

# Mars... sur orbite!

par Francis BERTHOMIEU  
Lycée Jean Moulin - Draguignan

Depuis la mise en place de l'option Sciences Expérimentales, la planète Mars semble passionner les enseignants de sciences physiques... Objet de multiples tentatives, et sur la base de simplifications plus ou moins rigoureuses, elle sert de support à l'étude de la relativité des mouvements pour l'unité U1 de ces nouveaux programmes.

L'étude que je propose ci-après se base sur les mouvements réels de la planète. Elle peut être menée en deux séances de 3 heures, et passionne les élèves: A partir de véritables mesures, et affranchis de sérieuses difficultés mathématiques par l'utilisation de l'informatique, ils vont en effet vivre, en raccourci, les joies de l'Observation, puis celles de la Découverte, en se sentant peut-être, pendant ces quelques heures de nouveaux Tycho Brahé ou Johannes Kepler...

## Premier Acte (séance de 3 heures):

La séance commence par la projection sans commentaires des diapositives de Daniel Toussaint. "Retrogradation de Mars", diffusées par le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (C.L.E.A.). On peut même créer une atmosphère propice avec un environnement musical approprié à l'auditoire... Le plaisir esthétique est évident!

Suit un court débat: la constellation du Taureau est connue de quelques élèves qui la décrivent aux autres, les Pléiades sont une fois de plus repérées comme les "stars" des nuits d'hiver, et nombreux sont ceux qui s'engagent à les observer de leurs propres yeux dès la nuit tombée...

Bien sûr, un Objet Volant Bien Identifié a été repéré par les plus observateurs, et chacun peut se convaincre de son mouvement par une nouvelle projection des diapositives...

Plusieurs groupes sont alors constitués, selon les disponibilités en matériel...

### Activité 1: exploitation de diapositives.

Un agrandisseur photographique permet de projeter les diapositives sur le document 1. C'est une reconstitution, réalisée informatiquement à partir des coordonnées des étoiles, de l'image du ciel que l'on obtiendrait avec un objectif idéal de 50mm de focale en le braquant vers la constellation du Taureau. Y figurent bien entendu les principales étoiles, mais aussi, et surtout les "graduations" en ascension droite et déclinaison...

Il faut alors mettre en coïncidence les principales étoiles de la diapositive projetée sur ce document, et y positionner la planète Mars, en notant la date de la prise de vue réelle ou le numéro de la diapositive... On reconstitue ainsi pas à pas la trajectoire de Mars sur le fond du ciel. Les petits écarts entre l'image théorique et les photographies sont dus, bien entendu, aux distorsions qu'introduisent les objectifs utilisés pour la prise de vue et pour la projection, mais ils n'empêchent pas d'obtenir des résultats convenables.

Comme il y a une quinzaine de diapositives, il est possible de travailler en les faisant circuler de groupe en groupe... et si l'on manque d'agrandisseurs, des projecteurs de diapositives peuvent tout aussi bien faire l'affaire...

Les élèves sont ensuite invités à évaluer, sur la carte, les coordonnées de Mars (Ascension Droite en heures et minutes et Déclinaison en degrés décimaux), et à rassembler leurs résultats dans un tableau.

