagés lors du carambolage de l'autoroute A10 en date du 05 novembre 2002 aux environs de 09 heures 30, dans le sens BORDEAUX - PARIS, à hauteur du point kilométrique 321 sur la commune de COULOMBIERS (86600).

RAPPEL DE LA MISSION

Analyse de l'accident ayant pour objectif de définir, conjointement avec les quatre autres groupes de travail (météo / fumées - AUTOROUTE DU SUD de la France - intervention des secours, gendarmerie), une chronologie complète des faits permettant d'établir les causes et les conséquences.

CONDITIONS D'EXAMEN

Etaient présents :

- **Monsieur CHAVAZAS** Ingénieur APEX,
48 rue Raymond Losserand
75014 PARIS
- **Monsieur NOZIERE** Expert automobile Cabinet NOZIERE
5 allée de Gravelle
87280 LIMOGES
- **Monsieur GOURICHON** Expert automobile Cabinet MOINE - GOURICHON -
SOTRON
8 rue du Clos Marchand
86000 POITIERS
- **Gendarme DORMAT** 1 rue du Petit Polygone
86000 POITIERS
- **Chef HUCHOT** 1 rue du Petit Polygone
86000 POITIERS

Les véhicules étant sous scellés, les représentants des forces de l'ordre nous informent que nous ne pourrions effectuer que des investigations visuelles sur les véhicules, sans contact de quelque nature que ce soit.

L'analyse des disques prélevés dans les chronotachygraphes des poids lourds par les Services de Gendarmerie a été effectuée à partir d'exemplaires photocopiés n'ayant pas la netteté et la précision d'interprétation des originaux.

Nota :

- L'identification administrative (numéro de série frappé à froid) et le relevé des immatriculations (particulièrement pour les véhicules détruits totalement par incendie) n'ont donc pas été vérifiés.
- Dans un souci de clarté, nous avons repris les numéros d'identification attribués par les Services de Gendarmerie ; ceux-ci ne reflétant pas directement l'ordre chronologique de l'accident, de par des déplacements de véhicules (pour raisons de sécurité liées à l'incendie) avant la matérialisation de leur position.

TOPOGRAPHIE DES LIEUX

L'examen des véhicules conjugué à leur positionnement respectif met en évidence deux zones de sinistre distinctes séparées entre elles par une zone, que nous qualifierons d'intermédiaire, où les conducteurs ont réussi à maîtriser leur vitesse et à s'arrêter sans encombre.

<i>Positionnement sur la chaussée des différentes zones et véhicules concernés</i>		
- Zone 1	Du PR* 21 au PR 19	8 véhicules dont 2 poids lourds
- Zone intermédiaire	Du PR 19 au PR 13	18 véhicules dont 2 poids lourds
- Zone N° 2	Du PR 13 au PR1	32 véhicules dont 5 poids lourds

Éléments cinématiques relatifs aux positionnements des véhicules

De très nombreux acteurs des faits reconnaissent, dans leurs dépositions respectives, être parvenus à l'entrée de la zone sans visibilité à la vitesse nominale qui était la leur auparavant.

Pour certains d'entre eux cela correspond, selon leurs dires, à 110 km/h et, pour d'autres, à 120 / 130 km/h.

Pour les poids lourds, nous détenons la preuve que cela correspond à 90 km/h environ.

* terme figurant dans le glossaire

Les éléments cinématiques suivants sont donc indispensables à la lecture de l'ensemble du rapport technique.

1 - Positions d'immobilisation par rapport à la rencontre de débris

Quand un conducteur déclare :

"dès que j'ai roulé sur des débris, j'ai freiné puis je me suis arrêté"

ou bien

"j'ai évité des véhicules accidentés, j'ai freiné puis je me suis arrêté"

La distance qui sépare le point de départ de l'arrêt est de :

- 100 mètres environ à 110 km/h, avec un freinage maîtrisé et un temps de réaction + pré-freinage de une seconde
- 130 mètres environ à 130 km/h, avec un freinage maîtrisé et un temps de réaction + pré-freinage de une seconde.

Si nous prenons l'exemple du véhicule N° 8, dont on est certain qu'il n'a percuté aucun véhicule et qu'il n'a pu être déplacé ultérieurement, car incendié par contact immédiatement après son arrêt, le fait de s'arrêter peu après au PR19 exige qu'il ait rencontré des débris au niveau du PR12 au plus tard.

2 - Positions d'immobilisation par rapport aux points de choc initiaux

Nous avons constaté de nombreux chocs violents entre véhicules légers.

