

Pendant deux semaines, ils avaient peiné sur des kilomètres de glace, ils avaient descendu et remonté des crevasses, ils avaient fondu la neige pour trouver des poussières, ils avaient cherché de toutes les manières possibles, mais toujours aux mauvais endroits. Seraient-ils enfin récompensés? Même pas : dès qu'il vit les cratères, L. Christensen sut qu'ils n'avaient pas été formés par des impacts de météorites. Des roches avaient simplement laissé des vides en tombant le long d'une pente érodée.

Cette expédition avait été préparée par Holger Pedersen et Torben Risbo, respectivement astronome et géophysicien à l'Université de Copenhague. Ils avaient choisi la zone de recherche : des

centaines de kilomètres carrés près de la source du Frederikshabs Isblink, un glacier géant au mouvement lent, et de 1 200 mètres d'épaisseur à l'endroit du camp.

Leur enquête de terrain et leurs calculs les avaient aussi convaincus que la météorite incandescente qui avait éclairé la côte Sud-Ouest du Groenland, le 9 décembre 1997, avait une origine extraordinaire : ce serait la première météorite connue provenant de l'extérieur du Système solaire. Ce résultat était étonnant : la masse de la météorite, avant qu'elle ne commence à se consumer dans l'atmosphère, avait été estimée à une centaine de tonnes. Il était inattendu que le premier objet interstellaire jamais détecté

soit aussi gros : statistiquement, on avait plus de chances d'en découvrir d'abord de petits. L'analyse d'un fragment, même minuscule, de la météorite permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

