

Centre O R S T O M
TANANARIVE

ETUDE DE L'AIMANTATION DES COULEES
ET DES FILONS BASALTIQUES DE L'
ANTANIMENA

(Côte Nord-Ouest de Madagascar)

Section GEOPHYSIQUE
Mai 1970

R.ANDRIAMIRADO

ETUDE DE L'AIMANTATION DES COULEES ET DES FILONS BASALTIQUES
DE L'ANTANIMENA
(Côte Nord-Ouest de Madagascar)

Dans le cadre des travaux paléomagnétiques sur les formations volcaniques crétacées de Madagascar, nous avons prélevé un certain nombre d'échantillons, dans le plateau de l'Antanimena et dans les roches filoniennes situées au sud de ce plateau.

La présente étude fait suite à une série de travaux antérieurs, relatifs :

- aux filons doléritiques et coulées de la côte est depuis Fénériverive jusqu'à Vangaindrano,
- au massif volcanique de l'Androy dans le sud
- et enfin, aux coulées basaltiques de la côte ouest, entre les parallèles, d'une part

X = 1000 et X = 800

d'autre part

X = 450 et X = 270.

I. GEOLOGIE

Situé à une soixantaine de km (à vol d'oiseau), au sud de Majunga, le plateau de l'Antanimena s'étend entre la Betsiboka à l'est et le Cap St André à l'ouest, sur une longueur d'environ 100 km. Sa largeur moyenne est de 20 km environ.

La géologie du Bassin de Majunga, dans lequel est inclus le plateau de l'Antanimena, a fait l'objet d'une récente mise au point (1) (2).

On distingue dans ce plateau une succession de coulées de basaltes dont la puissance est de l'ordre de 200 m sans que des tufs ou cinérites n'aient été reconnus entre elles. Macroscopiquement les coulées se différencient uniquement, par leur couleur, leur structure et leur degré d'altération. Les basaltes peuvent être, gris compact, à grain fin ou, noir verdâtre, à gros éléments.

...

Leur âge est connu avec précision. Ils reposent sur des grès cénomaniens et sont recouverts par le Turonien supérieur. On les date du Turonien moyen.

Le Cénomanien est essentiellement constitué par des grès grossiers dont l'épaisseur atteint 120 m près de la Betsiboka. Celle-ci diminue à mesure que l'on s'éloigne vers l'ouest. Le Cénomanien disparaît complètement à l'ouest de l'Ihopy, où les basaltes reposent directement sur l'Albien.

Le Turonien suprabasaltique renferme une riche faune du Turonien supérieur.

Nous présentons, ci-contre avec l'esquisse géologique de la zone étudiée, une coupé géologique N.S, mettant en évidence la position des coulées. (3)

Un premier groupe d'échantillons orientés provient de ces coulées. Ils ont été prélevés dans sept sites répartis aussi uniformément que possible sur toute la longueur du plateau. Il n'est cependant pas possible de définir la coulée à laquelle ils appartiennent respectivement.

L'étude pétrographique d'un certain nombre de ces échantillons, montre que les basaltes sont frais ou peu altérés. Ils sont riches en plagioclase et renferment des phénocristaux d'augite et parfois de l'olivine. Ils sont à grain fin.

Au microscope, il apparaît des zones de dévitrification colorées en brun par de l'hématite, ou en vert par des chlorites (4).

Un second groupe d'échantillons a été prélevé dans les filons situés au sud du grand plateau. L'épaisseur de ces filons est variable, elle atteint parfois l'hectomètre.

Ils sont constitués par des basaltes doléritiques ou dolérites, de composition analogue à celle des coulées, avec du labrador et de l'augite. L'olivine est cependant plus fréquente.

Ces filons recourent toute la série antéturonienne.

Le nombre total d'échantillons prélevés, s'élève à 57, ils ont été répartis dans 13 sites, dont sept appartiennent aux coulées proprement dites (groupe 1) et six, aux roches filoniennes situées au sud des coulées (groupe 2).

La position de chaque site de prélèvement est indiquée sur la figure 1.

II. ETUDE PALEOMAGNETIQUE

II.1. Etude des aimantations naturelles.

Une première étude des aimantations rémanentes naturelles a consisté à tester leur sensibilité à l'action du champ magnétique terrestre actuel. Pour cela les directions d'aimantation, ont été mesurées deux fois, à deux ou trois mois d'intervalle. Entre les deux mesures, les échantillons ont été orientés suivant une direction opposée à celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

Ce test a montré que les directions d'aimantation, sont peu sensibles à l'action du champ terrestre. En effet moins du quart de la totalité des directions ont subi une variation supérieure à 5° , pendant les deux ou trois mois séparant les deux mesures. Parmi ces directions 61,5% appartiennent aux échantillons du groupe 1, qui seraient par conséquent un peu plus sensibles que ceux du groupe 2.

L'examen de l'histogramme des intensités d'aimantation, représenté sur la figure 2 montre que la plupart des valeurs observées sont inférieures à 10^{-3} uém. cgs par gramme. Ces valeurs proviennent, en majorité (64%) des échantillons du groupe 1. La proportion est inversée, lorsque l'on considère l'intervalle 15-20. 10^{-4} , où les échantillons du deuxième groupe prédominent nettement (87%). Si l'on considère enfin, les valeurs élevées, au-dessus de 40. 10^{-4} uém. par exemple, on ne rencontre pratiquement plus que des échantillons du premier groupe.

D'après ce même histogramme, les échantillons en provenance des filons auraient des intensités d'aimantation moins dispersées. 96% d'entre eux en effet, présentent des valeurs comprises entre 0 et 30. 10^{-4} uém par gramme. Dans le même intervalle, on ne compte que 81% des échantillons prélevés dans les coulées.

La figure 3 représente la répartition des déclinaisons observées. Plus de la moitié (54%) des déclinaisons occidentales (comprises entre 320°

et 360° par exemple, proviennent des échantillons du groupe 2. On observe le contraire entre 360° et 40° , où 65% des valeurs observées appartiennent aux échantillons du groupe 1.

La répartition des inclinaisons (fig. 4) est moins diffuse, celles-ci sont par conséquent mieux groupées que les déclinaisons. Il semble que les échantillons du groupe 2 présentent des valeurs plus élevées.

Il est intéressant de comparer les directions des aimantations naturelles avec la direction actuelle du champ terrestre dans la zone étudiée. D'après la carte de la déclinaison à Madagascar (5), la valeur actuelle de D peut être prise, égale à -10° .

En ce qui concerne l'inclinaison, nous la considérons égale à la moyenne des valeurs observées à Majunga, Marovoay et Ambodimanga, stations encadrant la zone étudiée au nord, à l'est et au sud. Cette direction moyenne est :

$$D_0 = -10^\circ \text{ et } I_0 = -51,5.$$

Dans un système de coordonnées rectangulaires ayant comme origine le point représentatif de la direction actuelle du champ, nous avons porté en abscisses les valeurs $D-D_0$ et en ordonnées, $I-I_0$ (fig. 5). Cette figure va nous permettre d'établir une comparaison entre la direction du champ actuelle et les directions des aimantations naturelles.

Il ressort de l'examen de cette figure que, près de 72% des échantillons du groupe 1 et 52% des échantillons du groupe 2, sont caractérisées par des aimantations, dont les déclinaisons sont supérieures à la déclinaison magnétique actuelle. Ces échantillons constituent 63% de la totalité des échantillons prélevés.

Nous avons tracé sur la même figure des rectangles A-B-C dont les côtés ont pour équations :

Rectangle A : $D-D_0 = \pm 5^\circ$	$I-I_0 = \pm 5^\circ$
Rectangle B : $D-D_0 = \pm 10^\circ$	$I-I_0 = \pm 10^\circ$
Rectangle C : $D-D_0 = \pm 20^\circ$	$I-I_0 = \pm 20^\circ$.

...

Dans le rectangle A, on observe seulement 5 points, soit 8,8% de la totalité des points. Parmi ces 5 points 4 appartiennent au groupe 1.

Le nombre des points inscrits dans le rectangle B s'élève à 8 soit 14,0% de la totalité des points. Les échantillons du groupe 1 y sont représentés 6 fois.

Dans le rectangle C enfin, le nombre des points inscrits atteint 26, soit 45,6% de la totalité des points. 56,2% des échantillons du groupe 1 y sont représentés, contre 32% seulement des échantillons du groupe 2.

Les résultats ci-dessus peuvent s'interpréter de la façon suivante :

Peu d'aimantations sont dirigées suivant la direction du champ terrestre actuel (8,8% de la totalité des aimantations). Dans la mesure où le champ actuel a pu agir sur l'aimantation des échantillons, il semble que les échantillons du groupe 1 ont été plus sensibles à un tel effet, que ceux du groupe 2. Ceci est conforme au résultat du test évoqué plus haut.

Le pourcentage élevé des échantillons du groupe 1 observé dans l'intervalle $\pm 20^\circ$ (rectangle C) indique que les directions d'aimantation de ces derniers, sont plus groupées. Celles relatives aux échantillons du groupe 2 le sont moins. En effet 68% des points représentatifs des directions d'aimantation des échantillons du groupe 2, sont en dehors du rectangle C.

En résumé, l'étude des aimantations rémanentes naturelles a conduit aux quelques faits suivants :

Très peu d'échantillons présentent des aimantations sensibles à l'effet du champ magnétique actuel. Les échantillons du groupe 1 auraient subi plus, que ceux du groupe 2, l'effet du champ existant dans la région échantillonnée. Quoiqu'il en soit, un tel effet n'intéresse qu'une faible fraction de la totalité des échantillons prélevés. Ce résultat est intéressant, car il indique la faible importance du traînage éventuel dans le champ actuel, dans la région.

II.2. Désaimantation par champs alternatifs.

Pour analyser l'aimantation naturelle, chaque échantillon a été soumis à une désaimantation progressive par champs alternatifs. Pour chaque échantillon et pour chaque valeur du champ démagnétisant, le rapport de l'aimantation restante à l'aimantation initiale a été calculé. De même le comportement de chaque vecteur-aimantation, au cours des différents stades de la désaimantation, a été étudié. (On trouvera en annexe, des tableaux, des courbes et des diagrammes, résumant ces différentes opérations).

Les figures 6 et 7 représentent les types de courbes de désaimantation que nous avons obtenues, ainsi que quelques diagrammes, représentant les trajectoires suivies, dans un plan horizontal (XoY) et dans un plan vertical (YoZ), par les projections dans ces plans, de l'extrémité du vecteur-aimantation (les axes oX et oY sont des axes liés à l'échantillon, oZ est dirigé vers le haut ou vers le bas, suivant les cas).

Les courbes du type 1 (fig. 6), caractérisées par une forte pente initiale, indiquent des aimantations sensibles à l'action du champ alternatif. Dès l'application du champ démagnétisant, on observe une forte diminution de l'aimantation. Celle-ci est généralement associée à une importante rotation du vecteur-aimantation. L'étude du comportement de ce dernier montre que la rotation est continue (fig. 7a).

Dans ce premier cas, l'aimantation naturelle est entièrement instable.

Les courbes du type 2 (fig. 6) indiquent, au contraire, des aimantations peu sensibles à l'action du champ alternatif. On n'observe aucun changement significatif de la direction du vecteur-aimantation (fig. 7b). Il s'agit d'une aimantation entièrement stable.

Dans ce cas, les aimantations naturelles ont les caractères d'une aimantation thermorémanente.

Entre les deux types définis ci-dessus, on observe d'autres types de courbes.

...

Dans les courbes du type 3 (fig. 6), l'échantillon commence par perdre de son aimantation, la perte observée est cependant moins importante que dans les courbes du type 1.

On observe également une rotation initiale du vecteur-aimantation, son amplitude varie avec les échantillons. La poursuite de la désaimantation montre cependant, qu'à un stade donné, les directions se stabilisent, leur dispersion devient inférieure ou égale à la dispersion expérimentale (fig. 7c).

Ce phénomène est caractéristique d'une aimantation stable, à laquelle sont venues se superposer une ou plusieurs composantes secondaires, dont les disparitions se traduisent par une rotation plus ou moins importante du vecteur-aimantation.

Les aimantations ayant donné des courbes de ce type, sont considérées comme étant composées de fractions instables, superposées à une aimantation stable. Celle-ci représente généralement plus de la moitié de l'aimantation initiale.

Nous avons également rencontré quelques courbes du type 4 (fig. 6). Les courbes de ce type se distinguent des types décrits ci-dessus par le signe positif de leur pente initiale. L'accroissement initial de l'aimantation est toujours accompagné d'une rotation du vecteur-aimantation (fig. 7d).

Lorsque l'on pousse la désaimantation plus loin, l'aimantation décroît progressivement et le vecteur-aimantation se fixe à un stade donné de l'opération. On n'observe plus alors de changement significatif des directions. On peut donc considérer qu'à partir de ce moment-là, l'aimantation restante est stable.

La désaimantation progressive de tous les échantillons a permis de distinguer les aimantations naturelles instables, de celles qui sont stables ou partiellement stables.

...

La majorité des échantillons prélevés (77% des groupes 1 et 2 réunis) sont porteurs d'aimantation stable, et par conséquent ont été retenus pour la poursuite de l'étude paléomagnétique de la zone envisagée.

La désaimantation par champs alternatifs a cependant montré que peu d'aimantations naturelles sont stables (20,5%). Celles-ci comportent le plus souvent, de fractions instables, dont les champs coercitifs varient surtout entre 50 et 100 Oe (fig. 8).

L'étude comparative des deux groupes d'échantillons montre que la pourcentage des aimantations instables est plus élevé pour les roches filoniennes que pour les coulées (28% contre 19%).

Il ne semble cependant pas que ce résultat ait une signification bien précise. Rappelons que l'étude pétrographique des deux groupes d'échantillons n'ont montré aucune différence.

II.3. Directions d'aimantation des sites.

Dans la présente étude, chaque site de prélèvement est représenté par au moins, trois blocs de roches orientés.

Nous avons retenu comme caractéristique d'un site, la moyenne des directions des aimantations stables, portées par les échantillons provenant de ce site. Ces aimantations stables peuvent être, soit des aimantations naturelles, soit une fraction seulement de ces dernières. Dans ce dernier cas, les directions ont été déterminées après désaimantation partielle des échantillons.

Les moyennes ont été calculées, en appliquant la méthode statistique de Fisher (6), à trois niveaux différents.

- d'abord, à l'ensemble des échantillons tirés d'un même bloc, pour avoir la direction moyenne d'aimantation de chaque bloc;
- ensuite, à l'ensemble des blocs prélevés dans un même site, pour obtenir la direction moyenne correspondant à chaque site;
- enfin, à l'ensemble des sites, pour obtenir la direction moyenne de l'aimantation de toute la formation envisagée.

Le tableau ci-dessous donne les directions moyenne d'aimantation de chaque site.

Sauf pour un site, il a été possible de définir une direction moyenne d'aimantation.

L'examen du tableau précédent appelle un certain nombre de remarques.

La grande majorité des déclinaisons se trouvent à $\pm 10^\circ$ du nord géographique actuel. Il y a toutefois nettement plus de déclinaisons orientales (fig. 9).

Toutes les inclinaisons sont négatives : c'est-à-dire du signe de l'inclinaison magnétique actuelle à Madagascar.

Tous les sites se sont donc aimantés dans le sens actuel du champ magnétique terrestre à Madagascar. Le même résultat a été observé dans toutes nos études antérieures, relatives aux formations crétacées.

Si l'on examine séparément l'aimantation des coulées et celles des filons, on ne note aucune différence importante. On peut dire tout au plus, que les filons présentent des inclinaisons légèrement plus fortes. A noter cependant la présence d'une déclinaison fortement occidental pour le site 3. L'origine de cet écart n'est pas connue; il pourrait être dû à une erreur commise dans l'orientation des échantillons.

L'amplitude des angles λ observée pour les filons est du même ordre de grandeur que celle relative aux basaltes.

En conclusion, les aimantations primaires des filons et des basaltes sont très comparables entre elles.

II.4. Direction du champ régional.

Si nous appliquons la méthode de calcul de Fisher sur l'ensemble des sites, on trouve :

...

1° - groupe 1

$$D = 360^\circ \quad I = -57^\circ$$

$$\text{avec } N = 7 \text{ et } \alpha = 6^\circ$$

2° - groupe 2 (site 3 exclus)

$$D = 360^\circ \quad I = -62^\circ$$

$$\text{avec } N = 4 \text{ et } \alpha = 10^\circ.$$

La distance des points figuratifs de ces deux directions, sur une sphère, est nettement inférieure aux erreurs statistiques. On peut donc les confondre, d'autant plus que les deux groupes ne présentent aucune différence ni d'âge ni de composition minéralogique. La direction du champ régional, qui est représentée par la moyenne des directions d'aimantations des 11 sites du tableau précédent devient :

$$D = 360^\circ \quad I = -59^\circ$$

$$\text{avec } N = 11 \quad \alpha = 5^\circ.$$

Elle présente un écart significatif avec la direction du champ actuel (la distance des points représentatifs de ces deux directions sur une sphère est de 9° c'est-à-dire plus grande que la valeur des α . Nous considérons la direction ainsi déterminée comme représentative de celle du champ au Turonien moyen.

II.5. Position du pôle géomagnétique virtuel moyen.

Nous avons calculé pour chaque site de prélèvement, la position du pôle géomagnétique. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous. Les positions trouvées sont nettement décalées par rapport à la position du pôle nord géographique actuel.

En excluant le pôle relatif au site 3, pour les raisons déjà évoquées, la position du pôle géomagnétique virtuel moyen a pour coordonnées :

$$\varphi' = 66^\circ \text{N} \quad \lambda' = 221^\circ \text{N}$$

$$\text{avec } N = 11 \quad \alpha = 6^\circ$$

...

Directions moyennes d'aimantation des sites et position des pôles correspondants

N° et Nom du site	Coordonnées du site		n	N	D	I	R	K	α	Position du pôle	
	lat.	long.								lat (N)	long (E)
1. A ^{hi} tramboalambo	-16°42	45°51	4	3	349°	-58°	2,995	400	6°	66°	247°
2. Ihopy-Sud	-16°38	45°46	4	3	7°	-60°	2,998	1000	4°	65°	213°
3. Besieky	-16°36	45°50	8	6	330°	-67°	5,945	90,91	7°	32°	268°
4. Behena			3		Valeurs dispersées non significatives						
5. Andrafiambony	-16°32	45°53	3	3	4°	-74°	2,999	2000	3°	46°	195°
6. Mahavavy	-16°31	46°04	3	3	3°	-56°	2,998	1000	4°	70°	220°
7. Ihopy-Nord*	-16°27	45°50	4	3	1°	-68°	2,994	333,33	7°	55°	227°
8. Marovitsika*	-16°21	46°01	5	3	4°	-54°	2,995	400	6°	72°	216°
9. Andrafinahoany*	-16°20	45°52	4	3	2°	-63°	2,996	500	6°	62°	222°
10. Antanimavo*	-16°19	45°37	5	5	346°	-50°	4,988	333,33	4°	71°	265°
11. Ampondrabe*	-16°16	46°13	4	2	356°	-57°	1,997	666,67	14°	68°	234°
12. Ampijoroa*	-16°14	46°30	5	4	6°	-55°	3,998	1500	2°	71°	212°
13. Ambatomainty*	-16°13	46°38	5	5	7°	-53°	4,978	181,82	6°	71°	208°

Les sites marqués (*) appartiennent aux coulées de basalte

n : nombre total de blocs orientés prélevés

N : nombre de blocs retenus pour le calcul de la direction moyenne

D & I : déclinaison et inclinaison de l'aimantation

R : résultante des vecteurs-aimantation unité

k : $(N-1)/(N-R)$ paramètre de précision (Fisher)

α : rayon du "cercle de confiance" de 95%.

