

OBSERVATION D'UN PHENOMENE LUMINEUX PRES D'ARMENTIERES LE 11 NOVEMBRE 1963

T = témoin E=enqueteur

07 février 2008

Sommaire

1. Circonstances de l'observation
2. Description du phénomène
3. Réactions des témoins
4. Reconstitution du phénomène
5. Discussion

Annexes :

- A1. Déroulement de l'enquête
- A2. Questions posées à l'issu de l'entretien initial
- A3. Données météorologiques
- A4. Formules de calcul

Résumé. Ce compte-rendu décrit un phénomène aérien non identifié observé par trois témoins dans le nord de la France le 11 novembre 1963. Le phénomène lumineux, d'abord immobile sous les nuages pendant quelques minutes, s'est déplacé de 120° en 1 à 2 secondes selon une trajectoire proche de l'horizontale puis a disparu dans la couche nuageuse. Les calculs indiquent un phénomène d'un diamètre de plusieurs mètres ayant subi une accélération de plusieurs dizaines de g au minimum. La personnalité et les compétences professionnelles du témoin principal, ingénieur au CEA et spécialiste des plasmas, confère à cette observation une importance particulière.

Date de l'observation : lundi 11 novembre 1963

Heure : dans l'après-midi, vers 15-16 h.

Lieu : Prêmesques (Nord), entre Armentières et Lille.

Témoins : M. (55 ans, entrepreneur, décédé en 1993) et ses deux fils,
(18 ans, étudiant) et (13 ans, collégien).

1. CIRCONSTANCES DE L'OBSERVATION

Ce lundi 11 novembre 1963, jour férié, nous étions sortis nous promener en voiture, mon père, 55 ans à l'époque, petit entrepreneur, mon frère 13 ans, collégien, et moi, 18 ans, étudiant à Armentières. Après le repas nous avons quitté Lille, où nous habitons, et nous étions arrivés sur le territoire de la commune de Prêmesques (département du Nord), entre Armentières et Lille. Il devait être vers 15-16 h. Laisant la voiture sur le bord de la route nous avons marché sur un petit chemin goudronné perpendiculaire à la route. Le chemin, orienté Nord-Sud m'a-t-il semblé, était suffisamment large pour laisser passage à un

tracteur et bordé de fossés profonds des deux côtés (voir fig. 1). Nous marchions côte-à-côte, mon père au centre, mon frère à sa gauche et moi à sa droite. Dans cette plaine des Flandres l'habitat était, à cet endroit et à l'époque, très dispersé. Les fermes les plus proches étaient loin, à 500 m ou 1 km. Le vent avait soufflé en tempête la veille et il avait beaucoup plu. Le sol était humide avec des flaques d'eau. Le ciel était tourmenté et un vent modéré soufflait. Les nuages défilaient en venant de notre droite, donc de l'Ouest. L'activité orageuse était nulle, la visibilité bonne, l'atmosphère limpide.

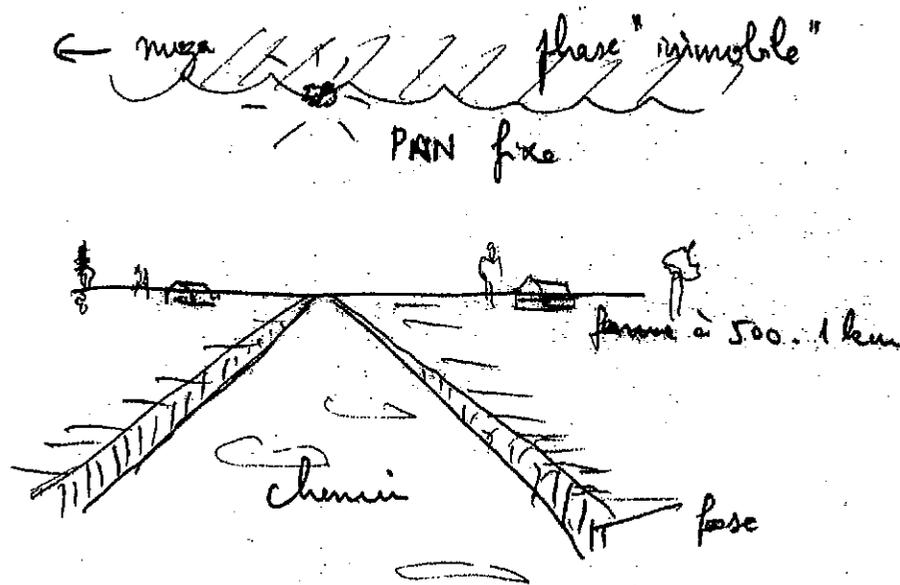


Fig. 1. Dessin par le témoin de la scène initiale avec le phénomène immobile.