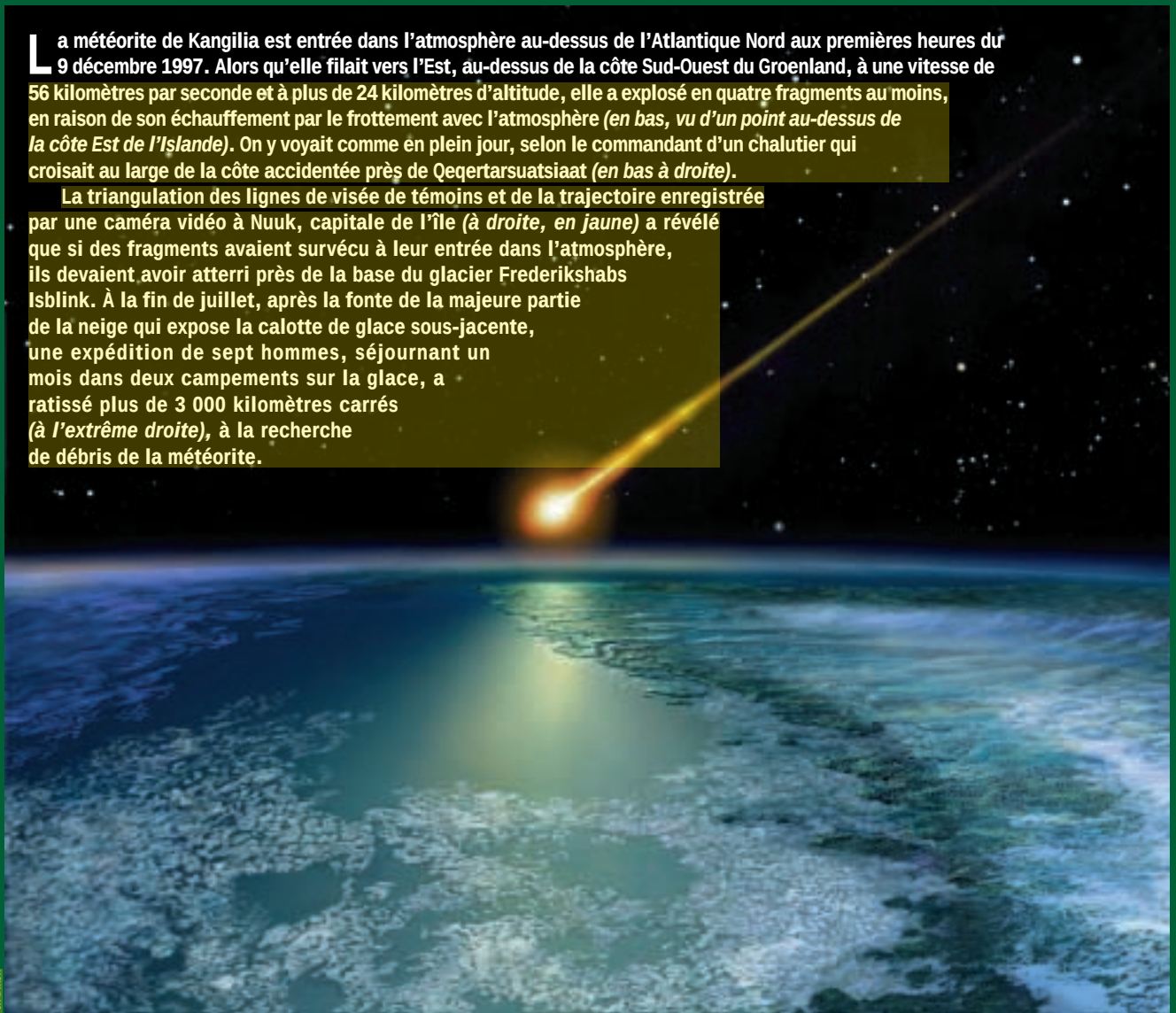
## Retracer la chute

«Sunaana!», avait crié un enfant de trois ans à sa grand-mère : «Qu'est-ce que c'est?» C'est à cette question que H. Pedersen espérait répondre. Toutefois, il devait d'abord répondre à deux autres questions : dans quelle direction le bolide se déplaçait-il et à quelle vitesse? Il disposait pour cela d'un élément précieux : en enregistrant vidéo de trois secondes, qui

## La météorite de Kangilia

**L**a météorite de Kangilia est entrée dans l'atmosphère au-dessus de l'Atlantique Nord aux premières heures du 9 décembre 1997. Alors qu'elle filait vers l'Est, au-dessus de la côte Sud-Ouest du Groenland, à une vitesse de 56 kilomètres par seconde et à plus de 24 kilomètres d'altitude, elle a explosé en quatre fragments au moins, en raison de son échauffement par le frottement avec l'atmosphère (*en bas, vu d'un point au-dessus de la côte Est de l'Islande*). On y voyait comme en plein jour, selon le commandant d'un chalutier qui croisait au large de la côte accidentée près de Qeqertarsuaat (*en bas à droite*).

La triangulation des lignes de visée de témoins et de la trajectoire enregistrée par une caméra vidéo à Nuuk, capitale de l'île (*à droite, en jaune*) a révélé que si des fragments avaient survécu à leur entrée dans l'atmosphère, ils devaient avoir atterri près de la base du glacier Frederikshabs Isblink. À la fin de juillet, après la fonte de la majeure partie de la neige qui expose la calotte de glace sous-jacente, une expédition de sept hommes, séjournant un mois dans deux campements sur la glace, a ratissé plus de 3 000 kilomètres carrés (*à l'extrême droite*), à la recherche de débris de la météorite.



