



L'utilisation de la sismologie pour localiser l'explosion AZF

*Analyse critique du rapport d'expertise du 17 novembre 2005,
établi par MM. Lacoume, Glangeaud, Dietrich*

par Bernard Beauzamy
Professeur Titulaire des Universités
PDG, Société de Calcul Mathématique SA

Septembre 2008

Résumé

La sismologie est très loin d'être une science exacte ; la campagne de mesures de 2004 est très insuffisante pour une connaissance du sous-sol de la zone considérée ; le sismographe OMP, pris en référence, est un appareil "mis au rebut" et au fonctionnement douteux.

Pour que le rapport que nous analysons ait une valeur, il faudrait que ces trois étapes logiques soient toutes assurées de manière satisfaisante, or aucune ne l'est.

L'utilisation de ce rapport dans le cadre d'une enquête judiciaire est inacceptable, tout comme l'était l'expertise d'Alphonse Bertillon, en graphologie, dans le cadre de l'Affaire Dreyfus ; le mathématicien Henri Poincaré avait démontré les insuffisances de cette expertise, et nous suivrons le même raisonnement.

Chapitre 1

Une science balbutiante et ses dangers

I. La sismologie, discipline balbutiante

En 2007, l'auteur du présent rapport a été chargé par le CEA, Direction de l'Energie Nucléaire (contrat no 4000288990/P5B61, 26 mai 2007), d'une analyse critique : quelle est la validité des modèles mathématiques utilisés en sismologie ?

Le responsable scientifique du contrat au CEA, M. Pierre Sollogoub, Directeur de Recherche au CEA, a montré le tableau suivant, lors d'un colloque organisé par la SCM, le 15 janvier 2007 :

Seuil en cm/s ²	Sites RAP		Sites EDF	
	Observation (événements M ₂ >4 cohérent avec loi d'atténuation)	Prédiction Fractiles 50%	Observation	Prédiction Fractiles 50%
1	37	253	s.o.	s.o.
5	13	105	s.o.	s.o.
10	8	54	1	67
20	6	23	0	22

Tableau 1bis : Nombre de déclenchements observés et nombre de déclenchements prédits par le modèle 1

Seuil en cm/s ²	Sites RAP			Sites EDF				
	Observation	Prédiction			Observation	Prédiction		
		15%	50%	85%		15%	50%	85%
1	100	59	92	152	s.o.	s.o.	s.o.	
5	23	26	43	62	s.o.	s.o.	s.o.	
10	12	13	22	33	1	8	16	27
20	8	5	9	13	0	3	6	10

Tableau 1 : Nombre de déclenchements observés et nombre de déclenchements prédits par le modèle 2

CEA/DEN/DANS/DM2S SCM 15 janvier 2007

Le journal "Le Figaro" a rendu compte de ce colloque et de ces interrogations :

Actualité | Sciences & Médecine, Évaluer les risques de catastrophes naturelles, LE FIGARO, CAROLINE DE MALET, Publié le 12 mars 2007.

Il ressort à l'évidence de ce tableau que, entre les prédictions des modèles et les observations, il y a une marge d'erreur considérable, allant jusqu'à un facteur 10. Par exemple (première ligne du tableau), pour les séismes ayant une accélération d'au plus 1 cm/s^2 , les modèles prévoient environ 250 séismes, tandis que les observations du réseau RAP (réseau accélérométrique permanent) n'en ont observé que 37.

Nos connaissances sur ces questions sont insuffisantes et la sismologie est une science balbutiante.

Les pétroliers le savent bien : ils utilisent la sismologie de manière quotidienne, pour déterminer les lieux où un forage peut permettre de trouver du pétrole. Ils ont les connaissances les plus récentes, le meilleur matériel et peuvent prendre tout le temps nécessaire. Malgré cela, le taux de réussite ne dépasse pas les 50 %.

Les conclusions de notre étude, qui ont été remises au CEA en 2007-2008 (le dernier rapport date de février 2008) sont très claires et très critiques : nous avons montré que les erreurs commises provenaient de l'emploi systématique de formules déterministes factices. Les experts admettent des formules précises pour les lois de propagation des ondes sismiques, mais ces valeurs précises n'existent pas dans la réalité : ce ne sont que dires d'expert. Il y a en fait de multiples variations et de multiples incertitudes, dont les experts ne prennent pas compte. C'est exactement le cas du rapport [1] de MM. Lacoume, Glangeaud, Dietrich que l'on nous a demandé d'expertiser.

Dans le cas de l'explosion AZF (2001), la situation est loin d'être aussi favorable que pour les enregistrements du CEA ou des compagnies pétrolières. On dispose en tout et pour tout d'un enregistrement fait à l'observatoire Midi-Pyrénées, qui présente certaines déficiences et de deux enregistrements lointains faits par le réseau CEA.

Le sismographe de l'observatoire Midi-Pyrénées se trouvait à environ 4,2 km de l'explosion ; les enregistreurs du CEA à 69 km et 107 km respectivement.

Une campagne de mesure a été réalisée en 2004, à partir d'explosions de faible puissance à proximité du site AZF ; le rapport que nous analysons prétend, à partir de ces comparaisons, reconstruire correctement les caractéristiques de l'explosion de 2001, sa chronologie et son déroulement : où l'explosion est née, et comment elle s'est propagée.

Or, comme nous allons le voir, ceci est complètement impossible, compte-tenu des diverses incertitudes : incertitudes sur les mesures provenant des capteurs, incertitudes sur les lois de propagation.

Nous ne mettons nullement en cause la compétence ou la bonne foi de MM. Lacoume, Glangeaud, Dietrich, mais le niveau de développement de leur discipline, dont ils ne sont pas conscients, à l'image de beaucoup d'experts. Seul le mathématicien a qualité pour mesurer les incertitudes et dire si, finalement, les résultats sont significatifs ou non ; pour dire si la discipline en cause est une science, comme l'astronomie, ou un art, comme la médecine. Nous allons voir un exemple.

II. Les dangers d'une science balbutiante

En 1904, la Chambre Criminelle de la Cour de Cassation a demandé au mathématicien Henri Poincaré un rapport concernant le "système Bertillon". Savant tout à fait respectable, Alphonse Bertillon (1853-1914) a été l'inventeur de la criminologie moderne. Expert auprès de l'Etat-Major, il avait mis au point un système de graphologie scientifique, basé sur des indicateurs de ressemblance. A la demande du tribunal, il a appliqué ce système au "bordereau" dans l'affaire Dreyfus, et conclu que Dreyfus était bien l'auteur du bordereau : preuve principale retenue pour la condamnation de Dreyfus en 1894.

La conclusion de Poincaré fut claire et sans appel : "En résumé, tous ces systèmes sont absolument dépourvus de toute valeur scientifique". La graphologie est aujourd'hui à peu près partout abandonnée, n'ayant valeur ni prédictive ni explicative, et la criminologie moderne a recours à d'autres méthodes plus robustes (empreintes digitales, ADN).

Il est important, pour l'analyse comparative du rapport d'expertise qui nous intéresse ici, de rappeler en quoi consistait la méthode Bertillon. Le texte qui suit est extrait d'une présentation faite par Laurent Rollet (Archives Centre d'Études et de Recherche Henri Poincaré, Université Nancy 2) en 1997 [2] :

On se rappelle que le bordereau était constitué de six morceaux déchirés retrouvés dans une corbeille à papier. Les six morceaux avaient bien évidemment été reconstitués par les personnes chargées de l'enquête, mais il n'était pas question qu'un expert travaille sur une pièce à conviction aussi fragile. Au prix d'un grand nombre d'efforts, Bertillon parvint à faire une reproduction photographique du bordereau conforme au modèle pour ce qui est des dimensions, reproduction sur laquelle il superposa un quadrillage de quatre millimètres sur quatre millimètres, afin de pouvoir mesurer l'alignement des différents mots. Cette reproduction respectait, selon lui, les règles les plus pures de la méthode géométrique.

L'examen de certains mots repérés plusieurs fois dans le texte du bordereau le conduisit alors à une constatation frappante : ces mots redoublés semblent s'aligner d'une manière équivalente par rapport à certains axes du quadrillage de quatre millimètres ; il en est ainsi des mots *copie*, *manoeuvres* ou *modifications*. Ayant fait cette constatation, Bertillon pose la question de la probabilité de telles 'coïncidences' : « De quel nombre de pièces manuscrites écrites naturellement au courant de la plume faudrait-il disposer pour avoir quelque chance de rencontrer une missive semblablement disposée ? » Selon lui, il en faudrait dix-mille, chiffre suffisamment élevé pour conclure que ces alignements ne sont pas dus au hasard et que le bordereau est un document forgé de toutes pièces.

« Toujours le premier mot se met sur le second avec un recul de 1mm,25 ou de deux fois 1mm,25. Voilà un phénomène qui n'est pas naturel et qui, à lui seul, dénote la confection artificielle du bordereau »

La conviction de Bertillon est donc claire : le bordereau a été confectionné par Dreyfus à l'aide d'un artifice géométrique ingénieux. Cette pièce a été composée au moyen de mots calqués répartis sur un quadrillage de quatre millimètres, puis recalqués avec un décalage de 1mm,25. Les preuves sont nombreuses et évidentes : d'une part, la superposition de certains mots du bordereau sur des documents rédigés par Dreyfus lors d'un stage au Ministère de la guerre ; d'autre part, une superposition analogue de certains mots du bordereau sur la lettre du buvard ; enfin, la présence, dans l'écriture des membres de la famille, de caractéristiques graphiques similaires à celles qui apparaissent sur le bordereau.

Pour Bertillon, il n'y a donc pas seulement des similitudes graphiques entre les différentes pièces de comparaison et le bordereau mais également des relations *mathématiques*. Il place ainsi le débat au sein de l'arène scientifique. Sa certitude sur la culpabilité de Dreyfus est donc complète puisqu'elle se fonde sur des raisonnements scientifiques impersonnels. Il conclut ainsi sa déposition :

« Dans l'ensemble des observations et des concordances qui forment ma démonstration, il n'y a de place pour aucun doute ; et c'est fort d'une certitude non seulement théorique mais matérielle, qu'avec le sentiment de la responsabilité qu'entraîne une conviction aussi absolue, en mon âme et conscience j'affirme, aujourd'hui comme en 1894, sous la foi du serment, que le bordereau est l'oeuvre de l'accusé. J'ai fini ».

[2] Rollet, L. (1997). Henri Poincaré et l'action politique - Autour de l'Affaire Dreyfus. Strasbourg: Séminaire de l'Institut de Recherche sur les Enjeux et les Fondements des Sciences et des Techniques.

Voici enfin un extrait de l'Arrêt de la Cour de Cassation du 12 juillet 1906 :

Attendu que les trois experts ont dressé, à l'unanimité, un rapport dans lequel ils établissent que la reconstitution du Bordereau effectuée par Bertillon est fautive ; que « ces planches sont le résultat d'un traitement compliqué, infligé au document primitif, et d'où celui-ci est sorti altéré, après avoir subi une série d'agrandissements et de réductions photographiques, et même de calcages, recalages, découpages, collages, gouachages, badigeonnages et retouches. »

La méthode Bertillon repose sur la recherche de coïncidences après réglages et nous allons voir qu'il en est exactement de même du document que nous analysons ici. Il nous suffira donc de relever ces réglages, leurs insuffisances et leurs contradictions, exactement comme l'avait fait Henri Poincaré.

