

# Les variations du champ géomagnétique à Mbour (Sénégal) et Bangui (Centrafrique) entre 1955 et 1981

par

J. VASSAL

O.R.S.T.O.M. – B.P. 50 – Mbour (Sénégal)

**RESUME.** – *L'étude conjointe des valeurs moyennes annuelles des composantes du champ géomagnétique aux observatoires de Mbour et Bangui donne des résultats très concordants. On a pu mettre en évidence dans les deux observatoires le saut d'accélération séculaire de 1971 ainsi que les effets externes liés au cycle solaire. Un ajustement polynomial des données permet de définir une formulation mathématique qui rend compte de la variation séculaire entre 1955 et 1981.*

**ABSTRACT.** – *The analysis of the annual mean values of the geomagnetic components at Mbour and Bangui observatories gives results which are closely related. The change in secular acceleration in 1971 and the external effects dependent on the solar cycle occur at both observatories. The secular variation between 1955 and 1981 can be mathematically formulated through polynomial curve fitted to data.*

## 1. Introduction

Actuellement se fait sentir en Afrique le besoin d'une mise à jour et d'une étude des nombreuses données magnétiques accumulées depuis 30 ans.

Nos propres recherches se sont récemment heurtées à des difficultés provenant d'une mauvaise connaissance des conditions magnétiques locales, entre autres la position exacte au sol, à une époque donnée, de l'équateur magnétique (Vassal, 1982).

Régionalement les seules données magnétiques disponibles, si ce n'est celles des observatoires de Mbour et Bangui, remontent à plusieurs années. A la fin des années 1950, l'ORSTOM a dressé les cartes des éléments magnétiques en Afrique de l'Ouest (Rechenman et Remiot, 1962) et en Afrique Centrale (Le Donche, Godivier, 1962).

Depuis, d'autres mesures ont été faites et quelques stations de répétitions réoccupées principalement autour des années 1968 et 1974. Malheureusement, les nombreuses mesures ponctuelles des éléments magnétiques ont été faites sans vraiment de "suivi" et ne sont pas facilement exploitables. On conçoit aisément que l'interpolation de cet ensemble de données depuis 25 ans devienne hasardeuse.

D'autre part, l'utilisation de modèles globaux du champ faisant intervenir soit l'ensemble des observatoires mondiaux (dont le plus grand nombre est situé dans les pays développés) soit des mesures par satellite, n'est pas assez précise pour le travail sur le terrain (cartographie, orientation). Ces modèles de champ peuvent en effet donner des valeurs sensiblement différentes de celles obtenues au sol, l'écart pouvant atteindre par exemple 200 nT et 0,2° aux Etats-Unis (Cain, 1979).

Les quelques profils aéroportés faits en Afrique l'ont été en vue de recherche minière et pétrolière, et les données, difficilement accessibles, sont malaisées à relier entre elles.

Seuls pour l'Afrique Centrale et l'Afrique de l'Ouest les observations de Mbour et de Bangui fonctionnent de façon permanente depuis bientôt 30 ans.

On se propose dans cet article d'étudier de manière qualitative la variation du champ à Mbour et Bangui et de proposer des modèles mathématiques rendant compte de ces variations depuis 1955. Nous pensons qu'une telle étude pourra faciliter l'exploitation des données magnétiques disponibles pour l'Afrique.



## 2. Les données

Les observatoires de Mbour (code MBO, coordonnées géographiques : 14°24'N, 343°03'E) au Sénégal et de Bangui (code BNG, coordonnées géographiques : 4°26'N, 18°34'E) en République Centrafricaine fonctionnent en permanence depuis 1952 et 1954 respectivement. Ils possèdent chacun 2 jeux de magnétographes Lacour étalonnés toutes les semaines. Jusqu'en 1974 les mesures absolues étaient effectuées à l'aide de déclinomètre pour  $D$ , de BMZ et QHM, régulièrement étalonnés à Charlottenlund, pour  $Z$  et  $H$ . Depuis 1974, l'installation de magnétomètres à résonance nucléaire type ELSEC, associés à une bobine de Helmholtz à axe vertical permet la détermination des valeurs des composantes  $H$  et  $Z$  par les méthodes vectorielles de Searson et Nelson (Wienert, 1970).