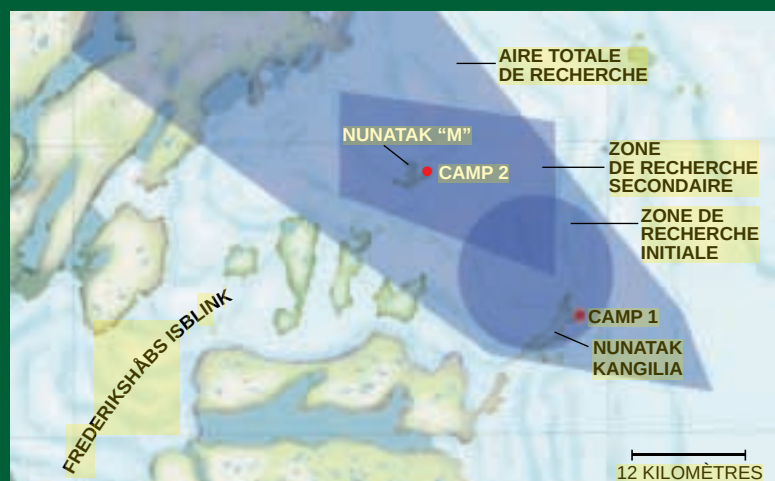
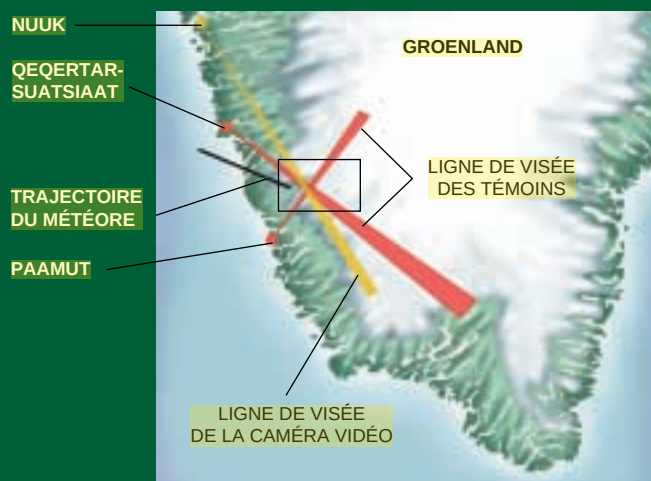
montrait la chute de la météorite et un éclair final juste sous l'horizon. Un habitant de Nuuk avait filmé l'événement par hasard, avec une caméra disposée pour la surveillance de son scooter des neiges. Si H. Pedersen pouvait reconstruire la trajectoire de la boule de feu quand elle avait traversé le champ de la caméra, alors il connaîtrait sa vitesse.

L'enregistrement montrait que la météorite se déplaçait dans un plan incliné de 53 degrés par rapport à la

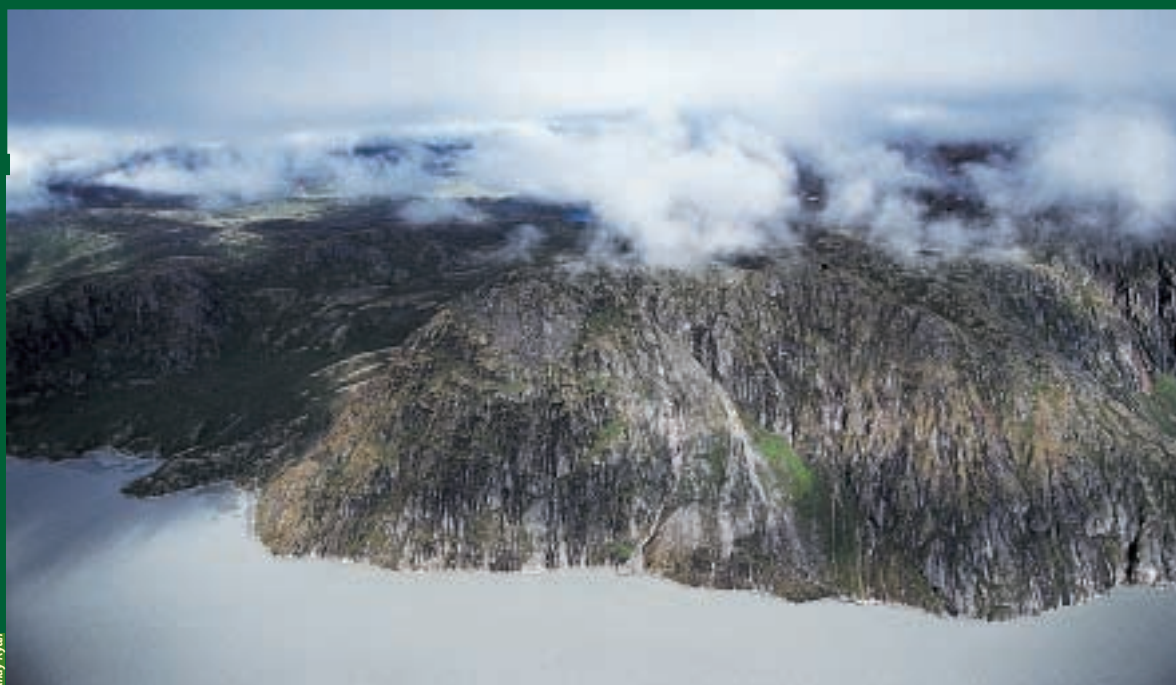
**2. CHERCHANT AU HASARD**, l'équipe s'est écartée de la glace pour examiner des cratères observés sur la côte. Les alvéoles (taches blanches, en haut) n'étaient que des traces naturelles d'érosion.