2. DESCRIPTION DU PHENOMENE

2.1. Phase immobile

Je ne sais plus qui a vu le phénomène en premier. Peut-être moi ? Il avait les apparences d'une très grosse « étoile », plus lumineux que Vénus et plus étendu. Cette sorte de « boule » lumineuse à bord flou, mal défini, était fixe, juste sous des nuages sombres, donc parfaitement visible (fig. 2). Je l'ai observé durant plusieurs minutes, certainement plus d'une minute mais moins de cinq. Il était à une hauteur de 20° environ (je me suis souvent remis par la suite dans les mêmes conditions et je suis donc assez confiant dans cette estimation). Son diamètre apparent était égal ou inférieur au quart de celui de la Lune, approximativement 1 ou 2 mm à bout de bras. Des barbules de nuages passaient devant le phénomène. Sa couleur était plutôt orangée. Il donnait une impression de scintillation, et même plus que cela, d'une flamme, de quelque chose qui brûle. Mon père peu avant sa mort en 1993 utilisa à nouveau le terme de torchère.

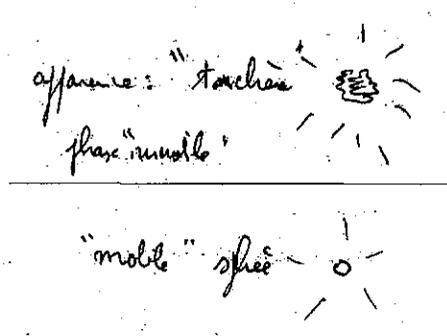


Fig. 2. Aspects du phénomène immobile et mobile (dessins par le témoin).

2.2. Phase oscillante

Puis il a changé d'apparence du fait d'une rotation sur lui-même ou d'une pulsation (figs. 3 et 4). Il n'y avait plus de barbules à ce moment là, son apparence était donc plus nette qu'auparavant. Cependant, le contour restait imparfaitement défini. Il s'est mis à osciller de gauche à droite à une fréquence supérieure à 1 Hz pendant quelques secondes. L'amplitude des oscillations (ou d'une spirale vue par la tranche, fig. 5) d'abord minime a été de plus en plus grande tandis que sa période restait constante. Je ne peux préciser le nombre total d'oscillations (trois à quatre m'a-t-il semblé).

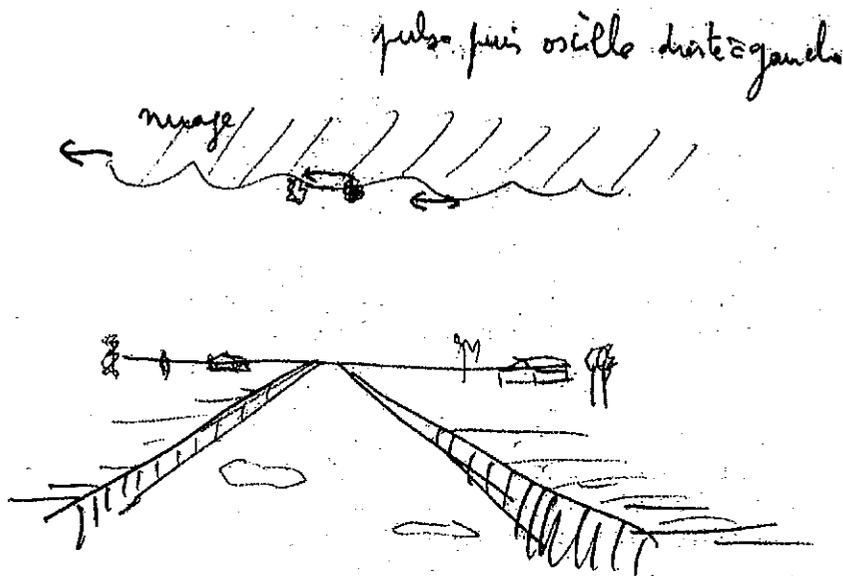


Fig. 3. Dessin par le témoin de la scène lors de la phase oscillante du phénomène.

