

LES POTINS DE LA VOIE LACTÉE
VEGA et GIOTTO ..., un mois après ...

En mars 1986, alors que l'orbite de Halley coupait l'écliptique à son noeud ascendant, une flotille soviétique (VEGA 1 et 2), japonaise (SUISEI et SAKIGAKE) et européenne (GIOTTO) plongeait dans l'atmosphère de la célèbre comète. Aujourd'hui, il est trop tôt pour présenter tous les résultats de cette première exploration cométaire mais, dès à présent, un premier bilan peut être dressé.

Dans la matinée du 6 mars, VEGA 1 est passée à 8900 km du noyau de Halley. La comète, alors très active, "crachait" au moins trente tonnes d'eau et cinq de poussières par seconde. Les panneaux solaires, qui recevaient de plein fouet les impacts, ont vu leur puissance diminuer de 80%. Dans la matinée du 10 mars, VEGA 2 est passée à 8000 km du noyau. Le taux d'éjection des poussières avait diminué d'un facteur 2, mais des problèmes de pointage de la caméra embarquée venaient compliquer les prises de vue. Lors des deux survols, l'intensité du champ magnétique (comprimé par les ions cométaires) est passée de moins de 10 nanoteslas dans le vent solaire à 75 nanoteslas environ dans l'environnement cométaire ; de nombreux ions ou molécules ont été identifiés dans la chevelure ainsi que des grains de poussière dans une gamme de masse allant de 10^{-15} à $2 \cdot 10^{-5}$ g. Enfin le noyau est apparu comme un objet allongé, peut-être enveloppé d'un cocon de poussières, et plus chaud (environ 330K) qu'on ne l'imaginait.

Le 11 mars, alors que l'ultime répétition de survol de GIOTTO allait se dérouler au centre de contrôle de l'Agence Spatiale Européenne à Darmstadt (RFA), nous étions assez confiants quant à la navigation de la sonde européenne ; les VEGA soviétiques, jouant à merveille leur rôle d'éclaireurs, nous avaient indiqué la position du noyau, cependant qu'ils étaient eux-mêmes localisés par le réseau américain d'interférométrie à très longue base. Mais nous pouvions encore nous interroger quant aux chances de survie de la sonde européenne ; le petit véhicule japonais SUISEI n'avait-il pas, en passant le 8 mars à 150 000 km du noyau, reçu l'impact de deux grains de poussière qui avait modifié sa vitesse de rotation ! Enfin, la répétition s'effectuait de façon "nominale", avec toutefois un petit suspens quand les données s'interrompirent pendant quelques secondes... parce qu'un bulldozer avait sectionné un câble souterrain entre Canberra et Sydney.

Dans la soirée du 13 mars, après les ultimes corrections de trajectoire et d'attitude, GIOTTO atteignait enfin la chevelure de la comète. La sonde avait parcouru, depuis son lancement, près de 750 millions de kilomètres; plus de cent mille ordres lui avaient été transmis par télécommande pendant les neuf mois de sa "croisière" interplanétaire. Toute la mission se déroulait à la perfection, les dix instruments embarqués fonctionnant à merveille. Cependant, heure après heure, alors que GIOTTO se précipitait à 68 km/s vers le coeur de la comète, la tension montait dans la vaste salle de contrôle où nous arrivaient les données. A 1h 03 m (heure française), au petit matin du 14 mars, la sonde passa au plus près du noyau, précisément à 600 km. Il fallait alors huit minutes aux informations pour nous parvenir, puisque Halley se trouvait à près de 150 millions de kilomètres de la Terre. Bientôt, les images enregistrées par la caméra semblèrent s'affaiblir ; le miroir du télescope se dégradait sous l'impact des poussières cométaires. Et soudain, à 1 h 11m, les signaux disparurent de tous les écrans de contrôle.

Moins de deux minutes plus tard, le miracle arriva... sous forme de signaux réapparaissant de façon intermittente. Comme le laissaient prévoir les derniers modèles d'environnement cométaire "concoctés" par les théoriciens, l'orientation de l'antenne avait été modifiée sans que la sonde eût été

détruite ; les impacts de poussière sur le bouclier protecteur avaient induit en effet des mouvements de précession et de nutation de la sonde autour de son axe de rotation.

Une demi-heure plus tard, la sonde avait à peu près repris sa configuration initiale grâce à l'amortisseur de nutation embarqué. En France, les émissions télévisées sur la comète étaient déjà terminées. Pour nous, en Allemagne, c'était l'heure des premiers bilans et la joie éclatait. GIOTTO avait magnifiquement survécu à son passage au plus près de la comète, aucune de ses parties vitales n'ayant été atteinte par les impacts. Sur les dix expériences embarquées, six (dont celle de l'auteur de ces lignes) étaient en parfait état de marche pour de nouvelles observations cométaires.

Devant ce succès, l'Agence Spatiale Européenne a décidé de procéder fin mars à une correction de la trajectoire de GIOTTO. Ainsi la sonde, qui par ailleurs vient d'être mise en "hibernation", gravite aujourd'hui sur une orbite circumsolaire qui la conduira, en juillet 1990 à quelques dix mille kilomètres de la Terre. De là, grâce à l'assistance gravitationnelle de notre planète, elle pourra peut-être repartir explorer une autre comète...

Mais au-delà d'une belle réussite technologique, que nous apporte cette première sonde spatiale européenne ? Beaucoup de résultats quant aux transitions entre le milieu interplanétaire et l'atmosphère de la comète, et quant à la nature des atomes, molécules, ions (métaux, composés organiques et inorganiques) ou poussières présents dans la chevelure. Mais le résultat le plus spectaculaire est sans doute l'aspect du noyau cométaire, long de 15 km et large de 4 km environ, très irrégulier et structuré, extrêmement sombre, peut-être parmi les objets les plus sombres du système solaire... En dessous de sa croûte superficielle organique, des poches de gaz se forment, qui explosent au Soleil en formant des jets de gaz et de poussières, tout à la fois denses et brillants. Boules de neige obscures venues des confins du système solaire, ces noyaux cométaires révéleront-ils des molécules organiques complexes ?

Deux petits exercices sur ce thème

1. Soit un grain de poussière cométaire de 2×10^{-5} g. Quel est son diamètre, en admettant qu'il est sphérique et que sa masse volumique est de un gramme par centimètre cube ? Ce même petit grain de poussière cométaire a pu heurter le bouclier protecteur de Giotto à 68 km/s. Calculer son énergie cinétique. A quelle vitesse d'impact correspondait cette énergie cinétique pour une voiture d'une masse proche d'une tonne ?

2. Admettons en première approximation que le noyau de Halley est une sphère de 5 km de rayon et de masse volumique proche de 1 g/cm^3 , admettons également que, pendant les trois mois durant lesquels elle a été la plus près du Soleil, Halley a perdu en moyenne cinquante tonnes de matière par seconde et que, en dehors de cette période, la perte de matière est nulle. En déduire l'ordre de grandeur de la diminution du rayon de Halley lors de son passage à proximité du Soleil. Pendant combien de passages pourra-t-elle encore être observée ?

(Réponse : aucune inquiétude à avoir. Elle sera encore volumineuse lors de ses passages au périhélie du 28 juillet 2061 et du 27 mars 2134. Au fait, n'oubliez pas de noter sur vos carnets que le 7 mai 2134 elle sera "seulement" à quatorze millions de kilomètres de la Terre.)

Anny-Chantal Levasseur-Regourd
Université Paris VI - Service d'Aéronomie du CNRS