La méthode scientifique n'interdit pas de faire des réglages ou des hypothèses ; de supposer que tel écart de temps a telle valeur, que telle vitesse est comprise entre telles bornes. Mais elle exige que ce soit dit clairement et que l'on démontre ensuite que ces hypothèses étaient satisfaites, ou bien qu'elles étaient inutiles. Comme nous allons le voir, ces précautions élémentaires ne sont pas satisfaites ici.

Chapitre II

L'expertise sismique et l'accident AZF

I. Le sismographe, instrument très rudimentaire

Un sismographe, il convient de le rappeler, est un instrument très rudimentaire : une masse très lourde, qui ne bouge pas, et un stylet relié à la masse, qui écrit sur le sol tandis que celui-ci bouge. Lors d'un séisme, on obtient des oscillations, enregistrées sur une bande de papier, solidaire du sol. Un sismographe a en général trois axes, permettant l'enregistrement des oscillations selon trois directions perpendiculaires. La conjonction des trois permet donc de reconstituer le mouvement du sol à un instant donné : on a le mouvement haut-bas, le mouvement Est-Ouest et le mouvement Nord-Sud, pour fixer les idées.

A partir de ces relevés, on cherche à reconstituer une information sur le phénomène qui a créé le séisme : typiquement, dans le cas qui nous occupe, sa date de naissance et son lieu de naissance. Pour les pétroliers, à l'inverse, on connaît les paramètres de naissance et on cherche à reconstituer les propriétés du sol le long du trajet.

Il est bien évident que la vitesse de propagation de l'onde sismique intervient : connaissant l'instant d'arrivée, on ne peut retrouver l'instant de départ que si l'on connaît à la fois la distance et la vitesse de propagation.

La situation la plus favorable est celle où l'on dispose de plusieurs capteurs ; on peut alors calculer une triangulation (comme le fait le GPS), mais, même ainsi, on a besoin de connaître la vitesse de propagation du signal.

II. Le sismographe de l'OMP

La totalité de l'argumentation repose sur un unique sismographe, celui de l'OMP : ceux du CEA ne sont en effet pas pris en compte. Or, loin d'être un matériel moderne et de bonne qualité, celui-ci est un appareil vétuste, partiellement hors d'usage. Voici ce que dit la Note de Compte-Rendu à l'Académie des Sciences, établie en 2002 à la suite de l'explosion :

A. Souriau et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 155–161. 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS.

*L'enregistrement le plus intéressant a été obtenu de façon fortuite grâce à un sismomètre posé dans un bureau au rez-de-chaussée de l'observatoire Midi-Pyrénées (OMP, lat. = 43,5616°N, long. = 1,4786°E, système WGS84), mais **non destiné aux mesures sismologiques**, la sismicité locale ne justifiant pas la maintenance d'un tel appareil à Toulouse. **Ce sismomètre au rebut, dont une des composantes était hors service**, servait à tester des appareils enregistreurs. Il n'était pas installé avec le soin requis pour des mesures sismologiques : en particulier, **il n'était pas enterré, pas orienté, et pas relié à une base de temps de référence**. Il a cependant permis d'obtenir un enregistrement de bonne qualité à seulement 4,2 km de l'explosion, et c'est lui qui apporte les informations les plus importantes.*

Il est complètement inadmissible que l'on veuille fonder une expertise judiciaire sur un tel appareil.

Pourtant, le rapport Lacoume, Glangeaud, Dietrich (LGD) [1] est entièrement consacré au travail suivant : reconstituer le signal "prétendument" issu de AZF pour le comparer au signal enregistré par le sismographe OMP. Mais quelle peut être la valeur scientifique d'une telle reconstitution, dès lors que le sismographe OMP est un appareil au rebut ? Notons au passage que le rapport LGD se garde bien d'apporter cette précision...

III. Notre conclusion quant aux incertitudes

Avant d'aborder l'analyse critique du rapport Lacoume, Glangeaud, Dietrich, donnons notre propre conclusion quant à la précision que l'on peut espérer en la circonstance.

Cette conclusion est très simple :

Compte-tenu de la mauvaise qualité du capteur, compte-tenu de notre ignorance des conditions de propagation des ondes dans le sous-sol (même après la campagne de 2004), il est totalement illusoire de penser obtenir une précision en datation meilleure que 0.5 seconde et une précision en position meilleure que 100 m, pour l'instant et l'endroit de l'explosion.

Compte-tenu de la multiplicité des ondes sismiques et de la pauvreté du signal enregistré, il est totalement illusoire de vouloir reconstituer le déroulement de l'explosion (naissance d'un côté du cratère ou au centre, propagation dans un sens ou dans un autre, etc.).

Comme le rapport Lacoume, Glangeaud, Dietrich prétend faire beaucoup mieux que cela, c'est qu'il s'appuie sur des données présentées comme plus précises qu'elles ne le sont en réalité et qu'il fait des hypothèses factices sur des lois qui sont inconnues. C'est ce que nous allons maintenant voir en détail.

Chapitre III

Le rapport Lacoume, Glangeaud, Dietrich

I. Articulation logique

L'articulation logique de ce rapport est faite de la manière suivante :

- Une campagne d'essais, menée en 2004, a permis de connaître le sous-sol de la zone concernée : nous connaissons la nature du sous-sol, les couches sur lesquelles les ondes se réfléchissent, leur vitesse de propagation, etc.
- Connaissant tous ces paramètres de propagation, nous pouvons reconstituer exactement le signal qui a donné naissance à l'événement enregistré par le sismographe OMP.

Or, nous allons le voir, ces deux affirmations sont totalement erronées :

- La campagne d'essais de 2004 ne nous donne qu'une connaissance très fragmentaire du sous-sol, très insuffisante pour mesurer correctement tous les paramètres nécessaires ;
- La reconstitution qui en est faite est de toute façon impossible, dans l'état actuel de nos connaissances.

Ce qui est frappant dans ce rapport, c'est la distance qui existe entre le contenu des chapitres et le résumé qui en est fait. Le contenu mentionne très souvent les hypothèses qui sont faites (ce que, en mathématiques, on appelle un "modèle") ; ces hypothèses conditionnent évidemment le résultat et ce sont elles que nous contesterons. Mais elles disparaissent complètement des résumés, qui apparaissent comme des certitudes.

Il semble que les auteurs n'aient pas voulu que leurs doutes scientifiques, pourtant légitimes, pourtant insuffisants, affectent leurs conclusions. Mais c'est tout l'inverse qui aurait dû se produire, s'agissant d'un rapport qui doit être utilisé pour une procédure judiciaire : les doutes devraient être soulignés ! Nous consacrons un chapitre entier (Chapitre IV) à l'examen de ces présuppositions, doutes, incertitudes, et nous les prenons dans l'ordre où les donne le rapport LGD.

II. Nos conclusions et celles du rapport LGD

Nous reprenons maintenant les conclusions du rapport LGD (paragraphe 5, page 10), dans l'ordre où elles sont présentées :

A. Détermination précise de l'instant origine de l'explosion AZF

La précision annoncée par les auteurs du rapport (trois centièmes de seconde) est totalement factice. La Note de Compte Rendu à l'Académie des Sciences [Souriau et al., 2002], beaucoup plus honnête, mentionne une imprécision de près d'une seconde. Le CEA mentionne une imprécision d'une demi-seconde.

B. Existence d'une seule explosion

Les enregistrements du sismographe OMP comportent de nombreux pics ; il est complètement impossible de dire s'ils proviennent d'une seule explosion ou s'il y en a eu plusieurs.

Un tel "pouvoir séparateur" est totalement hors de portée, à la fois du fait de la mauvaise qualité du capteur et du fait de l'insuffisance de nos connaissances quant au sous-sol.

C. Détermination précise du lieu

La sismologie, au bout de 300 pages de calcul, parvient à une précision de 200 m sur le lieu de l'explosion et sa distance au capteur, alors que n'importe quel géomètre parviendra à une précision du centimètre sans aucun effort. Mais précisément, dans son incapacité à reconstituer ce qui est connu, la sismologie échoue également à reconstituer ce qui est inconnu, à savoir le déroulement de l'explosion, même si elle prétend le contraire.

D. Sens de propagation de l'explosion

Les auteurs commettent une erreur méthodologique grave. Ils n'examinent que deux directions possibles (Est-ouest, ou l'inverse) et choisissent celle qui cadre le mieux avec leur reconstitution. Mais il existe une infinité de variantes possibles : l'explosion peut avoir pris naissance au centre, au nord, etc. Nous examinons ceci en détail au chapitre IV.

III. Erreurs méthodologiques du rapport LGD

Notre conclusion concernant ce rapport est très simple :

Ce rapport ne respecte pas les règles méthodologiques requises pour une publication, encore moins pour une expertise judiciaire. Il comporte un grand nombre d'erreurs méthodologiques.

En voici les principales.

A. Simplifications abusives

Il y a une faute de logique grossière dans le dernier paragraphe de la page 6, Annexe 2. Les auteurs constatent que les explosions de 35 kg de la campagne de 2004 génèrent de nombreux pics, dus à des multitrajets (phénomène bien connu) et en "déduisent" que puisque chaque explosion de 2004 était unique, celle de 2001 est aussi unique ! Ceci est absurde. S'il y avait eu 17 explosions en 2001, ou le nombre que l'on voudra, chacune générerait ses propres multitrajets et ses propres pics, et l'enregistrement global est un mélange de tout ceci.

De manière générale, l'ensemble de l'approche suivie par le rapport est placé sous le signe de la simplification abusive. On limite le nombre d'ondes, on limite le nombre de couches, on fait des hypothèses sur les vitesses possibles, et à partir de là on trouve un résultat que l'on considère comme fiable ; on oublie de mentionner ces réserves dans les conclusions. Nous renvoyons au Chapitre IV du présent travail, où ces questions sont analysées de manière détaillée.

Comme nous le verrons lorsque nous analyserons l'Annexe 3, les auteurs font, lorsque cela les arrange, une hypothèse "d'invariance par translation" du sous-sol, ce qui revient à dire qu'il est le même partout, ce qui est en contradiction avec les faits.

B. Prétraitements injustifiés

Les signaux sont systématiquement soumis à des prétraitements, pour améliorer le rapport signal à bruit, qui est mauvais. Ces prétraitements sont présentés comme "usuels". Mais rien ne dit qu'ils ne modifient pas les conclusions. Une honnêteté élémentaire, dont le rapport est dépourvue, aurait consisté à faire le travail sans prétraitement et à conclure "nous ne voyons rien".

C. Réglages abusifs

Les auteurs passent leur temps à régler des paramètres, totalement arbitraires, pour faire en sorte qu'un signal coïncide avec un autre. Le meilleur exemple est le décalage temporel, qui change à toutes les pages de l'Annexe 3. Comme on ne connaît pas réellement les vitesses de propagation des différentes ondes (elles dépendent de la nature du sous-sol), on prend ce qui nous arrange le mieux, ce qui permet la meilleure coïncidence des signaux que l'on veut faire coïncider. Après quoi, on livre une conclusion au centième de seconde !

D. Conclusions arbitraires et injustifiées

La distance AZF-OMP est reconstituée avec une précision de 200 m en page 32 de l'annexe A4. Le tableau du rapport principal, page 14, donne des valeurs de 263 m, 240 m, 150 m, selon la méthode de mesure. Pourtant, le rapport conclut (page 18) : propagation d'une détonation sur une distance de l'ordre de 60 m, correspondant à la longueur du cratère, dans le sens est-ouest à une vitesse voisine de 3 500 m/s. Ceci est absurde : si la précision de mesure est de 200 m, on ne peut pas savoir si quelque chose a commencé à l'ouest ou à l'est d'un cratère de 60 m.