La position ainsi déterminée est différente de la position du pôle nord géographique actuel.

Dans l'hypothèse du dipôle géocentrique axial, un tel décalage ne peut s'expliquer que par une différence entre la position actuelle de Madagascar et sa position au Turonien moyen. Le calcul donne, en prenant Tananarive comme ville référence, une paléolatitudo égale à 42°S , soit un écart en latitude de près de 22° par rapport à la position actuelle, de cette ville.

Conclusion.

L'étude des échantillons prélevés dans les coulées de l'Antanimena et dans les roches filoniennes situées au sud de ce plateau, montre que ces deux formations ont des directions d'aimantation identiques. Ceci est en parfait accord avec l'identité d'âge et l'identité pétrographique, des deux formations.

En ce qui concerne le champ ancien, l'étude a montré, que celui-ci avait un sens normal comme c'est le cas actuellement à Madagascar. Du point de vue paléomagnétique, la position du pôle calculée est décalée par rapport au pôle nord géographique actuel. Ceci peut s'expliquer, si l'on suppose que Madagascar avait occupé, au Turonien moyen, une position différente de sa position actuelle.

Fig. 2

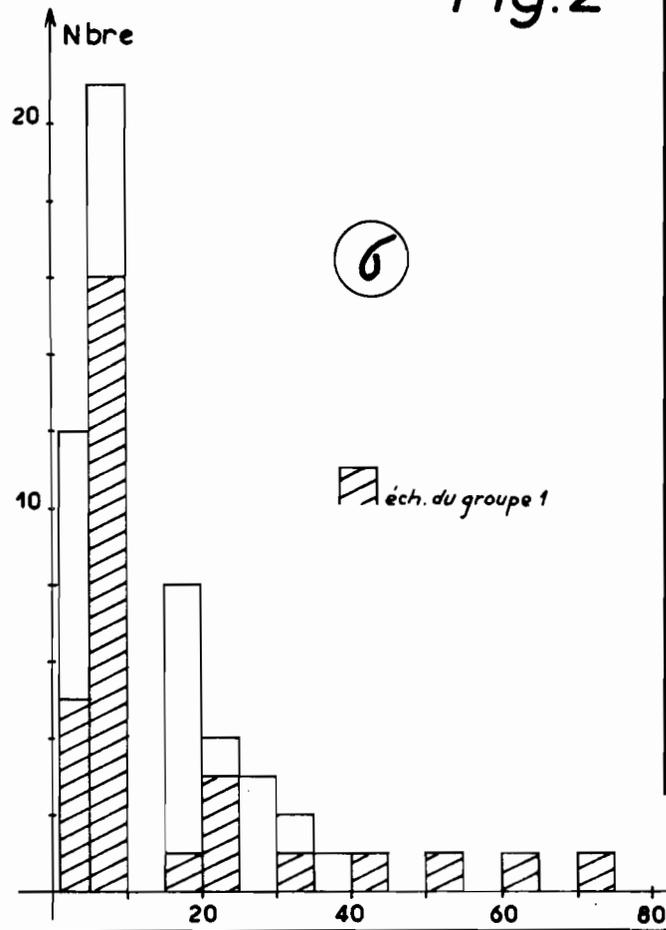


Fig. 3

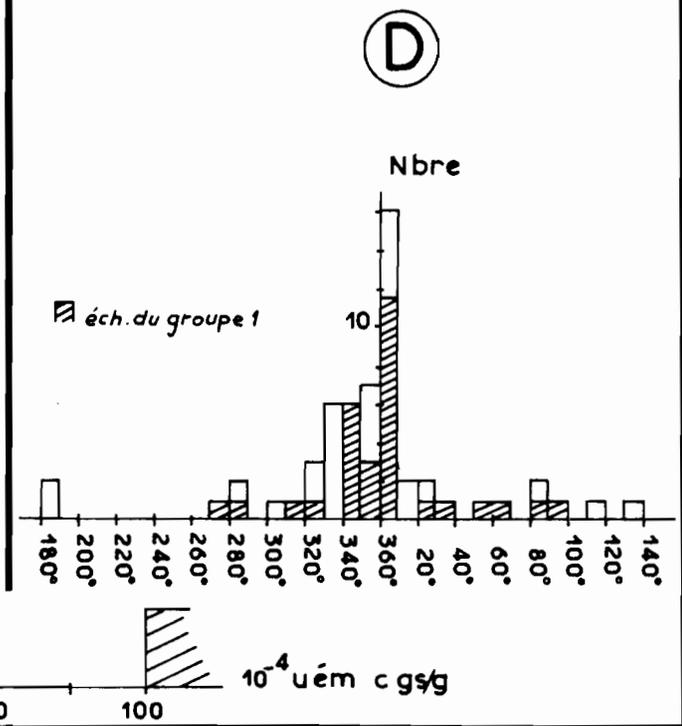


Fig. 4

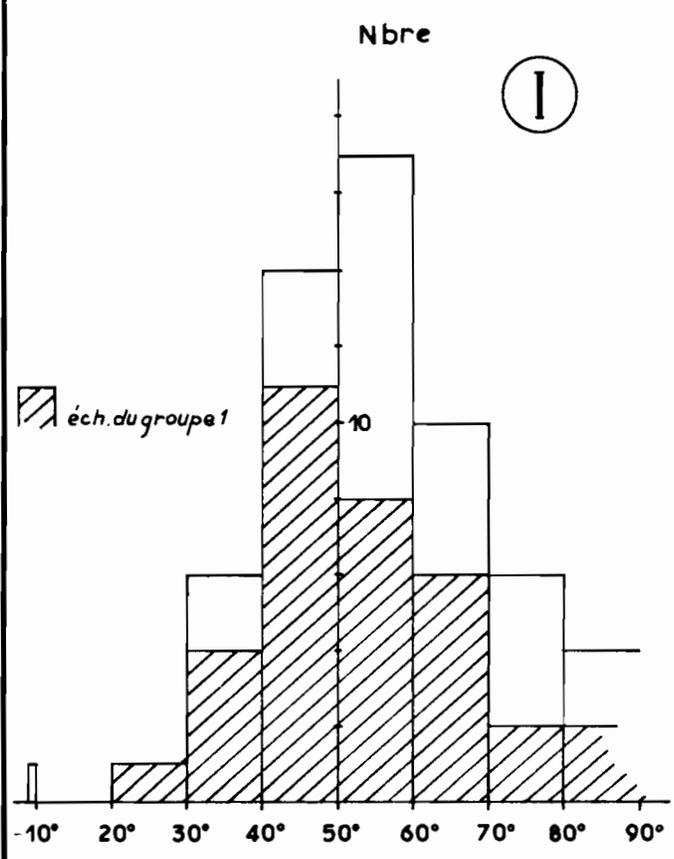


Fig. 5

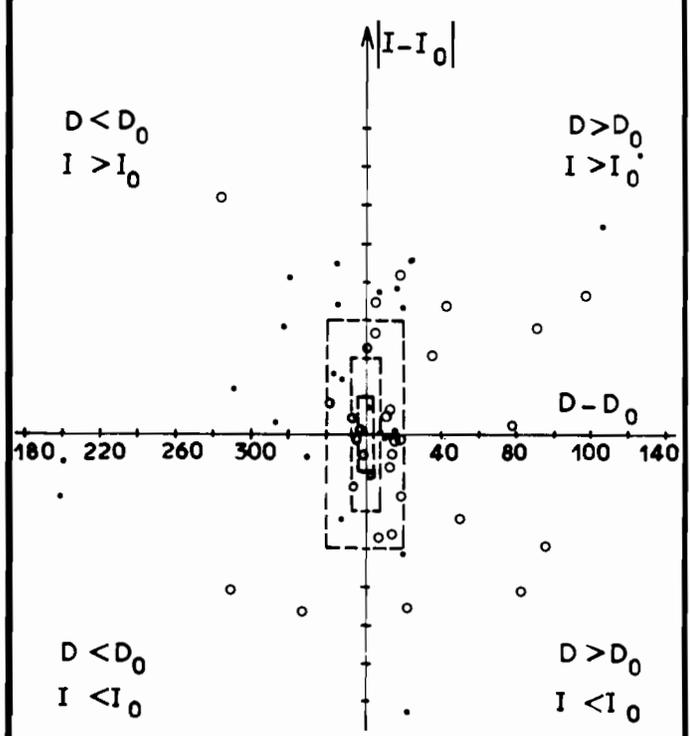


Fig. 6

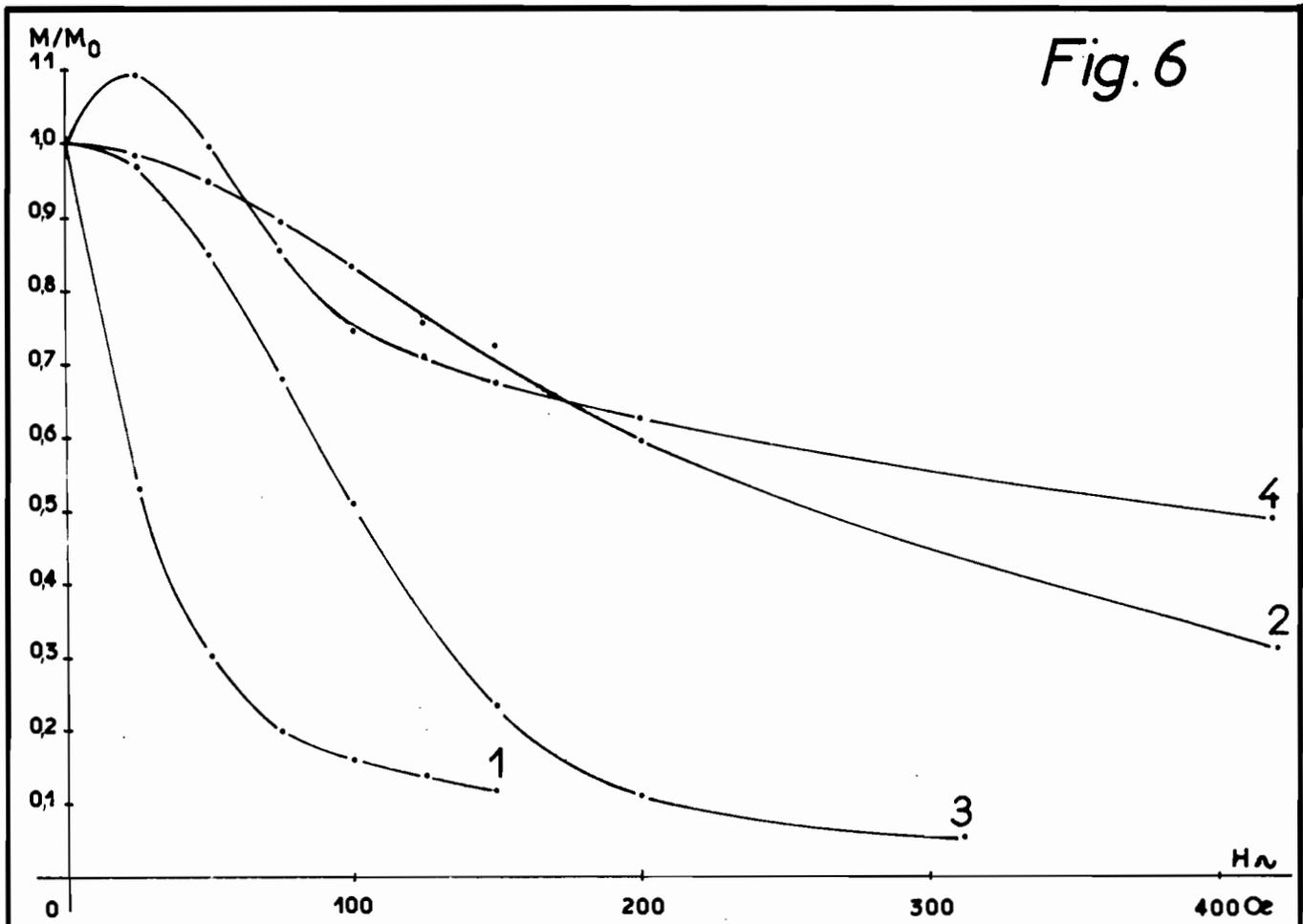


Fig. 7

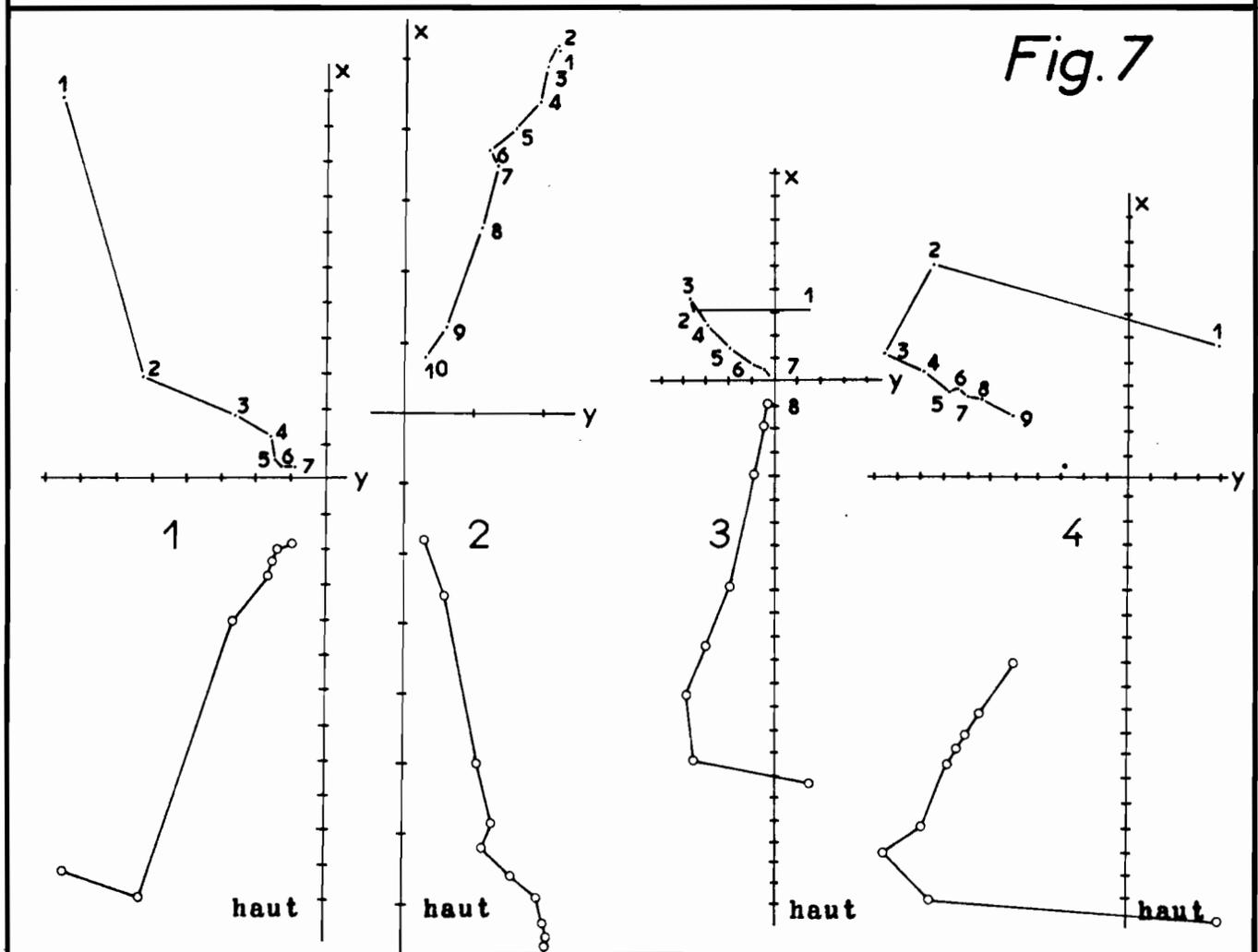
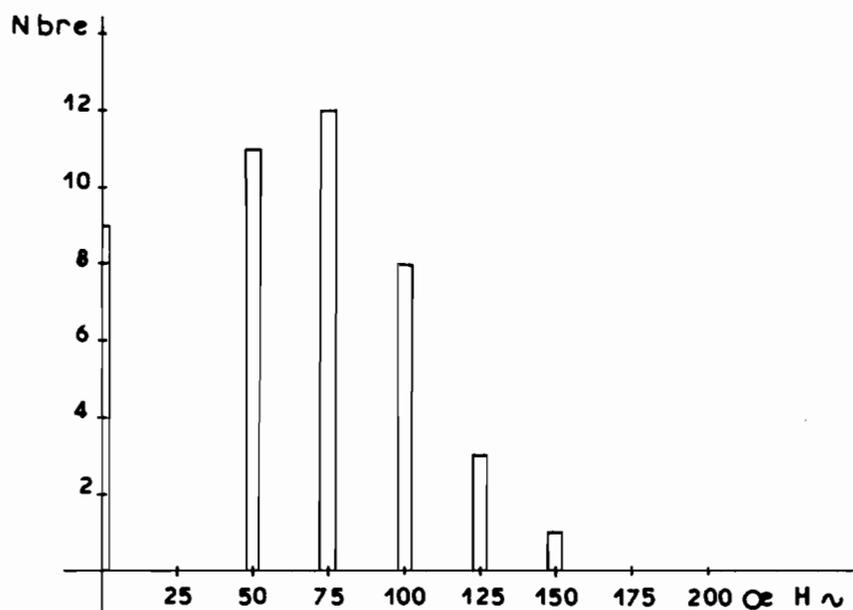
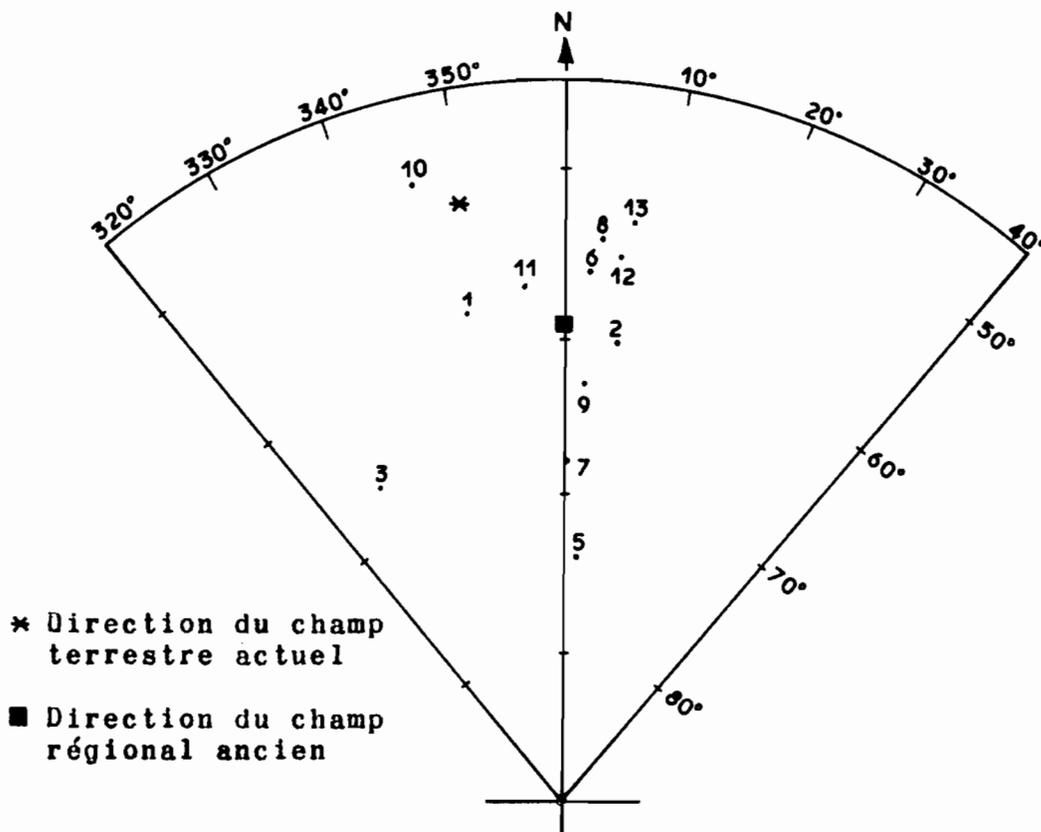