Les moyennes horaires, déterminées manuellement dans le passé, sont calculées, depuis 1974, par les Ser-

vices Scientifiques Centraux de l'ORSTOM à Bondy après numérisation des magnétogrammes, avec un pas de 2,5 minutes. Les données, archivées sur bandes magnétiques, sont publiées régulièrement par l'ORSTOM.

Les données obtenues dans les observatoires au cours des premières années nous ont semblé présenter une grande dispersion et une certaine incohérence. Les délais de stabilisation thermique des caves magnétiques peuvent en être la cause. D'autre part, l'analyse détaillée des valeurs calculées à partir des archives de mesures absolues laisse apparaître une anomalie sur les valeurs de la composante  $Z$  à Bangui entre janvier 1961 et février 1964. Il apparaît pendant cette période un saut d'environ 25 nT dont nous n'avons pu déterminer la cause. En conséquence, nous n'utiliserons que les données depuis 1955 à l'exclusion des valeurs de  $Z$  à Bangui pour les années 1961 à 1963 incluses.

Seules seront étudiées ici les composantes horizon-

Tableau 1  
Valeurs moyennes annuelles des composantes  $H$ ,  $D$ ,  $Z$  à Mbour et Bangui de 1955 à 1981

$t$	Mbour			Bangui		
	$H$ (nT)	$D$ (degrés)	$Z$ (nT)	$H$ (nT)	$D$ (degrés)	$Z$ (nT)
1955,5	31513	-15,093	10229	32122	-5,028	-7907
1956,5	31529	-14,967	10113	32126	-4,991	-7914
1957,5	31556	-14,832	10002	32151	-4,935	-7946
1958,5	31577	-14,705	9882	32170	-4,895	-7974
1959,5	31592	-14,587	9771	32182	-4,860	-8001
1960,5	31604	-14,478	9663	32195	-4,818	-8032
1961,5	31631	-14,353	9542	32214	-4,750	(-8068)
1962,5	31653	-14,233	9421	32219	-4,700	(-8096)
1963,5	31660	-14,105	9301	32223	-4,652	(-8142)
1964,5	31681	-13,985	9180	32222	-4,613	-8214
1965,5	31695	-13,857	9060	32234	-4,552	-8255
1966,5	31705	-13,752	8953	32219	-4,487	-8317
1967,5	31720	-13,647	8838	32213	-4,405	-8366
1968,5	31734	-13,548	8729	32215	-4,338	-8424
1969,5	31749	-13,440	8612	32215	-4,242	-8486
1970,5	31768	-13,332	8497	32211	-4,157	-8544
1971,5	31792	-13,222	8382	32205	-4,113	-8609
1972,5	31809	-13,107	8255	32194	-4,055	-8683
1973,5	31824	-13,000	8132	32182	-3,967	-8742
1974,5	31837	-12,882	8004	32167	-3,860	-8798
1975,5	31863	-12,777	7876	32172	-3,752	-8861
1976,5	31885	-12,653	7746	32168	-3,632	-8914
1977,5	31898	-12,518	7613	32171	-3,493	-8962
1978,5	31907	-12,390	7485	32148	-3,368	-9006
1979,5	31925	-12,243	7351	32141	-3,258	-9043
1980,5	31944	-12,102	7220	32150	-3,118	-9085
1981,5	31944	-11,985	7096	32155	-2,978	-9147

tales  $H$ , verticales  $Z$  et la déclinaison  $D$ , qui sont les éléments enregistrés,  $F$ ,  $X$ ,  $Y$  et  $I$  en étant déduits.

Le tableau 1 donne les moyennes annuelles pour les éléments  $H$ ,  $D$ ,  $Z$  mesurés à Mbour (MBO) et à Bangui (BNG). La figure 1 visualise l'évolution temporelle de ces composantes du champ géomagnétique.

### 3. Variation temporelle du champ à Mbour et Bangui

Les figures 1 donnent une idée globale de la variation séculaire du champ. Entre 1955 et 1981 nous avons en effet une variation moyenne de :

	MBO	BNG
$\Delta H$ nT/an	16,6	1,1
$\Delta D$ °/an	0,115	0,074
$\Delta Z$ nT/an	-115,7	-45,3

Si les variations à Mbour semblent, à première vue, assez monotones sur les 3 composantes, il n'en est pas de même à Bangui : La variation de  $H_{BNG}$  s'inverse après 1965, celle de  $D_{BNG}$  semble s'accélérer après 1970 et  $Z_{BNG}$  présente un point d'inflexion à la même époque.

