

le saut de semaine de GPS

Claude Million

INTRODUCTION

Dans deux articles [1] [2] on avait indiqué quelles pourraient être les conséquences, sur les résultats des positions GPS, du saut entre la 1023^e semaine, et celle qui la suit qui, faute de place informatique, sera numérotée 0 au lieu de 1024, parce que les semaines ne sont numérotées que sur 10 positions binaires. On a voulu assister au phénomène prévu. C'est pourquoi dans la nuit de Samedi à Dimanche, entre le 21 et le 22 août 1999 à 0 heure GPS, on a noté ce qui se passait, ne serait-ce que pour le comparer aux prévisions.

Disons, tout de suite, que ce qui va suivre ne concerne qu'un seul type d'appareil, un petit récepteur "de poche" GARMIN 38 acheté en 1995, dont on a décrit les caractéristiques dans [3], et qui n'est plus dans le commerce. Toutefois, il semble que de nombreux appareils du même type soient actuellement proposés, à ceci près qu'ils peuvent recevoir simultanément 12 satellites au lieu de 8, qu'ils peuvent lire des cartes topographiques sur CD-ROM, et qu'ils affichent la zone intéressée sur un petit écran autour du point calculé.

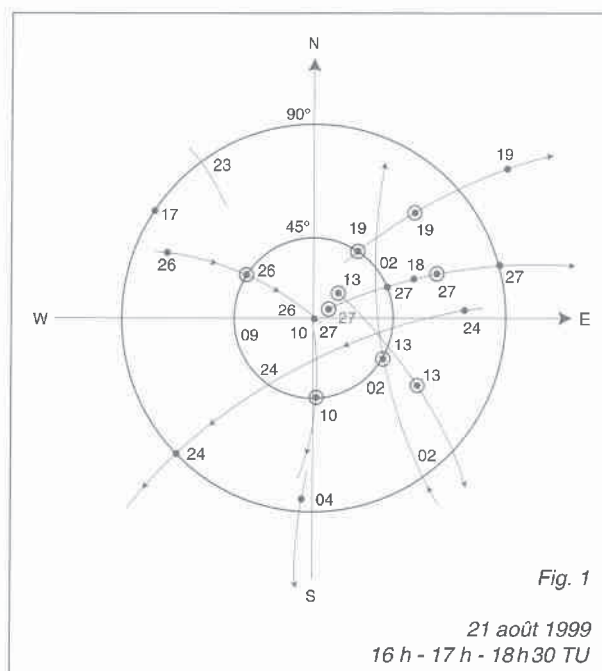
LES OBSERVATIONS

Le site "choisi" n'était pas très favorable, mais compte tenu de la saison, en raison de la présence des frondaisons des arbres, il devait représenter la situation de bien des randonneurs. Bref, le ciel n'était pas très dégagé, et un effet très net de "cañon" était constaté. En outre, on avait changé de site après un voyage de 800 km. C'est pourquoi on a commencé les observations assez tôt afin de ne pas mélanger l'effet de changement de site à celui de changement de constellation qui était prévu et qu'on voulait mettre en évidence, ou réfuter.

La *figure 1* indique la position très approximative des satellites sur une projection stéréographique du ciel du lieu d'observation plusieurs heures avant l'instant attendu. La *figure 2* indique la position des satellites observés avant minuit et un peu après minuit. La situation était très favorable puisqu'au moins six satellites étaient reçus avec assez de puissance pour faire un point à moins de cinquante mètres près.

Si bien que, sur l'instant, il ne s'est effectivement rien passé! Apparemment aucune perte de réception des satellites n'était constatée et la petite apocalypse de GPS n'avait été qu'un leurre.

À cet instant on a commis une erreur qui nous a permis de mettre en évidence l'effet attendu : on a coupé l'appareil dont les piles allaient se vider inexorablement.



Le lendemain, après avoir allumé l'appareil, on a pu constater qu'il s'était passé quelque chose. L'appareil était incapable de calculer la position des satellites en vue et de les recevoir.