Andy Ryan



Laure Grace



Andy Ryan



verticale, mais quelle était sa direction ? Pendant deux semaines sombres de janvier, H. Pedersen se déplaça de village en village avec un théodolite, instrument de mesure des angles. Interrogeant une trentaine de témoins, il couvrit son carnet de croquis et de témoignages : certains avaient vu de

grandes boules de feu de la taille de la Lune et aussi brillantes que le Soleil ; d'autres, des traînées incandescentes larges comme deux mains ouvertes. Surtout, il mesura l'angle sous lequel chaque observateur se souvenait avoir vu la boule de feu, à l'endroit d'où il l'avait aperçue.



Hans Henrik Olsen

**3. DANS UNE CREVASSE**, la glace lisse n'offre aucun point d'appui. Quand la neige couvre l'ouverture des fissures, les chutes sont imprévisibles et mortelles. Les membres de l'expédition marchent en file indienne et encordés.



Andy Ryan

**4. L'ASTRONOME** Holger Pedersen a fait du porte-à-porte pour recueillir des témoignages de Groenlandais qui avaient assisté à la chute de la météorite. En corrélant ces témoignages, un enregistrement vidéo réalisé à Nuuk et les données de satellites militaires américains, il est arrivé à la conclusion extraordinaire que l'objet était la première météorite interstellaire jamais observée.

Zdenek Ceplecha, spécialiste tchèque des météorites, avait appris l'existence de l'enregistrement vidéo. Il proposa alors son expérience et ses méthodes de travail à H. Pedersen. Le programme de calcul de trajectoires qu'il avait mis au point calcula la trajectoire la plus probable à partir des informations recueillies. Ce calcul fournissait toutefois une vitesse surprenante : environ 56 kilomètres par seconde, plus de deux fois la vitesse d'entrée dans la haute atmosphère de la plupart des météorites. C'était d'autant plus incroyable que la collision n'était pas frontale : l'objet avait quasiment embouti la Terre par-derrière à un peu plus de 200 000 kilomètres heure.

En calculant à rebours la trajectoire de l'objet dans l'espace extraterrestre, Z. Ceplecha découvrit en outre que l'orbite ne passait pas près de la ceinture des astéroïdes, d'où proviennent la majorité des météorites, mais qu'elle sortait complètement de l'écliptique (le plan où gravitent les planètes et la majorité des corps du Système solaire). Elle ne pouvait même pas avoir été déviée par l'attraction gravitationnelle de Mars. Si les observations et les calculs étaient corrects, ce dont Z. Ceplecha doutait, alors ce qui avait brûlé au-dessus du Groenland provenait d'au-delà du nuage cométaire de Oort, qui contient les objets les plus lointains du Système solaire.