Dans "A2-4.4 Conclusions", on lit :

"la reconstruction du signal à partir des données des tirs de calibration en faisant l'hypothèse d'une source en cratère détonant d'est en ouest et positionnée à l'endroit du cratère génère des signaux très proches de ceux mesurés le 21/09/2001"

Il s'agit d'une erreur méthodologique grave. En réalité, les auteurs ont considéré deux éventualités seulement : les signaux se propagent d'Est en Ouest, ou bien d'Ouest en Est, et ils concluent que, entre les deux, la première donne les signaux les plus ressemblants aux enregistrements.

En réalité, il n'y a pas DEUX configurations possibles, mais une infinité. L'explosion peut avoir pris naissance au centre, et s'être propagée aux bords, ou bien avoir pris naissance au nord, ou au sud, ou bien simultanément en deux endroits à la fois.

Se contenter de trancher entre deux hypothèses, et présenter la conclusion comme une vérité universelle constitue une erreur méthodologique majeure.

E. Traitement des situations non conformes

Il arrive à de multiples reprises que le traitement des données ne donne pas ce que la théorie attend (voir Chapitre IV du présent travail). En ce cas, le rapport LGD procède toujours de la même manière :

1. On est bien obligé de constater que la méthode ne donne pas satisfaction ;
2. On met la différence sur le compte d'explications hypothétiques, sans aucune justification ;
3. On conclut que, moyennant ces différences, la méthode donne toute satisfaction.

Cette manière de procéder ne serait certainement pas acceptée dans une publication scientifique.

IV. Incertitudes sur les données

A. Sur la force de l'explosion

La force de l'explosion est estimée à 100 tonnes de TNT, page 16 du rapport principal, mais l'annexe 5, page 33, parle de 126 tonnes de TNT. Souriau et al [2002] parlent d'un séisme de magnitude 3.4, ce qui équivaut à moins de 73 tonnes.

On est surpris de voir que les auteurs, qui se sentent capables de dater le séisme à la milliseconde près, ne parviennent pas à en reconstituer la magnitude à 25 % près !

B. Sur les distances tir-capteurs

On lit dans le rapport :

"Nous en déduisons que les distances tir-capteur seront mesurées avec une incertitude de :

- *+ ou – 120 mètres pour la première arrivée et la phase Ph1,*
- *+ ou – 75 mètres pour la phase Ph2."*

Mais ceci n'est acceptable que si l'on parvient réellement à distinguer les différentes phases entre elles ! Or, dans la réalité, il n'y a pas UNE phase 1 et UNE phase 2, mais une infinité pour chacune d'elles, d'où des mélanges, que les auteurs se gardent bien de prendre en considération.

C. Le coefficient de réflexion du sol

C'est un coefficient important, dans la mesure où il indique la proportion (pour chaque onde) réfléchi sur la surface. On lit dans le rapport :

"La valeur du coefficient de réflexion du sol est un paramètre plus difficile à mesurer car il dépend des conditions locales qui peuvent varier sur des distances faibles. On retient généralement des valeurs autour de 0,9. "

Ceci est tout à fait inacceptable. Il s'agit d'une simplification abusive, sur laquelle on ne s'interroge même pas. On dit qu'un coefficient varie, on reconnaît qu'il est important, mais "parce qu'il est plus difficile à mesurer", on lui affecte une valeur "généralement admise". Est-ce là une démarche scientifique, dans le cadre d'une expertise judiciaire ? Il faut avoir le courage d'admettre : ce coefficient est important, mais nous ne savons pas le mesurer aussi finement qu'il le faudrait.

D. Connaissance du sous-sol

De manière plus générale, la campagne de 2004, pour sérieuse qu'elle ait pu être, ne donne pas des informations suffisantes pour permettre de reconstituer les profils des sous-sols, les vitesses de propagation des différentes ondes, qui sont beaucoup plus variables et plus complexes que les auteurs ne le laissent entendre. Nous rejoignons com-

plètement l'opinion de M. Feignier, du CEA, Direction des Applications Militaires (cité plus bas) qui dit que ces tirs ne donneront qu'une connaissance insuffisante.

Il faut insister ici sur l'aspect "science balbutiante". La propagation des ondes sismiques est extrêmement complexe : il y a toutes sortes d'ondes, qui se propagent et se réfléchissent dans toutes les directions. Chacune de ces ondes a sa propre vitesse de propagation, qui dépend du terrain. Il n'est absolument pas légitime, comme le fait le rapport LGD, de ramener tout ceci à deux ondes, qui se propageraient dans un milieu uniforme. Nous touchons ici à la différence entre le monde académique et le monde réel.

Chapitre IV

Analyse détaillée des simplifications abusives

Nous passons maintenant en revue toutes les simplifications qui sont faites, sans être reprises dans les conclusions : elles permettent d'obtenir des valeurs précises, mais entièrement factices. Nous prenons les annexes dans l'ordre du rapport.

Annexe A1

A1-2.3 p. 5.

"Le dimensionnement des charges d'explosifs reste un point délicat : B. Feignier (CEA/DAM/LDG) fait état d'une étude statistique du bruit sismique conduite par le LDG pour les stations proches de Toulouse qui indique que l'évaluation correcte du temps de l'explosion à la station MTLF à partir d'un tir unique requiert probablement une charge supérieure à 100 kg de dynamite."

Autrement dit, les tirs d'au maximum 35 kg de la campagne de 2004 pourraient n'avoir absolument aucune pertinence pour la datation.

A1-3.1 p. 7

"En pratique, cela signifie que le contenu fréquentiel des signaux de l'OMP 2001 ne peut en aucun cas être reproduit avec une source sismique dont l'intensité est significativement plus faible que l'événement de magnitude $ML \sim 3,4$ qui s'est produit le 21 septembre 2001. Il n'existe aucune façon de contourner cette limitation physique."

En langage clair, cela signifie que les manipulations fréquentielles pour tenter de reconstituer le signal OMP sont absolument dépourvues de contenu.

A1-3.1.1 p.7

"Ces impératifs de mise en œuvre des tirs d'explosifs représentent un deuxième écart de situation par rapport à l'explosion du tas de nitrate d'ammonium du hangar 221...Les conditions d'excitation des ondes de surface seront différentes de celles d'une explosion en surface."

Là encore, l'expérimentation ne représente pas la réalité.

A1-3.1.2 Lâchers de poids p. 8 :

"difficulté de dater avec précision l'instant d'impact"

Le cratère est périodiquement comblé avec du sable mais *"cette information n'est pas conservée"*

Il y a donc des incertitudes significatives sur le système de datation lié au lâcher de poids. Pourtant, on verra plus loin que les calculs sont faits avec des valeurs exactes.

A1-3.2, p. 11 :

"des capteurs CDJ-S2A de fabrication chinoise, en principe équivalents au niveau de leurs spécifications..."

Evidemment, personne n'a vérifié les performances des capteurs chinois...dans le cadre d'une instruction judiciaire !

A1-4.1.1 p. 16

"Par contre, dans le laboratoire où avait été réalisé l'enregistrement du 21 septembre 2001, l'amplitude maximale des mouvements sismiques, relevée sur la composante verticale du capteur L22, était de 0.020 mm/s avec des vibrations continues de fréquences 37 Hz et 48 Hz, peut-être associées au fonctionnement du système de climatisation."

Autrement dit, il y avait un fort bruit de fond, s'ajoutant aux performances déjà lamentables du capteur lui-même.

A1-4.2 p. 20

"Cette hypothèse est habituellement vérifiée, du fait de l'altération ou de la faible compaction des couches les plus superficielles, de l'existence d'une nappe phréatique..."

Mais rien ne dit qu'elle le soit dans le cas qui nous intéresse, et la vérification n'a pas été faite.

A1-4.2 p. 22

"la ligne AZF-OMP" présente naturellement plus de variabilité, car elle traverse les terrains alluviaux de la Garonne sur les sites AZF et SNPE, puis la colline de Pech David, avant de rejoindre en bout de profil le campus scientifique de Rangueil."

Cette très grande variabilité est un élément extrêmement important, qui n'est absolument pas pris en compte dans le rapport LGD, qui fait des hypothèses simplificatrices. En vérité, les vitesses de propagation vont varier selon les terrains et selon les profondeurs, et le faible nombre de mesures ne permet pas de les reconstituer localement. Nous sommes en présence d'un "problème sous-déterminé" : nous n'avons pas les connaissances suffisantes pour le résoudre.

idem, p. 23 :

"l'examen exhaustif des données de sismique réfraction montre que celles-ci sont dans leur majorité assez fortement bruitées à cause du contexte industriel...rendent délicate l'interprétation des données...Cette analyse n'a pu être effectuée ici en raison du fort niveau de bruit... durée trop courte pour l'exploitation des trains d'onde de surface."

Autrement dit, les rares données disponibles sont inexploitable, du fait des bruits parasites !

A1-4.3.2, dispositif de réception, p. 27 :

"les coordonnées du capteur 2 Hz installé au rez de chaussée de l'OMP sont manquantes"

Sans trop s'en soucier, les auteurs les remplacent par un autre !

idem, p. 29

"les positions des capteurs s'écartent par endroits de la ligne droite théorique"

p. 30

"ce réseau aurait dû être complété par un quatrième capteur...La croix elle-même aurait dû se situer plus près de l'OMP"

Autrement dit, la géométrie du réseau de capteurs est loin d'être optimale.

A1-4.3.3, orientation des axes p. 36

"les composantes verticales de tous les capteurs ... étaient orientés positivement vers le bas, mais les composantes X et Y des capteurs DSU et 2 Hz présentent une inversion de polarité entre elles"

On ne peut qu'espérer que cette erreur a été corrigée lors des calculs...

A1-4.4 Lâchers de poids p. 37

"Parmi les quelques 500 lâchers de poids effectués du 13 au 16 septembre, seuls 220 ont été correctement enregistrés par le laboratoire sismique de la CGG..."

Il est difficile, avec la meilleure volonté du monde, d'accorder une quelconque crédibilité à un système qui ne fonctionne même pas une fois sur deux !

A1-4.6 Tirs d'explosifs p. 39

"Ces deux stations n'avaient pas correctement fonctionné lors des tirs des 3 et 4 août 2004 et ceux des 13, 14, 15 septembre 2004...De manière regrettable, le site de l'OMP n'a pas été instrumenté lors des tirs du 25 septembre pour une question d'indisponibilité du personnel de l'APAVE."

Même remarque que précédemment : il y a de nombreuses situations où les enregistrements de 2004 ne fonctionnent pas, on les écarte sans le dire, et on fait comme si l'ensemble du dispositif fonctionnait à merveille. Ceci est inadmissible, aussi bien scientifiquement que dans le cadre d'une procédure judiciaire. Si le dispositif de mesure n'est pas fiable, il faut avoir le courage de le dire.