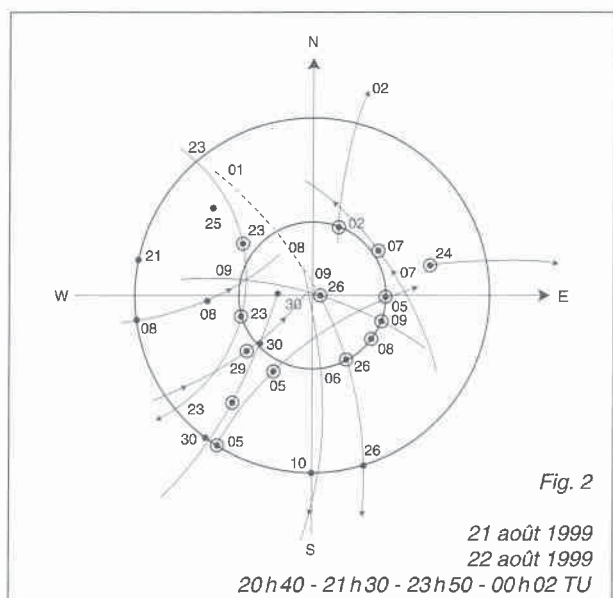


Fig. 2

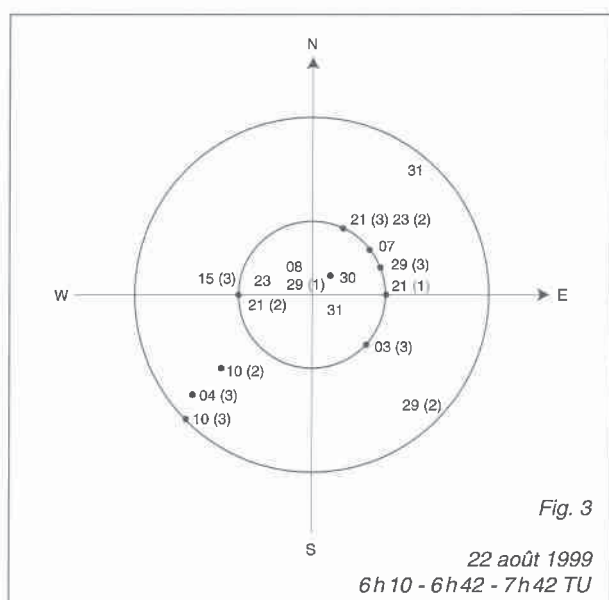


Fig. 3

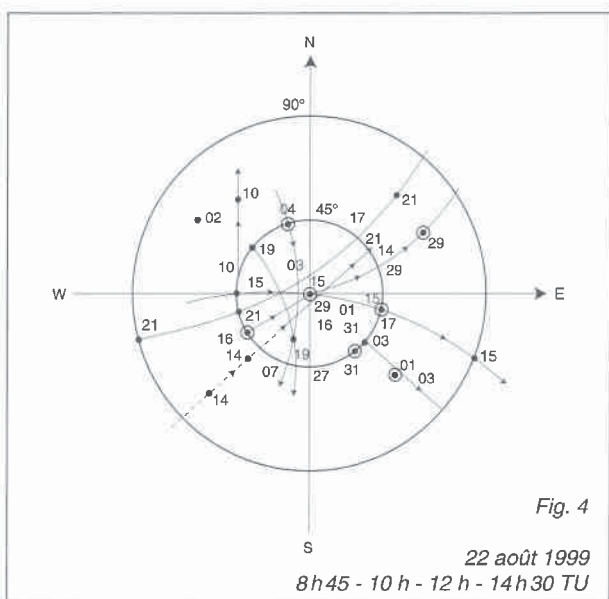


Fig. 4

De fait, il recevait un satellite, apparemment par hasard, puis le perdait rapidement, du moins il ne semblait pas le recevoir assez longtemps pour être capable de prévoir sa position future.

On a donc expérimenté l'effet prévu, nommé démarrage à froid, que beaucoup n'avaient jamais observé, même avec des appareils neufs; fréquemment le vendeur ou le fabricant avaient initialisé l'appareil pour que cela reste insensible à son acquéreur.

Compte tenu de l'"effet de canon" on a dû attendre plus de deux heures et demie avant que l'appareil puisse faire un point décent "par lui-même", c'est-à-dire en recevant, au hasard, suffisamment de satellites, pendant un temps suffisamment long pour récupérer le nouvel almanach, qui seul permet de prévoir leurs futures positions.

La figure 3 porte les positions prévues par l'appareil des satellites pendant la période de confusion. Pendant cette période le logiciel de l'appareil "réclamait" qu'on lui donne une position approchée, ce qu'on n'a pas fait puisqu'on n'avait pas changé de place. L'aurait-on fait, qu'on aurait, sans doute, ajouté à la contusion, car les options offertes pour indiquer les positions approchées sont très grossières. Que n'utilise-t-on pas l'algorithme proposé dans [4] pour calculer le point approché? On remarquera les mouvements aberrants et impossibles des satellites 21 et 29, les numéros entre parenthèses indiquent l'ordre de relevé de la position. Ce sont celles affichées par l'appareil incapable d'extrapoler les données de l'almanach.

La figure 4 porte la position correctement prévue des satellites en vue, après cette période de confusion.

Sur les figures 1 à 4, les positions, et par conséquent les trajectoires des satellites, sont très approximatives, ce sont celles portées sur le minuscule écran du récepteur. Les positions observées ont été cerclées les autres sont des positions simplement prévues.