Si le véhicule percuté est pratiquement immobile, on peut considérer en première approximation que l'énergie cinétique est répartie en 1/3 pour les déformations, 1/3 communiquée au véhicule percuté et 1/3 demeurant au véhicule percutant.

Donc, pour un choc à 90 km/h contre un véhicule immobile, les deux véhicules de masses semblables s'échappent tous les deux vers l'avant à 50 km/h environ, soit un libre parcours après choc de 18 à 22 mètres.

3 - Vitesse communiquée par un poids lourd à un véhicule léger

Si le choc possède un fort recouvrement, le poids lourd de 20 à 30 tonnes communique pratiquement sa vitesse d'impact au véhicule léger.

En effet, il perd entre 1/20 et 1/30 de sa vitesse seulement pour un véhicule léger d'une tonne.

EXAMEN ET CONSTATATIONS

A - ZONE N° 1

Compte tenu de la violence des chocs constatés (sauf pour le N° 8 qui s'arrête sur la bande d'arrêt d'urgence sans dommage non sans avoir constaté un premier choc obstruant les deux voies), multiples et juxtaposés de surcroît, un examen visuel seul ne permet pas de définir l'origine exacte du premier incident.

Néanmoins, l'importance des déformations relevées montre à elle seule l'importance des énergies cinétiques absorbées aux moments des impacts permettant de déduire un différentiel de vitesse important entre les véhicules antagonistes.

Conjuguée aux déclarations des conducteurs concernés faisant état d'un brouillard très dense ("mur de brouillard" pour certains), il est donc clairement établi que la vitesse d'évolution dans la nappe de brouillard était en inadéquation avec les conditions de circulation.

En substance, le disque du chronotachygraphe saisi sur le poids lourd N° 2, où l'on relève une vitesse de 90 km/h (soit la vitesse maximale autorisée), démontre l'inadaptation de la vitesse aux conditions climatiques rencontrées.

A l'origine de plusieurs chocs violents successifs sur les véhicules légers N° 3 à 7 obstruant les voies de circulation, les poids lourds N° 2 puis N°1 parviennent néanmoins à se dégager et à s'immobiliser en aval sur la bande d'arrêt d'urgence (région PR22 - PR21) évitant ainsi la propagation de l'incendie constaté sur les véhicules N° 7, puis N° 8.

Cependant, nous estimons qu'un premier choc avec le véhicule N° 7 et/ou la récupération des débris au niveau de ce dernier conjugués à un premier arrêt du poids lourd N° 1 au niveau du PR22, a été nécessaire et suffisant pour engendrer un début d'incendie sur celui-ci au niveau de la roue arrière droite du tracteur routier (suivant auditions) ; incendie qui n'a pu être circonscrit malgré l'intervention du conducteur N° 1 (à l'aide d'un extincteur disposé dans la cabine du tracteur routier).

En ce qui concerne l'origine de l'incendie, nous estimons qu'il s'agit d'un feu de carburant provenant de la détérioration du circuit d'alimentation du véhicule N° 7 lors d'un choc arrière violent.

Des véhicules impliqués dans cette zone, ledit véhicule se trouve être le seul à se mouvoir au supercarburant ; les autres, y compris les deux poids lourds, fonctionnant au diesel.

En effet, ce carburant présente la particularité d'être beaucoup plus stable en cas de choc de par la nécessité d'un apport calorifique important pour l'inflammation.

B - ZONE INTERMEDIAIRE

Exception faite du véhicule N° 17 qui devait se situer en début de la zone N° 2 avant d'être déplacé pour éviter la propagation de l'incendie et accompagné dans sa démarche par les véhicules N° 19 - 20 - 20 bis et 26, il est bon de souligner que les autres

véhicules ont réussi à s'arrêter dans de bonnes conditions, pour la plupart sur la bande d'arrêt d'urgence, sans générer de dommage par collision faciale.

Cette maîtrise et adaptation de la vitesse d'avancement aux conditions météorologiques sont d'ailleurs confirmées par le seul véhicule de cette zone, le N° 13, qui est entaché d'un très léger choc avant généré, de toute évidence, uniquement par un manque de visibilité.

Nota :

Les véhicules N° 9 - 10 - 11 - 12 -14 -15 -16 - 18 - 21 - 23 - 25 n'ayant pas subi de dommage ont été restitués à leurs propriétaires.

En fin de cette zone, un nouveau carambolage prend naissance derrière les véhicules N° 20 et 20 bis percutés violemment à l'arrière droit par le véhicule N° 27.