Annexe A2

La figure A2-1F2, p. 2, est trompeuse :

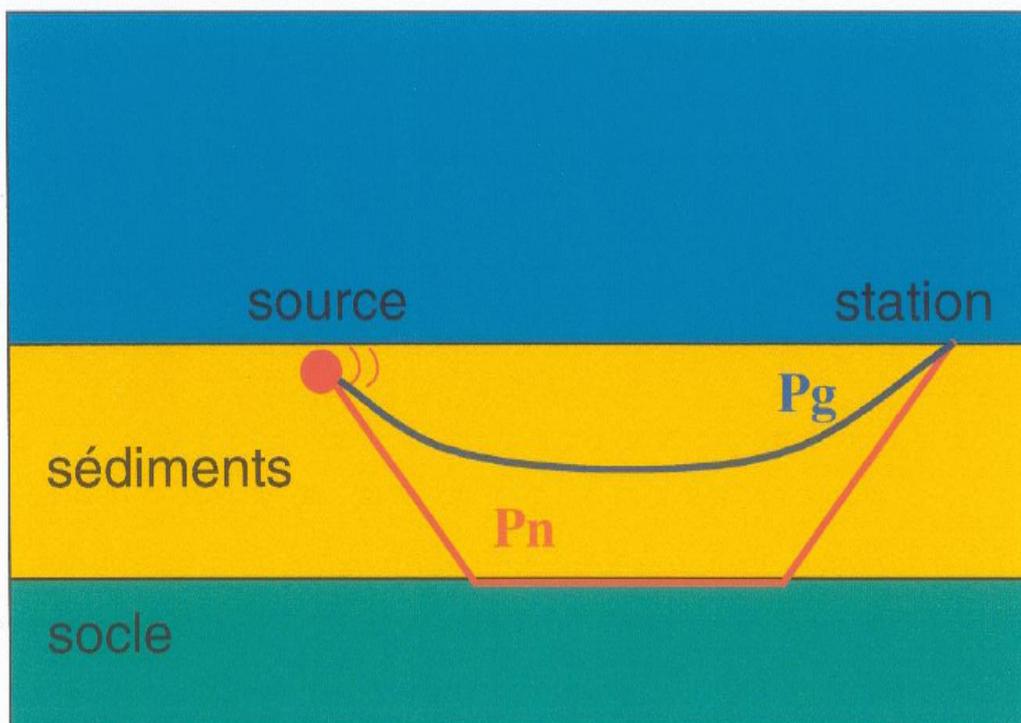


Figure A2-1F2 : Schéma présentant les différents modes de propagation des ondes P à distance régionale.

Les choses ne se présentent pas du tout de cette manière simplifiée ! Il n'y a pas UNE onde Pg, mais une infinité, avec des multitrajets, et il n'y a pas UNE onde Pn, mais une infinité, avec des multitrajets.

Le sous-sol, en outre, n'a pas l'aspect simplifié que la figure décrit : il n'y a pas UNE couche de sédiments, au dessus d'un socle ; il y a en réalité un très grand nombre de couches (approximativement horizontales et parallèles, dans la région concernée) ; quant au socle, personne ne sait exactement à quelle profondeur il se trouve.

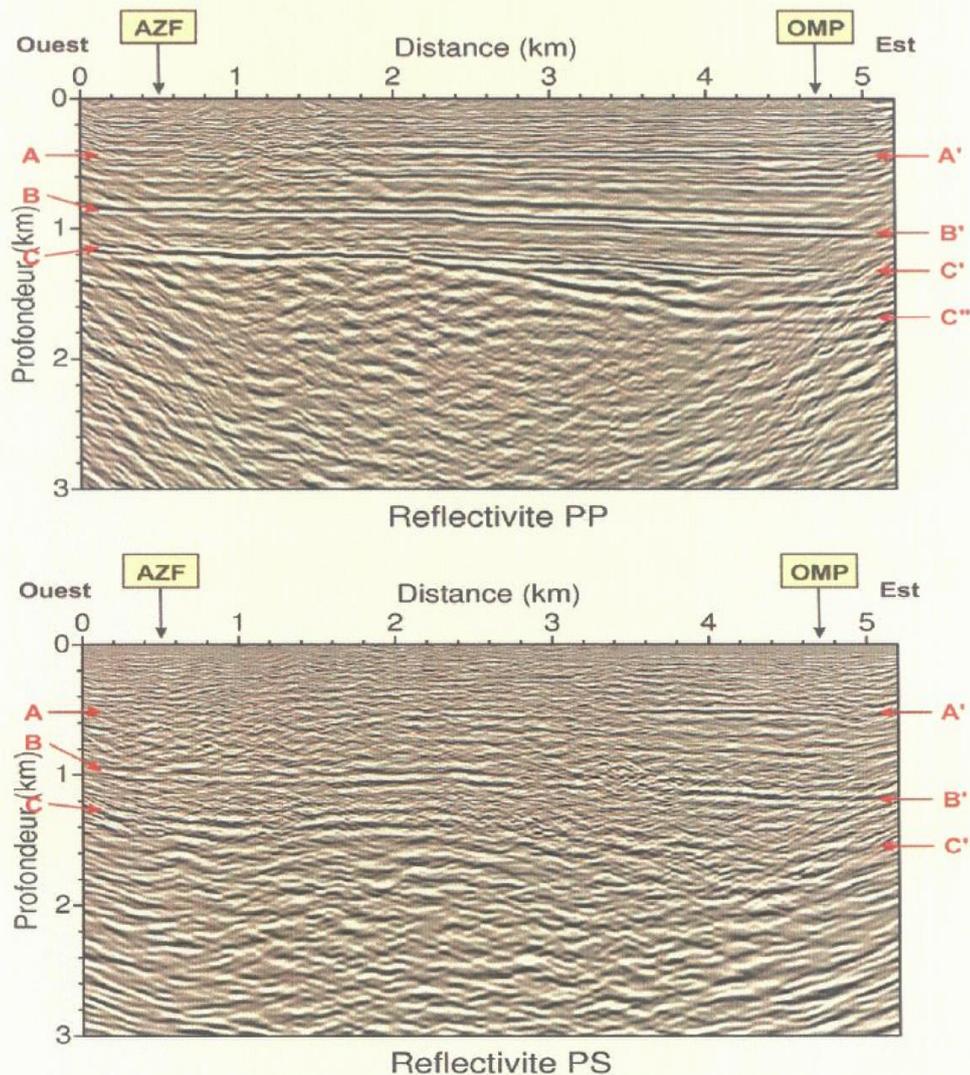


Figure A4-2F10 : Images sismiques finales *P-P* et *P-SV* après conversion des temps en profondeur avec les lois de vitesse d'intervalle moyennes PSTM des figures A4-3F1 et A4-3F2. Les symboles AZF et OMP correspondent respectivement au centre du cratère AZF et au laboratoire RSSP de l'OMP où a eu lieu l'enregistrement du 21 septembre 2001. Les événements AA', BB' et CC'C'' représentent des événements relativement bien marqués.

On voit dans les figures ci-dessus un extrait de l'annexe 4 du même rapport ; on constate une contradiction complète entre les deux figures. En tout état de cause, jusqu'à une profondeur de 3 km environ, le sous-sol est à peu près homogène. Nous renvoyons à nos commentaires relatifs à l'annexe 4 pour une analyse détaillée.

A2, page 3, ligne 2 :

Le rapport indique qu'il s'agit d'une approche relative, que la mesure est faite en utilisant le signal du 21/09/2001 comme référence, mais cette indication (essentielle, compte-tenu de la mauvaise qualité dudit signal) disparaît de la conclusion.

Page 5, ligne 1 : les ondes enregistrées ne sortent que faiblement du bruit de fond.

Page 5, ligne 3 : "l'incertitude sur le pointé étant trop importante..."

Page 7, paragraphe 4.1 : les auteurs procèdent à un traitement complexe de "suréchantillonnage", qui consiste à rajouter des points au signal, ce qui n'est ni neutre ni innocent. Ils affirment plus bas que c'est pratique courante, mais se gardent bien :

a) de dire ce que serait le résultat sans cet artéfact ;

b) de rappeler cette manipulation dans leur conclusion.

Rappelons l'arrêt de la Cour de Cassation, dans l'affaire Dreyfus :§

« ces planches sont le résultat d'un traitement compliqué, infligé au document primitif, et d'où celui-ci est sorti altéré, après avoir subi une série d'agrandissements et de réductions photographiques, et même de calcages, recalages, découpages, collages, gouachages, badigeonnages et retouches. »

A2-4.1.2, p. 8

"Pour deux tirs, le maximum de la fonction d'autocorrélation est décalé en temps. Il en résulte une anomalie dans le calcul du temps de propagation à MTLF. Ils n'ont pas été conservés dans la suite de la démarche."

Voilà bien une démarche scientifique étonnante ! Deux des tirs ne se prêtent pas aux manipulations des auteurs ; ils sont tout bonnement écartés, sans aucune justification, et cette mise à l'écart n'est pas mentionnée dans la conclusion globale.

p. 9 :

"Nous ne disposons pas de coordonnées précises pour le dernier tir, il n'a donc pas pu être utilisé pour les calculs suivants."

A2-4.1.3, p. 12

"Bien que n'ayant pas, à ce stade, d'explication physique à ce phénomène d'inversion, nous avons appliqué la méthode décrite précédemment..."

Voilà qui est proprement merveilleux : on n'y comprend rien, on bidouille, et à la fin on voudrait nous faire croire qu'il s'agit d'une science exacte !

p. 13 : *"En supposant que tous les tirs sont au même endroit et en négligeant leur distance au cratère..."*

Il s'agit à nouveau d'une simplification abusive, et c'est l'une des multiples "astuces" permettant au rapport LGD d'obtenir une précision temporelle tout à fait incroyable.

A2-4.2 Calcul par modélisation

p. 14 : *"Ce retard correspond à une source de 27 m de long détonant à 3500 m/s."*

Il s'agit d'une pétition de principe : les auteurs font l'hypothèse de la largeur de la source, et ensuite ils retrouvent cette valeur ! En vérité, scientifiquement, aucune hypothèse ne devrait être faite sur la géométrie de la source, ni sur la vitesse de propagation : tout ceci devrait résulter des calculs et des mesures.

p. 16 : *"Calculées sur l'ensemble des 11 tirs, les valeurs moyennes de la fonction d'auto-corrélation, après reconstruction du signal, sont de 0.85 ± 0.04 pour MTLF et 0.88 ± 0.09 pour EPF..."*

Mais ces valeurs sont basses, peu significatives, et cette conclusion n'est pas mentionnée.

p. 18 : *"En supposant que les tirs sont au même endroit et en négligeant leur distance au cratère..."*

Hypothèse déjà commentée plus haut.

Annexe A3

A3-1.2 : Présentation globale du signal OMP p. 3

"Le capteur donnant la composante transverse n'a pas fonctionné : le signal qu'il délivre ne peut être exploité"

Comme on sait en effet, il s'agit d'un capteur au rebut, non destiné à des enregistrements sismiques.

A3-1.3.2 : Partie 2 – les ondes de volume p. 5

"Sur la figure A3-1F3b la partie 2 est présentée en prenant comme origine des temps la date centrale retenue pour l'explosion, donnée en A2, (8h 17'55,46") et en suréchantillonnant les données d'un facteur 8. Le choix de l'origine des temps permet de positionner en temps les différentes parties par rapport à l'explosion. "

Mais ce traitement modifie la forme du signal ; aucune étude n'est faite pour savoir si, en l'absence du traitement, les résultats auraient été différents.

A3-1.4.1 : Nairobi [2] p. 12

"L'attentat dirigé contre l'ambassade des Etats Unis à Nairobi a causé la destruction d'un immeuble contigu à l'ambassade. Les analyses réalisées attribuent à l'explosion une puissance évaluée à 17 Tonnes de TNT. Le signal sismique issu de cette explosion a été enregistré au département de géologie de l'Université de Nairobi, situé à 3 km de l'explosion, par un sismographe trois composantes. Les conditions d'enregistrement de cette explosion sont très semblables à celles de l'enregistrement de l'OMP du 21 septembre 2001. "

Cette comparaison est trompeuse et infondée. Dans le cas AZF, nous avons 100 tonnes de TNT environ, ce qui est plus élevé, mais les conditions d'enregistrement par le capteur OMP sont mauvaises.

