

EMPLOI D'UNE ANTENNE FIXE POUR LA RECEPTION  
DES SATELLITES DU SYSTEME ARGOS

C A L L E D E

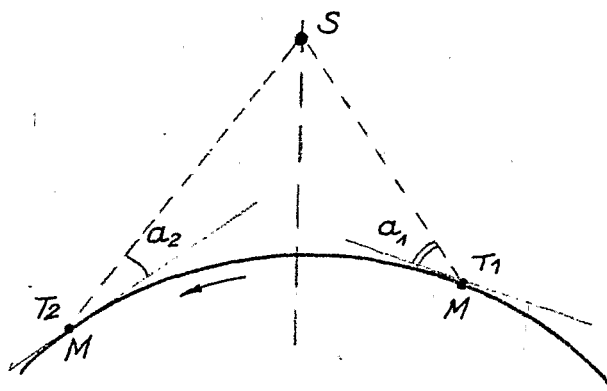
Un des avantages du système ARGOS réside dans la possibilité d'utiliser une station de réception indépendante, et de prix abordable. Cette station a été prévue à l'origine avec une antenne directionnelle suiveuse, mais une étude est en cours pour utiliser une antenne fixe omnidirectionnelle.

Cette solution, qui permet une économie notable sur le coût de la station, est surtout intéressante côté fiabilité. En outre, il n'est plus nécessaire de connaître les trajectoires des satellites et d'entrer ces paramètres dans le micro-calculateur de la station.

Néanmoins, le diagramme de rayonnement de l'antenne fixe implique que le satellite se trouve en vue de la station et à une hauteur en site supérieure à  $20^\circ$ .

1. - SITUATION LA PLUS DEFAVORABLE POUR LA RECEPTION

Le satellite parcourt une trajectoire circulaire autour de la Terre en 101 mn.



Supposons le satellite  $S$  en vue de la station de réception  $M$ . A l'instant  $T_1$ , le satellite  $S$  est observé à son maximum de culmination (angle  $\alpha_1$  maximum). 101 mn plus tard ( $T_2$ ) le satellite est à nouveau à son maximum de culmination, mais la Terre a tourné de  $25^\circ 15'$  et l'angle de site maximum est  $\alpha_2$ .

Le cas le plus défavorable se situe lorsque  $\alpha_1 = \alpha_2$ , c'est-à-dire lorsque les deux trajectoires successives du satellite sont symétriques (en longitude) par rapport à la station.