L'examen du disque prélevé dans le chronotachygraphe du véhicule N° 20 permet de mettre en évidence une vitesse originale de 90 km/h, une désaccélération franche et rapide jusqu'à l'arrêt complet sans choc (absence de saut du stylet)

C'est pourquoi, l'absence de choc arrière sur le véhicule N° 27 (pouvant induire une projection) confirme donc, à contrario des véhicules de cette zone, une vitesse inadaptée aux conditions météorologiques rencontrées et/ou une inobservation des distances de sécurité.

C - ZONE N° 2

L'étude de cette zone a permis de détacher deux évènements principaux impliquant respectivement les véhicules N° 28 à 46 et 46 bis (tout en incluant le N° 17) et les véhicules N° 47 à 58.

Premier évènement

Une succession rapide de collisions survient entre les véhicules N° 28 - 30 - 32 et 17 amorçant une obstruction de la bande d'arrêt d'urgence et de la voie de droite amplifiée par une poussée, en travers, du véhicule N° 31 et 31 bis conduisant du même coup à une prédisposition à la "mise en portefeuille" (rotation de la semi-remorque dans le sens horaire) de l'ensemble contre les véhicules N° 29 et 45 préalablement stationnés sur la bande d'arrêt d'urgence.

Sur la partie gauche de la chaussée, les véhicules N° 33 à 42 viennent alors se percuter et s'enchevêtrer les uns dans les autres obstruant ainsi la voie de gauche.

Dans sa manœuvre d'évitement par la chaussée de droite, les véhicules N° 44 et 44 bis se retrouvent alors prisonnier de l'étau formé par la "mise en portefeuille" totale de l'ensemble articulé N° 31 et la poussée des véhicules N° 43 et 43 bis, eux-mêmes violemment poussés en avant par les véhicules N° 46 et 46 bis qui les percutent.

Causes aggravantes :

Cet événement est de loin le plus meurtrier (six personnes décédées à notre connaissance dans les véhicules N° 33 - 35 et 42) de par des vitesses inadaptées, le nombre de poids lourds incriminés (cinq ensembles articulés dont un initiateur de l'obstruction) conjuguées à un départ d'incendie, vraisemblablement dû à un feu de carburant identique à la zone N° 1.

Nota :

Les capacités des réservoirs carburant des tracteurs routiers ne constituent pas un élément déclenchant ou aggravant de l'incendie, l'intensité de ce dernier étant liée principalement à sa surface au sol et à son environnement ; la quantité de carburant régissant principalement, quant à elle, la durée.

La violence des chocs constatés, notamment sur les poids lourds, permet d'attirer l'attention sur des vitesses inadaptées de ces derniers, eu regard aux conditions de visibilité, et ce principalement sur le N° 46 où la vitesse relevée à l'impact (suivant disque du chronotachygraphe) était de 90 km/h, tout en soulignant que ce même véhicule présente quelques dépassements des 100 km/h dans l'heure et demi précédant le sinistre.

Deuxième évènement

A la hauteur du PR6, nous retrouvons deux véhicules (N° 47 et 52 stationnés respectivement sur la bande d'arrêt d'urgence et sur le côté gauche de la voie rapide) restitués à leurs propriétaires de par l'absence de dommage et témoignant ainsi d'une maîtrise globale de la part des conducteurs des facteurs visibilité, vitesse, distances de sécurité.

Une collision survient alors entre les véhicules N° 48 et l'ensemble articulé N° 46 succédée très rapidement de collisions multiples et assez violentes entre les véhicules N° 49 à 58, ce dernier manœuvrant en finale pour se désengager de l'accident en marche arrière et se rapprocher de la bande d'arrêt d'urgence.

Cette répétition de chocs démontre une fois encore, par opposition aux véhicules N° 47 et 52, l'absence de modification comportementale des conducteurs face à des conditions de circulation changeantes, induisant des vitesses inadaptées au regard des conditions de visibilité réduite à l'extrême, mais néanmoins annoncées en amont par les Services des Autoroutes du Sud de la France (Autoroute FM, véhicule de signalisation à environ 15 kilomètres).

Cependant, l'absence de poids lourd dans cet événement, où les chocs ont toutefois été qualifiés de moyen à violent, apporte un facteur minoratif au constat permettant de conserver l'intégrité physique des conducteurs et passagers impliqués (absence de dommage corporel grave, suivant les auditions dans le cadre de l'enquête de flagrance).

CALCULS DE VITESSES DE CHOC

Dans la présente étude, nous ne traiterons pas du cas des poids lourds. En effet, l'absence de base de données concernant les déformations des châssis associée à l'impossibilité de procéder à des mesures précises lors de nos différents examens (directive formulée par les représentants des forces de l'ordre lors de notre mission de terrain, les véhicules étant sous scellés) ne permettent pas de quantifier, avec précision, les amplitudes d'écrasements nécessaires à l'appréciation de l'énergie absorbée lors des différents impacts. Il résulte donc que les calculs pouvant être effectués, uniquement sur une évaluation visuelle des déformations, n'apporteraient pas d'élément complémentaire techniquement exploitable.