A3-1.4.3 : Kean Canyon p.15

"En utilisant une méthode fine de mesure de retard par la cohérence et la phase de l'interspectre, identique aux méthodes que nous mettrons en œuvre pour déterminer les retards avec précision, les auteurs ont mis en évidence l'existence de deux explosions et ont déterminé avec précision la position relative de ces deux explosions, en temps (retard de 3,5 secondes) et en position, distance de 73 mètres. "

"Cet exemple nous montre que les enregistrements sismiques sont assez précis pour séparer deux explosions proches dans le temps et dans l'espace. "

Des enregistrements de bonne qualité sont probablement capables de distinguer entre deux explosions distantes de 70 m et séparées de trois secondes, mais ce n'est pas du tout la question qui se pose ici. On nous présente une datation au centième de seconde et une précision de moins de 30 mètres, tout ceci à partir d'un unique enregistrement, de mauvaise qualité.

A3-2.2.2 : Composante verticale : Z

A3-2.2.2.b : Etude des signaux issus du même tir reçus sur 2 capteurs différents p. 25

Tir C101 capteurs 228 et 226

"Pour recalcr les signaux en temps nous devons appliquer un retard de 9 ms.

Comme on le constate dans cette page et dans toutes les suivantes, le retard qui doit être appliqué est chaque fois différent. Il est calé de manière totalement empirique, pour obtenir le meilleur résultat possible.

A3-2.2.2.c : Etude des signaux reçus sur le même capteur, issus de 2 tirs différents p. 27

Capteur 228, tirs Centre 101 et Est 104

"La différence des distances tirs-capteurs est de 189 mètres. L'alignement en temps des signaux est plus délicat : la cohérence n'est plus égale à 1 : les signaux n'ont plus la même forme ce qui explique les difficultés d'alignement. On ne peut plus recalcr les différentes composantes du signal avec le même retard. Pour recalcr les premières arrivées (figure A3-2F8) il faut retarder le tir Est 104 de 50ms soit une vitesse de $189/50 \cdot 1000 = 3780 \text{ m/s}$ cohérente avec la vitesse trouvée précédemment. Les phases Ph1 et Ph2 n'ont pas la même forme. La phase Ph2 présente deux maxima : en observant la figure globale 2 nous avons

indiqué qu'entre 150 et 200 mètres à l'ouest de l'OMP la phase Ph2 devenait plus « floue ».
"

Tout ceci est incohérent, car les vitesses des différentes phases ne sont pas les mêmes

Capteur 225, tirs Centre 101 et SNPE p. 28

"Passons au tir réalisé à la SNPE qui est 746 m plus près, toujours reçu sur le capteur 228. Sur la figure A3-2F9, on a appliqué un retard de 189 ms au signal issu du tir SNPE de manière à recalibrer (au mieux) les premières arrivées. Les signaux ne se ressemblent guère (cohérence faible entre autres...). On a du mal à identifier dans le signal SNPE les phases Ph1 et Ph2. "

Les auteurs reconnaissent que les traitements qu'ils font subir au signal issu du tir SNPE ne donnent pas de bons résultats. Mais comment prétendre, dès lors, qu'il s'agit d'une science exacte ?

A3-2.2.3 : Composante longitudinale : Y

A3-2.2.3.c : Comparaison de 2 tirs reçus sur le capteur 228

Capteur 228 – Tirs Centre 101 et M. Est 103 p. 33

"Pour les tirs Est 104 et Est 57 la ressemblance est faible : il devient quasi impossible de recalibrer les signaux. "

"Pour le tir SNPE 212, cohérence faible, recalage impossible. "

Même remarque que précédemment : les traitements donnent des résultats imprévisibles.

A3-2.3.1 : Présentation des signaux de la ligne DSU reçus au voisinage de l'OMP sur la composante Z p. 35

"Sans entrer ici, nous le ferons plus loin, dans une mesure précise des temps d'arrivée, on voit qu'il existe des différences de temps de parcours très significatives entre les signaux issus du tir SNPE et les signaux issus des tirs centre et M. Est. Pour le tir SNPE, la première arrivée est au voisinage de 1,2 seconde alors que pour les tirs Centre et M. Est, elle est centrée sur 1,4 secondes. Il en est de même de la phase Ph1. Quant à la phase Ph2, elle est plus difficile à pointer sur les signaux issus du tir SNPE. "

Même remarque que précédemment.

A3-2.3.4 : Relation entre le retard et la distance p.38

"Nous avons constaté, comme pouvait le laisser prévoir l'hypothèse d'invariance par translation des propriétés locales du sous-sol (A3-4-1), que les retards des différentes phases variaient linéairement avec la distance. Ceci est particulièrement vrai pour la phase Ph2

et pour la première arrivée (PA) comme le montre la figure A3-2F20. Pour la phase Ph1 la variation linéaire du retard est moins bien vérifiée (figure A3-2F20). Ceci est dû à l'imprécision, que nous avons indiquée, dans la mesure du retard de cette phase. "

Ceci est réellement absurde : il n'y a pas d'invariance par translation des propriétés locales du sous-sol ; cette phrase pompeuse veut dire simplement que le sous-sol est le même partout. En réalité, ce n'est pas du tout le cas. Comme souligné dans Souriau et al., on a en réalité des différences très significatives sur l'ensemble du trajet.

A3-2.3.5.b : Précision des mesures de distance tir-capteur à partir du retard et de l'écart de temps entre les phases p. 39

"Nous en déduisons que les distances tir-capteur seront mesurées avec une incertitude de :

- *+ ou - 120 mètres pour la première arrivée et la phase Ph1,*
- *+ ou - 75 mètres pour la phase Ph2.*

Mais ceci n'est acceptable que si l'on parvient réellement à distinguer les différentes phases entre elles ! Or, dans la réalité, il n'y a pas UNE phase 1 et UNE phase 2, mais une infinité pour chacune d'elles, d'où des mélanges, que les auteurs se gardent bien de prendre en considération.

A3-2.4.3 : Composante longitudinale (L) p. 49

"Avec le tir F. Est 104 le recalage est de 55 ms. La phase Ph3 apparaît, mais elle est déformée. "

Les réserves qui sont faites quant à la qualité de la reconstitution n'apparaissent jamais dans le relevé de conclusions.

A3-2.4.4 : Conclusion sur la composante longitudinale (L)p. 49

"Comme pour l'étude des données issues de la ligne DSU il apparaît que des tirs de plus forte puissance auraient été nécessaires pour pouvoir bien identifier et analyser les phases Ph3 et Ph4. "

Ceci rejoint les conclusions de l'expert du CEA/DAM et les nôtres, mais cette réserve n'apparaît pas dans les conclusions du rapport.

A3-2.5 : Conclusion de l'annexe A3-2 p. 50

"Sur la composante L, nous avons retrouvé les phases Ph3 et Ph4 observées sur le signal OMP 2001. Ces composantes sont nettement plus bruitées. La valeur limitée des charges maximales que nous avons pu utiliser en 2004 ne nous a pas permis d'exploiter plus précisément les informations portées par ces phases. "

Même remarque que précédemment.

A3-3.1.2.b : Comparaison du signal OMP 2001 et des signaux enregistrés par l'APAVE à l'OMP issus des différents tirs p. 56

"Ceci nous indique que les phases Ph1 et Ph2 des deux signaux ne peuvent être recalées simultanément. Ceci est naturel car nous avons vu dans l'annexe 3-2 que l'écart de temps entre ces deux phases dépend de la distance entre le tir et le capteur. "

En effet, la vitesse de propagation n'est pas la même, car elles traversent normalement des couches différentes dans le sous-sol. Mais les auteurs, à d'autres endroits du rapport, s'arrangent pour recaler toutes ces phases entre elles.

A3-3.1.2.c : Distance entre le capteur OMP 2001 et l'explosion ayant produit le signal OMP 2001 p. 60

Incertitude sur cette mesure

"Les incertitudes proviennent des incertitudes sur la datation du signal OMP 2001, 20 ms, et des incertitudes sur la datation de l'explosion de 2001 présentée en A3-2 : 30 ms. Soit une incertitude sur la datation de + ou - 25 ms. Et, selon la relation RA3-3.1.2 une incertitude sur la position de + ou - 76 mètres. "

Ici, nous ne comprenons pas. Ou bien il s'agit d'une faute de frappe, ou bien les auteurs se sont trompés dans leurs calculs. L'incertitude sur la datation ne peut pas être la demi-somme des deux incertitudes, mais leur somme (soit 50 ms).

Par ailleurs, la méthode générale pour obtenir la précision en datation pose problème :

1) il faut avoir une information précise concernant la vitesse de propagation des différentes ondes. Cette information, donnée par la campagne 2004, est très insuffisante compte-tenu de la complexité du sous-sol.

2) comment affirmer que la datation du capteur OMP, en 2001, est précise à 20 millisecondes près, alors que ce capteur au rebut n'était pas relié à une horloge ?

A3-3.1.3 : Comparaison des composantes longitudinales (L) p. 62

OMP 2001 et tir 20 kg

"Sur le signal non filtré, on ne voit pas les phases Ph3 et Ph4 elles apparaissent à la limite du bruit après filtrage. "

"Pour le tir de 10 kg : on ne voit rien : il y a trop de bruit. "

Ces réserves n'apparaissent pas dans les conclusions générales du rapport.

A3-3.1.4 : Conclusion p. 64

Composante L

"Les phases Ph1 et Ph2 sont présentes sur ces composantes sur le signal OMP 2001 et sur les signaux APAVE 2004. On trouve la phase Ph3 et la phase Ph4 sur certains enregistrements. Le faible rapport signal sur bruit de ces composantes, dû à la limitation drastique des charges qui a dû être faite, ne permet pas de les exploiter pour des mesures précises. "

Ces réserves n'apparaissent pas dans les conclusions générales du rapport.

A3-3.2.4.b : Comparaison du signal OMP 2001 et des signaux DSU issus du tir Centre 101, reçus sur les capteurs voisins de l'OMP p. 66

"Pour mener à terme la comparaison entre les signaux DSU et le signal OMP nous devons expliquer les raisons qui font que leurs spectres sont différents et en déduire un moyen permettant de retrouver les signaux OMP 2001 à partir des signaux DSU (et des signaux APAVE). "

p. 67 :

"Nous avons recalé en temps les premières arrivées en retardant le signal DSU de 6 milli-secondes. Nous constatons que, simultanément nous rendons presque parallèle à l'axe des fréquences, à toutes les fréquences, la phase de l'interspectre : ceci nous indique que le recalage en temps de la première arrivée a permis de recaler correctement les autres phases des signaux. Les maxima positifs des phases Ph2 ne sont pas exactement alignés en temps mais sont cependant très proches. Les phases Ph1 ont des formes différentes : on constate qu'elles se positionnent globalement aux mêmes instants. "

Le traitement ne donne pas de bons résultats, et les auteurs se livrent à toutes sortes de manipulations artificielles pour l'expliquer.

A3-3.2.4.c : Comparaison du signal OMP 2001 et des signaux DSU issus des différents tirs reçus sur le capteur 228 p. 71

OMP 2001 et capteur 228 tir SNPE 212 : distance : 3435 m

"Le recalage des premières arrivées se fait en retardant le tir SNPE de 276 ms. La cohérence est très faible. Les signaux ne se ressemblent pas. La phase Ph2, peu marquée, arrive nettement plus tôt. "

Les choses ne se passent pas comme la théorie le prévoit...

A3-3.2.5 : Comparaison de la composante longitudinale des signaux OMP 2001 et ligne DSU p. 73

"Les autres tirs ne permettent également pas d'identifier les phases Ph3 et Ph4. "

L'expérimentation réalisée ne sert à rien. Mais cette incertitude devrait amener à se poser la question de la pertinence des autres informations.