Fig. 8



DIRECTIONS MOYENNES D'AIMANTATION DES SITES

Fig. 9



BIBLIOGRAPHIE

- (1) - H. BESAIRIE : La géologie du bassin de Majunga à Madagascar.
Doc. du Bur. Géol. n° 172. 1966 - Tananarive.
- (2) - SERVICE GEOLOGIQUE : Le volcanisme à Madagascar
n° 83. 1957 - Tananarive.
- (3) - H. BESAIRIE : Gîtes minéraux de Madagascar
Ann. Géol. de Madagascar, Fasc. XXXIV. Tananarive.
- (4) - SERVICE GEOLOGIQUE : Laboratoire de Pétrographie. Lab. 4409
- (5) - R. ANDRIAMIRADO : Carte de la déclinaison magnétique à Madagascar
Cah. géoph. n° 4. 1964. O.R.S.T.O.M. Paris.
- (6) - F.R.S. FISHER : Dispersion on a sphere
Proc. Roy. Soc. London. A. 217. 1953.

A N N E X E

SITE 1 AMBOHITRAMBOALAMBO

X = 1043,6; Y = 337,5; Z = 220m

Les échantillons (151 à 154)

Quatre échantillons orientés ont été prélevés dans ce site. Parmi ceux-ci, deux ont été examinés (152 et 154) en lame mince. La roche est saine; elle est constituée par de la sakalavite à labrador et augite. Des phénocristaux d'olivine sont également présents, ainsi que de nombreux minéraux opaques.

Etude de l'aimantation.

Tous les échantillons ont été examinés. Sauf pour le 152, pour lequel, un séjour de 2 mois a entraîné une modification sensible de la direction d'aimantation (10°), les autres aimantations naturelles sont peu sensibles à l'action du champ actuel. Les modifications observées sont inférieures à 5° , que nous considérons comme ordre de grandeur de l'erreur expérimentale.

La désaimantation progressive de tous les échantillons, dont les résultats sont résumés dans le tableau 1-2, a montré que l'aimantation relative à 152 est instable. Pour les autres échantillons, on a constaté que l'aimantation naturelle est entièrement stable (151) ou l'est partiellement. Dans ce dernier cas, une désaimantation partielle dans un champ alternatif de 100 Oe environ, a permis de définir la direction de la fraction d'aimantation stable. Celle-ci constitue d'ailleurs une fraction importante (supérieure à 75%) de l'aimantation naturelle. La disparition des fractions instables, se traduit par une rotation du vecteur-aimantation (fig. 2 & 3).

Direction moyenne d'aimantation du site.

Nous avons retenu comme caractéristique de l'aimantation des sites, la moyenne des aimantations stables. L'application de la méthode de Fisher conduit au résultat suivant :

...

$$D = 349^\circ \quad I = -58^\circ$$
$$\text{avec } N = 3^\circ \quad R = 2,995 \quad k = 400 \quad \alpha = 6^\circ$$

On voit que l'aimantation du site s'est faite dans le sens actuel du champ terrestre à Madagascar. La déclinaison ainsi trouvée est pratiquement identique à la déclinaison magnétique actuelle ($D_0 = 350^\circ$). L'inclinaison est par contre sensiblement différente ($I_0 = -51^\circ$).

Tableau 1-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>			
		D.	I.	M_0	σ_0	H.	D.	I.	k.	δ .
151	1	352°	-55°	0,479	3,59		352°	-55°	-	-
152	1	332°	-53°	0,502	2,48		i n s t a b l e			
153	1	338°	-59°	0,610	3,06	100	348°	-62°	-	-
154	1	334°	-60°	0,271	3,03	100	347°	-57°	-	-

Dans le tableau ci-dessus ainsi que dans les tableaux analogues, les lettres ont les significations suivantes :

- N = nombre d'échantillons tirés d'un bloc orienté
- D.I. = déclinaison et intensité d'aimantation
- M_0 = intensité d'aimantation initiale, en uém
- σ_0 = intensité d'aimantation rémanente spécifique, en 10^{-4} uém
- H = champ utilisé pour la désaimantation partielle exprimé en Oersteds
- k = $(N-1)/(N-R)$ paramètre de précision de Fisher
- δ = rayon du "cercle d'erreur" à 95%.

Tableau 1-2.

Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

4

Ech.	H Oe	0 (1)	25 (2)	50 (3)	75 (4)	100 (5)	125 (6)	150 (7)	200 (8)	400 (9)
151	D	352°	352°	358°	354°	348°	356°	354°	353°	349°
	I	-55°	-55°	-55°	-56°	-55°	-57°	-57°	-59°	-61°
	M/M ₀	1	1	0,99	0,97	0,89	0,84	0,76	0,61	0,21
152	D	332°	346°	348°	354°	352°	-	3°	360°	-
	I	-53°	-55°	-56°	-57°	-59°	-	-62°	-62°	-
	M/M ₀	1	1,04	0,98	0,90	0,81	-	0,55	0,47	-
153	D	338°	345°	346°	344°	348°	343°	345°	344°	-
	I	-59°	-57°	-58°	-60°	-62°	-63°	-65°	-68°	-
	M/M ₀	1	1,03	1,01	0,89	0,76	0,65	0,58	0,41	-
154	D	334°	342°	348°	344°	347°	340°	345°	337°	-
	I	-60°	-58°	-57°	-57°	-57°	-61°	-63°	-64°	-
	M/M ₀	1	1,04	1,03	0,93	0,82	0,73	0,67	0,52	-

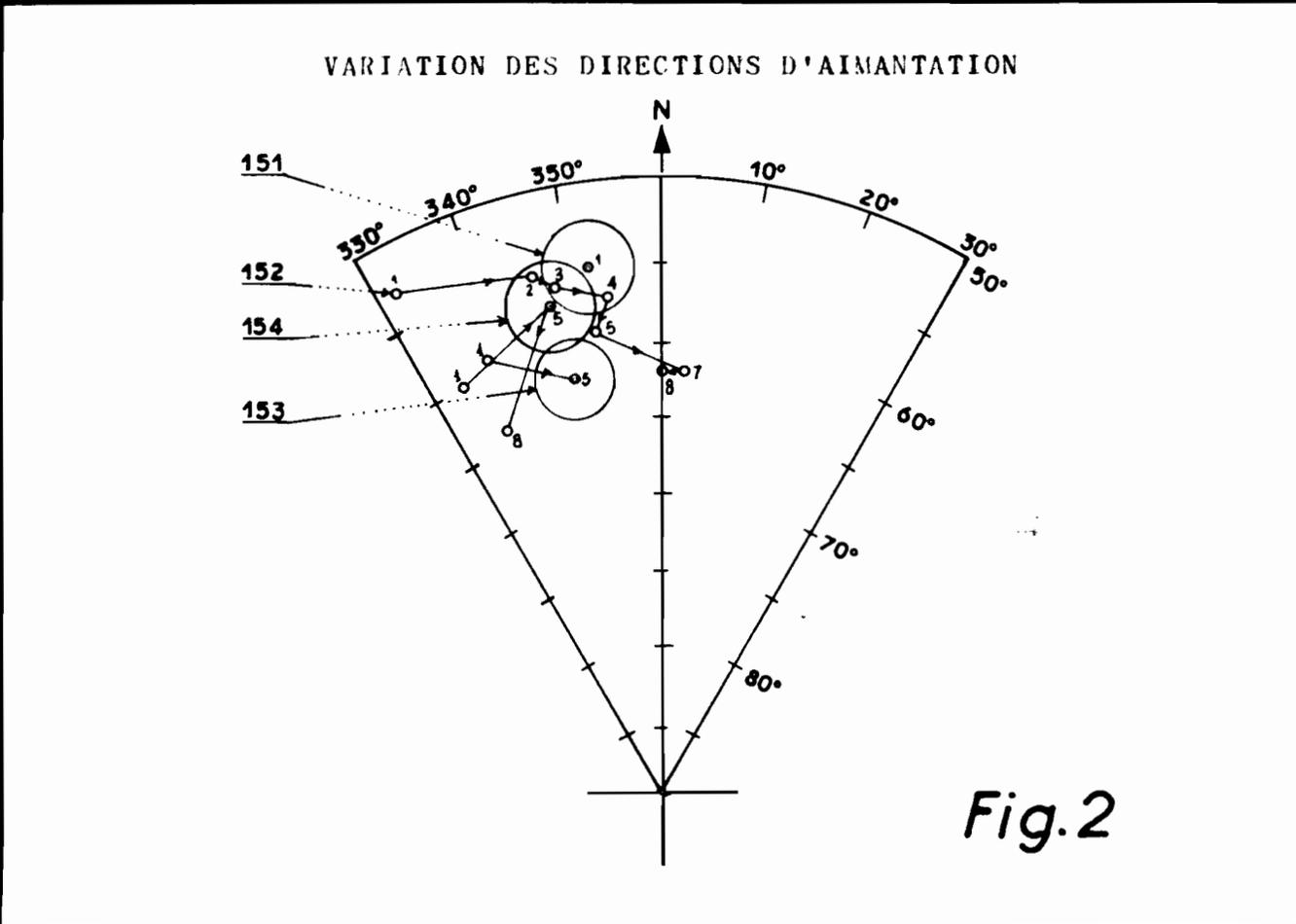
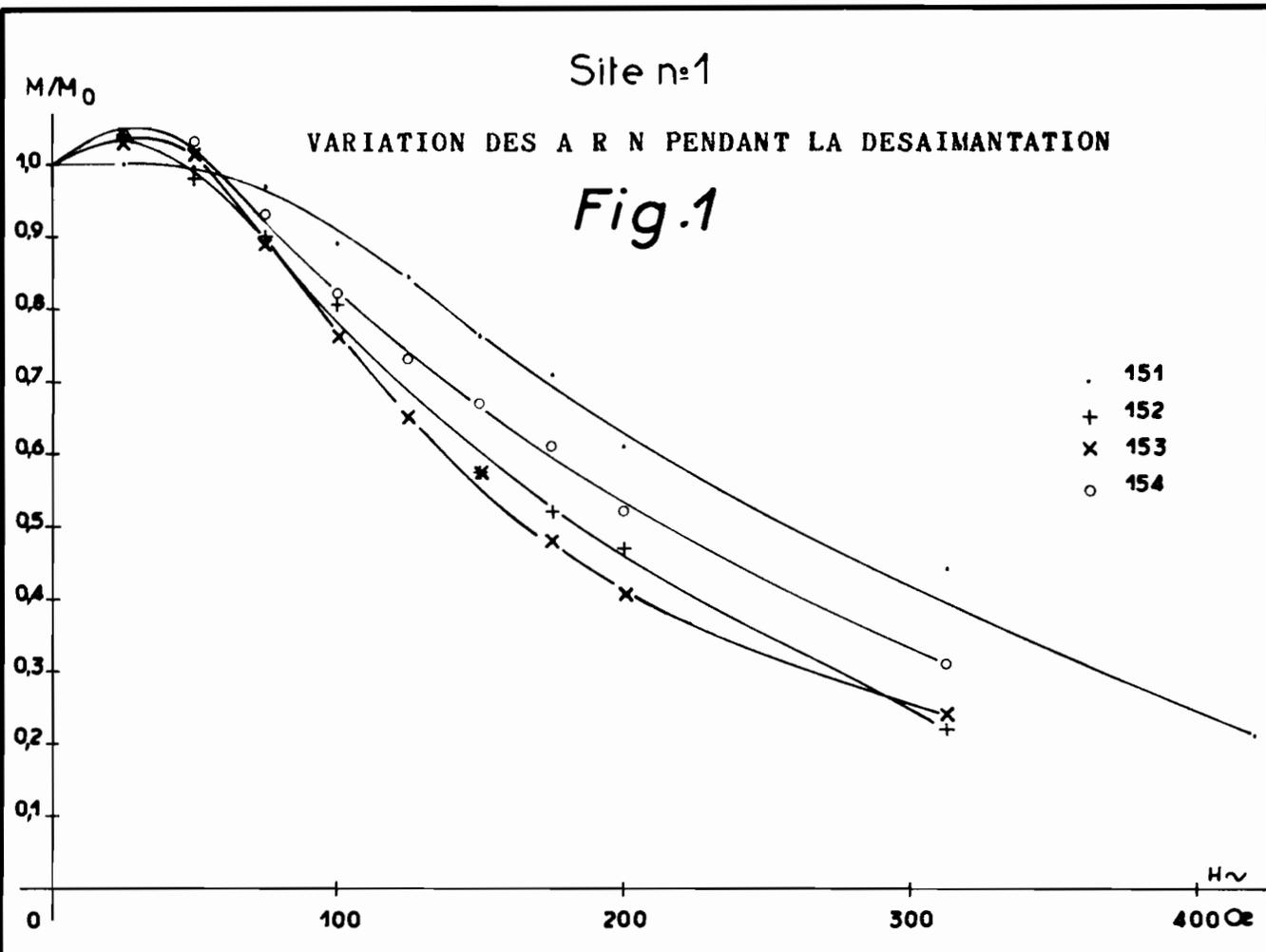
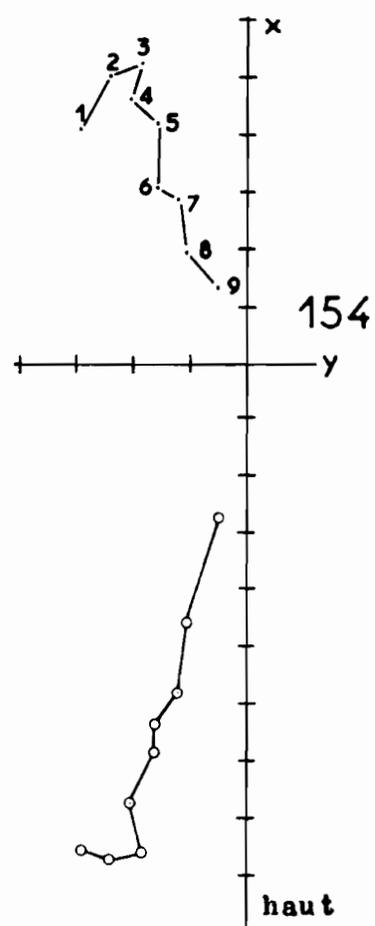
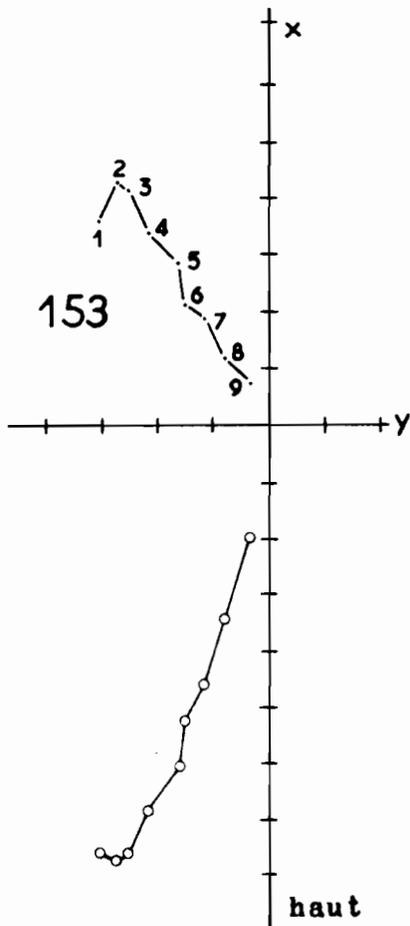
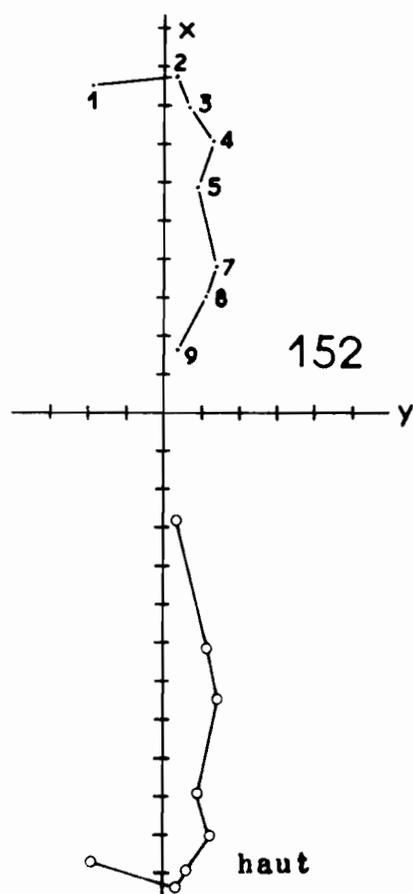
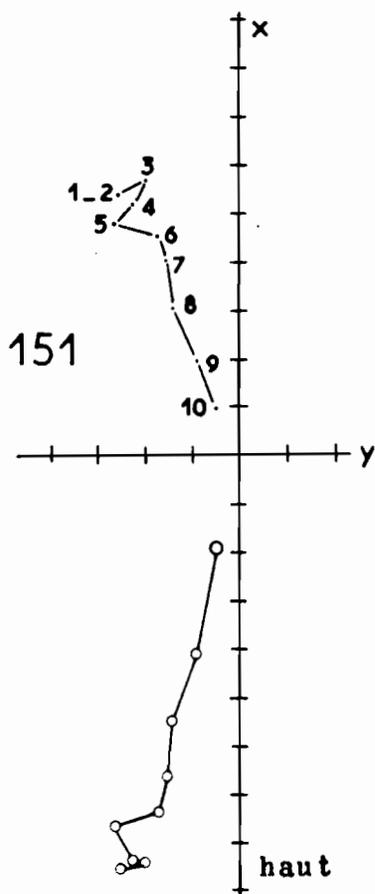


Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.1



SITE 2 IHOPI-SUD $X = 1051,0; Y = 326,5; Z = 140m$ Les échantillons (147 à 150)

Quatre blocs de roche orientés ont été prélevés dans le lit de l'Ihopy près du sentier Bealalana-Ankoba. Les échantillons 148 et 150 ont été examinés en lame mince. Les résultats ont montré que la roche est constituée par du basalte sain à labrador et augite. On a également observé des phénocristaux d'olivine et de nombreux minéraux opaques.