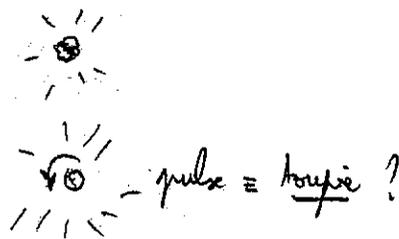


Fig. 4. Aspect du phénomène immobile en rotation ou pulsation (dessin par le témoin).

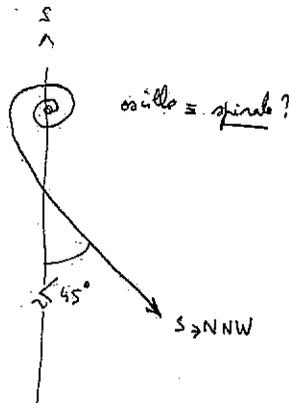


Fig. 5. Interprétation possible de l'oscillation du phénomène vue dans un plan horizontal (les directions S et NNO suggérées par le témoin n'ont pas été confirmées).

2.3. Phase mobile finale

Après les oscillations (ou spirale vue par la tranche), le phénomène a accéléré, sa vitesse a augmenté de manière progressive mais rapide, et il a filé au raz des nuages sans trainée ni bruit audible. Il s'est déplacé vers notre droite de la direction 12h, en face de nous, à la direction 4-5h. La trajectoire du phénomène, rectiligne, a toutefois semblé – et alors qu'il s'éloignait de nous (au-delà de la direction 3h) – devenir nettement plus basse que le plafond nuageux local. La trajectoire s'est alors incurvée progressivement vers le haut puis la boule lumineuse a disparu dans les nuages dans la direction 4-5h. Ce déplacement a duré 1 s au minimum et 2 s au maximum, je suis formel sur ces deux estimations. Le mouvement apparent a été rectiligne sur les 9/10èmes du parcours puis incurvé seulement sur le dixième restant.

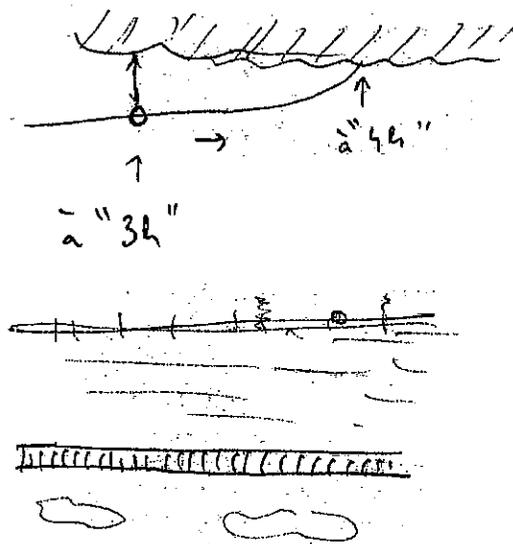


Fig. 6. Dessin par le témoin de la scène finale. La vue est à 90° vers la droite des précédentes. On reconnaît au premier plan le chemin et le fossé qui le borde. Noter que le phénomène est à bord net.

Il m'a semblé que le phénomène était plus proche de nous à 3 h qu'il ne l'était à 12 h. Je ne me rappelle plus si mon père avait également remarqué ce rapprochement. Il m'a semblé aussi que son diamètre était plus petit durant son déplacement qu'au point fixe, que sa couleur était plus blanche, plus pâle, c'est-à-dire sa luminosité était moins intense, et que son bord était maintenant bien défini (circulaire), peut-être parce qu'il était plus bas et complètement hors

des barbules. Une autre possibilité est que le plafond nuageux ait été à une altitude plus grande dans cette zone. Ceci pourrait expliquer le fait que le ciel était plus clair dans la direction de disparition. Dans ce cas, l'altitude de disparition pourrait avoir été nettement plus élevée que l'altitude de stationnement.