Les déplacements apparents des satellites, au point d'observation, sont la composition de deux mouvements :

1. Le mouvement propre du satellite sur sa trajectoire pratiquement circulaire, à l'excentrement dû au rayon terrestre près : Il existe six orbites notées A, B, C, D, E, F sur lesquelles circulent quatre satellites plus les satellites de réserve, c'est-à-dire que sur certaines orbites il n'y a pas quatre mais cinq satellites. La position du satellite est notée par la lettre de l'orbite et par l'ordre de la position du satellite sur cette dernière : B2 par exemple.

Mais les satellites occupant cette position changent : lorsque l'usure d'un satellite impose de le remplacer par un autre, qui est souvent, avant un lancement en grappes, un satellite de rechange, les positions des satellites sont alors brusquement modifiées, mais en cas de conflit armé cela arrive également (cf. guerre du Golfe).

Au moment des observations décrites les positions des satellites, désignés par leur P R N (nombre pseudo aléatoire) selon lequel ils sont identifiés à la réception, étaient les suivantes dans l'ordre suivant sur les orbites :

Orbite	Position				
1	2	3	4	5	
A	09	25	27	19	08
B	22	30	02	05	-
C	06	03	31	07	
D	24	15	17	04	11
E	14	21	10	23	16
F	01	26	18	29	13

Ce qui signifie que certains satellites se suivent sur une même trajectoire. Exemple le 1 suit le 26 (Figure 2).

NB: Sur une projection conforme, comme la projection stéréographique, les trajectoires apparentes seront, en gros, des arcs de cercles décentrés, sauf mouvement trop important du référentiel traité en 2°.

2. Un mouvement de rotation du référentiel, qu'on nommera, pour faire image, et éviter de longs développements, un effet "pendule de Foucault". Pour faire un tour complet, dans le sens des aiguilles d'une montre, le temps nécessaire sera de :

$$\frac{24 \text{ heures}}{\sin(\text{latitude})} = 35 \text{ heures, } 1 \text{ mn, } 38 \text{ sec.}$$

à la latitude de l'observation. Exemple : sur 3 heures et demie d'observations le référentiel aura tourné de 1/10° de tour soit 36°, la position apparente de la trajectoire aura tourné d'autant.

CONCLUSIONS

On a donc pu constater l'effet prévu de démarrage à froid, mais rien concernant les dates, l'appareil n'affichant que l'heure T.U, mais pas la date.

Les positions déterminées sont correctes maintenant.

Disons, en gros, que ce sont les prévisions les moins pessimistes qui se sont réalisées.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **C. MILLION**, *GPS et le syndrome de l'an 2000*. XYZ n° 70 3° trimestre 1998.
- [2] **C. MILLION**, *GPS, l'An 2000 et le passage de la 1024^e semaine Géotop* n° 152 1^{er} trimestre 1999.
- [3] **C. MILLION**, *Un récepteur GPS de poche*, description XYZ n° 75, 2° trimestre 1998.
- [4] **C. MILLION**, *Calcul d'un point GPS approché*. XYZ n° 68, 3° trimestre 1996 pp 99-101.
- S. BANCROFT**, *An Algebraic Solution of the GPS pseudorange equations* IEEE transactions Aerosp. Electr. Syst. AES-21 (Nov 1985) pp 56-59.
- P.E. POMMELET**, *Comparaisons et Optimisation d'Algorithmes pour le calcul du point GPS*, Laboratoire de Recherches Balistique et Aérodynamiques Vernon.
- C. MILLION**, *À propos du calcul du point approche GPS et de la correction d'aberration*, XYZ n° 80.



6 et 8 avenue Blaise Pascal
Cité Descartes - Champs-sur-Marne
77455 Marne-la-Vallée - Cedex 2
Téléphone : +33 (0)1 64 15 30 01
Télécopie : +33 (0)1 64 15 31 07
Mél : info@ensg.ign.fr
Internet : <http://www.ensg.ign.fr>



ECOLE NATIONALE
DES SCIENCES
GEOGRAPHIQUES

ECOLE NATIONALE DES SCIENCES GEOGRAPHIQUES

L'ENSG assure la formation initiale et continue des ingénieurs, cadres et techniciens, spécialisés en sciences et techniques de l'information géographique.

L'ENSG dispose de moyens techniques variés et en constant renouvellement, et d'un corps enseignant permanent d'une vingtaine de professeurs, tous qualifiés à haut niveau dans leur domaine de compétence.

Son Centre de Formation Permanente propose des formations sur catalogue et réalise des prestations sur mesure, pour tous les niveaux, du technicien au décideur. Les méthodes pédagogiques sont adaptées aux objectifs et au public :

- ✓ généralités sur l'information géographique,
- ✓ systèmes d'information géographique (SIG),
- ✓ GPS, géodésie, topométrie,
- ✓ photogrammétrie, télédétection,
- ✓ cartographie.

Consultez le catalogue 2000 sur notre site internet
22 nouvelles formations