Etude de l'aimantation.

Pour tester la sensibilité des aimantations naturelles, à l'action du champ terrestre actuel, deux déterminations de direction ont été entreprises sur chacun des échantillons. Une période de deux mois environ sépare les deux mesures, pendant laquelle, l'orientation des échantillons était opposée à celle qu'ils avaient sur le terrain.

Ce test a montré que seule l'aimantation relative à 147 a subi une modification sensible, notamment en inclinaison. Toutes les autres directions ont été peu modifiées par le champ actuel.

Les directions des aimantations naturelles sont assez dispersées (tableau 2-1). La désaimantation progressive de tous les échantillons, dans des champs alternatifs de plus en plus intenses, a montré que toutes les aimantations comportent une fraction stable, sauf précisément l'aimantation relative à 152.

Les composantes secondaires ont des champs coercitifs différents. Alors que pour 148 et 149, la désaimantation partielle a eu lieu dans un champ alternatif de 75-100 Oe; pour 147, il a fallu appliquer un champ de 150 Oe, pour isoler la composante stable.

...

Les diagrammes de la figure 3 permettent de suivre l'évolution de chaque vecteur-aimantation pendant la désaimantation.

Direction moyenne d'aimantation du site.

La direction moyenne d'aimantation du site a été calculée en appliquant la méthode de Fisher aux directions des aimantations stables des échantillons 147-148 et 149. Elle est égale à :

$$D = 7^{\circ} \quad I = -60^{\circ}$$

avec $N = 3$ $R = 2,998$ $k = 1000$ $\alpha = 4^{\circ}$

Cette direction est nettement différente de celle du champ actuel dans la zone étudiée. Elle montre néanmoins que l'aimantation du site est conforme au sens actuel du champ de Madagascar.

Tableau 2-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

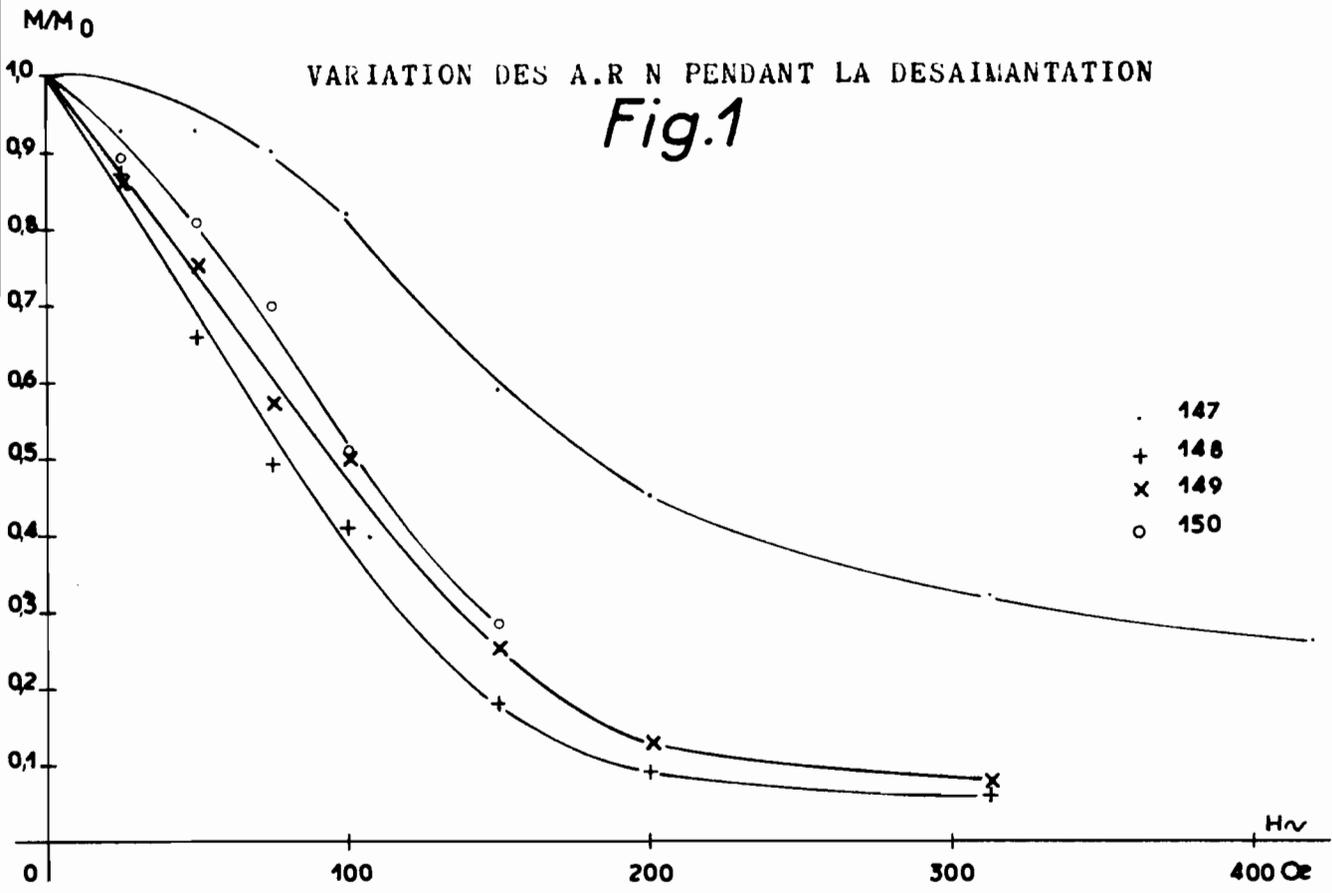
Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>			
		D.	I.	M ₀	φ ₀	H.	D.	I.	k.	λ.
147	1	16°	- 9°	1,201	9,42	150	4°	-59°	-	-
148	1	360°	-48°	2,617	18,05	100	7°	-62°	-	-
149	1	321°	-51°	1,127	34,66	75	11°	-59°	-	-
150	1	283°	-57°	5,406	28,38		i n s t a b l e			

Tableau 2-2.

Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
147	D	16°	9°	8°	8°	4°	4°	4°	5°	359°	6°
	I	- 9°	-31°	-43°	-47°	-53°	-52°	-59°	-59°	-58°	-60°
	M/M ₀	1	0,93	0,93	0,90	0,82	0,59	0,45	0,32	0,26	0,23
148	D	360°	5°	8°	7°	7°	10°	6°	17°		
	I	-48°	-53°	-57°	-58°	-62°	-65°	-65°	-66°		
	M/M ₀	1	0,87	0,66	0,49	0,41	0,18	0,09	0,06		
149	D	321°	351°	6°	11°	14°	5°	8°	5°		
	I	-51°	-55°	-55°	-59°	-62°	-64°	-63°	-67°		
	M/M ₀	1	0,86	0,75	0,57	0,50	0,25	0,13	0,08		
150	D	283°	337°	1°	8°	12°	16°				
	I	-57°	-63°	-60°	-59°	-62°	-70°				
	M/M ₀	1	0,89	0,81	0,70	0,51	0,28				

Site n°2



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

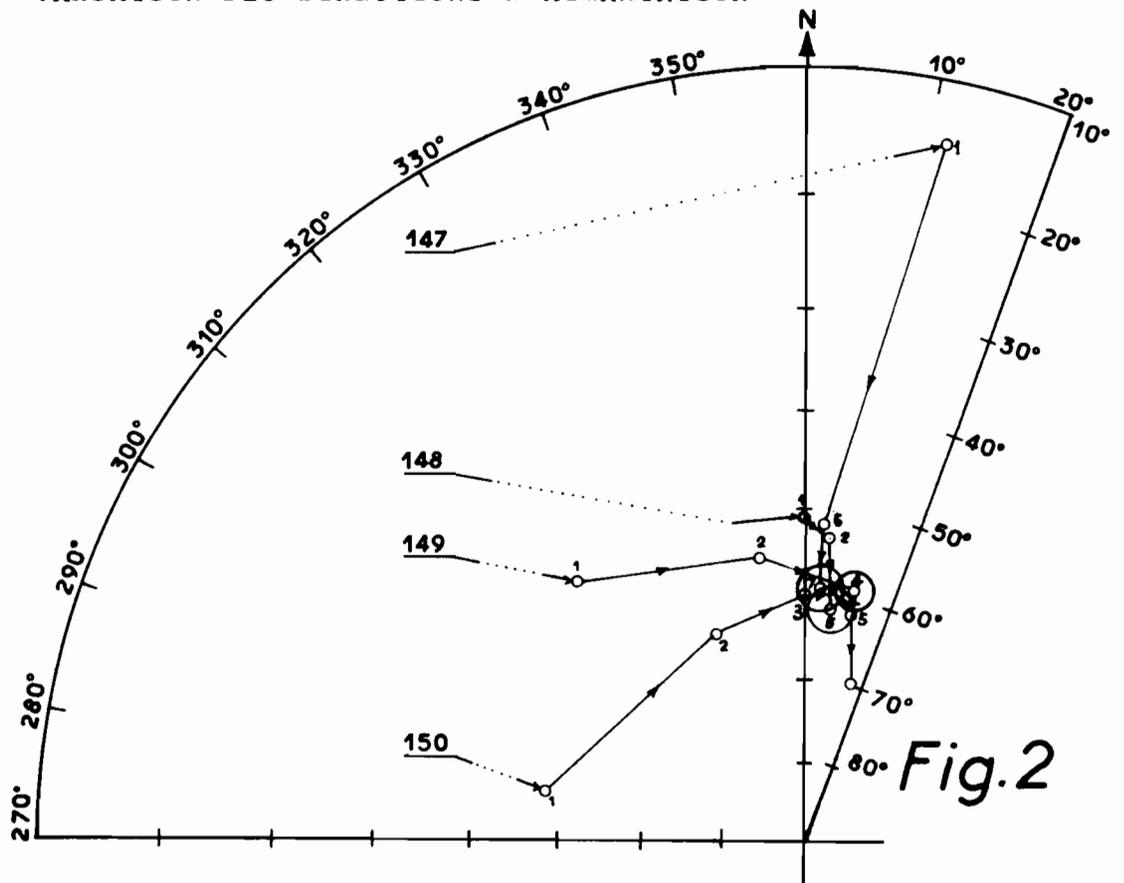
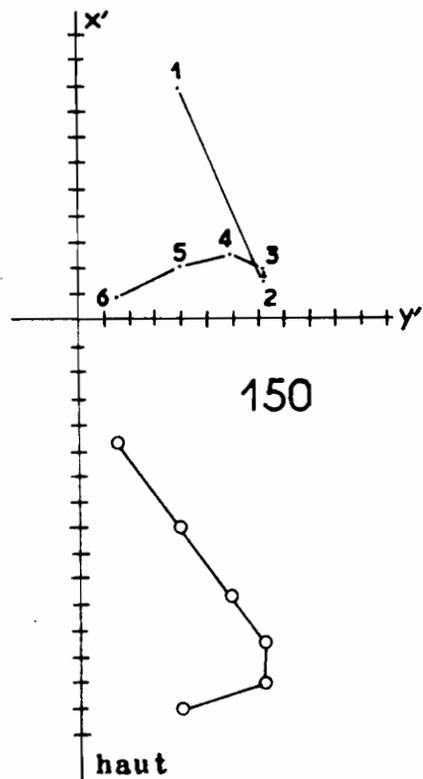
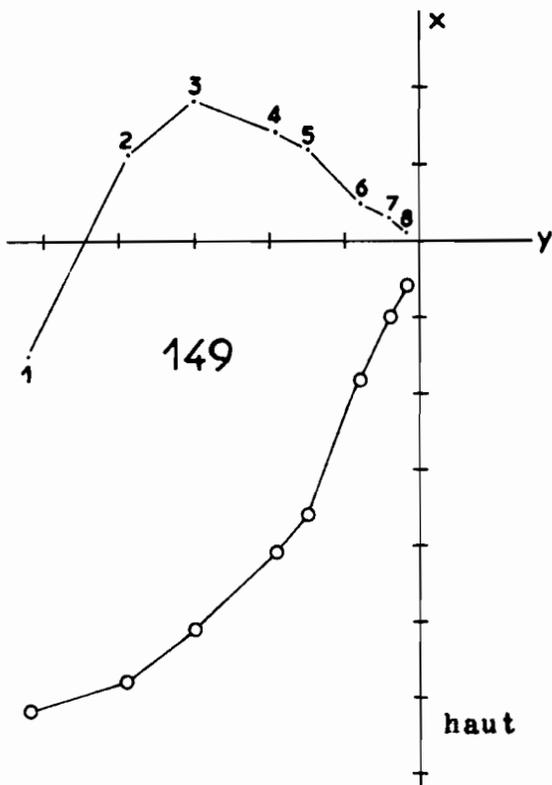
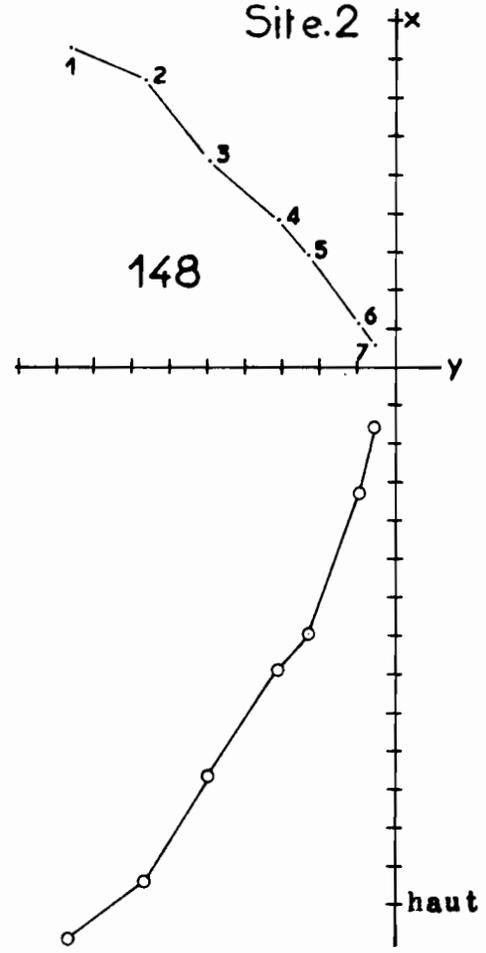
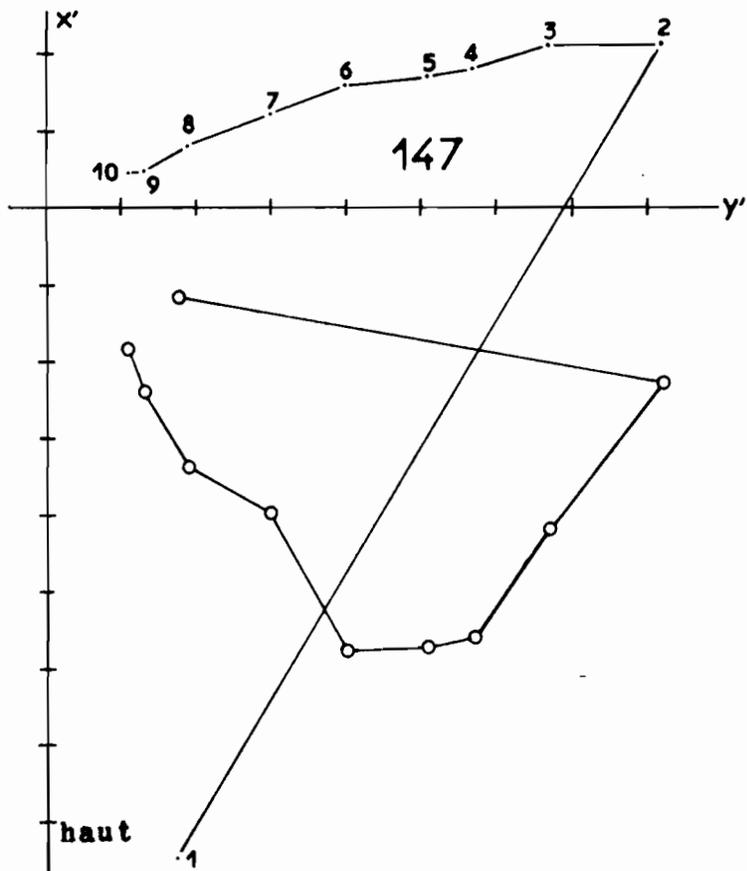


Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.2



SITE 3 BESIEKY $X = 1054,4; Y = 336,0; Z = 180m$ Les échantillons (139 à 146)

Les échantillons orientés proviennent de deux endroits différents. Les premiers (139 à 143) ont été prélevés dans un petit filon perpendiculaire au lit du ruisseau Mariarano. Les seconds (144 à 146) proviennent du lit de celui-ci, à quelques centaines de mètres du point de prélèvement précédent.

Au total huit blocs orientés ont été prélevés dans ce secteur. L'étude pétrographique de trois d'entre eux (140-145-146), effectuée sur lame mince, montre qu'il n'existe aucune différence entre les deux groupes d'échantillons. La roche est constituée par du basalte à labrador et augite, avec des phénocristaux d'olivine. De nombreux minéraux opaques sont également présents dans les lames.

Etude de l'aimantation.

Un séjour de deux mois dans le champ actuel n'apporte aucune modification sensible de la direction d'aimantation de la grande majorité des échantillons. Seule l'aimantation relative à 146 a montré un changement notable de direction.

Les caractéristiques des aimantations naturelles sont résumées dans le tableau 3-1, dont l'examen fait apparaître une certaine dispersion des directions et des intensités. La désaimantation progressive de tous les échantillons a montré que la plupart des échantillons sont porteurs d'aimantation stable. Seules les aimantations relatives aux échantillons 142 et 143 se sont révélées entièrement instables.

Pour les échantillons restants, une désaimantation partielle dans un champ alternatif de 50-75 Oe a permis d'isoler les composantes stables. Celles-ci, constituent dans tous les cas, plus de 70% des aimantations naturelles.

La disparition des éléments instables est à l'origine des rotations des vecteurs-aimantation, que mettent en évidence les diagrammes des figures 2 et 3.

Direction moyenne d'aimantation du site.