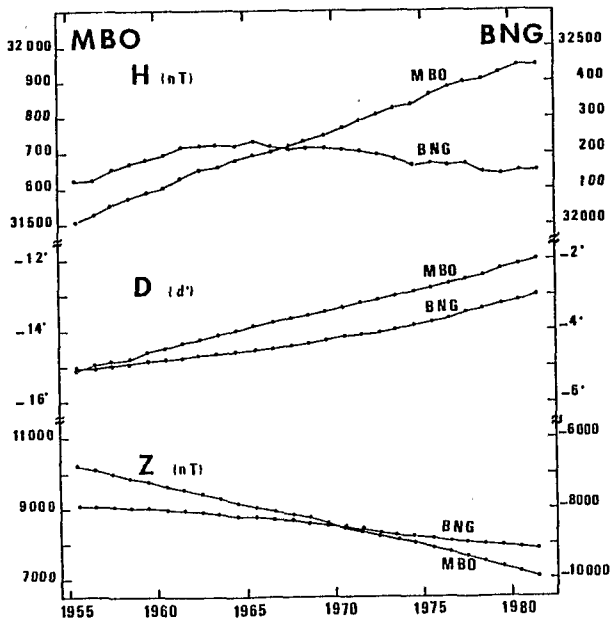


Fig. 1

Variation temporelle du champ magnétique à Mbour et Bangui de 1955 à 1981.

Sur les figures 1 à 3, l'échelle de Mbour est située sur le côté gauche de la figure, celle de Bangui sur le côté droit.

Ces variations apparaissent plus nettement si on calcule les "différences premières" annuelles  $dE$  de chaque élément par soustraction des données brutes d'une année sur l'autre :  $dE(t) = E(t) - E(t-1)$ .

Sur la figure 2 où sont représentées ces "dérivées" annuelles, on voit clairement apparaître sur  $D$  et  $Z$  un changement de valeur de l'accélération séculaire autour des années 1970-1971, aussi bien à Mbour qu'à Bangui. Ce changement est moins net sur  $H$ . On a tracé sur ces mêmes graphiques ( $D$  et  $Z$ ) les droites d'ajustement aux données pour les périodes 1955 à 1971 et 1970 à 1980.

Il semble donc qu'à Mbour et Bangui apparaisse le "saut d'accélération séculaire" mis en évidence en France par Courtillot *et al.* (1978) signalé depuis par Malin *et al.* (1981) (dans B. Hodder (1981)) en Europe et visible sur les données de nombreux observatoires (Shapiro *et al.*, 1978). Indépendamment de ce saut on constate que les diverses courbes  $dE(t)$  montrent de nombreuses concordances entre elles. Beaucoup d'extremums se retrouvent aux mêmes époques à Mbour et à Bangui. Par exemple la coïncidence des extremums de  $dH$  aux 2 stations en 1957, 61, 66, 75, 78 est remarquable.

Ces valeurs des dérivés séculaires sont en bon accord avec celles que l'on peut déduire des cartes d'égalé variation du champ à la surface de la terre obtenues régulièrement par analyse harmonique sphérique du champ géomagnétique à partir des observatoires mondiaux.