**Document 1**

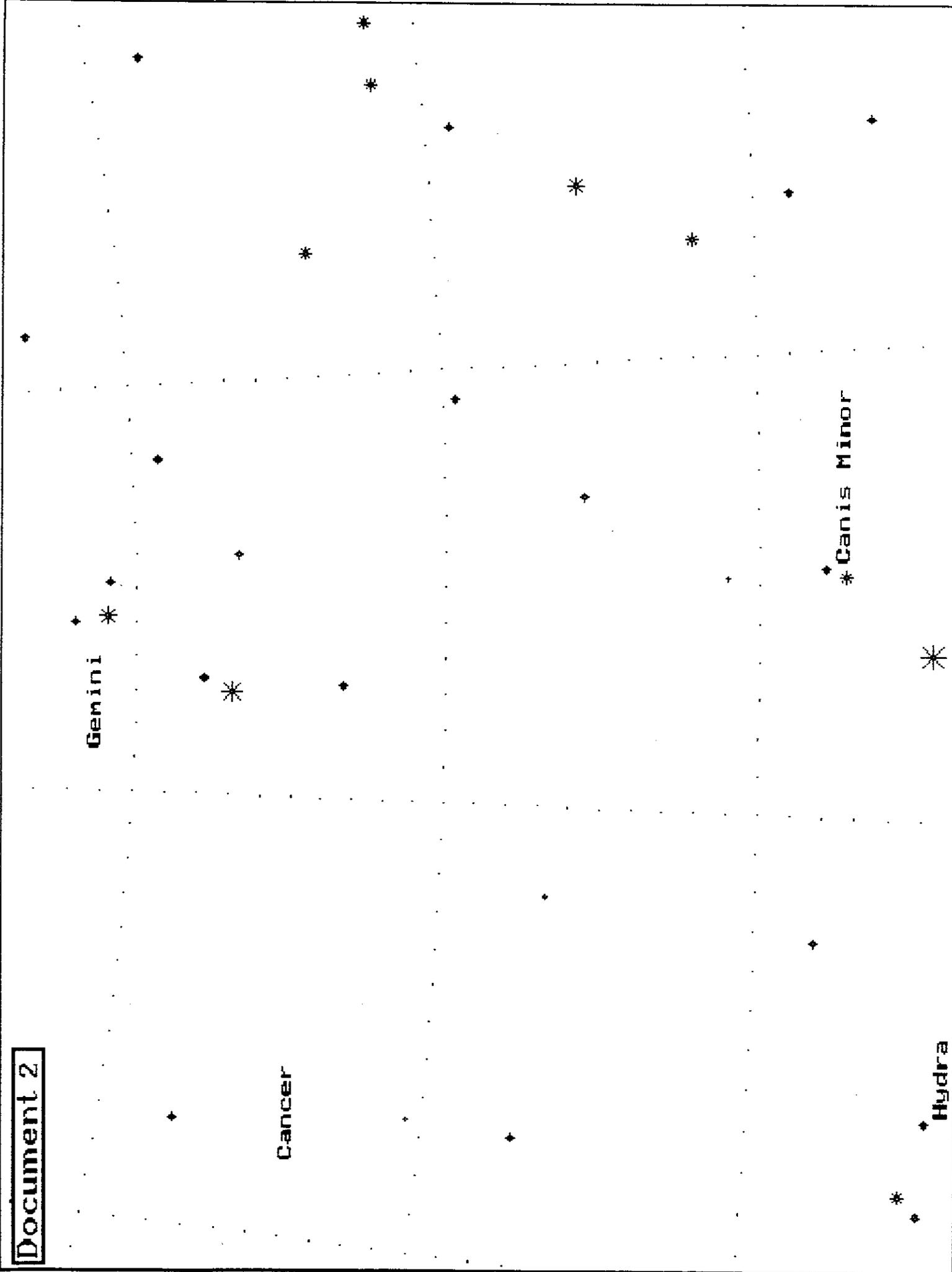
◆ Perseus

\* Auriga

Taurus

\* Orion

**Document 2**



## Activité 2 et 3: Exploitation des éphémérides.

Munis d'un ordinateur et d'un logiciel d'éphémérides astronomiques (en l'occurrence le logiciel "éphémérides" de l'A.F.A.) trois groupes différents seront chargés de rechercher les coordonnées équatoriales de la planète à diverses dates.

Le premier groupe se charge des dates correspondant aux prises de vue. Le deuxième groupe se charge d'une période s'étalant sur 1990 et 1991. Le troisième se consacre aux années 1992 et 1993.

En pratique, il suffit de donner aux élèves un tableau de dates, correspondant aux dates t des photographies pour le premier groupe et à des dates convenablement choisies pour les groupes 2 et 3, le travail consistant simplement à relever les coordonnées de la planète à ces instants...

Ces élèves doivent ensuite placer successivement la planète sur les cartes du ciel, cette fois à partir de la connaissance des coordonnées calculées par des astronomes...

Résultats:

Une trajectoire avec rétrogradation en "Z" dans le Taureau (hiver 1990-1991... pour le document 1)

Une trajectoire en boucle dans les Gémeaux (hiver 1992-1993... à tracer sur le document 2).