3. REACTIONS DES TEMOINS

3.1. Réactions lors de l'observation

Dès que j'ai pris conscience de la présence du phénomène j'ai pensé : « Tiens cette étoile est curieuse ». Je suis resté très pragmatique, observateur attentif car j'ai eu très rapidement le sentiment que c'était autre chose qu'une étoile et que c'était intéressant. Mais j'ai fait un effort pour ne pas le manifester. Tous mes « réflexes » de jeune scientifique, de pilote et d'astronome amateur se sont immédiatement mis en branle. J'étais entraîné et « ouvert » au phénomène, en outre je pressentais que quelque chose se produirait (voir ci-dessous). Si nous avons observé ce phénomène c'est aussi et surtout parce que j'ai insisté auprès de mon père qui ne croyait voir qu'« une énorme étoile fixe brillante et scintillante à l'instar d'une torchère » et que par conséquent pour lui cela ne valait évidemment pas la peine de s'y attarder. Pour lui, spontanément, une lumière immobile dans le ciel, ce ne pouvait être qu'une étoile. J'ai dû insister pour qu'il convienne que ce ne pouvait être, en aucun cas, une très grosse étoile, puisqu'elle était située juste sous un plafond nuageux assez bas, très épais et couvrant complètement le ciel. De ce point de vue le passage des barbules devant le phénomène était important. Sans mon insistance mon père et sans doute mon jeune frère n'auraient rien remarqué ; ils seraient passés à côté. Finalement nous sommes tous convenus que ce n'était pas une étoile. Ce n'était pas non plus un aéronef quelconque. C'était autre chose mais quoi ?

Mon impression personnelle, immédiate, ressentie au moment même de l'observation fut que j'observais quelque chose que j'aurais attendu (alors que je n'attendais rien jusque là) et qui se manifestait ici et maintenant. Aucune excitation de ma part, bien au contraire une grande sérénité. Cependant, je me suis efforcé de m'affranchir de cette impression de manière à extraire les données brutes de l'observation, celles qu'une caméra aurait pu enregistrer.

Ensuite, alors que l'objet était encore fixe, je me rappelle avoir eu le « pressentiment » qu'il allait se passer quelque chose. L'objet s'est effectivement mis en vibration puis en mouvement... Peut-être y a-t-il eu un mouvement imperceptible dont je n'étais pas conscient mais que mon cerveau enregistrerait et qu'il traduisait par ce que j'interprétais comme un « pressentiment ».

3.2. Réactions après l'observation

Cette observation m'a préoccupé, mais sans outre mesure. Je voulais en comprendre la nature car elle me semblait (et me semble toujours) importante du point de vue de la connaissance scientifique. Puisque je devais rejoindre un internat, j'ai demandé à mon père de regarder dans le journal local « La Voix du Nord » pour essayer de trouver d'autres témoins. Il ne trouva aucune mention de ce que nous avons observé. Les bulletins météo du journal confirmèrent mes observations sur la force et l'orientation du vent et l'excellente visibilité. Je pus déterminer la distance moyenne avec fourchette, la taille mais de façon très approximative (l'appréciation du diamètre apparent d'une boule de lumière est très délicate), la trajectoire apparente particulièrement nette, l'accélération et bien d'autres détails. J'ai aussi essayé de

retrouver, mais beaucoup plus tard et sans y parvenir, le lieu exact de l'observation car je souhaitais contrôler *a posteriori* les paramètres d'observation.

A ma demande, un médecin et aussi hypnotiseur, ami de mes parents, _____, m'a fait parler sous hypnose. Ce devait être en 1964. Pour autant que je me souviens la concordance entre les deux récits fut totale, rien de plus rien de moins. Il n'y eut pas de compte rendu en tant que tel.

Au début je n'en ai pas parlé à l'extérieur. Je l'ai gardé un peu pour moi comme quelque chose d'intime et de très personnel, d'incommunicable. En parler aurait été comme « salir » l'observation en la confrontant à l'incrédulité ou pire à la moquerie. Au bout de quelques mois, début 1964, j'osai en parler à l'encadrant du cercle d'astronomes amateurs de Lille auquel j'appartenais. J'ai senti qu'il connaissait la question et cela m'encouragea. Il me déclara que je n'étais pas le seul à avoir observé dans la région des phénomènes de ce type. Il me demanda de mettre notre observation par écrit et je crus comprendre que les témoignages étaient conservés à l'époque à la base aérienne de Cambrai-Epinoy (2^{ème} région militaire). Je n'ai jamais vérifié cette information. Mon père, mon frère et moi avons donc rédigé notre témoignage que j'ai transmis à l'encadrant. Je n'ai jamais eu de retour d'informations mais je n'ai pas cherché non plus à en avoir, préoccupé que j'étais à l'époque par bien d'autres choses plus terre à terre ! Je n'ai malheureusement pas conservé de copie de ce compte-rendu.