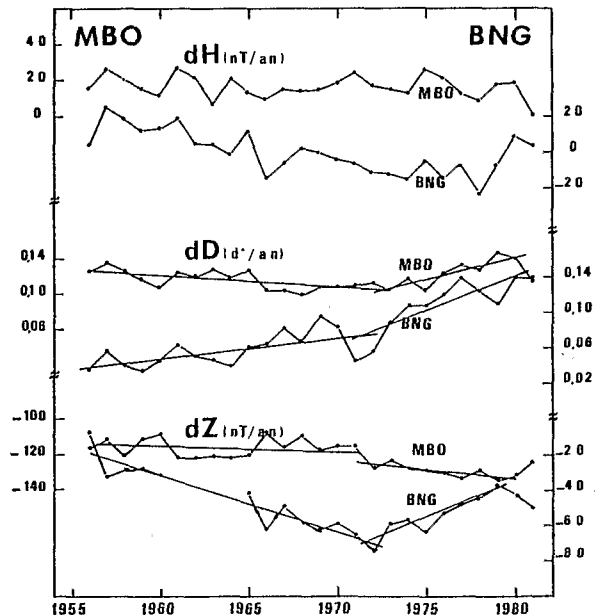


Fig. 2

Tracé des différences premières des moyennes annuelles à Mbour et Bangui. Sur les courbes  $D$  et  $Z$  on a ajusté une droite aux données de 1955 à 1971 et de 1972 à 1980.

On constate ainsi sur les cartes de B. Hodder (1981) que Bangui qui avant 1965 se trouvait, ainsi que Mbour, dans la zone de variation positive ( $H$  croissant) est passé après 1965 dans la zone de variation négative ( $H$  décroissant), Mbour restant dans la zone positive. La carte IGRF du World Magnetic Survey (1971) pour 1965 montre que la ligne d'égalité variation nulle ( $\dot{H} = 0$ ) passe par Bangui à cette époque. La variation temporelle de  $H_{BNG}$  qui passe par un maximum de 1965 (Fig. 1) est ainsi très bien expliquée par la dérive séculaire des lignes d'égalité variation, liée elle-même à la dérive générale du champ magnétique vers le Nord-Ouest.

#### 4. Variation séculaire de 1955 à 1980

##### 4.1. Modèle à simple parabole

On admet généralement qu'en première approximation la variation temporelle du champ est une superposition de 2 types principaux de variations :

— La variation séculaire proprement dite, ayant une origine interne profonde.

— La variation undécennale, d'origine externe, liée au cycle solaire, de faible amplitude.

Bien que les idées sur la variation séculaire varient beaucoup actuellement selon les auteurs, nous admettons que la variation séculaire proprement dite peut être représentée, dans un premier temps, par un polynôme de faible degré du temps. Pour gommer la variation séculaire et faire ainsi apparaître l'effet du cycle solaire, nous traitons les données de la manière suivante : on ajuste les valeurs  $E(t)$  de chaque composante à une parabole de régression  $Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$  dont les coefficients sont déterminés par la méthode des moindres carrés à partir des équations normales (M.R. Spiegel, 1961) :

$$\Sigma Y = a_0 N + a_1 \Sigma X + a_2 \Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a_0 \Sigma X + a_1 \Sigma X^2 + a_2 \Sigma X^3$$

$$\Sigma X^2 Y = a_0 \Sigma X^2 + a_1 \Sigma X^3 + a_2 \Sigma X^4$$

En prenant comme origine des temps l'année 1966,5 on détermine ainsi pour chaque élément une expression polynomiale (Anghel et Demetrescu, 1980)

$$E_{Op}(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$$

où  $t$  est le temps en année et  $E_{Op}$  les différentes composantes  $H$ ,  $D$ ,  $Z$  ajustées entre 1955 et 1981.

Puis on calcule la fonction  $E_{Os}(t)$  par simple soustraction de la parabole aux données :

$$E_{Os}(t) = E(t) - E_{Op}(t)$$

Cette fonction ainsi calculée contient d'une part la variation undécennale et d'autre part la partie de la

variation séculaire non représentable par une simple parabole. On calcule aussi l'écart type  $d$  pour chaque élément :

$$d^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=t_1}^{t_N} [E_p(t) - E(t)]^2$$

Les amplitudes obtenues sur les valeurs  $E_{Os}(t)$  semblent importantes et bien supérieures aux valeurs généralement admises. Elles atteignent 30 nT sur  $H$  et  $Z$  et  $0,04^\circ$  sur  $D$ , les déviations standard dépassent 15 nT et  $0,03^\circ$ . Courtilot et Le Mouel (1976) donnent pour l'Europe, des amplitudes de l'ordre de 5 à 10 nT pour l'effet du cycle solaire. Alldredge *et al.* (1979), Yukutake et Cain (1979) en séparant les composantes internes et externes du développement en harmoniques sphériques du champ géomagnétique donnent les variations du terme externe au premier degré, dues au cycle solaire, et dont les amplitudes crête à crête ne dépassent pas 30 nT.