Nous avons exclu, pour les raisons déjà évoquées, les échantillons 142 et 143, dans la détermination de la direction moyenne. L'application de la méthode de Fisher, aux directions des aimantations stables, mises en évidence, par la désaimantation partielle des autres échantillons, conduit au résultat ci-dessous :

$$D = 330^\circ \quad I = -67^\circ$$

$$\text{avec } N = 6 \quad R = 5,945 \quad k = 90,91 \quad \alpha = 7^\circ$$

Cette direction s'écarte de façon très nette de la direction actuelle du champ dans la région étudiée.

Tableau 3-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>				
		D.	I.	M_0	σ_0	H.	D.	I.	k.	α .	
139	1	308°	-66°	0,236	6,20	50	315°	-56°	-	-	
140	1	332°	-73°	0,487	4,30	50	339°	-66°	-	-	
141	1	330°	-73°	0,597	3,62	50	353°	-63°	-	-	
142	1	9°	-36°	0,540	5,87		i n s t a b l e				
143	1	335°	-39°	0,162	4,27		i n s t a b l e				
144	1	14°	-75°	1,441	19,74	50	333°	-70°	-	-	
145	1	114°	-79°	2,387	17,75	75	321°	-72°	-	-	
146	1	133°	-88°	2,277	16,27	75	318°	-68°	-	-	

Tableau 3-2.

Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

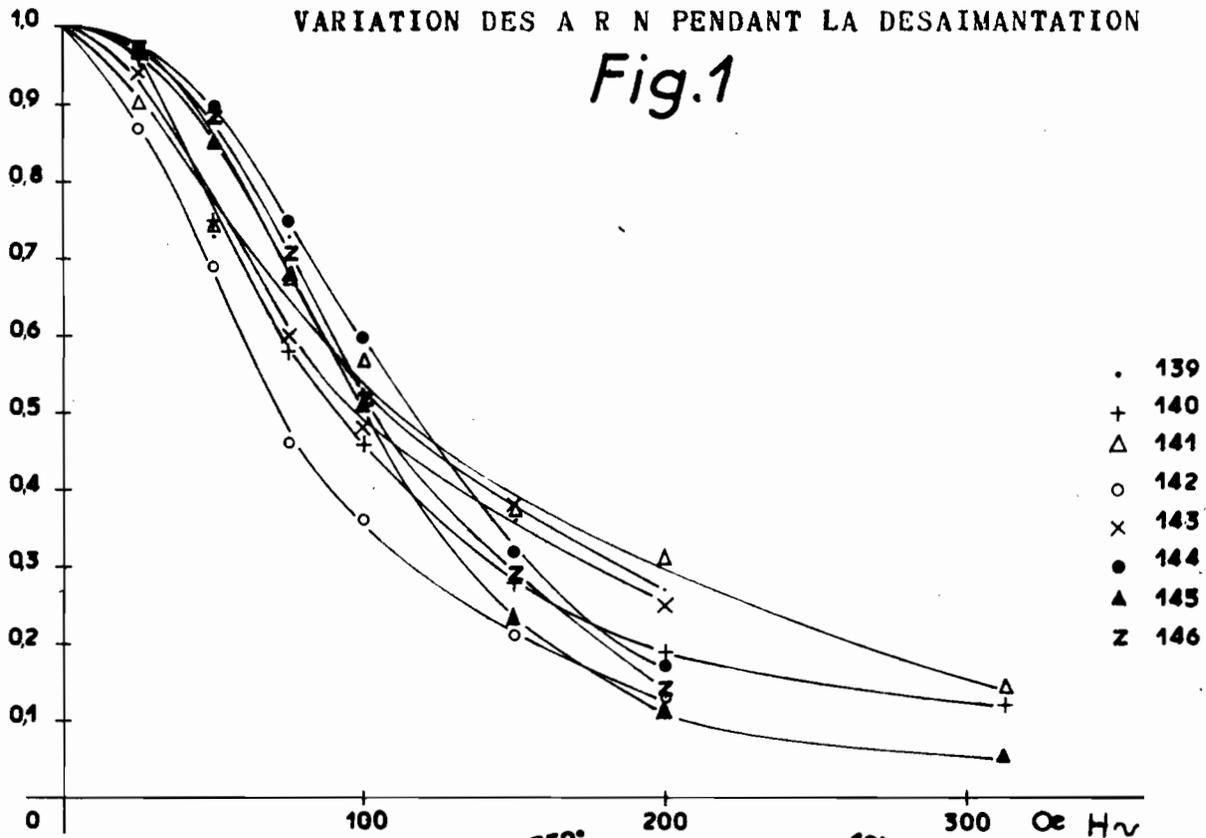
Ech.	H. Oe	0 (1)	25 (2)	50 (3)	75 (4)	100 (5)	125 (6)	150 (7)	200 (8)
139	D	308°	313°	315°	315°	319°	315°	313°	307°
	I	-66°	-61°	-56°	-54°	-57°	-56°	-55°	-63°
	M/Mo	1	0,97	0,73	0,73	0,53	0,36	0,27	0,19
140	D	332°	336°	339°	337°	342°	342°	330°	336°
	I	-73°	-70°	-66°	-64°	-65°	-67°	-63°	-63°
	M/Mo	1	0,91	0,75	0,58	0,46	0,28	0,19	0,12
141	D	330°	353°	353°	355°	357°	354°	358°	360°
	I	-73°	-67°	-63°	-63°	-64°	-64°	-66°	-65°
	M/Mo	1	0,90	0,76	0,67	0,57	0,37	0,31	0,14
142	D	9°	9°	9°	11°	339°	336°	331°	
	I	-36°	-38°	-43°	-49°	-56°	-57°	-67°	
	M/Mo	1	0,87	0,69	0,46	0,36	0,21	0,13	
143-	D	335°	344°	358°	340°	342°	328°	332°	
	I	-39°	-44°	-53°	-56°	-57°	-63°	-60°	
	M/Mo	1	0,94	0,84	0,60	0,47	0,37	0,25	
144	D	14°	339°	333°	332°	330°	331°	324°	
	I	-75°	-73°	-70°	-71°	-74°	-78°	-77°	
	M/Mo	1	0,98	0,90	0,75	0,60	0,32	0,17	
145	D	114°	318°	317°	321°	323°	324°	329°	329°
	I	-79°	-75°	-70°	-72°	-75°	-75°	-72°	-71°
	M/Mo	1	0,97	0,85	0,68	0,51	0,23	0,11	0,05
146	D	133°	310°	315°	318°	318°	317°	311°	
	I	-88°	-71°	-66°	-68°	-73°	-73°	-74°	
	M/Mo	1	0,97	0,89	0,71	0,52	0,29	0,14	

Site n:3

M/M_0

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

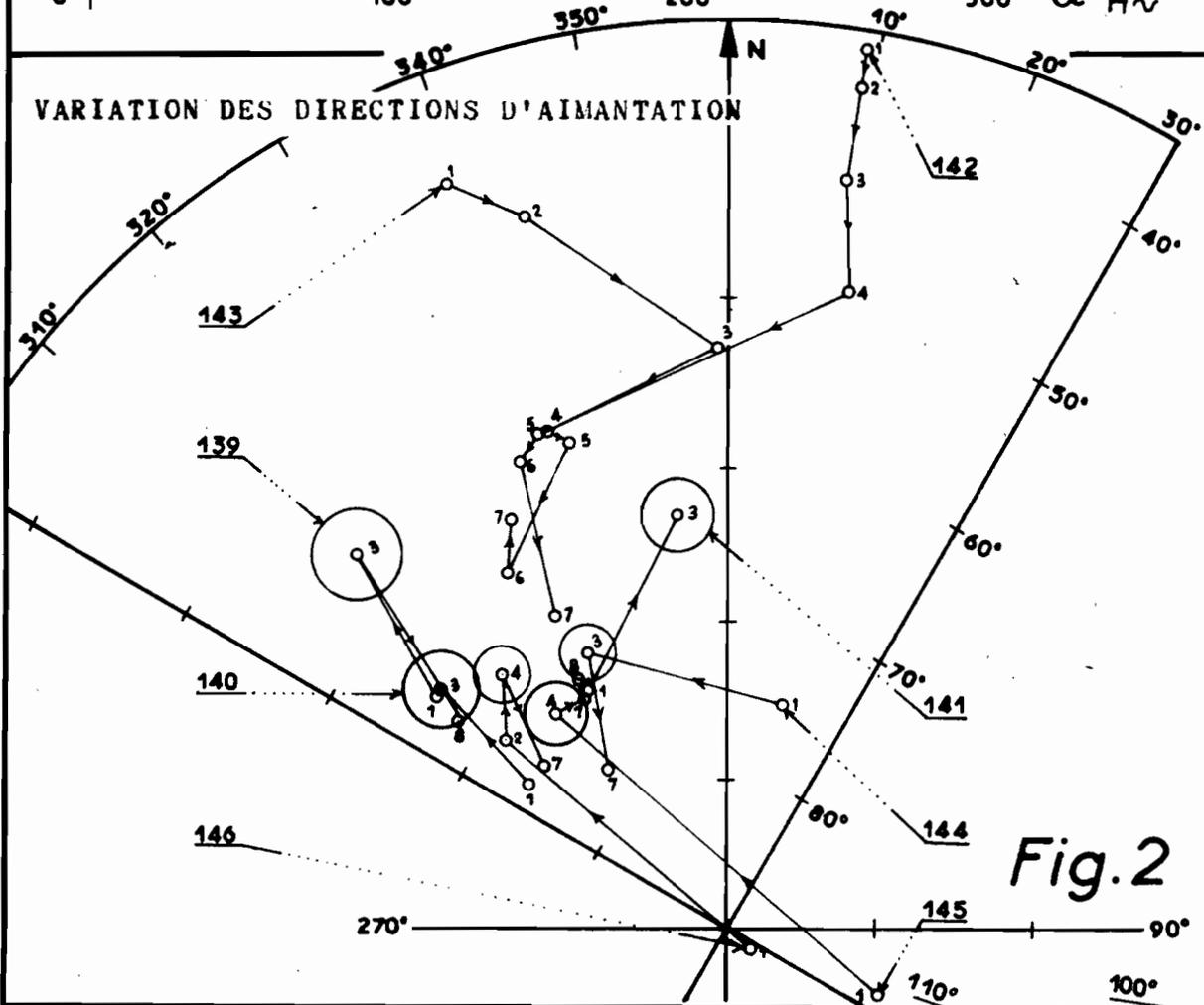
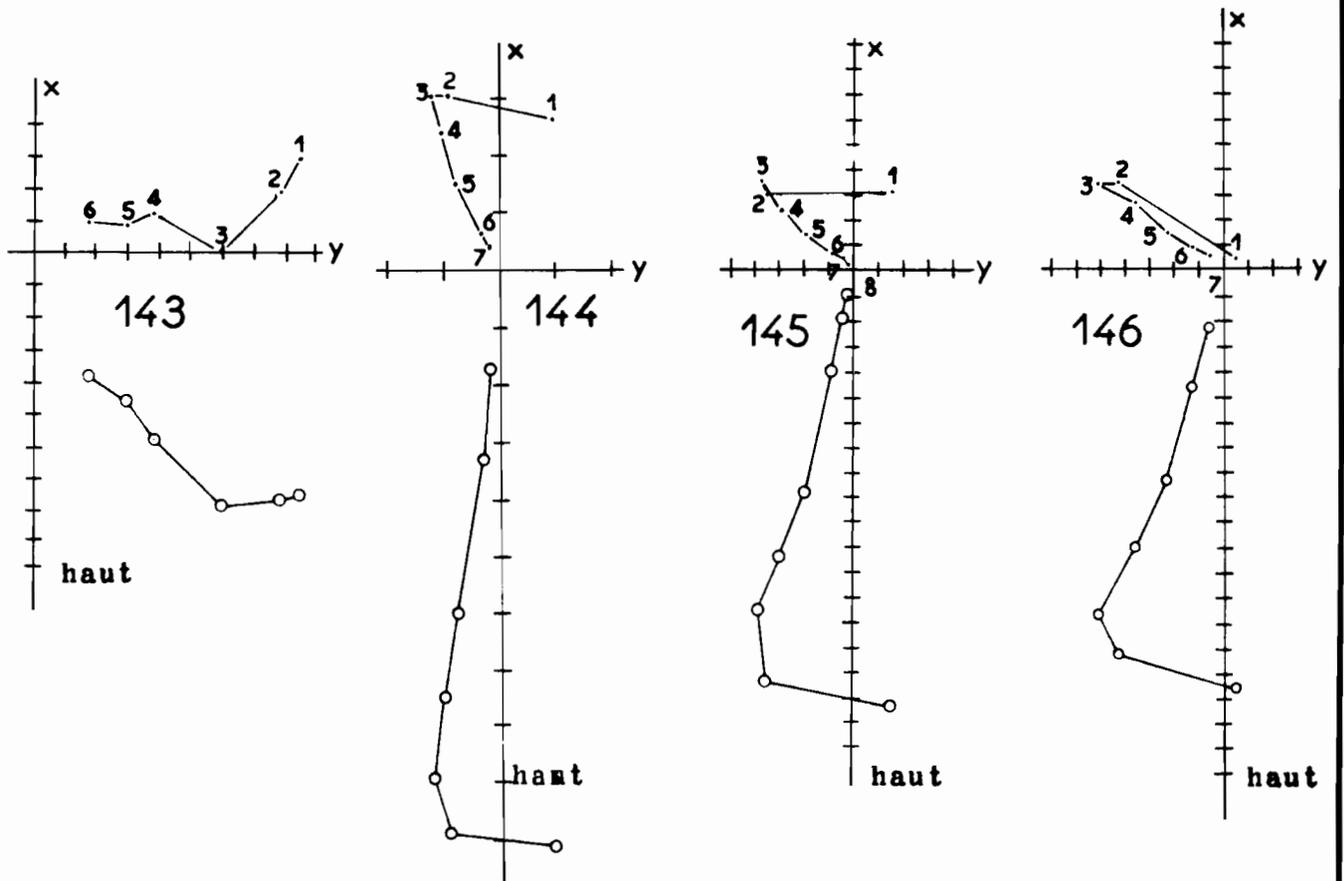
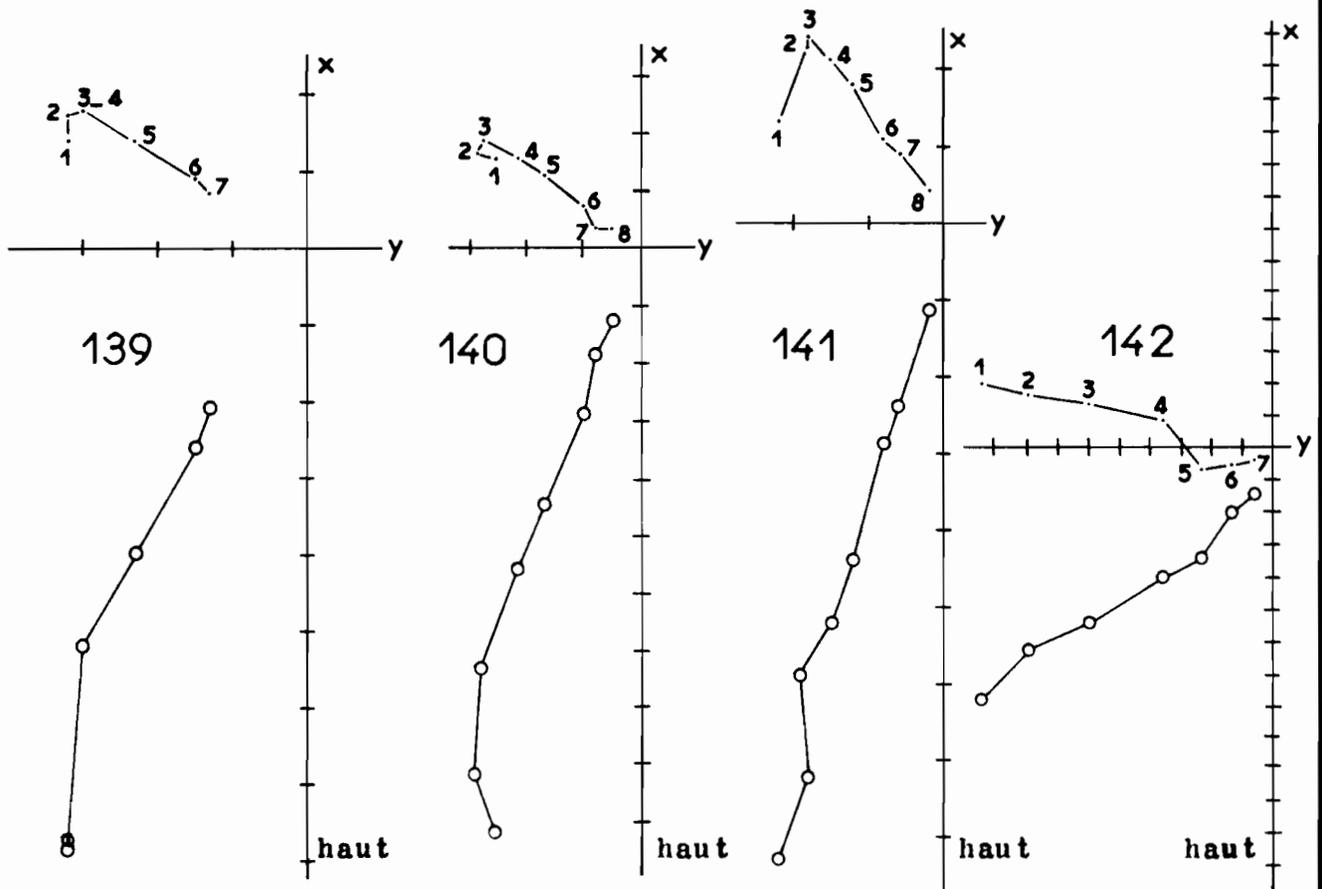


Fig.2

Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.3



SITE 4 BEHENA

X = 1062,5; Y = 323,4; Z = 170m

Les échantillons (155 à 157)

Trois blocs orientés ont été prélevés dans ce site. L'étude des lames minces extraites de deux d'entre eux (155 et 157) a montré que le basalte est en voie d'altération. Il renferme comme celui des sites précédents du labrador et de l'augite. L'olivine est serpentinisée. Des minéraux opaques ont été également observés.

Etude de l'aimantation.

Deux déterminations des directions de l'aimantation, faites à 3 mois d'intervalle, ont permis de constater, une modification de l'ordre de 7° de la direction relative à 157. L'aimantation des deux autres échantillons est moins sensible à l'action du champ actuel.

L'examen du tableau 4-1, où sont résumées les caractéristiques des aimantations naturelles, fait apparaître une autre différence entre l'échantillon 157 et les deux autres. On constate en effet, que la direction de l'aimantation relative à l'échantillon 157, est très nettement différente de celle obtenue pour les deux autres.

L'analyse des aimantations par le procédé habituel de désaimantation par champs alternatifs, a montré que seule l'aimantation relative à l'échantillon 157 comporte une fraction stable.

Les vecteurs-aimantation des deux autres ne se fixent jamais d'un bout à l'autre de la désaimantation (fig. 2 & 3).

Direction moyenne d'aimantation du site.