A3-3.2.6 : Conclusion sur la ligne DSU p. 74

"Le temps $t=0$ donne la distance du capteur de l'OMP au centre du cratère : 4201 mètre pour la première situation et 4188 pour la seconde. Ces valeurs sont très proches de la distance entre le capteur de l'OMP et le centre du cratère AZF qui est de 4181 mètres. En tenant compte des incertitudes sur la datation de + ou - 25 ms, l'incertitude sur la mesure de distance est de + ou - 100 mètres, dans le cas 1 et de + ou - 70 mètres, dans le cas 2. "

Mais nous avons dit plus haut que l'incertitude sur la datation relevait d'erreurs, à la fois de calcul et de méthode.

A3-4.1 : Protocole de reconstitution du signal OMP 2001 à partir des données de la campagne de sismique-sismologie

A3-4.1.1 : Introduction p. 81

"Les variations au cours du temps (formes d'onde) des signaux enregistrés en 2001 et en 2004 ne sont pas semblables. "

Mais c'est pourtant sur cette similarité que toute la reconstitution est basée !

A3-4.1.2 : Sur les différences entre l'explosion de 2001 et les mesures 2004 p. 81

"Pour passer des signaux 2004 aux signaux 2001 nous devons appliquer des transformations tenant compte de la propagation et de la source. "

Nous ne comprenons pas cette phrase : entre 2001 et 2004, les sources sont mises aux mêmes endroits et les capteurs aussi. La différence essentielle tient à la puissance de la détonation.

A3-4.1.2.a : La propagation p. 82

"Cependant comme le sous-sol est formé de couches presque horizontales, on admet que sur une certaine échelle de distances le sous-sol est invariant par translation dans l'espace. "

Nous avons dit plus haut que, dans le cas présent, cette hypothèse simpliste était radicalement fautive : le sous-sol n'est pas le même sur toute la distance parcourue.

A3-4.1.2.b : La source p. 82

"Les sources 2004 sont impulsives, localisées et immobiles, la source 2001 n'est pas impulsive et se déplace : nous appellerons cet effet de mouvement et de durée l'effet cratère. "

C'est une pétition de principe : à ce stade, on n'en sait rien. On ne sait pas comment est née l'explosion de 2001, si elle s'est déplacée d'un bord à l'autre, etc.

A3-4.1.3.a : l'effet cratère p. 83

"Nous représentons l'explosion étendue de 2001 par une source (quasi) ponctuelle, la détonation, qui s'est déplacée sur une trajectoire rectiligne de longueur L orientée Est-Ouest, située au centre du cratère (figure A3-4F2). Nous appelons V_{exp} la vitesse de déplacement de la détonation. "

Tout ceci représente à la fois des hypothèses abusives et simplistes et des pétitions de principe, et comporte des erreurs méthodologiques majeures.

Il n'est pas légitime de représenter l'explosion par une source quasi-ponctuelle, dans la mesure où l'on ne sait pas où elle est née, dans toute l'étendue du tas (plusieurs dizaines de mètres).

Il n'est pas légitime de supposer a priori que sa propagation a été rectiligne, et de ne considérer a priori que deux sens de déplacement (Est-Ouest ou l'inverse), pour n'en retenir qu'un.

A priori, la configuration de l'explosion est inconnue : son ou ses points de naissance, et la manière dont elle s'est propagée.

Traitement des données DSU p. 86

" V_{exp} est la vitesse de déplacement de la détonation dans le cratère, comptée positivement si la détonation s'éloigne (mouvement de la détonation d'Est en Ouest) "

Comme nous l'avons expliqué au paragraphe précédent, cette définition n'a pas de sens ; bien d'autres déplacements ou propagations sont possibles.

"Note 2 : Les capteurs utilisés dans la ligne DSU sont des accéléromètres dont les enregistrements ont été traités pour fournir en sortie la vitesse du sol et non l'accélération. Les capteurs utilisés pour enregistrer les signaux 2001 étaient des capteurs de vitesse. Nous avons mesuré les différences de comportement entre ces deux familles de capteurs et nous les avons compensées. "

On aimerait avoir davantage d'explications, à la fois sur les performances des capteurs et sur ces "compensations".

FIGURE A3-4F8 p.88

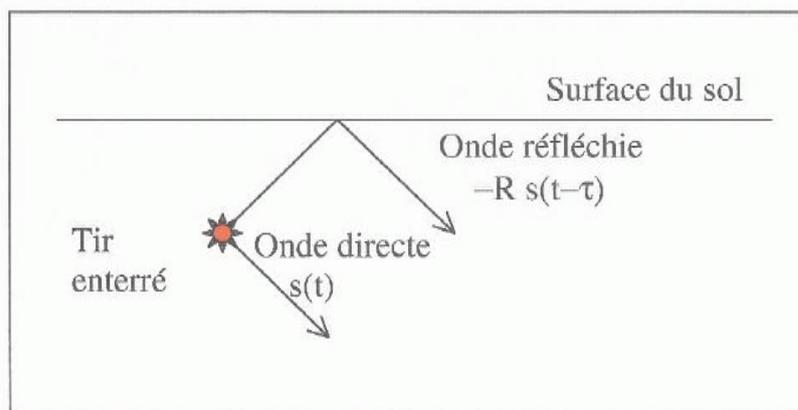


Figure A3-4F8
Le fantôme

On voit ici un exemple caractéristique de simplification abusive : il n'y a pas UNE onde directe et UNE onde réfléchie, mais une infinité d'ondes directes, partant dans toutes les directions, et, pour chacune d'elles, une infinité de réflexions possibles.

A3-4.1.3.c : La directionnalité p. 90

"Nous pouvons admettre que la loi de force $X(t)$ appliquée en 2001 et 2004, dans la bande passante qui nous intéresse était identique, il s'ensuit que pour retrouver la vitesse produite en 2001 à partir de la vitesse observée en 2004 nous devons appliquer une intégration aux signaux. "

Mais la force de l'explosion était tout à fait différente, entre 2001 et 2004.

A3-4.2.3 : Réalisation de la reconstitution p. 93

L'effet cratère

"La vitesse de déplacement de la détonation déduite des études de détonique [2]³ est de 3 500 m/s de l'Est vers l'Ouest.

Nous avons dit plus haut que cette conclusion est absolument sans fondement.

L'anti-fantôme p. 94

"La valeur du coefficient de réflexion du sol est un paramètre plus difficile à mesurer car il dépend des conditions locales qui peuvent varier sur des distances faibles. On retient généralement des valeurs autour de 0,9. "

Ceci est tout à fait inacceptable. Il s'agit d'une simplification abusive, sur laquelle on ne s'interroge même pas. On dit qu'un coefficient varie, on reconnaît qu'il est important, mais "parce qu'il est plus difficile à mesurer", on lui affecte une valeur "généralement admise". Est-ce là une démarche scientifique, dans le cadre d'une expertise judiciaire ? Il

faut avoir le courage d'admettre : ce coefficient est important, mais nous ne savons pas le mesurer aussi finement qu'il le faudrait.

A3-4.2.4 : Résultats de la reconstitution p. 95

"C'est donc dans cette bande de fréquences et uniquement dans cette bande que nous pouvons réaliser la comparaison puisque les autres fréquences sont absentes du signal 2001. "

Autrement dit, on se limite à ce qui nous arrange.

Le signal OMP 2001 et le signal 2004 initial après application de l'effet cratère p. 96

"Ces deux effets, qui rapprochent le signal 2004 du signal OMP 2001, sont obtenus en retardant le signal 25 kg par rapport au signal 20 kg c'est-à-dire en postulant que le déplacement de la détonation a eu lieu de l'Est vers l'Ouest à une vitesse de 3 500 m/s comme le prévoit l'étude de détonique [2]. "

Comme nous l'avons déjà dit, il s'agit d'une pétition de principe. Les auteurs se sont contentés de regarder deux déplacements possibles pour l'explosion et de choisir entre les deux celui qui leur convient le mieux.

Coefficients de corrélation TABLEAU A3-4TI p.98

Étape de la reconstitution	Coefficient de corrélation
Initiale	0,624
Cratère	0,785
Cratère +anti-fantôme	0,835
Finale	0,964

*Tableau A3-4TI
Coefficient de corrélation aux différentes étapes de la reconstitution*

Les auteurs ne semblent pas bien savoir ce qu'est un coefficient de corrélation. Il faudrait préciser les bornes entre lesquelles ces coefficients sont calculés. Dans une figure comme celle-ci :

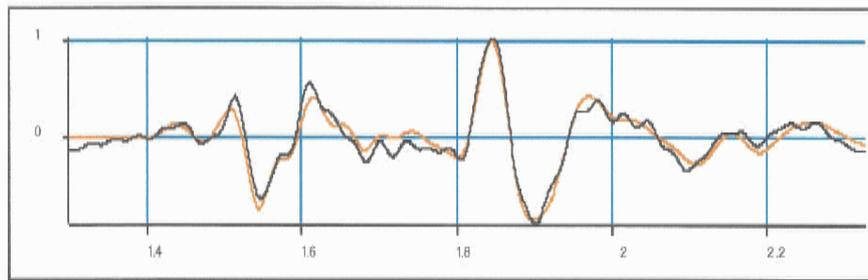


Figure A3-4F18
Le signal OMP 2001 (rouge) et le signal reconstitué (noir) à partir des signaux APAVE

on peut obtenir une excellente corrélation si on se limite à la partie centrale du signal, parce que celle-ci a été recalée artificiellement (les retards en temps ont été calculés pour amener un pic sur un autre).

P. 99 :

"Avec ce retard, nous recalons simultanément les trois phases : première arrivée, phase Ph1 et phase Ph2 (figures A3-4F18) "

Ici, nous ne comprenons plus : la vitesse de ces trois phases étant différentes, elles ne devraient pas pouvoir être recalées simultanément. C'est ce que le rapport dit plus haut.

"Dans ces deux gammes de fréquence, la reconstitution est impossible. "

Cette réserve n'apparaît pas dans les conclusions générales.

A3-4.2.4.b : Optimisation de la reconstitution p. 102

"3.avec une détonation qui s'est propagée de l'Est vers l'Ouest avec une vitesse proche de 3 500 m/s. "

Nous avons déjà dit que cette conclusion résultait d'une erreur méthodologique.

A3-4.2.5 : Evaluation des étapes de la reconstitution

A3-4.2.5.b : Modification du sens de déplacement de la détonation p. 103

"Le déplacement de la détonation au cours de l'explosion et son sens peuvent être testés avec les données APAVE. Si le sens de déplacement était Ouest-Est, il faudrait appliquer non pas un retard de 8 ms au tir de 25 kg mais un retard de - 8 ms (avance). Plaçons-nous dans ce cas. Les figures A3-4F23, A3-4F24 et A3-4F25 donnent les signaux des tirs 20 et 25 kg. "

Comme nous l'avons déjà dit, il s'agit d'une erreur méthodologique : bien d'autres possibilités existent, qui n'ont pas été prises en compte.

A3-4.3.5 : Les cratères simulés p. 108

"Ces poids conduisent à un déplacement de la détonation de plus de 150 mètres ce qui est trop long. "

De temps en temps, la méthode suivie ne donne pas satisfaction ; alors on élimine ce cas sans états d'âme ! Mais cela devrait amener à s'interroger sur la fiabilité de la méthode en général.