Nous avons parlé plusieurs fois de cette observation en famille. Mon père et mon frère réagirent un peu différemment mais personne n'oublia. Mon père était un rationaliste convaincu. Il n'a jamais exprimé un intérêt particulier mais n'a, non plus, jamais nié l'évidence. Peu avant son décès en 1993 il se rappelait encore l'observation avec précision et nous avons pu en reparler tous les deux. C'était pour lui un mystère. Quant à mon frère, il m'en parlait encore en 2003 mais pour lui « il faut oublier tout ça, car on ne peut pas comprendre le mystère ».

4. RECONSTITUTION DU PHENOMENE

Une demande de renseignements auprès de l'Association Météorologique du Nord - Pas de Calais (voir Annexe A3) a permis d'établir qu'au jour de l'observation entre 15 et 16h le vent était orienté SSO et que la couverture nuageuse était formée de cumulus. De la direction du vent on peut déduire que le chemin sur lequel marchaient les témoins était orienté ONO (et non N comme le pensait le témoin). Les directions absolues ne jouant aucun rôle dans la suite de cette reconstitution nous conserverons les directions relatives en prenant le chemin comme référence (12h). La connaissance du type de nuage, donc de l'altitude approximative du phénomène, et des diverses directions relevées par le témoin, permet de calculer de proche en proche l'ordre de grandeur des principaux paramètres géométriques de l'observation.

4.1. Altitude initiale

Sous nos latitudes l'altitude de la partie inférieure de nuages du type cumulus est généralement comprise entre 200 et 2000 m. L'impression du témoin principal, qui, rappelons-le était pilote amateur, fut que la base du nuage était à une altitude de l'ordre du kilomètre. Nous prendrons donc comme altitude du phénomène $H = 1000$ m.

4.2. Distance initiale

En se replaçant dans des conditions similaires à différentes reprises, le témoin estime que la hauteur angulaire h du phénomène était d'environ 20° à 10% près, soit $h = 20 \pm 2^\circ$. Un phénomène situé à une altitude H observé sous un angle h (site) se trouve à une distance D donnée par $D = H/\sin h$ (fig. 7). Dans le cas présent, $D = 2900$ m pour $h = 20^\circ$.

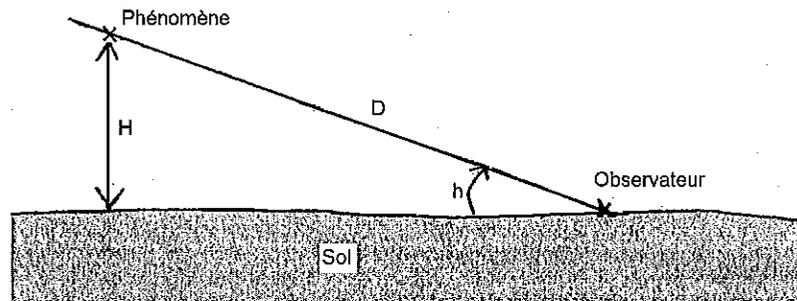


Fig. 7. Positions de l'observateur et du phénomène immobile vues dans un plan vertical. Elles sont séparées par une distance D qui correspond à une distance D_s au sol (voir Annexe A4).

4.3. Distance parcourue

Le phénomène immobile était au « midi » de l'observateur. Lorsque l'objet s'est déplacé le témoin a suivi son mouvement du regard. Son regard s'est déplacé vers la droite selon un angle c supérieur à 90° (un angle de 90° correspondrait à la direction 3 h) mais sûrement inférieur à 150° (disparition à 5h). Pour l'observateur la valeur la plus probable de l'angle c est 120° (disparition à 4h), voir fig. 8. Il hésite à donner une fourchette mais compte tenu de des valeurs qui précèdent on peut proposer $c = 120 \pm 20^\circ$. Pour suivre ce mouvement le témoin se souvient d'avoir tourné la tête mais pas le corps.

La direction de déplacement du phénomène est de tous les paramètres de l'observation le plus délicat à évaluer. Le témoin pense que le phénomène s'est déplacé sur un axe faisant un angle e proche de 45° par rapport au chemin (donc entre S et SSE).