On ne peut pas définir une direction moyenne d'aimantation pour ce site, du fait qu'un seul échantillon possède une fraction d'aimantation stable.

On constate néanmoins que la direction de cette dernière (définie après désaimantation partielle de l'échantillon 157 dans un champ alternatif de 75 Oe) est de même sens que celui du champ actuel.

$$D = 345^\circ \quad I = -60^\circ$$

Tableau 4-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>			
		D.	I.	M ₀	\mathcal{J}_0	H.	D.	I.	k.	α .
155	1	189°	-48°	2,246	17,15		i n s t a b l e			
156	1	188°	-44°	0,351°	8,01		i n s t a b l e			
157	1	335°	-69°	0,941	7,88	75	345°	-60°		

Tableau 4-2.

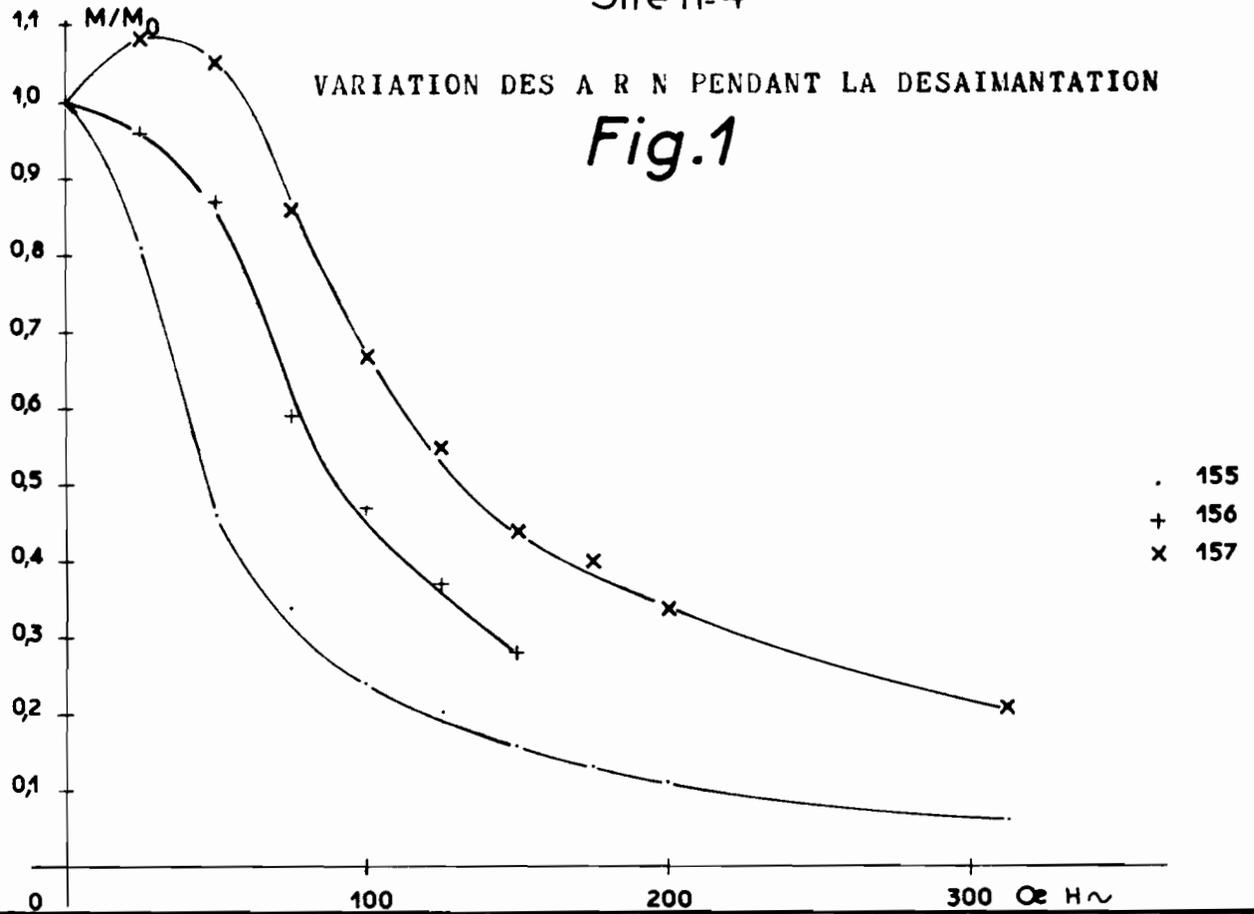
Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
155	D	189°	189°	205°	298°	8°	318°	13°	336°	324°
	I	-49°	-58°	-83°	-86°	-81°	-79°	-76°	-70°	-70°
	M/M ₀	1	0,81	0,46	0,34	0,24	0,20	0,16	0,11	0,06
156	D	188°	187°	193°	194°	187°	199°	193°		
	I	-44°	-43°	-44°	-58°	-68°	-69°	-74°		
	M/M ₀	1	0,96	0,87	0,59	0,42	0,37	0,28		
157	D	335°	356°	354°	345°	347°	350°	350°	339°	340°
	I	-69°	-58°	-58°	-60°	-62°	-61°	-63°	-62°	-65°
	M/M ₀	1	1,08	1,05	0,86	0,67	0,55	0,44	0,34	0,21

Site n°4

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

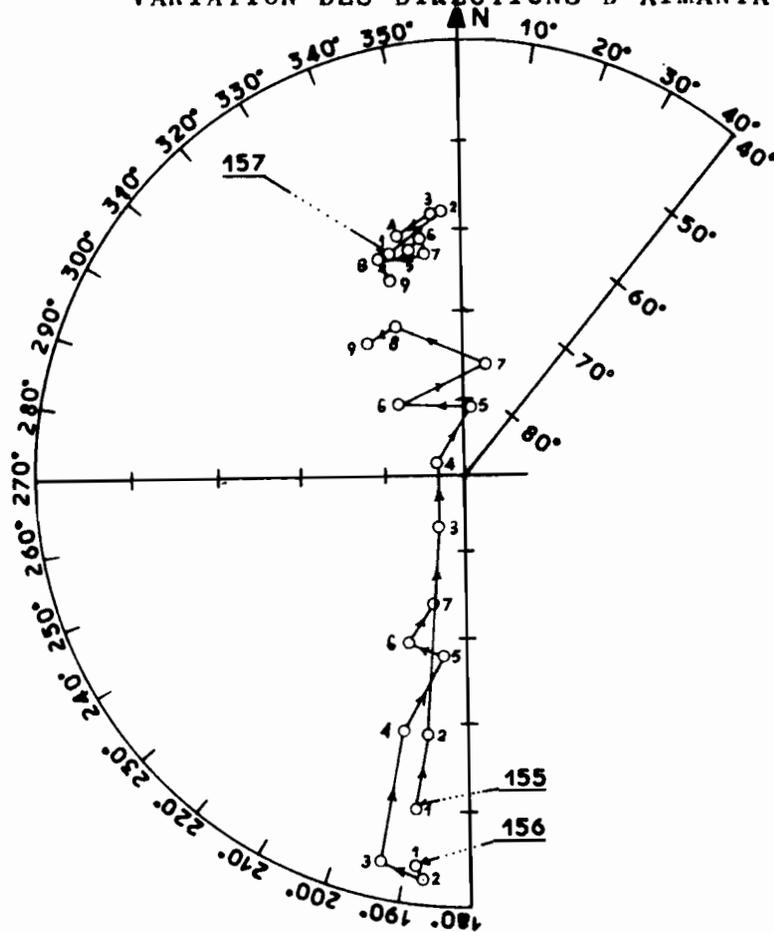
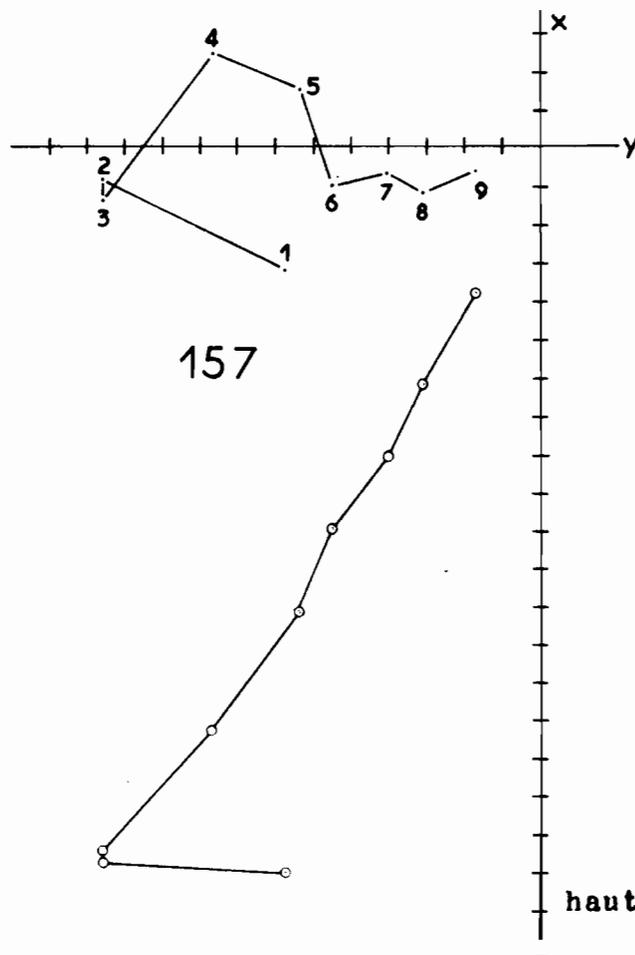
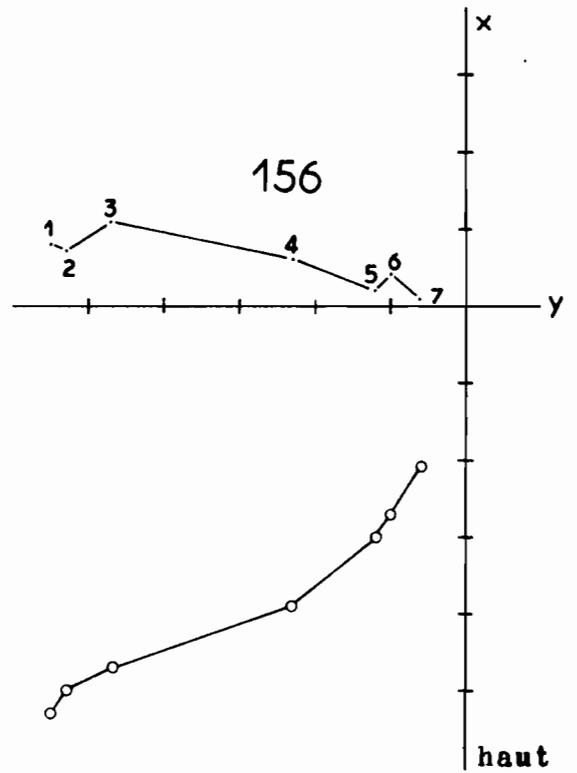
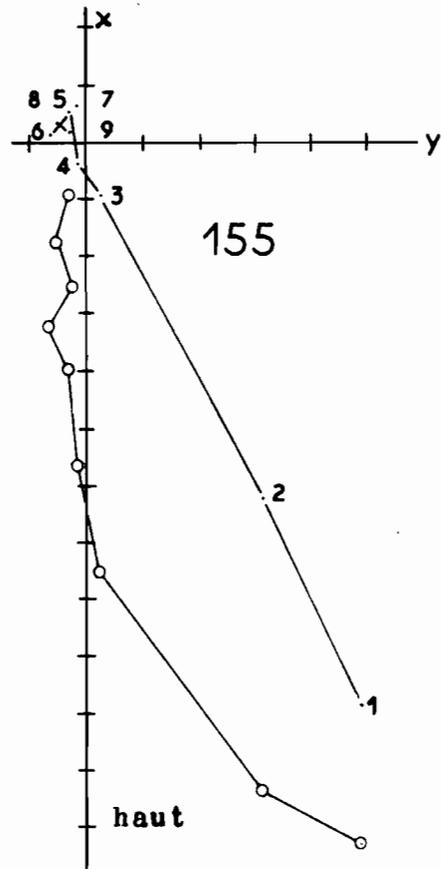


Fig.2

Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.4



SITE 5 ANDRAFIAMBONY $X = 1061,6; Y = 341,0; Z = 165m$ Les échantillons (162 à 164)

Trois blocs orientés ont été prélevés. L'étude pétrographique de deux d'entre eux, effectuée sur lame mince, montre qu'il s'agit de basalte où l'olivine est serpentinisée. La roche renferme d'abondants phénocristaux de labrador et d'augite (sauf 162). Des minéraux opaques sont également présents. Des traces de calcite ont été observées.

Etude de l'aimantation.

Aucune modification importante de la direction des aimantations naturelles n'a été observée entre deux mesures effectuées à trois mois d'intervalle. Pendant cette période, les échantillons avaient une orientation opposée à celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

Les directions des aimantations naturelles sont assez bien groupées de même que leurs intensités (tabl. 5-1). On peut donc considérer que l'aimantation du site est sensiblement homogène.

Tous les échantillons ont été soumis à l'action de champs alternatifs d'intensité croissante, de façon à analyser leur aimantation respective. Ces séries d'expériences ont permis d'isoler les aimantations stables. Celles-ci sont apparues après application de champs démagnétisants compris entre 50 et 125 Oe. La proportion de l'aimantation restante est légèrement supérieure à la moitié de l'aimantation naturelle (57%) pour l'échantillon 162. Elle descend jusqu'à 42% pour 163. Pour 164, elle est très élevée, puisqu'elle atteint 84%.

La disparition des aimantations secondaires est révélée par la rotation des vecteurs-aimantation, dont l'évolution pendant la désaimantation peut être étudiée à partir des diagrammes des figures 2 & 3.

...

Direction moyenne d'aimantation du site.

La direction moyenne d'aimantation du site peut être considérée comme étant égale à la moyenne des directions des aimantations stables. Dans ces conditions, par application de la méthode de Fisher, on trouve :

$$D = 4^{\circ} \quad I = -74^{\circ}$$
$$\text{avec } N = 3 \quad R = 2,999 \quad k = 2000 \quad \alpha = 3^{\circ}$$

Cette direction est différente de la direction actuelle du champ terrestre. Elle est caractérisée par une inclinaison élevée.

Ce résultat montre en outre, que le site s'est aimanté dans le sens actuel du champ terrestre.

Tableau 5-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>				<u>Aimantation stable</u>				
		D.	I.	M ₀	V ₀	H.	D.	I.	k.	α.
162	1	9°	-68°	2,848	22,25	75	5°	-74°	-	-
163	1	5°	-71°	3,115	19,17	125	8°	-75°	-	-
164	1	357°	-70°	2,347	18,05	50	360°	-73°	-	-

Tableau 5-2.

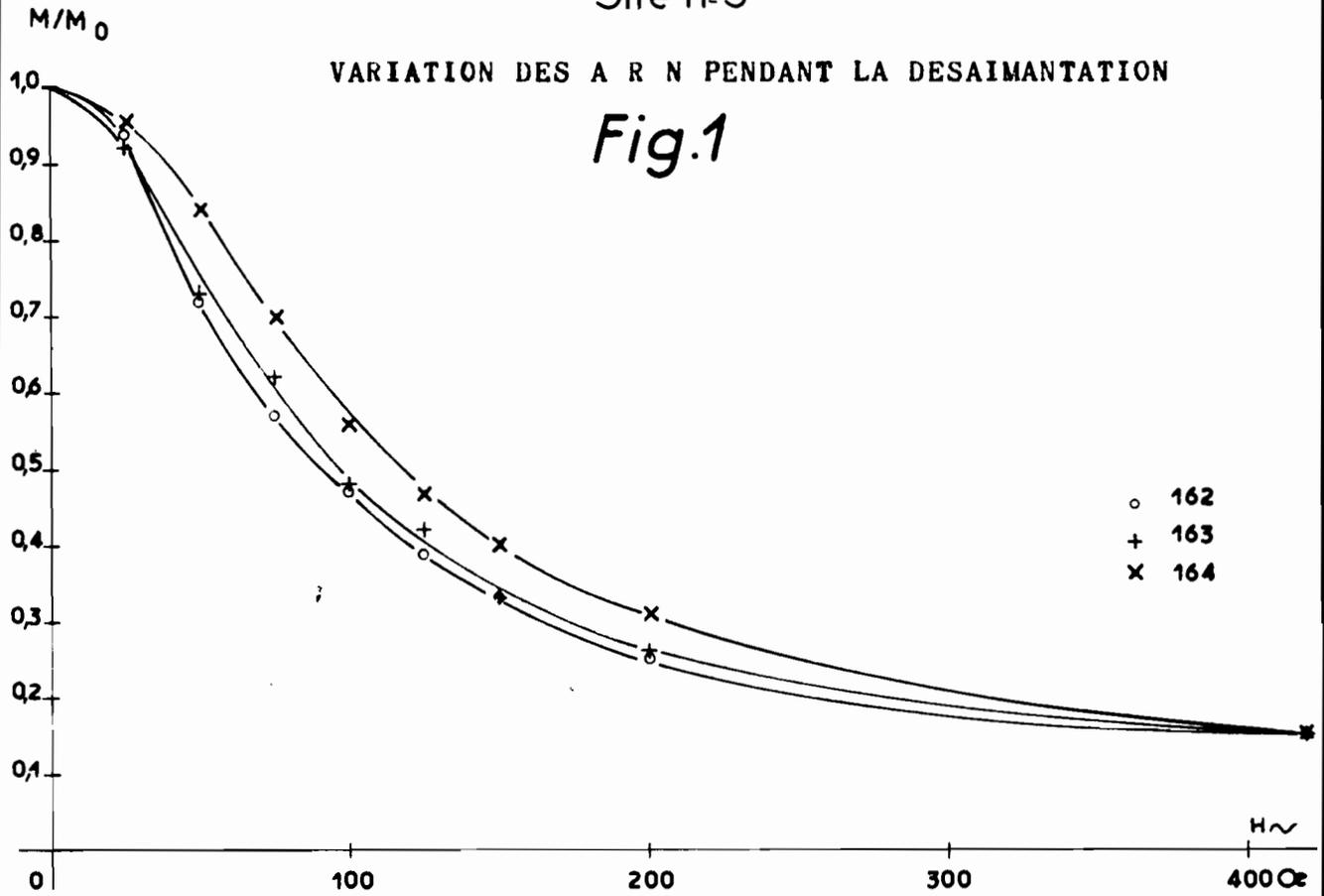
Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
162	D	9°	5°	5°	5°	3°	7°	5°	11°	6°	9°
	I	-68°	-70°	-72°	-74°	-76°	-74°	-75°	-76°	-79°	-77°
	M/M ₀	1	0,94	0,72	0,57	0,47	0,39	0,33	0,25	0,15	0,09
163	D	5°	6°	15°	21°?	26°?	8°	3°	5°	8°	12°
	I	-71°	-71°	-73°	-74°	-76°	-75°	-77°	-76°	-78°	-75°
	M/M ₀	1	0,92	0,73	0,62	0,48	0,42	0,33	0,26	0,15	0,06
164	D	357°	359°	360°	358°	4°	356°	358°	2°	352°(?)	4°
	I	-70°	-71°	-73°	-74°	-75°	-75°	-75°	-75°	-78°	-75°
	M/M ₀	1	0,96	0,84	0,70	0,56	0,47	0,40	0,31	0,21	0,15