Nos résultats semblent confirmer le fait que pour la période considérée la variation temporelle du champ à Mbour et Bangui ne peut être représentée par une simple parabole.

##### 4.2. Modèle polynômial — Effet du cycle solaire

Nous avons vu plus haut que l'accélération séculaire moyenne, dont la pente des droites d'ajustement des courbes  $dE(t)$  (Fig. 2) donne une idée, présente un changement de valeur assez net vers 1971. Ce changement de la valeur de l'accélération séculaire nécessite pour l'ajustement des données une courbe de degré supérieur. Une méthode possible, que nous avons testée, consiste à ajuster les données à deux paraboles successives raccordées à la date du saut d'accélération (Galdeano *et al.*, 1980). Cependant la date du saut n'est pas déterminée avec exactitude et varie selon les auteurs entre 1970 et 1972. D'autre part cette méthode entraîne une discontinuité dans la formulation mathématique de la variation séculaire. On a donc cherché un ajustement par moindres carrés par un polynôme unique de degré  $n$  suffisamment faible pour laisser subsister l'influence de l'activité solaire. Le meilleur ajustement des valeurs moyennes annuelles est donné par un polynôme du 5<sup>e</sup> degré du temps (Po-Fang Chen, 1981). Les résidus obtenus par soustraction du polynôme aux données sont peu différents de ceux que l'on a en ajustant les données par 2 paraboles successives définies respectivement sur les intervalles 1955 - 1971 et 1972 - 1981. L'ajustement choisi nous donne les équations  $E_p(t)$  rassemblées dans le tableau 2. Les courbes résiduelles  $E_s(t) = E(t) - E_p(t)$  sont tracées figure 3a. Comme précédemment l'origine des temps est prise en  $t = 1966,5$ . On a aussi calculé les équations  $E_p(t)$  pour les composantes  $F$ ,  $X$ ,  $Y$ ,  $I$ .

Tableau 2

Ajustement des valeurs annuelles par courbes du 5<sup>e</sup> degré, et écart type des résidus obtenus après soustraction des polynômes aux données.

Les coefficients sont en nano-teslas pour  $H$  et  $Z$  et en  $10^{-3}$  degrés pour  $D$ :

Mbour						
$H_p(t) =$	31706,2	+ 14,91t	+ 0,156t <sup>2</sup>	+ 0,0310t <sup>3</sup>	- 0,00176t <sup>4</sup> - 0,000046t <sup>5</sup>	$d = 4,7$
$D_p(t) =$	-13763,4	+ 109,84t	- 0,757t <sup>2</sup>	+ 0,0863t <sup>3</sup>	+ 0,00328t <sup>4</sup> - 0,000211t <sup>5</sup>	9,8
$Z_p(t) =$	8960,2	- 114,35t	- 0,315t <sup>2</sup>	- 0,0603t <sup>3</sup>	+ 0,00033t <sup>4</sup> - 0,000163t <sup>5</sup>	7,4
Bangui						
$H_p(t) =$	32225,5	- 1,96t	- 0,931t <sup>2</sup>	+ 0,0466t <sup>3</sup>	+ 0,00171t <sup>4</sup> - 0,000118t <sup>5</sup>	6,2
$D_p(t) =$	- 4472,9	+ 61,43t	+ 1,391t <sup>2</sup>	+ 0,09281t <sup>3</sup>	+ 0,00263t <sup>4</sup> - 0,000264t <sup>5</sup>	16,5
$Z_p(t) =$	- 8307,5	- 57,28t	- 1,411t <sup>2</sup>	+ 0,0971t <sup>3</sup>	+ 0,00322t <sup>4</sup> - 0,000175t <sup>5</sup>	4,5