A3-4.3.6 : Reconstitutions p. 109

"La reconstitution n'est pas très bonne particulièrement sur la phase Ph1. La phase du gain est loin d'être égale à 0 et le gain n'est pas constant. Le coefficient de corrélation est de 0,87. "

"On note cependant que les phases Ph1 et Ph2 (sur le signal reconstitué et sur la phase du gain) ne sont pas exactement recalées en temps sur les signaux reconstitués et sur le signal 2001. Cela peut s'expliquer par le fait que le tir C101 est déporté vers l'Est par rapport au cratère et les capteurs OMP vers l'Ouest. "

La méthode ne donne pas satisfaction...Ce fait sera passé sous silence.

A3-4.4.7 : Résultats de la reconstitution

A3-4.4.7.b : Tir Ouest 4+100 p. 121

"Ce tir a été réalisé avec une charge plus faible et il produit donc des signaux 2004 plus pollués par les bruits. "

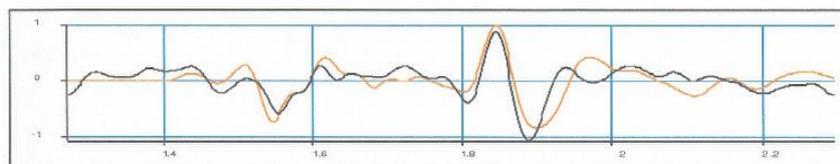
Chose étonnante, les bruits ne semblent pas influencer sur les incertitudes...

A3-4.4.7.d

A3-4.4.7.d : Tir Est 57

La meilleure reconstitution est obtenue pour un déport du cratère simulé de 200 mètres environ vers l'Ouest ce qui correspond toujours à la position du cratère AZF. Les résultats sont présentés sur les figures A3-4F64 et A3-4F65. La reconstitution est de moins bonne qualité (coefficient de corrélation 0,75). Le module du gain et sa phase sont mal reconstitués dans les basses fréquences (inférieures à 6 Hz).

Les résultats sur le tir Est 104 sont assez semblables.



*Figure A3-4F64
Tir Est 57*

Le signal OMP 2001 (rouge) et le signal reconstitué (noir) à partir des signaux DSU

Voici le genre de reconstitution que l'on obtient, après avoir artificiellement amené les pics principaux les uns sur les autres. Il est impossible de dater correctement l'événement.

A3-4.4.8 : Conclusion p. 125

"Nous avons confirmé que les meilleurs résultats étaient obtenus pour un déplacement de la détonation vers l'Ouest de 2800 à 3500 m/s. "

La direction du déplacement de la détonation résulte d'une erreur méthodologique, comme nous l'avons dit. On note ici que la vitesse, qui était plus haut de 3 500 m/s, reçoit ici une incertitude, fort importante, puisqu'elle peut descendre à 2 800 m/s.

A3-5.1.2 : Ondes de Rayleigh – présentation p. 135

"Les ondes de Rayleigh se propagent en suivant la surface du sol. Elles sont bien connues en sismologie et en prospection sismique. En sismologie, les ondes de Rayleigh de très basse fréquence permettent de caractériser les structures profondes. "

Il y a une contradiction dans les termes : si elles se propagent à la surface du sol, elles ne permettent pas la caractérisation en profondeur...

En vérité, il y a en sismologie de nombreux types d'onde, volume ou surface et il n'est pas légitime d'en séparer un. Tous interviennent dans le signal reçu.

A3-5.3 : Mise en forme des données : calage en temps et sommation p. 139

"Les ondes engendrées par les chutes de poids dont de faible intensité. Les enregistrements élémentaires (enregistrements d'une chute) sont peu visibles par suite du bruit. Pour pouvoir bien observer et bien caractériser les ondes émises par les chutes de poids nous avons utilisé une technique très courante en prospection sismique : la sommation après calage en temps. "

"La situation réelle est plus complexe car certains signaux sont plus bruités et des techniques élaborées ont dû être mises en œuvre pour optimiser le calage en temps et la sommation. "

En vérité, comme le rapport le dit ailleurs, on n'est pas capable de dater correctement l'événement "chute d'un poids".

A3-5.4 : Description des données 2004 : composante verticale Z

A3-5.4.1 : Vision d'ensemble : Ligne DSU p.142

"Pour faire ressortir les parties moins énergétiques du signal on réalise une normalisation consistant à égaliser les valeurs maximales de la représentation f-k pour chaque valeur de la fréquence f. "

Comme d'habitude, il s'agit d'une manipulation : on ne s'interroge pas sur ce que pourrait être le résultat en son absence.

A3-5.4.2 : Description des données au voisinage de l'OMP p.142

Partie de la ligne DSU

"Pour affiner notre analyse nous observons les ondes se dirigeant d'AZF vers l'OMP en nous limitant à une partie des capteurs de la ligne DSU allant du capteur 120 (2 400 m à l'Est d'AZF) au capteur 241 (400 m à l'Est de l'OMP). "

On élimine d'office un certain nombre de résultats.

Ligne 2 Hz DSU, p. 146

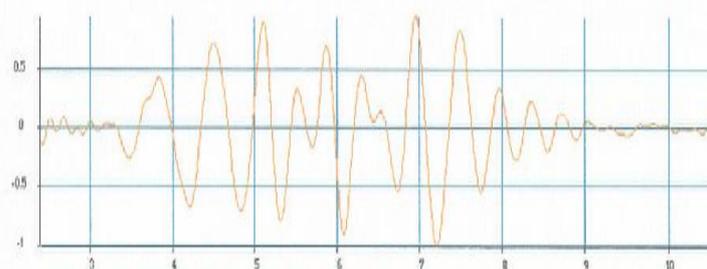
"Cet effet est un repliement spatial dû au fait que l'écartement (100 mètres) entre les capteurs est trop important. "

C'est une hypothèse comme une autre, ni testée ni validée.

A3-5.5 : Comparaison des données 2004 et du signal OMP 2001 : composante verticale Z

A3-5.5.1 : Les ondes de Rayleigh du signal OMP 2001 p. 147

FIGURES A3-5.F7 p. 147



*Figures A3-5.F7
Représentation temps fréquence et formes d'ondes des ondes de Rayleigh
contenues dans le signal du 21 septembre 2001 enregistré à l'OMP*

"Sur le signal temporel, on voit deux maxima d'énergie. La représentation temps-fréquence montre clairement l'existence de 2 ondes de Rayleigh. "

Non, sur la figure ci-dessus nous voyons au moins cinq pics distincts. Les attribuer à deux ondes de Rayleigh n'a aucune justification.

A3-5.5.2 : Comparaison des signaux 2001 et 2004 p.148

"Les deux ondes de Rayleigh sont bien visibles sur le signal OMP 2001. Sur le signal 2004 issu des chutes de poids, on note l'existence d'une onde dans la même plage temporelle. La forme de cette onde est cependant différente de celle du signal 2001. "

"Le signal 2004 présente vraisemblablement également un maximum d'énergie autour de 1,8 Hz occulté partiellement par un maximum assez fort à 3 Hz environ. Ces différences de contenu spectral des deux signaux confirment l'absence de ressemblance « directe » des données 2001 et 2004 constatée sur les signaux temporels. "

"Nous ne pouvons pas donner une explication certaine de cette différence d'aspect des deux signaux, mais on peut raisonnablement avancer qu'elle provient de la différence des excitations. Comme nous l'avons montré dans la reconstitution réalisée annexe A3-4, les signaux reçus sont conditionnés par deux facteurs : la propagation et la forme de l'excitation. Les analogies de structure entre les données 2001 et 2004, comme la présence de 2 ondes de Rayleigh, indiquent de manière sûre une forte ressemblance dans la propagation. Par contre les excitations sont très dissemblables. Dans la campagne de sismologie, nous avons utilisé des chutes de poids pour obtenir une excitation la plus analogue possible à celle appliquée par l'explosion du Hangar 221. Les deux excitations ont été appliquées à la surface. Cependant la géométrie de l'excitation, ponctuelle en 2004, étendue en 2001, et les conditions de couplage avec le sol, déformation due à la formation du cratère en particulier, sont différentes. Ces différences dans les excitations peuvent expliquer les différences entre les signaux 2001 et 2004. "

"La forme de cette intercorrélation présentant une zone d'amplitude maximale assez bien localisée indique l'existence d'une ressemblance entre les données 2001 et 2004. Le maximum, en module, apparaissant à - 0,2 secondes indique l'existence d'un retard ou d'un déphasage entre les données 2001 et 2004. Ce déphasage (ou retard) est explicable par la différence des excitations 2001 et 2004. N'ayant pas été en mesure de modéliser avec précision l'excitation, complexe, des chutes de poids, cette explication reste une conjecture. "

Ces paragraphes sont révélateurs de la "méthodologie scientifique" suivie tout au long de ce rapport :

1. On est bien obligé de constater que la méthode ne donne pas satisfaction ;
2. On met la différence sur le compte d'explications hypothétiques, sans aucune justification ;
3. On conclut que, moyennant ces différences, la méthode donne toute satisfaction.

En conclusion, p. 150

"Nous avons établi qu'il existe des points de ressemblance entre les ondes de Rayleigh des données OMP 2001 et des chutes de poids 2004. "

"Nous ne pouvons cependant pas, vu la précision des mesures et les écarts entre certains paramètres, localiser les deux trajectoires aussi précisément que lors de la reconstitution des ondes de volume réalisées en A3-4. "

Ce qui a surtout été établi, c'est que rien n'a été établi.

A3-5.6.2 : Polarisation des ondes de Rayleigh observées en 2004 p.153

"Pour pouvoir bien observer la polarisation des ondes de Rayleigh enregistrées en 2004 nous avons appliqué un pré-traitement utilisant 8 traces de la ligne 2 Hz proches de l'OMP pour améliorer le rapport signal sur bruit. Cette opération de sommation permet de sélectionner successivement les deux ondes de Rayleigh. "

Ce bricolage en vaut bien un autre ; il n'est pas justifié pour autant.

A3-5.7 : Conclusion p.156

"Des différences subsistent entre les données 2001 et 2004, vraisemblablement issues de la différence des excitations. "

Nous nous sommes déjà prononcés sur la démarche scientifique des auteurs.

Annexe A4

A4-1 : Introduction p. 2

"Cette démarche expérimentale, directement inspirée de la technique des « fonctions de Green empiriques » (ou comment simuler expérimentalement un événement de grande magnitude à partir de petits événements naturels ou artificiels situés à proximité) [A1] [A2] [A3] est la méthode la plus indiquée pour prédire la réponse sismique du milieu à une distance et dans un azimut donnés. "

"Ainsi, on sera naturellement tenté d'utiliser un modèle du sous-sol en deux dimensions par manque d'information sur la troisième dimension. De la même façon, on utilise souvent des propriétés physiques isotropes des roches en l'absence d'éléments sur le caractère anisotrope des paramètres élastiques des matériaux. S'il est néanmoins raisonnable (et courant) d'adopter une approche simplifiée de la propagation des ondes sismiques pour dégager les caractères importants de la réponse sismique calculée, il convient dans tous les cas de bien apprécier les limites des simulations effectuées. "

"Nous avons utilisé cette information pour construire un modèle simplifié de la propagation des ondes sismiques le long du trajet AZF-OMP et confronter ensuite les sismogrammes synthétiques aux enregistrements réels. "

Mais il y a une contradiction : pour passer d'un modèle concernant une explosion de faible puissance à une explosion plus importante, il faut connaître parfaitement les caractéristiques du sous-sol. Un modèle simplifié ne suffit pas.

A4-2 : Imagerie du sous-sol par sismique réflexion : le profil AZF-OMP

A4-2.1 : Éléments pour l'imagerie sismique p. 6

"Dans la plupart des cas, les mouvements horizontaux sont davantage bruités que les mouvements verticaux, ce qui se répercute jusque dans la qualité des images obtenues avec les ondes P et P-SV : en général, la section sismique en ondes P est meilleure que la section construite avec les ondes P-SV. "

Cette réserve devrait apparaître dans les conclusions.