Site n°5

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

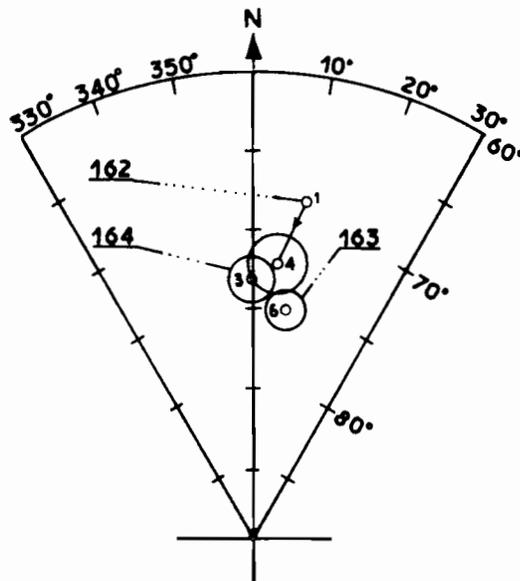
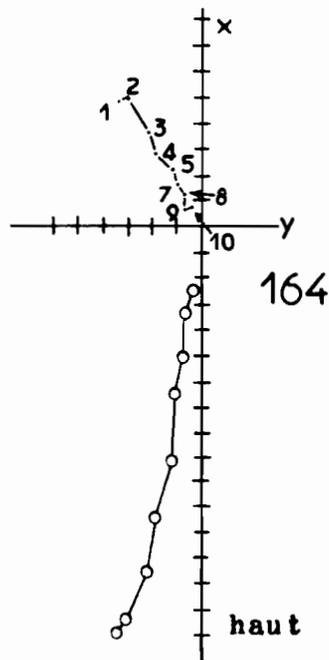
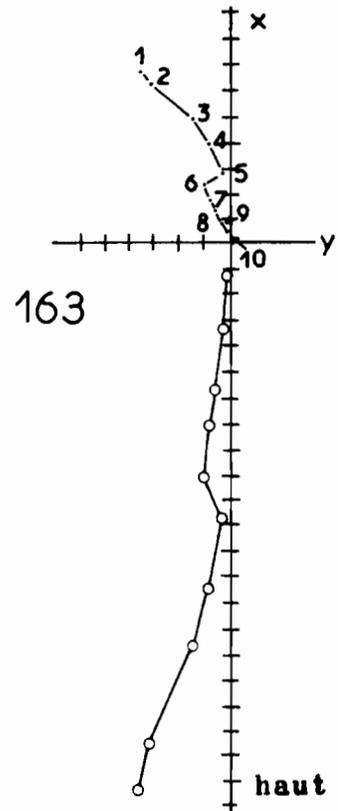
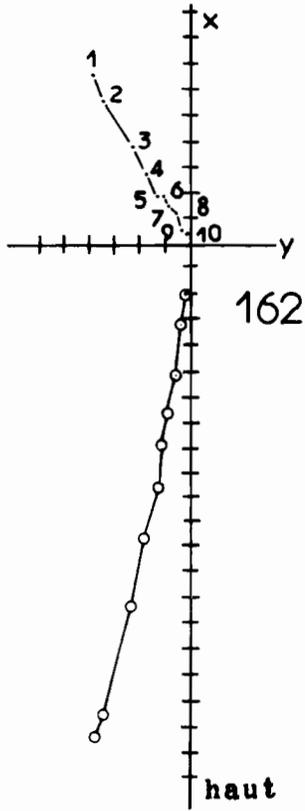


Fig.2

Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.5



SITE 6 MAHAVAVY

X = 1064,4; Y = 359,9; Z = 70m

Les échantillons (165 à 167)

L'étude pétrographique de deux des échantillons prélevés (166 et 167) effectuée sur lame mince, montre que la roche est constituée par du basalte à labrador et augite. Elle présente, en plus des phénocristaux d'olivine, des porphyroblastes d'anorthite.

Etude de l'aimantation.

Les aimantations naturelles sont peu sensibles à l'action du champ terrestre actuel. En effet, deux mesures faites à trois mois d'intervalle, n'ont montré aucune modification sensible des directions d'aimantation. Afin de favoriser au mieux, l'action du champ terrestre pendant le stockage, les échantillons ont été abandonnés pendant les trois mois, dans une position inverse de celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

L'examen du tableau 6-1, où sont résumées les caractéristiques des aimantations naturelles, montre que les directions obtenues sont assez cohérentes entre elles. L'accord est moins bon si l'on considère les intensités.

L'analyse de l'aimantation a été faite par une désaimantation progressive de tous les échantillons dans des champs alternatifs d'intensité croissante.

Ces séries d'expériences ont montré que tous les échantillons sont porteurs d'aimantation stable. Celle-ci est superposée à des aimantations secondaires, dont la disparition est révélée par une rotation plus ou moins importante des vecteurs-aimantation (fig. 2 & 3).

Les directions des aimantations stables sont indiquées dans le tableau 6-1. Elles sont bien cohérentes entre elles.

...

Direction moyenne d'aimantation du site.

En retenant comme caractéristique de l'aimantation du site, la moyenne des directions des aimantations stables, l'application de la méthode de Fisher donne la direction moyenne suivante :

$$D = 3^{\circ} \quad I = -56^{\circ}$$
$$\text{avec } N = 3 \quad R = 2,998 \quad k = 1000 \quad \sigma = 4^{\circ}$$

Ce résultat indique que l'aimantation du site s'est faite suivant le sens actuel du champ terrestre, sa direction en est cependant différente.

Tableau 6-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>				
	N.	D.	I.	M_0	σ_0	H.	D.	I.	k.	α .
165	1	2°	-51°	2,761	28,32	100	3°	-58°	-	-
166	1	7°	-52°	4,854	37,34	50	5°	-55°	-	-
167	1	360°	-52°	4,859	28,92	50	360°	-55°	-	-

Tableau 6-2.

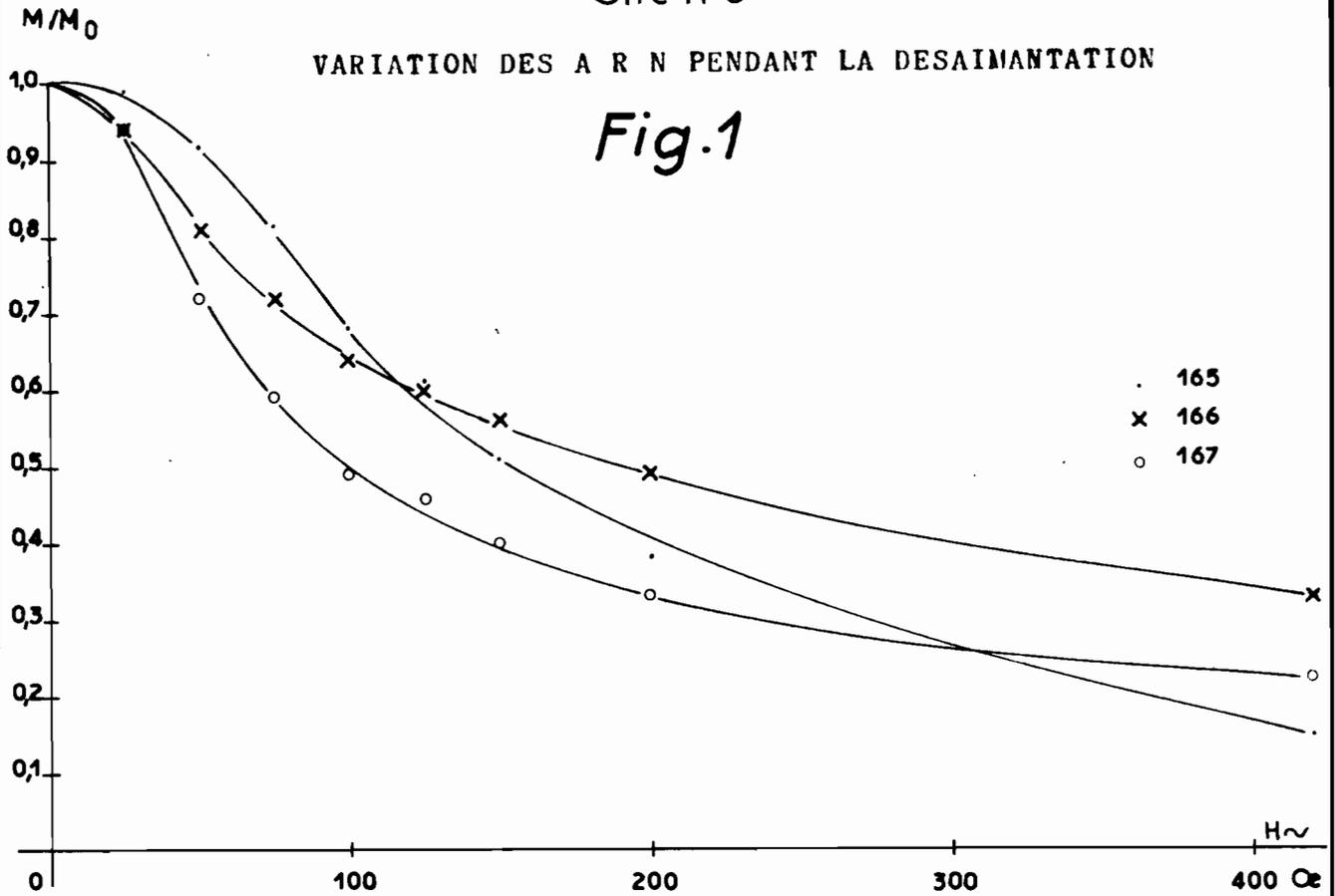
Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
165	D	2°	3°	2°	1°	3°	360°	2°	1°	1°	358°
	I	-51°	-51°	-53°	-56°	-58°	-59°	-61°	-64°	-71°	-66°
	M/M ₀	1	0,99	0,92	0,81	0,68	0,61	0,51	0,38	0,15	0,07
166	D	7°	1°	5°	5°	7°	6°	5°	4°	6°	358°
	I	-52°	-53°	-55°	-55°	-54°	-55°	-55°	-58°	-59°	-61°
	M/M ₀	1	0,94	0,81	0,72	0,64	0,60	0,56	0,49	0,33	0,21
167	D	360°	360°	360°	1°	1°	1°	360°	360°	360°	6°
	I	-52°	-52°	-55°	-56°	-56°	-56°	-57°	-55°	-58°	-60°
	M/M ₀	1	0,94	0,72	0,59	0,49	0,46	0,40	0,33	0,22	0,16

Site n°6

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

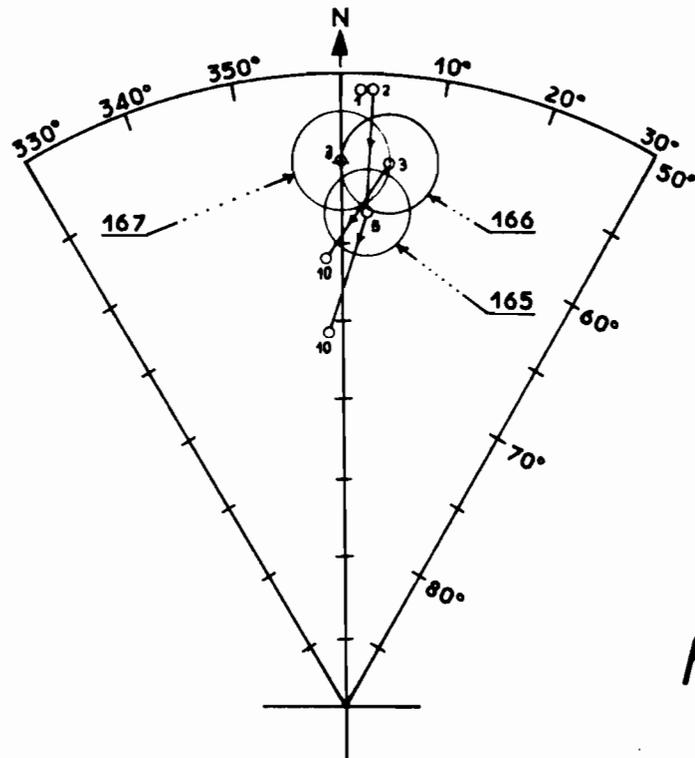
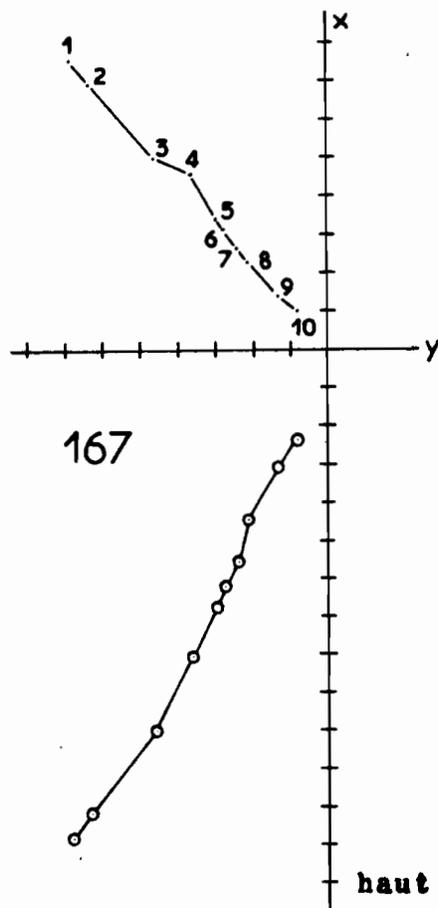
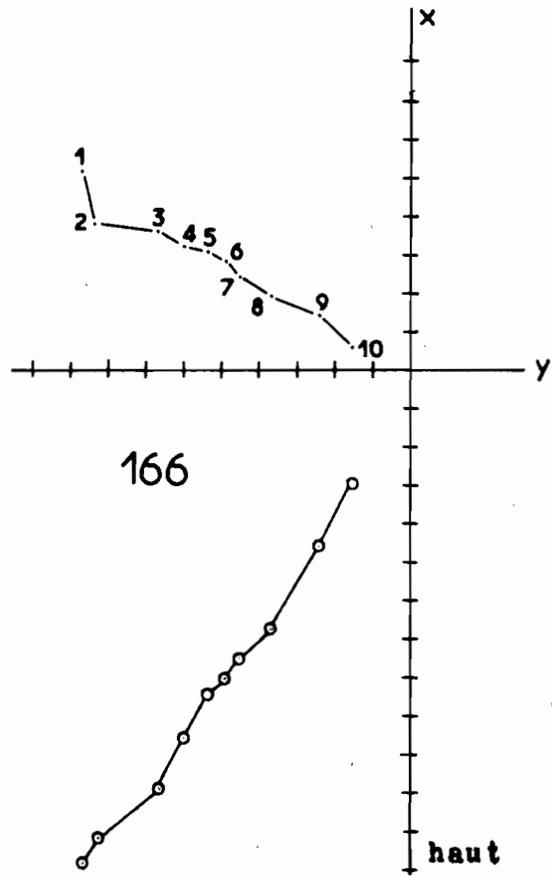
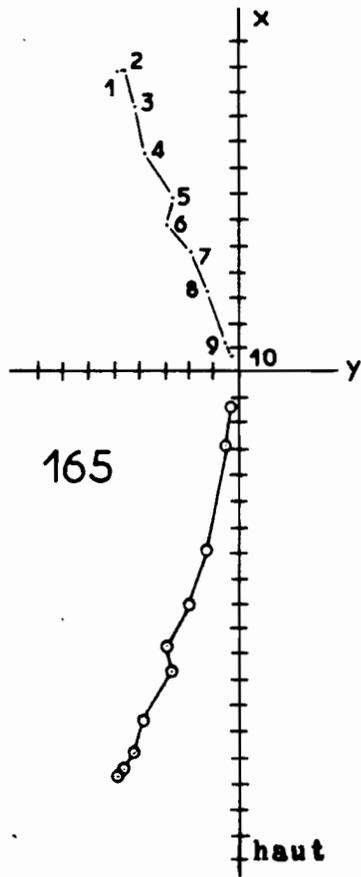


Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.6



SITE 7 IHOPI-NORD

X = 1070,5; Y = 335,0; Z = 90m

Les échantillons (158 à 161)

Les échantillons proviennent de la rive droite de l'Ihopy, où la roche affleure sur une grande étendue. Deux des échantillons (158 à 161) prélevés ont été examinés en lame mince.

La roche est constituée par du basalte à labrador et augite. L'olivine également présente, est serpentinisée. On a également noté la présence de nombreux minéraux opaques.

Etude de l'aimantation.

Pour tester la sensibilité des aimantations naturelles, à l'action du champ actuel, nous avons effectué, à trois mois d'intervalle, deux déterminations de leurs directions. Pendant les trois mois, les échantillons ont été orientés dans une direction opposée à celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

Sur les quatre échantillons, deux, les échantillons 158-160 ont présenté une aimantation peu sensible à l'action du champ actuel. Pour les deux autres, la variation observée de la direction de l'aimantation a été respectivement de 10° (161) et de 15° (159).

Tous les échantillons ont été soumis à une désaimantation progressive par champs alternatifs. On a pu ainsi constater que trois des échantillons sont porteurs d'aimantation stable. L'étude de l'aimantation relative à l'échantillon 159 n'a pas pu être entreprise de façon convenable. En effet, son aimantation est faible et les dispersions introduites par les imperfections expérimentales devenaient très vite importantes.

Pour l'échantillon 160, aucun changement significatif du vecteur-aimantation n'a été observé durant la désaimantation. Son aimantation naturelle est stable.

Pour les échantillons 158 et 161, une désaimantation partielle dans un champ de 75 Oe a été nécessaire, pour faire apparaître la composante d'aimantation stable, qui représente néanmoins dans les deux cas, plus de 90% de l'aimantation initiale.

Direction moyenne d'aimantation du site.

La moyenne des directions des aimantations stables définies ci-dessus est considérée comme représentative de l'aimantation du site.

L'application de la méthode de calcul préconisée par Fisher, conduit alors au résultat suivant :

$$D = 1^{\circ} \quad I = -68^{\circ}$$

$$\text{avec } N = 3 \quad R = 2,994 \quad k = 333,33 \quad \lambda = 7^{\circ}$$

Cette direction est différente de la direction actuelle du champ terrestre. Elle est voisine de la direction du nord géographique et le signe de l'inclinaison est celui du champ actuel. L'aimantation du site est donc normale.

Tableau 7-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>				<u>Aimantation stable</u>				
		D.	I.	M ₀	σ ₀	H.	D.	I.	k.	α.
158	1	1°	-67°	0,320	2,28	75	354°	-69°	-	-
159	1	350°	-63°	0,090	1,19		trop faible			
160	1	356°	-65°	0,260	3,61		356°	-65°	-	-
161	1	32°	-69°	0,411	2,84	75	12°	-69°	-	-

Tableau 7-2.