Cette vitesse est d'ailleurs appréhendée directement par une lecture et une analyse précise du disque prélevé sur le chronotachygraphe des véhicules concernés (après vérification de la correspondance des caractéristiques et notamment de l'échelle de mesure des deux éléments).

Dans le cadre de notre mission, des photocopies de quatre disques correspondant aux véhicules numéro 2, 19, 20 et 46 nous ont été présentées.

Une analyse visuelle a permis de mettre en évidence :

- Une vitesse identique d'arrivée sur zone pour les quatre véhicules : 90 km/h
- Une vitesse au moment du choc de 85 km/h pour le véhicule numéro 2 et de 90 km/h pour le véhicule numéro 46.

Nota : les présents résultats sont communiqués, à titre indicatif, en l'absence de la vérification de correspondance de couples disques / chronotachygraphe et avec l'imprécision des supports fournis (photocopies noir et blanc).

L'approche "vitesses de choc" ne peut être faite que sur quelques véhicules présentant des caractéristiques précises :

- A. Pour un véhicule non-totalement calciné qui n'a percuté qu'un seul véhicule arrêté, la vitesse absolue au moment du choc s'analyse à partir des déformations de chacun des deux véhicules.

Beaucoup de véhicules ayant été déplacé, voire plusieurs fois, cette méthode est essentiellement applicable aux véhicules N° 48 à 57.

Le plus représentatif est le couple 48 - 53 pour la vitesse approximative de choc du N° 53 où les déformations montrent une intensité de choc très violente, s'apparentant d'expérience à une vitesse de choc de l'ordre de 80 km/h.

Néanmoins, la présence d'un choc avant sur le véhicule N° 48, préalablement encastré sous le véhicule N° 20 bis avant cette collision, ne permet pas de conclure de manière certaine sur la vitesse du véhicule N° 53 lors de l'impact, de par un effet minorant sur la valeur de cette dernière. En effet, la répercussion du choc et l'absorption de l'énergie par le véhicule N° 20 bis ne peuvent être quantifiées de par cette juxtaposition.

Qu'en est-il des calculs ?

Nous avons quantifié visuellement les déformations de ces véhicules. Nous avons appliqué un algorithme très utilisé en reconstitution cinématique d'accident, celui du NHTSA*.

1. Principes

Le NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration US department of Transportation, a publié à la suite de nombreux essais de crashes des formules à la fois théoriques et expérimentales.

Ces formules permettent de calculer l'énergie absorbée en fonction des déformations mesurées, au travers de coefficients mesurés traduisant la rigidité du véhicule.

Ces formules tiennent compte des différences substantielles de localisation du choc, ainsi que de l'angle d'impact.

Selon que le profil de déformation est plus ou moins sinueux, l'enveloppe des déformations est le plus souvent approchée par deux, quatre ou six points. Mais, il est évident que l'on peut généraliser au besoin (six points ou plus).

Soit E, l'énergie de déformation cherchée,

$$E = E0 (1 + \text{tg}^2 (\text{Angle impact}))$$

Où E0 est défini ci-après

POUR DEUX POINTS

$$E0 = W (A/2 (C1 + C2) + B/6 (C1^2 + C2^2 + C1C2) + G)$$

W est la largeur totale de la déformation.

Les C1 C2 sont les deux enfoncements mesurés le long de la largeur W.

* terme figurant dans le glossaire

A et B sont les coefficients expérimentaux tenant compte des dimensions et rigidité du véhicule, et spécifiques d'un choc avant ou arrière ou latéral (ici G est directement lié à A et B par $G = A^2/2B$)

A et B sont spécifiques selon que la déformation est en face avant, en face arrière ou latérale.

POUR QUATRE POINTS

$$E0 = \frac{W}{3} \left(\frac{A}{2} (C1+2C2+2C3+C4) + \frac{B}{6} (C1^2+2C2^2+2C3^2+C4^2+C1C2+C2C3+C3C4) + 3G \right)$$

W est la largeur totale de la déformation

Les C1 C2 C3 C4 sont les quatre enfoncements mesurés le long de la largeur W

2 - Intervalle de confiance

Les mesures à la source de ces méthodes sont obtenues lors de chocs où la structure sous jacente aux tôles externes est amenée à se déformer.