A4-2.2 : Résultats des traitements CGG p. 7

"La procédure de traitement inclut de nombreuses opérations de prétraitements des données, notamment les corrections « statiques » pour intégrer les avances et les retards induits par la topographie de surface et l'hétérogénéité des terrains superficiels dans l'imagerie des événements réfléchis. "

p. 9 :

"Ces derniers se manifestent par des événements courbes qui n'ont vraisemblablement aucune réalité physique. "

"Par contre, ce processus de sommation produit des artéfacts dans les zones qui ne contiennent que peu d'information. "

"En comparaison de la section P-P, l'image sismique P-SV est beaucoup plus pauvre malgré les nombreux efforts déployés par la CGG pour en améliorer la qualité. "

"Etant donné la qualité très moyenne voire médiocre des données P-SV du profil ASF-OMP, seule une distribution verticale du facteur γ a été déterminée par la CGG au cours du traitement. "

"Ces vitesses ont été établies en perturbant des champs de vitesse P-P et P-SV préliminaires, déterminés par des procédures classiques (sommations à vitesse constante). "

p. 10 :

"En particulier, les vitesses P-SV correspondent à des trajets composites d'ondes P et d'ondes S dont la décomposition ne peut se faire qu'au prix de plusieurs hypothèses [A9]. L'intervalle de temps qui nous intéresse est compris entre 0 et 2 s au maximum. "

En résumé, il y a quantité de prétraitements et de manipulations dont la cohérence et l'innocuité ne sont nullement assurées. Les résultats obtenus, il faut le noter, seront dans le cadre de ces hypothèses. Ils n'ont pas de valeur intrinsèque.

A4-3 : Construction de modèles tabulaires **p. 15**

"Cette décomposition commode, où les longueurs d'onde intermédiaires sont peu représentées, n'apparaît que dans une configuration de sismique réflexion. "

"Dans ce qui suit, nous adopterons une valeur α constante en considérant que tous traitements effectués préservent les amplitudes des signaux (notamment les opérations de compensation de la divergence sphérique, et de migration avant sommation). On suppose donc que les amplitudes relatives des réflecteurs de l'image sismique finale (leurs « intensités ») sont représentatives de la réalité, ce qui n'est sans doute pas strictement vrai. "

p. 16 :

"Cette opération n'a été réalisée que pour les réflexions P-P étant donné la complexité des trajets associés aux réflexions P-SV. "

"Dans nos calculs de simulations numériques, le milieu de propagation est représenté par un empilement de plusieurs dizaines de couches planes homogènes d'épaisseur constante et égale à 20 m. "

p. 19 :

"Tous les autres paramètres (ou presque) sont déduits des vitesses V_p par des relations empiriques. "

Même constatation que précédemment : quantité d'hypothèses sont faites, et les résultats obtenus sont tributaires de ces hypothèses. Ceci, bien sûr, aurait dû être mentionné dans les conclusions.

A4-4 : Simulations numériques

A4-4.1 : Méthode de calcul **p. 22**

"Ce programme a été initialement développé pour les ondes P et SV en sismique marine [A13]. "

On peut réellement douter de la pertinence d'un programme développé dans des conditions aussi différentes !

A4-4.1 : Simulations des tirs 403 et 404 **p. 25**

"La comparaison détaillée des signaux réels et synthétiques (Figures A4-4F1, A4-4F2 et A4-4F3) n'est pas aisée avec ce type de représentation, mais on note déjà quelques similitudes intéressantes dans l'allure générale des sections sismiques. "

"Par contre, les composantes longitudinales des accélérogrammes synthétiques présentent moins de différences par rapport aux composantes verticales que leurs équivalents réels. "

"En d'autres termes, les vitesses de propagation considérées dans le modèle sont un peu trop lentes. "

"Nous nous sommes limités ici aux informations fournies par la CGG au terme du traitement du profil AZF-OMP pour construire de manière relativement simple un milieu stratifié représentatif de la réalité. La figure A4-4F4 montre que ce modèle explique de manière assez correcte – au décalage spatial près- la structure de la partie précoce des signaux réels. Les composantes verticales sont mieux modélisées que les composantes horizontales, mais on note tout de même une dissemblance des signaux après l'arrivée de la phase Ph1. "

"Plusieurs essais ont été réalisés avec différentes valeurs du coefficient α pour évaluer la qualité de la modélisation. Des simulations ont été effectuées avec les trois modèles de la Figure A4-3F6, à savoir, $\alpha = 0,05$, $\alpha = 0,1$ et $\alpha = 0,2$. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la valeur $\alpha = 0,1$, notamment en ce qui concerne les amplitudes relatives des phases Ph1 et Ph2. "

p. 30 :

"Il reste que cet ajustement nécessite un décalage de plusieurs dizaines de mètres en direction de la source, ce qui souligne là encore que le modèle de vitesse adopté n'est pas tout à fait adéquat. "

"Néanmoins, un décalage spatial reste nécessaire pour mettre en phase les signaux réels et synthétiques. Ce décalage est ici de 140 à 160 m environ, mais cette fois, le décalage doit être effectué dans la direction opposée à la source. "

"Etant donné que les vitesses de migration ont été obtenues en perturbant les vitesses de sommation [A7], le modèle de vitesse vrai se situe probablement entre des deux limites. Les calculs de modélisation réalisés avec les résultats de la sismique réflexion permettent donc d'aboutir à des ajustements de très bonne qualité entre les données issues des simulations et les données expérimentales. Ils valident par conséquent l'imagerie sismique réalisée entre les sites AZF et OMP. "

On croit rêver quand on lit les conclusions, après toutes les réserves qui ont été faites. Rien ne marche correctement, les résultats attendus ne sont pas là, mais les auteurs aboutissent à des ajustements de très bonne qualité, qui valident l'imagerie sismique !!

Il convient en outre d'ajouter (les auteurs oublient...) que dans tous les graphiques des pages 27 à 29 les coefficients de corrélation sont de très mauvaise qualité (de l'ordre de 20 % !!).

A4-5 : Conclusions p. 32

"Les écarts obtenus à partir des deux modèles encadrent la distance nominale AZF-OMP avec une précision de 200 m. Ces mesures basées sur une approche de modélisation et la connaissance du sous-sol apportée par le profil de sismique réflexion confirment de manière indépendante les résultats de l'analyse expérimentale présentée dans l'Annexe A3. "

Une précision de 200 m, sur une distance de 4 km, n'est certainement pas une prouesse. N'importe quel géomètre fera mieux avec les procédés usuels, sans aucun recours à la sismologie.

On voit ici clairement l'échec de la sismologie, qui ne parvient pas à faire mieux, sur ce qui est connu, que la simple mesure des distances.

On ne voit pas comment elle peut servir à déterminer le sens de propagation de l'explosion, ni la manière dont elle s'est déroulée.

Annexe A5

A5-1.4 : Sélection des signaux p. 8

"Tous les enregistrements réalisés ne sont pas exploitables : certains enregistrement n'ont pas été activés et certains enregistrements sont très bruités. "

Nous avons déjà rencontré cette faute méthodologique : les auteurs éliminent tout ce qui ne leur convient pas.

A5-2 : Présentation des signaux p. 9

"Cette première approche des signaux enregistrés nous indique que si le temps de première arrivée est bien défini, la durée, ou la fin, de l'agitation sismique est plus difficile à cerner. "

Les auteurs semblent enfin découvrir ce qui est une évidence : une onde sismique ne correspond pas à un pic unique et bien défini, mais à des oscillations qui durent longtemps.

A5-3 : La datation : temps de première arrivée, temps moyen et temps de fin

A5-3.1 : Temps de première arrivée p. 10

"La détermination de la première arrivée de la composante T est sujette à caution. "

A5-3.2 : Temps de fin p. 10

"Nous avons convenu de définir le temps de fin comme l'instant du passage de la puissance par son maximum. "

Ici encore, nous voyons intervenir des hypothèses injustifiées.

A5-3.4 : Effets de distance : temps corrigés p. 11

"Pour le temps de première arrivée lorsque nous disposons de plusieurs tirs permettant de déterminer la relation entre le temps et la distance, nous corrigeons la mesure de temps par régression linéaire. "

L'hypothèse de linéarité est tout à fait factice. Cette correction permet tout simplement de s'affranchir des variabilités inhérentes au phénomène.

A5-5.2 : Hôpital Purpan : HP

A5-5.2.1 : Exemples de signaux p. 13

"Nous avons décidé de ne retenir que les signaux présentant un RSB supérieur ou égal à 6 dB. "

Même remarque que précédemment : on ne garde que ce qui conforte la théorie.

A5-5.5 : Montaudran, Air France : AF

A5-5.5.1 : Exemples de signaux p. 17

"Sur ce site les signaux enregistrés sont très bruités. Seulement quelques composantes Z sont exploitables. "

Il serait honnête de faire la liste de ce qui est exploitable et de ce qui ne l'est pas, et de définir clairement la limite. "Exploitable" ne doit pas signifier "qui conforte la théorie". Ce qui n'est pas exploitable doit pousser à s'interroger : la théorie est-elle suffisamment robuste ?

Dans les tableaux des pages suivantes, on constate que de très nombreux résultats ne sont pas exploitables.

Partie 2 : Acoustique

A5-6 : Cadre de l'étude p. 31

"En conclusion il apparaît qu'un accord se dégage pour abandonner l'enregistrement acoustique fait à HP. Une différence d'appréciation persiste sur la réalité de l'existence de l'événement E_1 à BL. "

Il faudrait quelque chose de plus solide que l'accord de trois ou quatre experts pour décider qu'un enregistrement doit être retenu ou abandonné. Ceci doit se faire sur des critères objectifs.

A5-8 : Conclusion **p. 36**

"Nous pouvons donc conclure que les événements acoustiques précurseurs, E_1 , observés :

- *à l'Ecole Dentaire,*
- *à Radio Présence,*
- *à l'Hôtel Dieu*
- *et à l'aéroport de Montaudran (AF)*

sont concomitants au passage des ondes sismiques dans ces différents sites. "

Et pour les autres ?

Table des matières

Chapitre 1	2
Une science balbutiante et ses dangers.....	2
I. La sismologie, discipline balbutiante	2
II. Les dangers d'une science balbutiante	4
Chapitre II	6
L'expertise sismique et l'accident AZF.....	6
I. Le sismographe, instrument très rudimentaire	6
II. Le sismographe de l'OMP.....	6
III. Notre conclusion quant aux incertitudes.....	7
Chapitre III	8
Le rapport Lacoume, Glangeaud, Dietrich.....	8
I. Articulation logique.....	8
II. Nos conclusions et celles du rapport LGD	9
A. Détermination précise de l'instant origine de l'explosion AZF	9
B. Existence d'une seule explosion	9
C. Détermination précise du lieu.....	9
D. Sens de propagation de l'explosion	9
III. Erreurs méthodologiques du rapport LGD	9
A. Simplifications abusives.....	10
B. Prétraitements injustifiés	10
C. Réglages abusifs	10
D. Conclusions arbitraires et injustifiées	11
E. Traitement des situations non conformes.....	11
IV. Incertitudes sur les données	12
A. Sur la force de l'explosion.....	12
B. Sur les distances tir-capteurs	12
C. Le coefficient de réflexion du sol.....	12
D. Connaissance du sous-sol.....	12
Chapitre IV	14
Analyse détaillée des simplifications abusives	14
Annexe A1	14
Annexe A2.....	17
Annexe A3.....	20
Annexe A4.....	35
Annexe A5.....	39