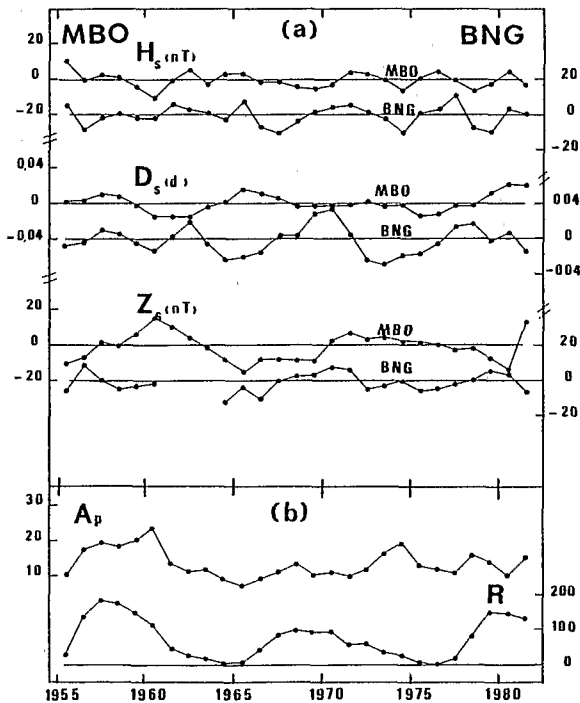


Fig. 3

- (a) Variation temporelle des composantes  $H$ ,  $D$ ,  $Z$ , à Mbour et à Bangui après soustractions d'un polynôme d'ajustement du 5<sup>e</sup> degré défini sur l'intervalle 1955 - 1981.  
 (b) Variation de l'indice annuel moyen d'activité planétaire  $A_p$  et du nombre de Wolf  $R$ .

On constate sur les figures 3a une nette diminution des amplitudes dont l'ordre de grandeur semble maintenant mieux correspondre aux résultats obtenus par d'autres auteurs. De même les écarts type des résidus obtenus montrent une nette diminution et sont très similaires à Mbour et à Bangui.

Les courbes résiduelles  $E_s(t)$  obtenues après soustraction des polynômes, possèdent beaucoup de ressemblance à Mbour et à Bangui. Elles semblent refléter assez nettement l'influence du cycle solaire. Pour le montrer, on a tracé figure 3b la variation des deux paramètres suivants :

— L'indice moyen d'activité magnétique planétaire  $A_p$  défini à partir des indices quasi-logarithmiques  $K_p$  des observatoires mondiaux.

— Le nombre de Wolf  $R$  qui chiffre le nombre moyen de taches solaires et qui indique donc l'état réel de l'activité solaire.

La corrélation entre  $A_p$  et les courbes  $E_s(t)$  semble correcte. Les différents extremums de  $A_p$  en 1960, 65, 68, 74, 78 apparaissent sur l'une ou l'autre des composantes.

La corrélation avec l'activité solaire proprement dite, décrite par le paramètre  $R$ , est moins nette. En effet, la réponse géomagnétique à l'activité solaire n'est pas simple. Elle semble en particulier présenter un double pic pendant les récents cycles solaires (Aldredge *et al.*, 1979). De même d'autres périodes de faibles amplitudes liées à des sous-harmoniques du cycle solaire seraient présentes (Yukutake et Cain, 1979).

Les données de nos observatoires ne couvrent que les derniers cycles solaires et ne sont donc pas en nombre suffisant pour l'étude de telles variations. Nous pouvons seulement dire que les pseudo-périodes observées sur les courbes  $E_s(t)$ , bien corrélées avec  $A_p$ , semblent refléter l'influence du cycle solaire undécennal.

#### 4.3. Comparaisons avec des modèles globaux

Pour étayer la validité de notre ajustement par un polynôme du 5<sup>e</sup> degré, on a comparé les résultats que nous avons obtenus pour les composantes  $X$ ,  $Y$  et  $Z$  avec

des modèles globaux obtenus par analyse harmonique sphérique des données mondiales. On utilise les nouveaux modèles IGRF du champ principal (3<sup>e</sup> génération) pour 1965, 1970, 1975 et 1980 (N.W. Peddie, 1982), les modèles de variations séculaires de B. Hodder (1981) pour 1955 - 1965 (communication privée) et 1975, et les modèles d'accélération séculaire de Barraclough *et al.* (1979) pour 1970.

On calcule dans chaque cas les écarts types entre les variations déduites de notre ajustement polynomial ( $E_p(t)$ ), et les valeurs déduites des différents modèles globaux.