On mesure des déformations globales, moyennées sur une largeur de déformation significative.

Les résultats seront donc d'autant plus fiables que l'on se rapproche de ces conditions.

Le type d'accident que nous analysons ici permet donc une application fiable de ces méthodes.

3 - Vitesse approximative de choc du véhicule N° 53

3-1 Déformations mesurées sur véhicule N° 53 et données de calcul

La largeur du véhicule est de 1.57 mètres.

L'empattement nominal est de 2.47 mètres.

L'ensemble de la structure à droite a été comprimé de 0.24 mètres.

La compression de la face avant est approximativement de l'ordre de 30 centimètres à l'extrême gauche du véhicule, jusqu'à 80 centimètres à l'extrême droite.

A droite, il convient d'ajouter 0.24 mètres.

Soit un profil triangulaire

Classification du véhicule : 2 dans la codification NHTSA, véhicule de tourisme

Zone touchée : face avant

Angle : le choc est pratiquement parallèle à l'axe longitudinal du véhicule. L'angle est donc approximativement nul.

La formule appliquée est celle correspondant à deux points mesurés. En effet, on doit considérer que le profil obtenu est approximativement rectiligne.

$$W = 1.57 \text{ m}$$

$$C1 = 0.3 \text{ m}$$

$$C2 = 0.8 + 0.24 = 1.04 \text{ m}$$

$$\text{Angle} = 0^\circ$$

$$A = 45\,294 \text{ N/m}$$

$$B = 296\,060 \text{ N/m}^2$$

L'énergie de déformation calculée vaut 167 978 joules.

3-2 Déformations mesurées sur véhicule N° 48 et données de calcul

Nous constatons une déformation en coin tétraédrique de 1.10 mètres de profondeur, sur une hauteur de 80 centimètres environ.

La largeur concernée sur le véhicule est de 1.30 mètres.

Nous considérons donc quatre points de déformation, selon une ligne à peu près rectiligne :

$$C1 = 0.2 \text{ m}$$

$$C2 = 0.5 \text{ m}$$

$$C3 = 0.8 \text{ m}$$

$$C4 = 1.1 \text{ m}$$

$$\text{Largeur } W = 1.3 \text{ mètres}$$

Zone concernée : arrière véhicule

$$A = 68\,379 \text{ N/m}$$

$$B = 282\,290 \text{ N/m}$$

$$\text{Angle supposé} : 0^\circ$$

L'énergie de déformation calculée vaut 158 416 joules.

3-3 Calcul de vitesse de choc du véhicule N° 53

Le bilan de l'énergie de choc s'établit donc comme suit :

$$EC_{53} = 158\,416 + 167\,978 = 326\,394 \text{ joules}$$

L'énergie cinétique calculée et la vitesse sont reliées par la formule :

$$EC = 1/2 M * V^2$$

Où M est la masse du véhicule.

La masse à vide est de 1041 kg.

Nous supposons, une masse effective de 1 120 kg sous réserve de bagages.

La vitesse se déduit donc de la manière suivante :

$$V^2 = 2 * Ec/m$$

$$V^2 = 2 * 326\,394 / 1120 = 582.85$$

$$V = 24.14 \text{ m/s} = 86.9 \text{ km/h}$$

De ce calcul, nous pouvons donc déduire que la vitesse minimum de choc du véhicule N° 53 sur le véhicule N° 48 se situe entre 85 et 90 km/h. En effet, comme nous le précisons en préambule, ce résultat est minoré par rapport à la réalité eu égard à l'absence de calcul possible de l'énergie absorbée, lors de cet impact, par le couple de véhicules N° 48 et N° 20 bis (préalablement encastrés)

- B.** Pour un véhicule ne présentant qu'un choc avant, l'énergie cédée lors du choc s'appréhende aisément. Alors, la vitesse relative, rapportée à une vitesse du véhicule percuté, peut être déduite.

Citons les véhicules N° 6 et N° 27. Le N° 6 étant l'illustration parfaite de cette méthode. Alors que le N° 27 attire à contrario l'attention sur les problèmes délicats d'évaluation de déformations tout en haut de la structure, déformations pour lesquelles les bases de données ne sont pas établies.

1 - Vitesse approximative de choc du véhicule N° 6

Les détériorations relevées sur le véhicule léger N° 6 montrent une intensité de choc extrêmement violent ayant broyé tout l'avant.

1-1 déformations mesurées sur véhicule n°6 et données de calcul

La largeur du véhicule est de 1.75 mètres.

La compression de la face avant est de dimension métrique

Nous considérons donc un profil plat d'environ 1 mètre de profondeur.