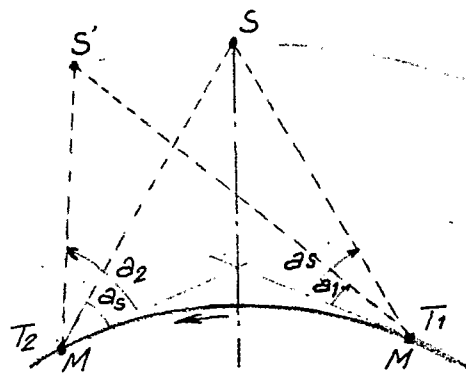
Cote : B-

Date : 12 AOÛT 1981

O. R. S. T. O. M. - 6 JUIL. 1979

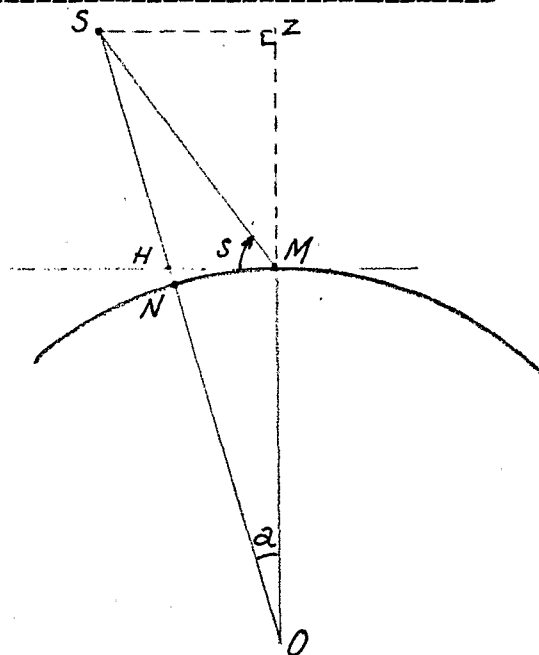
Collection de Référence

no 9764 Hydro



La figure montre en effet que si  $\alpha_s$  représente l'angle de site correspondant à la position  $S$  symétrique du satellite défini ci-dessus, les angles de site lors de deux passages non symétriques sont l'un plus petit, l'autre plus grand, que  $\alpha_s$ , c'est-à-dire qu'un des deux passages présentera des conditions de réception meilleures que dans le cas symétrique.

## 2. - SITE MAXIMAL DANS LE CAS DEFAVORABLE



Nous raisonnerons dans le plan EST-OUEST de la station, c'est-à-dire dans le plan de culmination (site maximum). Nous sommes dans le cas symétrique, c'est-à-dire que  $NM$  représente  $\frac{25^\circ 15'}{2} = 12^\circ 37'$  de longitude.

En distance,  $MN$  vaut 1403 km à l'équateur, 0 km aux pôles.

L'arc  $MN$  vaut  $12^\circ 37'$  à l'équateur,  $0^\circ$  aux pôles et décroît suivant le cosinus de la latitude.

$$MN = 12^\circ 37' \cos L$$

L'angle au centre  $\hat{a}$  soutend l'arc  $MN$

Dans la figure  $OM$  = rayon terrestre (6366 km) et  $OS$  =  $OM$  + altitude du satellite.

Par précaution, c'est l'altitude la plus basse du satellite qui est à employer : 812 km pour NOAA, 852 km pour TIROS N.

$OS = 7\,178$  km pour NOAA,  $7\,218$  km pour TIROS N.

MH est le plan de l'horizon en M. Nous cherchons à déterminer l'angle de site  $HMS$  que nous appellerons  $S$ .

$$\operatorname{ctg} (90^\circ - S) = \frac{MZ}{SZ}, \text{ avec}$$

$$MZ = OZ - OM = OS \cos a - OM$$

$$SZ = OS \sin a$$

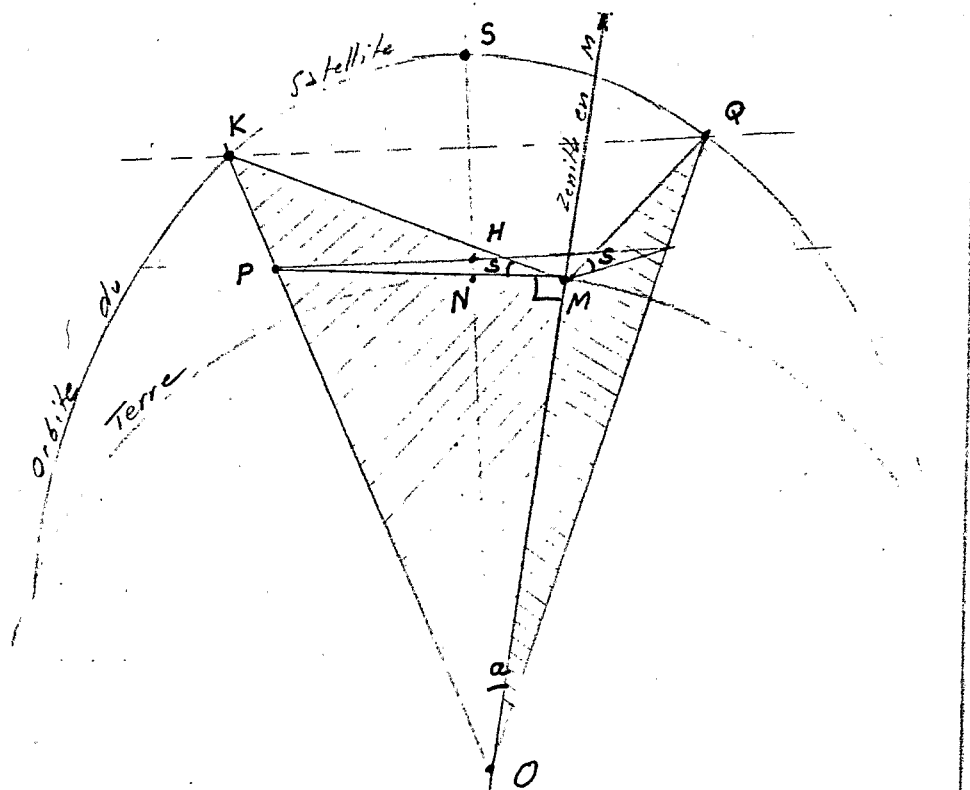
$$\operatorname{tg} S = \frac{OS \cos a - OM}{OS \sin a} = \operatorname{ctg} a - \frac{OM}{OS} \times \frac{1}{\sin a}$$