Le tableau 3 rassemble les valeurs  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ ,  $\Delta \dot{X}$ ,  $\Delta \dot{Y}$ ,  $\Delta \dot{Z}$  et  $\Delta \ddot{X}$ ,  $\Delta \ddot{Y}$ ,  $\Delta \ddot{Z}$  ainsi calculées pour les différentes époques à Mbour et à Bangui.

Tableau 3

Comparaison à Mbour et Bangui avec modèles globaux pour différentes époques

		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	
(A)	MBO	1965,0	+ 132	- 1	- 107
		1970,0	+ 147	- 35	- 108
		1975,0	+ 156	- 21	- 91
		1980,0	+ 121	+ 9	- 19
	BNG	1965,0	- 155	+ 28	+ 256
		1970,0	- 182	+ 4	+ 208
		1975,0	- 181	+ 4	+ 217
		1980,0	- 185	- 40	+ 223

		$\Delta \dot{X}$	$\Delta \dot{Y}$	$\Delta \dot{Z}$	
(B)	MBO	1955,0	+ 11	+ 4	- 4
		1965,0	+ 1	- 4	+ 1
		1975,0	+ 1	+ 16	+ 2
	BNG	1955,0	- 3	- 24	+ 4
		1965,0	- 2	- 2	- 4
		1975,0	+ 6	- 9	- 5

		$\Delta \ddot{X}$	$\Delta \ddot{Y}$	$\Delta \ddot{Z}$	
(C)	MBO	1970,0	+ 0,2	+ 0,4	- 0,3
	BNG	1970,0	+ 0,1	+ 0,9	+ 0,1

A - Différences entre les valeurs du champ principal,  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  (en nT), calculées après ajustement polynomial et déduites des modèles IGRF (N.W. Peddie 1982).

B - Différences entre les valeurs des variations séculaires,  $\Delta \dot{X}$ ,  $\Delta \dot{Y}$ ,  $\Delta \dot{Z}$  (en nT/an), calculées après ajustement polynomial et déduites des cartes mondiales (B. Hodder, 1981).

C - Différences entre les valeurs des accélérations,  $\Delta \ddot{X}$ ,  $\Delta \ddot{Y}$ ,  $\Delta \ddot{Z}$  (en nT/an<sup>2</sup>), calculées après ajustement polynomial et déduites des cartes mondiales (Barraclough *et al.*, 1979).

On constate que les valeurs du champ principal données par les modèles globaux diffèrent sensiblement des valeurs obtenues dans nos observatoires, mais que l'écart est pratiquement constant sur chaque composante quelle que soit l'époque. Rappelons ici que les modèles IGRF sont définis par développement en harmonique sphérique au 10<sup>e</sup> ordre des données d'une centaine d'observatoires mondiaux dont la plus grande partie se trouve dans les pays développés. Le "poids" des données des rares observatoires africains est donc faible dans cette analyse, ce qui explique les écarts observés. L'utilisation des modèles globaux en Afrique entraîne donc une incertitude maximum sur les valeurs du champ d'environ 200 nT.

On constate, par contre, un bon accord entre modèles globaux et données d'observatoires pour ce qui concerne la variation et l'accélération séculaire.

### Conclusion

Les résultats que nous obtenons à Mbour et à Bangui sont cohérents et en bon accord avec les modèles proposés par différents auteurs. Les ordres de grandeurs du champ principal, de la variation séculaire et de l'accélération séculaire sont comparables avec ceux obtenus par analyse harmonique sphérique du champ géomagnétique. Les effets externes, restant dans les limites généralement admises, semblent refléter par l'intermédiaire du paramètre  $A_p$  l'influence du cycle solaire.

Le manque de stations de répétitions utilisables entre Mbour et Bangui ne permet pas de relier nos deux observatoires. Nous pensons cependant que les résultats obtenus peuvent aider au dépouillement de mesures magnétiques dans les zones géographiques proches des observatoires. Une étude en cours des déplacements de l'équateur magnétique au sol (Vassal, 1982) montre que, au moins pour la composante Z, l'observatoire de Mbour apporte une aide précieuse au dépouillement des mesures dans une grande partie de l'Afrique de l'Ouest.