Classification du véhicule : 2 dans la codification NHTSA, véhicule de tourisme

Zone touchée : face avant

Angle : le choc est très exactement selon l'axe du véhicule. L'angle est donc nul.

La formule retenue est celle applicable pour deux points de mesure.

$$W = 1.75 \text{ m}$$

$$C1 = 1 \text{ m}$$

$$C2 = 1 \text{ m}$$

$$\text{Angle} = 0^\circ$$

$$A = 45\,294 \text{ N/m}$$

$$B = 296\,060 \text{ N/m}^2$$

L'énergie de déformation calculée vaut 344 299 joules.

1-2 calcul de vitesse relative de choc du véhicule n°6.

Si l'on est certain que le véhicule N° 6 a percuté un véhicule en marche avant, et n'a pas été à nouveau percuté dans la même zone d'impact après avoir effectué une tête à queue, alors on peut déduire les éléments suivants :

De l'énergie ci-dessus, on tire une vitesse relative de choc, selon la formule :

$$\frac{1}{2} M (V1^2 - V2^2) = 344\,299 + E \text{ déformation corps tiers}$$

Exemple, si le corps tiers était indéformable et immobile, cela signifierait une vitesse de 74 km/h pour 1600 kg et 72 km/h pour 1700 kg pour ce véhicule.

Exemple, si le véhicule tiers a absorbé la même énergie de choc et que les deux véhicules ont poursuivi à 50 km/h, cela signifie que la vitesse de ce véhicule n°6 était de 110 km/h.

2- les problèmes d'évaluation de vitesse : exemple du n°27

Pour ce véhicule n°27, les déformations concernent prioritairement tout le haut de la structure.

Pour ces déformations, les bases de données ne sont pas établies.

On peut toujours faire des approximations, selon lesquelles la déformation est minorée par une autre déformation de même amplitude, en écrasement, provoquant sur le latéral les effets constatés.

Ce serait un minorant, car la résistance à une pénétration si profonde est supérieure à celle d'un écrasement latéral équivalent.

Vu l'objectif poursuivi ici, un tel calcul n'apporterait rien de significatif.

Cet exemple illustre combien peu de véhicules, outre les véhicules calcinés, se prêtent à des calculs précis de vitesse de choc.

SYNTHESE DES CAUSES PRESUMÉES

A la lecture des différentes auditions effectuées lors de l'enquête de flagrance, l'existence d'une modification brutale et sans transition de la visibilité, réduite à l'extrême, comme étant une des causes principales du carambolage ne fait aucun doute (des témoins parlent de « mur de brouillard »).

Néanmoins, les notions de vitesses inadaptées aux conditions de visibilité rencontrées associées au non-respect des distances de sécurité entre véhicules, tout particulièrement les poids lourds où les vitesses sont rapportées incontestablement par les chronotachygraphes, demeurent une constante relevée intrinsèquement dans les différentes zones et événements sus-nommés. Ces facteurs sont les éléments aggravants à l'origine des conséquences corporelles les plus lourdes.

Les différentes auditions montrent également qu'il y a eu deux types de comportement, générateur de collision par voie de conséquence, aux abords de la "bande de brouillard". En effet, certains conducteurs indiquent avoir ralenti plus ou moins fortement dans la nappe par manque de visibilité pour revenir à des vitesses de 50 à 30 km/h alors que d'autres expliquent avoir "levé le pied" avant de pénétrer, suivi d'une conduite assez rapide dans la zone. Ce fait peut s'expliquer par la volonté des conducteurs de ne pas perdre de vue les feux arrière du ou des véhicules les précédant, facilitant ainsi l'appréhension des trajectoires mais impliquant irrémédiablement une réduction des distances séparant les véhicules.

Dans ce type de sinistre, le départ d'un incendie reste, quant à lui, une conséquence d'un choc très important ou d'une succession de collisions violentes impliquant le plus souvent des véhicules fonctionnant au supercarburant dont les organes d'alimentation (réservoir à carburant, durites ...) se retrouvent endommagés, répandant alors leur contenu sur la chaussée et/ou sur des éléments favorisant l'inflammation (échappement, circuits électriques endommagés...).

Fait et Clos à PARIS, 10 mars 2003

CHAVAZAS J.M.

NOZIERE J.M.

GOURICHON F.

Annexe 9 : Flash sur PAU d'autoroutes note sur différentes expériences de mise en œuvre

SAPRR* – A6

Une expérience faite il y a une dizaine d'années sur quelques PAU de A6 a été abandonnée.