La formule de calcul de la distance L parcourue par le phénomène avant de disparaître est donnée en Annexe 4. Pour un angle c de 120° cette distance L est ainsi comprise entre environ 3,5 (si $e = 35^\circ$) et 5,8 km (si $e = 45^\circ$), cette dernière valeur étant plus conforme à l'impression du témoin. Le phénomène serait passé au plus près du témoin à une distance D_m comprise entre 1600 m (avec $H = 1000$ m, $h = 20^\circ$ et $e = 35^\circ$) et 2000 m (avec $e = 45^\circ$ et les mêmes valeurs de H et h) et aurait disparu à une distance comprise entre 3,7 km et 7,5 km.

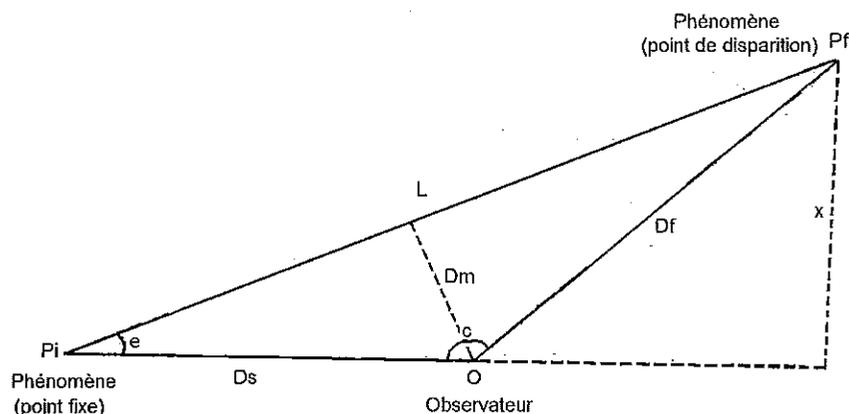


Fig. 8. Vue en plan de la trajectoire du phénomène (selon la ligne P_i-P_f , proche de S ou SSE) par rapport au chemin (ligne horizontale P_i-O , vraisemblablement ONO). La longueur de trajectoire observée est $L = P_i-P_f$. Les distances initiale (D_s), minimale (D_m) et finale (D_f) de l'observateur au phénomène sont indiquées (voir Annexe A4).

4.4. Diamètre

Le témoin fourni deux estimations du diamètre apparent b : un quart de la Lune soit $0.5^\circ/4 = 0,125^\circ$, soit 7,5 minutes d'arc, et 1 ou 2 mm à bout de bras soit entre $\arctg(1/600) = 0.095^\circ = 6'$ et $\arctg(2/600) = 0,19^\circ = 12'$. Les deux estimations sont en assez bon accord. Pour $D = 2900$ m elles conduisent à un diamètre réel B (donné par $B = D \sin b$) compris entre 5 m (si $b = 0.095^\circ$) et 10 m ($b = 0.2^\circ$). Pour la distance minimale $D_m \approx 1600$ m, on aurait un diamètre de 2,5 m (0.08°) à 5 m (0.2°) environ.

4.5. Vitesse et accélération

En restant au plus près des impressions du témoin, c'est-à-dire un angle e de 40° ($L = 7$ km) et une durée de déplacement de 1,5 s la vitesse moyenne du phénomène aurait été de 4,7 km/s. En supposant un mouvement uniformément accéléré l'accélération serait de $2L/t^2$ soit 6 km/s² (600 g) et la vitesse au moment de la disparition dans le nuage dépasserait 9 km/s.

En prenant des fourchettes de distance L comprise entre 3,7 et 7,5 km et de durée entre 1 et 2 s, et en supposant un mouvement uniformément accéléré, on trouve une vitesse au moment de la disparition comprise entre 3 700 m/s à 15 000 m/s, l'accélération étant respectivement de 1 850 m/s² (185 g) au minimum et 15 000 m/s² (1500 g) au maximum.

On peut remarquer que même en prenant les valeurs extrêmes des estimations $H = 800$ m, $h = 22^\circ$, $c = 110^\circ$, $e = 20^\circ$, qui conduisent à la distance parcourue la plus faible ($L = 3000$ m), et en retenant la plus longue durée de déplacement admissible (2 s), l'accélération demeure très forte (150 g).