Nous obtenons, à l'équateur :  $23^\circ 13'$  pour TIROS N  
 $22^\circ 07'$  pour NOAA

Nous voyons déjà que, même à l'équateur, le satellite sera vu, même dans le cas défavorable (défini ci-dessus), avec un angle de site maximal supérieur à  $20^\circ$ .

Mais pendant combien de temps le satellite sera observé avec un angle de site supérieur à  $20^\circ$  ?

### 3. - DUREE DE PASSAGE POUR UN SITE DU SATELLITE SUPERIEUR A $20^\circ$



Dans la figure ci-dessus, nous connaissons :  $OM = 6\ 366$  km,  
 $OK = 6\ 366$  km + altitude du satellite, l'angle  $a$  (défini ci-dessus),  
 $MH = OM \operatorname{tg} a$ , l'angle de site  $s = 20^\circ$ .

En effet, les plans passant par la verticale de  $M$  recouperont le plan orbital du satellite suivant les droites  $OK$  et  $OQ$ , l'arc  $KSQ$  définissant la portion de trajectoire pour laquelle nous cherchons la durée de parcours.

Si nous raisonnons dans le plan du triangle  $OMK$ , nous y connaissons deux côtés ( $OM$  et  $OK$ ) et l'angle  $\hat{M} = 90^\circ + s$ . Les dimensions de ce triangle sont indépendantes de la latitude de  $M$ .

$$\sin K = \frac{OM \cos s}{OK}$$

$$K\hat{O}M = 90^\circ - (s + K)$$

$$MP = OM \operatorname{tg} K\hat{O}M \quad OP = \frac{OM}{\cos K\hat{O}M}$$

Dans le plan horizontal passant par  $M$ , c'est-à-dire dans le triangle rectangle  $MPH$ , nous connaissons  $MP$ ,  $MH$

$$\cos P\hat{M}H = \frac{MH}{MP} \quad \text{et} \quad HP = MP \sin P\hat{M}H$$

Dans le plan de l'orbite du satellite, l'angle  $KOS = d$  représente la valeur du 1/2 arc de trajectoire qui nous intéresse.

$$\frac{PH}{OP} = \sin d$$

Sachant que les  $360^\circ$  de l'orbite sont parcourus en 101 minutes, le calcul du temps nécessaire pour que le satellite aille de  $P$  en  $Q$  est facile à calculer.

Il en ressort de ces calculs que, à l'équateur, il y a quelques problèmes : 167 secondes de durée de passage pour NOAA, 206 secondes pour TIROS N, pour un site supérieur à  $20^\circ$ .

La situation ne devient confortable que pour des latitudes supérieures à  $40^\circ$ .

Deux solutions, si l'on veut travailler dans la plage 0 - 40° de latitude :

- avoir une antenne ayant un diagramme de rayonnement encore correct pour 18° de site,
- ou bien, augmenter la cadence d'émission (120 secondes par exemple).

#### 4. - PROBABILITES DE RECEPTION

Pour obtenir deux messages émanant d'une station d'émission où la cadence est d'une émission toutes les 200 secondes, il faut une durée de réception de 300 secondes.