SAPN* – A 13

L'expérimentation a été demandée à la SAPN suite à un carambolage dans le brouillard (ayant certainement donné lieu à un rapport d'enquête). En suivant la procédure habituelle, l'expérimentation a été autorisée par la DR le 7 octobre 1998.

Le site est l'autoroute A13 entre Rouen et Caen (110 km) sur laquelle les PAU venaient d'être rénovés. Les flashes ne sont utilisés que dans la situation de conjonction brouillard + accident, qui se rencontre environ 5 fois par an sur la section considérée (sept activations entre janvier 2001 et décembre 2002).

Il n'y a pas eu d'évaluation et le CETE* de Rouen ne le juge pas vraiment possible avec une fréquence d'utilisation aussi faible. L'évaluation devait se faire par interview des clients.

A la SAPN on juge surtout que le système a un coût de maintenance élevé, celle-ci étant assurée par ALCATEL (cas différent de la SANEF où la maintenance est faite en interne). Ce système paraît adapté pour des événements exceptionnels, et supposerait une uniformisation des procédures sur l'ensemble du réseau autoroutier.

SANEF – A1, A2, A4, A16, A26.

La mise en œuvre est consécutive aux carambolages par temps de brouillard du 27 février 1991, ayant donné lieu à l'établissement du rapport d'enquête VACQUIER.

Le système a pu être étendu en une dizaine d'années à l'ensemble du réseau SANEF (1.316.km au 01/01/2002), en liaison avec la rénovation des matériels les plus anciens.

Sur A1, il n'y a plus de réseau filaire. Les PAU sont alimentés à l'énergie solaire et utilisent des liaisons radio.

Sur A26 (et sans doute d'autres autoroutes de la société) le PAU est classique (commande filaire).

* termes figurant dans le glossaire

Sur A1, au sud de Senlis, les PAU avec flash sont complétés, au droit de chaque PAU, par des panneaux lumineux centraux sur TPC* (PLC*) permettant d'afficher « bouchon » ou « accident » grâce à leurs 8 caractères. Ces PLC bénéficient d'une alimentation électrique (éclairage) sans doute non obligatoire, et de la protection physique de la double GBA* centrale.

Les flashes et les PLC sont activés dans toutes situations atmosphériques en cas d'obstacle sur chaussée, (en particulier consécutif à un accident) dont la position est parfaitement connue. Les informations reçues d'un mobile (appel sur le 112) ne sont pas considérées comme suffisamment fiables. L'activation se limite aux PAU les plus proches de l'événement.

Les bancs de brouillard épais peuvent donner lieu à une activation des flashes sous condition de présence d'un fourgon SANEF en protection. Les flashes sur PAU (et les PLC) sont mis en œuvre par le PC SANEF sur la section de A1 située au sud de Senlis, où interviennent des CRS*, et par la gendarmerie sur le reste du réseau. On arrive ainsi à 2 000 activations par an sur le réseau constitué par A1, A2 et la partie de A26 située au nord de A4.

Validation du système flash + PLC.

La poursuite de l'utilisation fréquente par les gendarmes est actuellement considérée comme la meilleure preuve de l'intérêt des flashes seuls.

Des tests de compréhension des flashes sur PAU ont été faits en 1997, en France, pour le compte de l'ASECAP* (Association européenne des sociétés d'autoroutes et d'ouvrages à péage). Les tests étaient faits auprès de 60 automobilistes (20 français, 20 espagnols, 20 italiens) à qui l'on projetait un film de six minutes. Les résultats ont été très disparates.

Plus récemment, dans le cadre de travaux de recherche-développement de l'ASFA*, une évaluation quantitative du dispositif flash sur PAU + panneaux lumineux centraux de la section d'A1 située au sud de Senlis a été effectuée.

Le principe est de comparer les vitesses et les intervalles inter véhiculaires avant et après activation des flashes et panneaux, sur des périodes d'une demi-heure environ. Quatre analyses liées à des accidents ont été effectuées et les auteurs (ISIS) concluent à la significativité de réductions de vitesses (quelques pourcentages avec un cas d'augmentation) et surtout de l'accroissement des temps inter véhiculaires les plus faibles (augmentation de + 10 % à + 30% pour des TIV* de l'ordre de 1,5 s à 1,8 s sur la voie rapide avant activation des flashes + PLC).

Une simulation faite préalablement, en 2000, sur le simulateur de l'INRETS* à Arcueil, auprès de 21 conducteurs, avait montré que pour deux alertes successives : flash + bouchon d'une part, flash + accident d'autre part :

* termes figurant dans le glossaire

- 25 % des sujets avaient ralenti aux deux situations ;
- 50 % des sujets avaient ralenti au moins une fois ;
- 50 % des sujets n'avaient ralenti dans aucune situation.