## Activité 4: mise en commun des résultats des 3 ateliers

La confrontation des résultats des arpenteurs photographiques du ciel et des théoriciens de l'A.F.A. est alors effectuée... La coïncidence est souvent excellente, tant au point de vue numérique que graphique... Tableaux de nombres ou tracés de trajectoires sont pratiquement superposables!

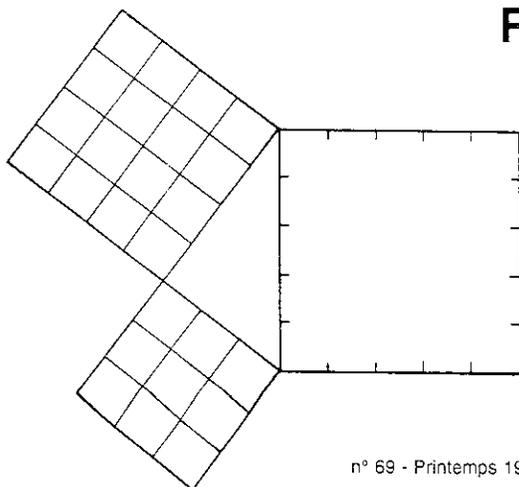
Le document 3 donne les coordonnées de Mars pour les deux "saisons" citées, mais on peut envisager des dates différentes, par exemples celles de l'hiver prochain, pour préparer et motiver une observation ultérieure d'un phénomène intéressant!

Une discussion s'engage alors qui permet de dégager l'idée qu'il serait bien utile de connaître la trajectoire spatiale de Mars autour de la ... Terre, ou autour du Soleil! Coperniciens et Ptoléméens peuvent s'affronter et chacun est invité à émettre des idées sur les allures qu'auraient les trajectoires avec l'un ou l'autre point de vue.

C'est alors qu'arrive entre leurs mains le logiciel "COPERNIC": Il permet de concrétiser les choses, en "matérialisant" ces points de vue, avec les hypothèses simplificatrices de trajectoires circulaires et de mouvements uniformes: Il permet de voir simultanément la trajectoire des planètes et l'aspect du ciel depuis un point d'observation donné, "planétocentrique" ou héliocentrique...

Convaincus que la rétrogradation observée peut s'expliquer par ce changement de repère, les élèves peuvent alors s'envoler vers de nouvelles aventures en attendant le deuxième acte.

## REBUS



$$x 2^8 = ( ? )^2$$

# DOCUMENT : Coordonnées équatoriales de la planète MARS (aux dates des photographies CLEA)

date	A. D. h:min:sec	dec. °:':"	lon.ec.g.M. °	lat.ec.g.M. °	l.g.S °
15/09/90	4:19:58	18:55:53			171,9
25/09/90	4:35:01	20:43:09			181,7
9/10/90	4:49:49	21:37:38			196,3
21/10/90	4:53:12	22:08:55			207,3
7/11/90	4:43:29	22:41:16			224,3
27/11/90	4:13:56	22:39:07			244,5
14/12/90	3:49:43	22:09:52			261,7
1/01/91	3:39:39	21:56:24			280,1
15/01/91	3:44:14	22:14:02			294,3
29/01/91	3:57:35	22:52:40			308,5
17/02/91	4:25:51	23:57:46			327,9
3/03/91	4:52:14	24:49:50			342,0
13/03/91	5:12:55	25:05:11			352,0
30/03/91	5:50:52	26:22:23			8,9
5/04/91	6:04:36	25:20:23			14,8
22/06/91	9:14:17	17:21:50			90,1

Le passage des coordonnées équatoriales aux coordonnées écliptiques est un problème purement mathématique, à confier sans soucis à un calculateur



En posant :

- $\alpha$  = ascension droite
- $\delta$  = déclinaison
- $E = 23,442^\circ$
- $\lambda$  = longitude écliptique
- $\beta$  = latitude écliptique