Ceci est réalisé (en considérant la réception possible à partir d'un angle de site du satellite supérieur ou égal à 20°) si la trajectoire au sol est inférieure en longitude à 11° pour TIROS N, 10° pour NOAA, ceci par rapport à une station située sur l'équateur (cas extrême).

Le satellite ayant une période de rotation de 101 minutes (ce qui correspond à une rotation terrestre de 25° 15'), la Terre aura tourné de 353° 30' après la 14<sup>e</sup> rotation, et 378° 45' après la 15<sup>e</sup> rotation.

Ceci correspond au passage du satellite dans le même sens (Nord vers Sud par exemple) et par conséquent, le décalage d'un jour à l'autre est de 6° 30' en longitude par rapport au passage précédent.

Nous avons examiné 100 cas (50 avec une origine où le satellite avait son premier passage au zénith, 50 avec une origine décalée de 12° 15' en latitude) et avons constaté, en admettant une transmission possible lorsque la trace au sol de la trajectoire se situait à  $\pm 10^\circ$  de longitude par rapport à la station, les résultats suivants :

- 80 passages présentaient une durée de passage (avec site supérieur à 20°) supérieure à 300 secondes,
- 20 passages présentaient des durées inférieures.

Autrement dit, sur 50 jours (un passage Nord-Sud et un passage Sud-Nord par jour) :

- il sera possible d'obtenir, deux fois par jour, la télémessure des stations d'émission, que 30 jours sur 50,

- 20 jours sur 50, il ne sera possible d'obtenir qu'une seule télémessure par jour,
  - il sera toujours possible d'avoir au moins une télémessure par jour.
- Ceci avec un seul satellite.

Cette hypothèse est essentiellement pessimiste, car elle suppose aucune réception possible entre  $10^\circ$  et  $12^\circ 15'$  de différence de longitude (trace au sol de l'orbite/station de réception). En pratique, même avec un espacement de 200 secondes entre chaque émission, nous pouvons admettre :

- réception assurée des messages de télémessure deux fois par jour 40 jours sur 50,
- réception des messages une fois par jour 10 jours sur 50,
- il sera toujours possible d'avoir une télémessure par jour.

Avec deux satellites, le manque de renseignement concernant leur synchronisme ne me permet pas d'établir les possibilités de réception.

On peut cependant supposer :

- réception de quatre relevés par jour 40 jours sur 50,
- réception de trois relevés par jour 5 jours sur 50,
- réception de deux relevés par jour 3 jours sur 50,
- réception de un relevé par jour 2 jours sur 50.

#### 5.- CONCLUSIONS

L'emploi d'une antenne fixe permet, même à l'équateur, d'avoir une télémessure certaine au moins une fois par jour.

Dans la pratique, il est probable que deux télémessures (avec deux satellites sur orbite) seraient assurées à l'équateur sur antenne fixe.

Ceci en admettant une limite de  $20^\circ$  en site, valeur qui a été choisie par prudence.

Pour obtenir à coup sûr quatre télémessures par jour, il faudra modifier le diagramme de rayonnement de l'antenne (en privilégiant les lobes EST et OUEST) ou diminuer le temps séparant deux émissions (120 secondes au lieu de 200, par exemple).

Quoi qu'il en soit, l'emploi d'une antenne fixe devrait s'imposer.

DUREE (EN SECONDES) OÙ LES SATELLITES SONT VUS  
DE LA STATION AVEC UN ANGLE DE SITE EGAL OU SUPERIEUR

à 15°, 18° et 20°

( Latitude de la Station	T I R O S N			N O A A		
	15°	18°	20°	15°	18°	20°
0°	367	274	206	337	241	167
10°	374	284	220	345	252	183
20°	394	310	254	367	282	222
30°	423	347	297	398	322	271
40°	457	387	343	434	365	321
50°	490	426	386	468	405	367
60°	518	458	422	498	440	404
70°	541	484	450	521	466	433
80°	555	499	466	536	482	450
90°	559	505	472	541	488	456

DUREE DE PASSAGE DES SATELLITES POUR DES  
ANGLES DE SITE SUPERIEURS OU EGAUX A  
15° 18° et 20°