La comparaison avec les modèles globaux qui donnent, en Afrique, des valeurs de champ sensiblement différentes des valeurs vraies montre tout l'intérêt de la présence des observatoires Africains pour une bonne connaissance du champ dans ces régions.

La formulation mathématique proposée pour la variation séculaire entre 1955 et 1981 devrait pouvoir être utilisée et extrapolée pendant quelques années sous réserve d'une surveillance permanente des données. Un nouveau saut d'accélération séculaire demanderait évidemment une actualisation des formules proposées.

### Remerciements

Ce travail a été effectué avec l'aide, pour les calculs, du laboratoire de géophysique des Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM à Bondy. Que MM. Godivier et Périchon soient ici remerciés.

### Bibliographie

- Aldredge L.R., C.O. Stearns and M. Suguira, "Solar cycle variation in geomagnetic external spherical harmonic coefficients", *J. Geomag. Geoelectr.*, 31, 495-508, 1979.
- Anghel M. and C. Demetrescu, "The effect of solar activity on the secular variation of the geomagnetic field in Romania", *Phys. of the Earth and Plan. Inter.*, 22, 53-59, 1980.
- Barraclough D.R. and J.R.C. Malin, "Geomagnetic secular acceleration", *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 58, 785-793, 1979.
- Cain J.C. "Mainfield and Secular variation", *Rev. Geophys. and Space Phys.*, 17, 273-277, 1979.
- Courtilot V. and J.L. Le Mouel, "On the long periods variations of the earth's magnetic field from 2 months to 20 years", *J. Geophys. Res.*, 81, 2941-2950, 1976.
- Courtilot V., J. Ducruix et J.L. Le Mouel, "Sur une accélération récente de la variation séculaire du champ magnétique terrestre", *Comptes Rend. Acad. Sci. Paris*, D 287, 1095-1098, 1978.
- Galdeano A., V. Courtilot et J.L. Le Mouel, "La cartographie magnétique de la France au 1er juillet 1978", *Ann. Geophys.*, 36, 85-106, 1980.
- Hodder B.M., "Geomagnetic secular variation since 1901", *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 65, n° 3, p. 763-776, 1981.
- Ledonche L., R. Godivier, "Réseau général de bases magnétiques Rép. Centrafricaine, Tchad Méridional", ORSTOM Centre de Bangui, 1962.
- Malin S.R.C., B.M. Hodder and D.R. Barraclough, "Geomagnetic secular variation - a jerk in 1970", Ebro 75th Anniv. Vol., in press.
- Peddie N.W., "International Geomagnetic reference field: the third generation", *J. Geomag. Geoelectr.*, 1982. Sous presses.
- Po-Fang Chen, "Geomagnetic variations with periods from 5 to 30 years at Hong-Kong", *J. Geomag. Geoelectr.*, 33, 189-195, 1981.
- Rechenman J., R. Remiot, "Réseau général de bases magnétiques en Afrique occidentale", ORSTOM Centre de Mbour, 1962.
- Shapiro V.A., N.A. Ivanov and L.N. Ivanova, "Investigation of geomagnetic-field secular variation around the Sverdlovsk magnetic observatory", *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 53, 497-502, 1978.
- Spiegel M.R., "Statistics" Schaum's out-Line series", Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1961.
- Vassal J., "La variation du champ magnétique et ses relations avec l'électrojet équatorial au Sénégal Oriental". *Annales de Géophysique*, T. 38, fasc. 3, 1982.
- Vassal J., "Etude des déplacements récents de l'équateur d'inclinaison en Afrique Occidentale" - ORSTOM Mbour, 1982 (en préparation).
- Wienert K.A., "Méthode d'observation et de prospection géomagnétiques" UNESCO Paris, 1970.
- World Magnetic Survey 1957-1969, Edited by A.J. Zmuda, *IAGA Bull.*, 28, IUGG Public. Office, Paris, 1971.
- Yukutake T. and J.C. Cain, "Solar cycle variations of the first-degree spherical harmonic components of the geomagnetic field", *J. Geomag. Geoelectr.*, 31, 509-544, 1979.

### Autres publications

- "Observations magnétiques", Mbour, Rep. du Sénégal Off. de la Rech. Sci. et Techn. Outre-Mer.
- "Observations magnétiques", Bangui, Rép. Centrafricaine. ORSTOM.