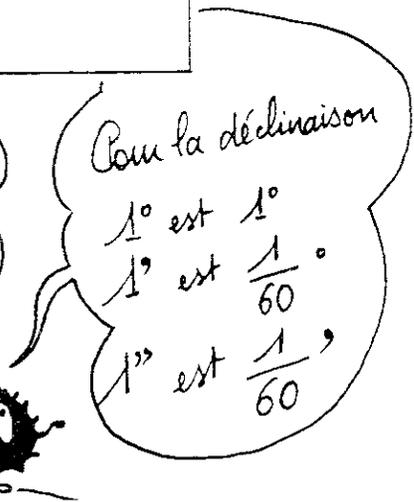
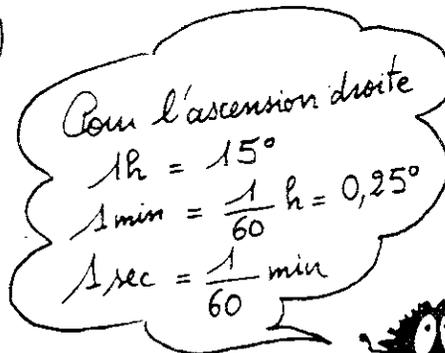
On peut écrire :

$$\tan \lambda = \frac{\sin \alpha \cdot \cos E + \tan \delta \sin E}{\cos \alpha}$$

$$\sin \beta = \sin \delta \cos E - \cos \delta \sin E \sin \alpha$$

# DOCUMENT : Coordonnées équatoriales de la planète MARS de Janvier 1990 à Octobre 1993... (à suivre...)

date	A.D.	dec.	date	A.D.	dec.
h:min:sec °:':"			h:min:sec °:':"		
1/01/90	16:31:57	-21:55:31	1/01/92	17:32:52	-23:45:25
1/02/90	18:07:36	-23:49:15	1/02/92	19:13:49	-23:08:11
1/03/90	19:36:11	-22:22:14	1/03/92	20:47:09	-18:59:13
1/04/90	21:11:46	-17:26:05	1/04/92	22:21:45	-11:32:51
1/05/90	22:39:16	-10:12:04	1/05/92	23:48:18	-2:43:24
1/06/90	0:04:52	-1:31:38	1/06/92	1:15:11	6:32:59
1/07/90	1:24:30	6:40:21	1/07/92	2:39:17	14:20:25
1/08/90	2:43:19	13:42:12	1/08/92	4:06:38	20:05:08
1/09/90	3:53:52	18:30:14	1/09/92	5:31:13	22:58:43
10/09/90	4:11:14	19:28:08	1/10/92	6:43:57	23:24:41
20/10/90	4:27:56	20:20:49	1/11/92	7:39:56	22:45:47
1/10/90	4:42:12	21:07:02	10/11/92	7:50:31	22:40:15
10/10/90	4:49:13	21:37:54	20/11/92	7:58:15	22:45:04
20/10/90	4:53:12	22:08:55	1/12/92	8:00:50	23:08:43
1/11/90	4:48:59	22:32:32	10/12/92	7:57:44	23:43:39
10/11/90	4:39:59	22:44:12	20/12/92	7:48:34	24:35:41
20/11/90	4:25:26	22:45:42	1/01/93	7:30:53	25:43:08
1/12/90	4:07:27	22:33:08	10/01/93	7:15:18	26:24:29
10/12/90	3:54:25	22:16:54	20/01/93	6:58:58	26:54:16
20/12/90	3:44:15	22:01:18	1/02/93	6:44:49	27:01:12
1/01/91	3:39:39	21:56:24	10/02/93	6:39:37	26:54:45
10/01/91	3:41:28	22:05:11	20/02/93	6:39:20	26:39:46
20/01/91	3:48:06	22:26:13	1/03/93	6:43:33	26:21:22
1/02/91	4:01:22	23:02:31	10/03/93	6:51:18	25:58:44
1/03/91	4:48:04	24:35:55	20/03/93	7:03:14	25:25:58
1/04/91	5:55:15	25:22:14	1/04/93	7:21:08	24:41:16
1/05/91	7:07:23	24:14:18	1/05/93	8:16:35	21:44:43
1/06/91	8:23:31	20:51:30	1/06/93	9:21:33	16:59:54
1/07/91	9:35:44	15:36:42	1/07/93	10:26:54	10:52:17
1/08/91	10:48:22	8:38:39	1/08/93	11:35:49	3:22:20
1/09/91	12:00:29	0:43:15	1/09/93	12:47:27	-4:42:55
1/10/91	13:12:23	-7:11:26	1/10/93	14:01:50	-12:22:00
1/11/91	14:32:01	-14:47:10			
1/12/91	15:56:49	-20:34:31			



# DOCUMENT : PLANETES... Astres errants!

Graphes N°1