Conclusion.

Encore assez mal connus des usagers, les flashes sur PAU n'induisent pas de comportements dangereux. Jusqu'à maintenant (en tout cas avant que ne soient discutés les résultats des mesures ISIS de 2001 et 2002) l'ASFA a plutôt considéré que l'utilité des flashes sur PAU n'étaient pas suffisamment établie.

Il faudrait mettre au point des procédures assez uniformes au niveau national avant d'envisager une généralisation.

La mise en œuvre des flashes sur PAU nécessite des matériels en bon état.

Une généralisation en dix ans est sans doute possible si l'on se réfère à l'expérience SANEF.

Le cas des autoroutes non concédées doit aussi être pris en compte avec sans doute quelques problèmes de financement.

* terme figurant dans le glossaire

Annexe 10 : Dispositif de vigilance mis en place par ASF dans la zone de l'accident

MESURES DE VIGILANCE ASF PROTOCOLE COMPLEMENTAIRE D'INTERVENTION ASF/GENDARMERIE

I) La veille :

Conformément au SDER et au fonctionnement d'ASF :

- Deux patrouilles ont lieu par jour.
- Les événements sont saisis dans la main courante informatique (MCI*).
- L'information est donnée aux clients par l'intermédiaire de la radio 107.7 et des PMV

Spécifiquement suite aux deux accidents qui ont eu lieu :

- Patrouilles **concentrées** dans le créneau horaire 8h30 – 10h30
Pendant les jours ouvrés, trois patrouilles aller-retour sont effectuées quotidiennement depuis le point d'appui de Rouillé dont deux passages dans le créneau horaire pour la zone concernée définie conjointement du PK 317 au PK 325. Nos patrouilles sont renforcées par celles de la **Gendarmerie** dans le cadre normal de son service.
- Un **relevé systématique des observations** des patrouilleurs est effectué.
- Installation d'un **PMV mobile sur remorque** dans le sens sud-nord.
Un PMV mobile, actionné par GSM*, est installé sens 2 au PK 327.100 à l'amont de la zone sous surveillance particulière.
Cette zone sera donc ouverte par un PMV proche dans chaque sens (à Poitiers sud sens 1 : PK 307.400, et à Coulombiers sens 2 : PK 327.100).
- Validation des levées de l'affichage « **brouillard** » sur les PMV.
Les messages « brouillard » ne seront supprimés qu'après validation, par le patrouilleur, de la section couverte par chacun des PMV.

II) La pré-alerte :

Mode fonctionnement normal ASF/Gendarmerie :

- En permanence les équipes d'ASF et de la Gendarmerie sont prêtes à intervenir en cas d'événement. Un système d'astreinte est donc en place.

Complément pré-alerte :

* termes figurant dans le glossaire

- Après analyse des causes de l'accident du 05/11/2002, le phénomène climatique combiné aux fumées industrielles induit une procédure d'astreinte supplémentaire : **la pré-alerte.**

1) Conditions prises en compte par l'enquête :

- Situation climatique :
 - décrite par Météo France : en hiver et le matin (*ce qui représente environ 1 jour/mois*)
 - combiné avec une activité industrielle : rejet de fumée du lundi au vendredi (*jours ouvrés*).

2) Procédure de pré-alerte :

- 1) message de Météo France transmis 48 heures en amont à la Gendarmerie et ASF.
- 2) vérification des conditions :
 - période de brouillard
 - activité industrielle/ou pas

3) Confirmation commune ASF/Gendarmerie de la situation à risque.

4) Déclenchement de la procédure suivante :

- a) Mise en place de patrouilles communes ASF/Gendarmerie affectée :
 - surveillance de zone du PK 317 au PK 325.
 - en poste dans le sens 1, à l'accès de service du PK 318.
 - en poste dans le sens 2, à l'accès de service du PK 326.
- b) Les PMV annonceront le brouillard ainsi que Radio Trafic 107.7

5) Levée de la pré-alerte : à partir de 10h30

III) L'intervention

- Conformément à l'article 12 de l'arrêté portant réglementation de police de circulation sur l'autoroute A10, dans la traversée du département de la Vienne, la Gendarmerie, en concertation avec ASF, interviendra pour faire ralentir voire, arrêter la circulation.
- Et conformément aux procédures en vigueur sur le réseau autoroutier ASF, les patrouilleurs se mettront en protection de bouchon. Tous les événements et informations seront transmis par le PC aux usagers par la radio 107.7 et par les PMV.

Annexe 11 : Photographies
(Source : Gendarmerie Nationale)

Situation à 11h54