Si la météorite était arrivée si vite, il n'en restait probablement plus que de la poussière : les pressions considérables qu'elle avait subies à son entrée dans l'atmosphère l'avaient entièrement disloquée. Des grains, ensevelis sous le mètre de neige tombée dans l'année, contenaient alors la preuve d'une origine extrasolaire. Si, au contraire, l'expédition trouvait un gros fragment et si la composition de ce fragment s'approchait de celle de météorites connues, l'hypothèse interstellaire serait infirmée.

## La recherche sur le terrain

Un grand cercle entourant le «nunatak Kangilia» (un nunatak est une pointe rocheuse qui émerge de la calotte glaciaire) délimitait la zone principale de recherche. Après une semaine d'exploration, l'expédition n'avait rien trouvé. Maintenant qu'ils disposaient d'un hélicoptère, ses

membres avaient déplacé leur camp vers une seconde zone, si éloignée de tout que l'amoncellement de roches près du centre ne portait pas de nom officiel. H. Pedersen le nomma nunatak M, comme météore.

Le lendemain du jour où ils avaient inspecté les cratères si décevants, René Sorensen et Tore Jørgensen jetèrent leurs traîneaux dans l'hélicoptère et partirent pour un camp avancé. Les trois jours suivants, ils pelletteraient une tonne de neige dure sur une grande bâche de plastique noir, puis ils filtreraient l'eau de fonte pour récupérer toute particule solide qui aurait été piégée dans la neige depuis le début de son accumulation, au mois d'août précédent.

La première semaine, ils avaient essayé d'observer les particules au microscope, pour se faire une première opinion, mais la tempête permanente les contraignait à travailler sous la tente : dès leur ouverture, les échantillons furent contaminés par la suie des réchauds au kérosène, par les poils de leurs peaux de renne et par des cheveux. Par la suite, tous les échantillons furent donc scellés pour analyse ultérieure à Copenhague.

Vers neuf heures du matin, six hommes montèrent dans l'hélicoptère pour une reconnaissance aérienne vers le Sud-Est où, selon Z. Ceplecha, T. Risbo et H. Pedersen, les plus gros fragments avaient pu tomber. L'engin quadrilla quelques centaines de kilomètres carrés en deux heures : dix kilomètres en avant, un kilomètre à droite, dix kilomètres en arrière, un kilomètre à gauche, et ainsi de suite. À 30 mètres d'altitude, les hommes scrutaient une étendue de glace de 900 mètres, à gauche et à droite de l'hélicoptère. Même à une vitesse de 90 kilomètres heure, ils devaient apercevoir toute roche placée à la surface de la neige.

À l'atterrissage, L. Christensen émergea avec un sac plein de sable gluant et noir. Ce n'était que de la cryoconite, dépôt noir formé par l'accumulation, dans des tourbillons et dans des flaques, de poussières et d'algues entraînées par les ruisseaux d'eau de fonte qui coulent sous et à travers la neige. Toutefois, la cryoconite contenait peut-être de la poussière météoritique.

L'après-midi, l'équipe partit pour une nouvelle reconnaissance de 90 minutes. Elle revint les mains vides.



## ONDES ET ONDELETTES

B. Burke Hubbard

PRIX D'ALEMBERT 1996

L'élaboration des ondelettes est une saga moderne. Fourier a inventé la décomposition d'un signal en éléments simples ; pour les besoins de l'analyse du signal, physiciens et mathématiciens ont inventé une nouvelle décomposition en ondelettes. Celle-ci est utile dans de nombreuses applications et ses richesses ne sont pas toutes exploitées.

Barbara Burke Hubbard est écrivain scientifique : elle retrace avec simplicité et chaleur comment les scientifiques pensent et hésitent avant que n'écluse une idée, et comment ils coopèrent. Voir bon de commande p. 98

POUR LA  
**SCIENCE**  
DIFFUSION BELIN