Inversement si on accroît l'altitude du phénomène et sa distance au témoin, la distance parcourue augmente et l'accélération également. Par exemple en prenant $H = 2000$ m, $h = 18^\circ$, $c = 130^\circ$, $e = 45^\circ$ la distance parcourue passe à $L = 27$ km et l'accélération à 1350 g (toujours avec $t = 2$ s).

5. DISCUSSION

5.1. Caractère anomal du phénomène

Les valeurs d'accélération obtenues sont considérables. Un calcul simple permet d'en prendre la mesure. Supposons pour fixer les idées que le phénomène ait été un plasma (gaz ionisé) d'une densité égale à celle de l'air, soit environ 1 kg par m³. Pour communiquer à cette masse une accélération de 150 g (ce qui constitue une borne inférieure estimée dans le paragraphe précédent), la vitesse acquise à l'instant de sa disparition (à $t = 2$ s) étant de 3 km/s, il faut délivrer au phénomène une puissance instantanée et par unité de masse de 4,5 MW/kg.

L'estimation la plus basse du diamètre du phénomène (2,5 m) conduit à un volume de 8 m³, donc une masse de 8 kg, soit une puissance instantanée de 38 MW au moment de la disparition. La poussée qu'il aurait fallu communiquer vaut 3800 N ou 380 kg par kg (si c'est du gaz ionisé).

A titre comparatif, le missile anti-missile américain dénommé Sprint des années 1970-80 d'une masse de 3 500 kg accélère jusqu'à 100 g (cf Wikipédia). Son moteur développe

290 000 kg de poussée soit environ 80 kg de poussée par kg. La vitesse atteinte est supérieure à Mach 10 soit du même ordre de grandeur que le phénomène observé mais, bien entendu, avec éjection visible de gaz. Autres points de comparaison : la puissance d'une voiture est de l'ordre de 50 W/kg et celle d'une centrale nucléaire rapportée à la charge de matière fissile de l'ordre du MW/kg. La combustion de l'hydrogène dans l'oxygène dégage 13 MW/kg. L'énergie contenue dans la foudre globulaire a été estimée à 10^7 joules et pourrait atteindre exceptionnellement 10^9 joules (soit 0,15 à 15 GJ/kg pour un globe de 25 cm de diamètre d'une densité de 1kg/m^3 ; cf. note 1 page suivante).

5.2. Hypothèse de la foudre en boule

Dans sa présentation des conditions météorologiques du 11 novembre 1963 après-midi (voir ci-dessous Annexe A3), le président de l'Association Météorologique du Nord - Pas de Calais écrit : « Les conditions étaient propices à la formation d'orages. Il est donc probable que certaines des fortes averses signalées ce jour-là se soient accompagnées de phénomènes électriques. ». Cette indication suggère l'hypothèse que le phénomène observé ait été une manifestation de la foudre globulaire. Deux ordres de faits ne s'accordent pas avec cette hypothèse :

En premier lieu, le témoin principal ne confirme pas la présence d'orages. Il est très sensible au temps orageux. Il ne serait donc pas sorti, ou n'aurait pas prolongé sa promenade, s'il y avait eu une activité électrique perceptible.

En second lieu les caractéristiques de la foudre globulaire sont fort différentes de celles calculées ici¹. En général la foudre en boule, d'un diamètre de 20 à 40 cm, au plus 1 m, évolue lentement (vitesse de l'ordre du mètre par seconde) et de manière erratique au voisinage du sol ; sa durée de vie moyenne est de 5 s et atteint très rarement 30 s. Ici, le phénomène est resté longtemps immobile malgré un vent fort à la base des nuages (60-80 km/h, voir Annexe A3) puis a suivi une simple trajectoire rectiligne incurvée à la fin. Ces différences considérables de trajectoire, durée de vie, taille, vitesse et accélération conduisent à écarter l'idée que le phénomène observé à Prêmesques puisse être assimilé à une manifestation de la foudre globulaire.

ANNEXES

A1. DEROULEMENT DE L'ENQUETE ET DE L'ANALYSE

Aucun compte-rendu ou notes des années 60 n'ayant été retrouvés, ce compte-rendu est intégralement fondé sur plusieurs entretiens entre T le témoin principal, et E. Le premier entretien a eu lieu à Versailles, le jeudi 4 décembre 2003. Il a porté essentiellement sur l'observation et ses conditions (sections 1 à 3) et donné lieu à un texte accompagné d'une série de questions (voir Annexe A2). Lors d'un second entretien (à Versailles, le 14 décembre 2004), T a corrigé cette première version et répondu oralement aux questions. Les réactions des témoins (section 3) ont été principalement discutées lors d'un échange de courriers électroniques entre E et T du 7 au 15 février 2007. Une seconde version du compte-rendu, fondée sur l'ensemble des informations précédentes, a été rédigée

¹ Voir le chapitre 7 du livre de Claude Gary, *La foudre. Des mythologies antiques à la recherche moderne*. Masson, Paris, 1995. L'auteur conclut qu'« il n'existe encore aucun modèle convaincant [de la foudre en boule]. En particulier, aucune théorie ne parvient à expliquer la durée relativement longue du phénomène, car on ne voit pas quelle pourrait être la nature de l'énergie interne, ni de l'énergie extérieure capables de compenser l'énergie dissipée par convection et par rayonnement. » (p. 87).

par E et remis à T le 21 novembre 2007 ; des corrections et additions mineures y ont été apportées lors d'une entrevue à Paris le 30 novembre 2007.

Par la suite dans les versions 4 et 5 E a proposé une première reconstitution *a minima* (section 4) en utilisant une durée de la phase mobile (4 s) qui a été jugée inacceptable par T. Dans la version 6, E a pris en compte cette objection et a également rédigé la discussion finale (section 5).

A2. QUESTIONS POSEES A L'ISSU DE L'ENTRETIEN INITIAL

1. Observateurs : noms, âges, adresse et professions à l'époque.
2. Circonstances et lieu de l'observation : les témoins étaient-ils à pied, en voiture ? Quelle était la raison de leur sortie ? Étaient-ils sur une route, un chemin ? Le lieu exact peut-il être retrouvé ?
3. Qui a découvert le phénomène initialement ?
4. La direction d'observation peut-elle être retrouvée (par rapport à la route ou autre repère) ?
5. La luminosité peut-elle être appréciée ?
6. Le diamètre angulaire peut-il être apprécié ?
7. La période des pulsations peut-elle être appréciée ?
8. Quel a été le nombre d'oscillations avant le départ ? La période a-t-elle augmentée en même temps que l'amplitude ?
9. La trajectoire de départ est-elle bien d'abord rectiligne puis incurvée vers le haut ? Quelles sont les proportions relatives des deux parties (rectiligne et incurvée) ?
10. L'objet a-t-il bien disparu dans les nuages ?
11. Je ne suis pas sûr d'avoir bien compris la description des directions : de 12h à 4-5h cela représente 135° environ. Il faut donc non seulement tourner la tête mais aussi tourner le corps pour suivre un tel mouvement. Est-ce le cas ?
12. Subsistent-ils des notes prises à l'époque des faits ?

A3. DONNEES METEOROLOGIQUES

Données communiquées par _____ Président de l'Association
Météorologique du Nord - Pas de Calais _____ le 6 décembre 2007.

Temps observé en région lilloise le lundi 11 novembre 1963 entre 15 heures et 16 heures :

Temps venteux, avec un ciel très chargé et fortes averses.

Température : 12,6°C.

Vent moyen : 40 km/h (vent très soutenu) de secteur SSO

Humidité relative au sol : 74%

Nuages observés : Cumulus sous Altostratus. Il est à noter que les Cumulus peuvent présenter des bases parfois très sombres. La conjonction Cumulus et Altostratus donne un ciel gris, sombre et menaçant.

Visibilité : 30.000 mètres

Les conditions étaient propices à la formation d'orages. Il est donc probable que certaines des fortes averses signalées ce jour-là se soient accompagnées de phénomènes électriques.

La reconstitution des conditions météorologiques en altitude le 11 novembre 1963 en début d'après-midi donne une vitesse de déplacement des bases nuageuses comprise entre 60 et 80 km/h.

A4. FORMULES DE CALCUL

Distance observateur-phénomène immobile	$D = H \sin(h)$
Distance D projetée au sol	$D_s = H / \operatorname{tg}(h)$
Distance minimum au phénomène mobile (au sol)	$D_m = D_s \sin(e)$
Distance finale au point de disparition (au sol)	$D_f = L \frac{\sin(e)}{\sin(\frac{\pi}{2} - c)}$
Longueur de la trajectoire parcourue par le phénomène	$L = D_s \frac{1}{\cos(e)} \frac{1}{1 - \frac{\operatorname{tg}(e)}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} - c)}}$