Variation des directions et intensité d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
158	D	1°	1°	357°	354°	351°	353°	355°	357°	360°
	I	-67°	-67°	-69°	-69°	-70°	-71°	-70°	-72°	-73°
	M/M ₀	1	1	0,95	0,91	0,86	0,80	0,72	0,64	0,44
160	D	356°	354°	358°	357°	351°	356°	354°	352°	351°
	I	-65°	-65°	-66°	-67°	-67°	-67°	-70°	-69°	-64°
	M/M ₀	1	1	0,96	0,93	0,86	0,81	0,75	0,59	0,37
161	D	24°	24°	21°	12°	16°	7°	13°	11°	29°
	I	-68°	-68°	-69°	-69°	-71°	-71°	-72°	-71°	-72°
	M/M ₀	1	1	0,97	0,95	0,91	0,81	0,77	0,62	0,38

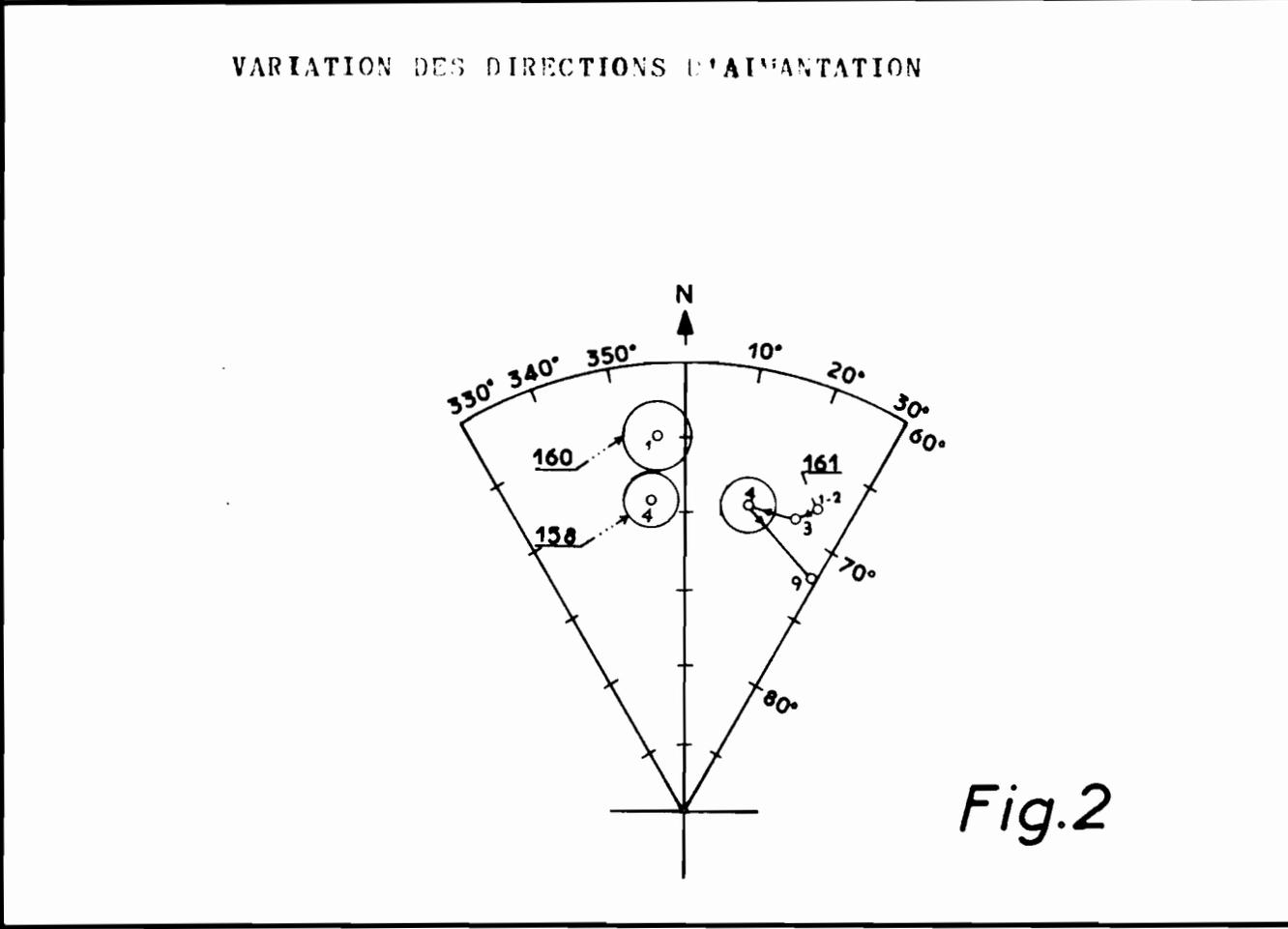
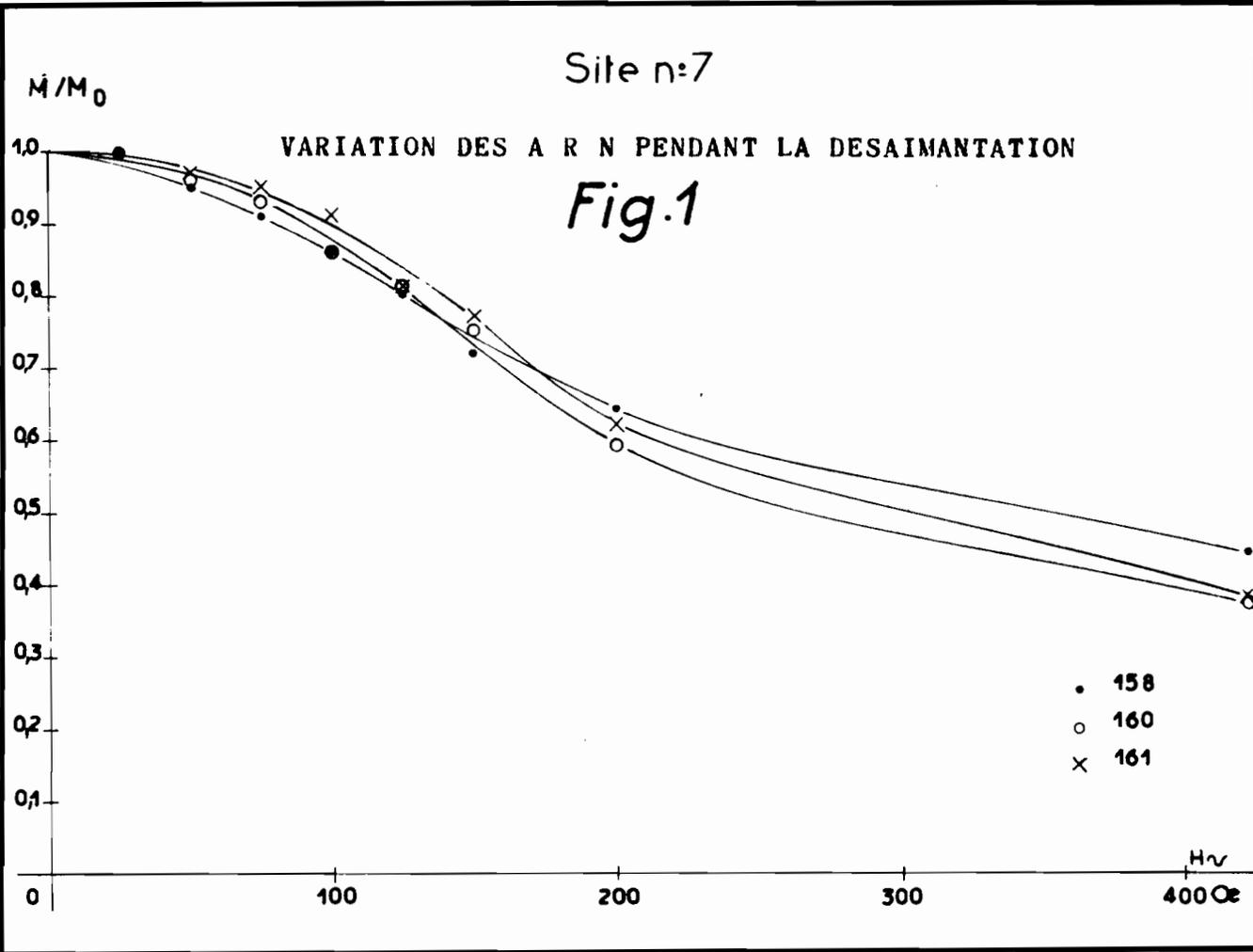
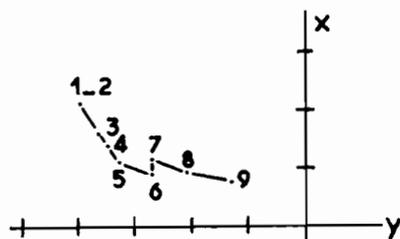


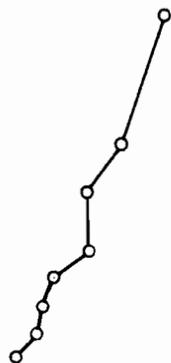
Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

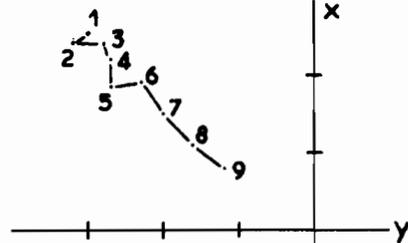
Site.7



158



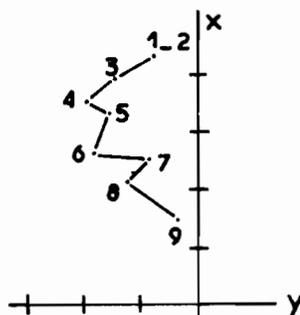
haut



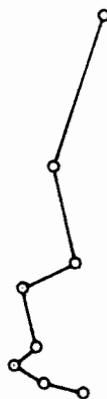
160



haut



161



haut

SITE 8 MAROVITSIKA $X = 1081,3; Y = 355,2; Z = 75m$ Les échantillons (192 à 196)

Marovitsika est une petite rivière située à 1 km environ à vol d'oiseau à l'ouest du village de Marorata.

Les échantillons orientés proviennent du lit de cette rivière. La roche est bien saine, sous une croûte de 1 cm environ d'épaisseur.

L'examen pétrographique de 192 et 193, effectuée sur lame mince, montre que la roche est constituée par du basalte à olivine. Celle-ci est parfois altérée (192).

Etude de l'aimantation.

Une seconde détermination de la direction de l'aimantation naturelle de chaque échantillon, faite trois mois après la première mesure, a montré que seule la direction relative à l'échantillon 193 a varié de façon sensible (14°). Toutes les autres directions se sont montrées peu sensibles à l'effet du champ actuel.

Les directions des aimantations naturelles ne sont pas bien cohérentes entre elles, comme le montre l'examen du tableau 8-1.

L'analyse des aimantations a été effectuée par le procédé habituel de désaimantation par champs alternatifs. On a constaté que deux aimantations naturelles peuvent être considérées comme **entièrement stables**. Ce sont les aimantations relatives aux échantillons 195 et 196. Les vecteurs-aimantation correspondants ne subissent pas de rotation significative (fig. 3). Pour 193, une désaimantation partielle dans un champ alternatif de 75 Oe a été nécessaire pour isoler la composante stable. Son vecteur-aimantation commence par tourner, puis se fixe.

...

Dans le cas des échantillons 192 et 194, la désaimantation n'a pas permis de mettre en évidence la composante stable. Leur vecteur-aimantation ne s'est jamais fixé de façon satisfaisante, pendant la désaimantation (fig. 2 & 3).

Direction moyenne d'aimantation du site.

Nous avons retenu comme caractéristique de l'aimantation du site, la moyenne des directions des aimantations stables. Ces directions sont indiquées dans le tableau 8-1. Elles sont assez bien cohérentes entre elles. Cette moyenne a été calculée suivant la méthode de Fisher, elle est égale à :

$$D = 4^{\circ} \quad I = -54^{\circ}$$

$$\text{avec } N = 3 \quad R = 2,995 \quad k = 400 \quad \alpha = 6^{\circ}$$

Ce résultat indique que le site s'est aimanté dans le sens actuel champ magnétique terrestre.

Tableau 8-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

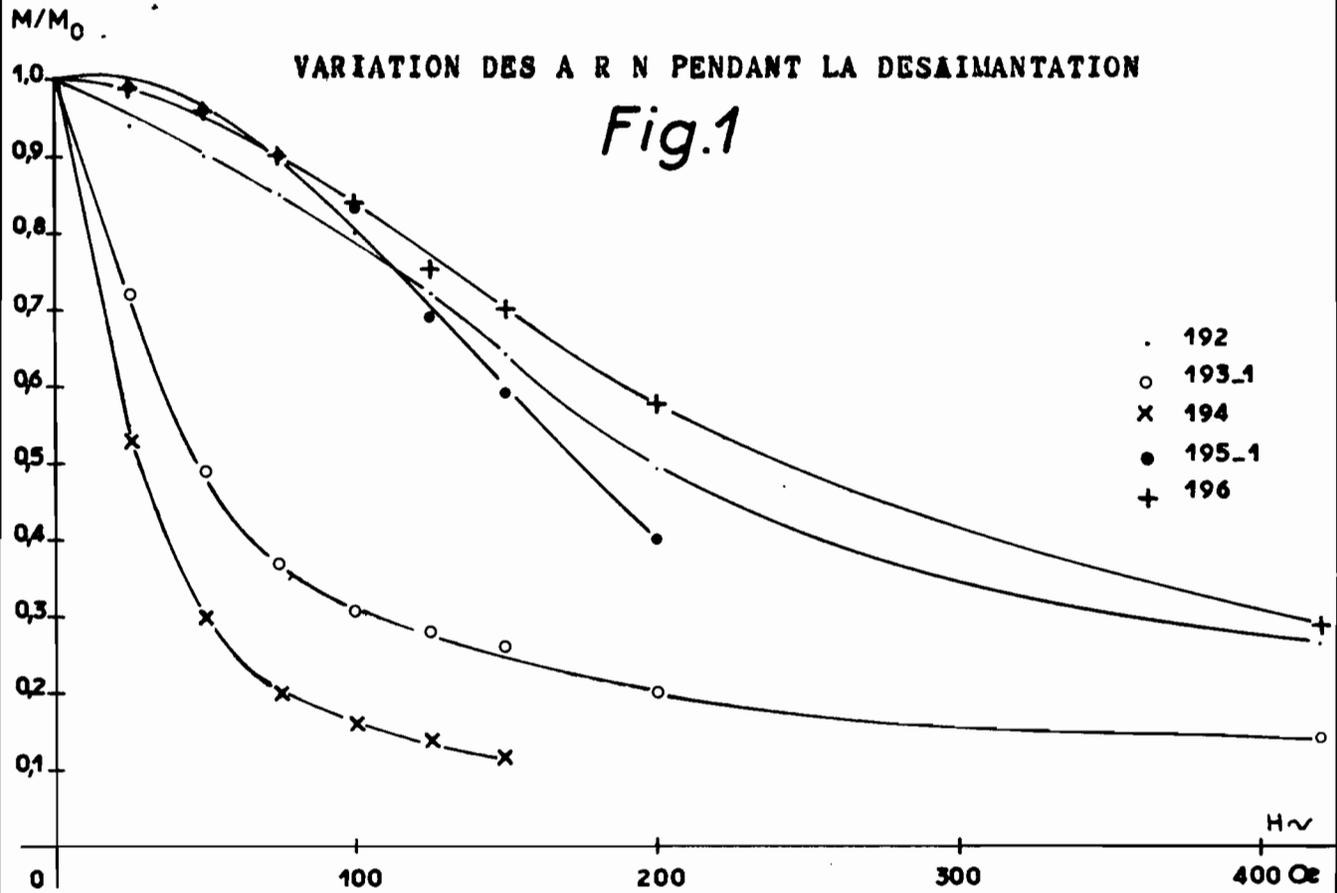
Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>				<u>Aimantation stable</u>					
		D.	I.	M ₀	α ₀	H.	D.	I.	k.	α.	
192	1	2°	-39°	0,283	7,66		i n s t a b l e				
193	2	354°	-43°	0,571	4,84	75	2°	-57°	500	11°	
194	1	40°	-41°	0,595	6,62		i n s t a b l e				
195	2	1°	-53°	2,332	18,66		1°	-53°	2000	6°	
196	1	7°	-50°	1,164	8,19		7°	-50°			

Tableau 8-2.

Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. (Oe)	0	25	50	75	100	125	150	200	400
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
192-1	D	2°	5°	6°	6°	1°	3°	5°	5°	350°
	I	-39°	-42°	-42°	-43°	-43°	-45°	-47°	-50°	-46°
	M/M ₀	1	0,94	0,90	0,85	0,80	0,72	0,64	0,49	0,26
193-1	D	358°	3°	4°	360°	360°	4°	360°	2°	3°
	I	-38°	-48°	-51°	-55°	-57°	-60°	-60°	-60°	-60°
	M/M ₀	1	0,72	0,49	0,37	0,31	0,28	0,26	0,20	0,14
194-1	D	40°	13°	18°	21°	3°	358°	5°		
	I	-41°	-50°	-51°	-54°	-56°	-55°	-60°		
	M/M ₀	1	0,53	0,30	0,20	0,16	0,14	0,12		
195-1	D	2°	2°	360°	1°	1°	1°	359°	358°	
	I	-54°	-54°	-54°	-55°	-56°	-56°	-57°	-56°	
	M/M ₀	1	0,99	0,96	0,90	0,83	0,69	0,59	0,40	
196	D	7°	6°	5°	7°	5°	2°	6°	5°	8°
	I	-50°	-49°	-50°	-51°	-51°	-53°	-54°	-57°	-50°
	M/M ₀	1	0,99	0,96	0,90	0,84	0,76	0,70	0,58	0,29

Site n°8



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

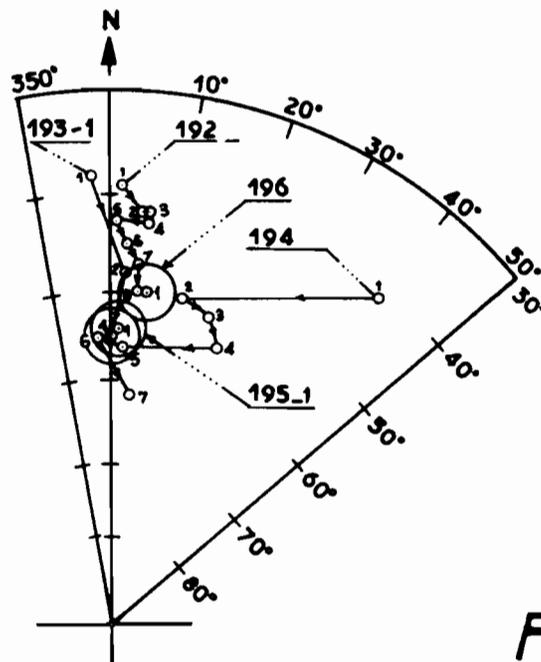
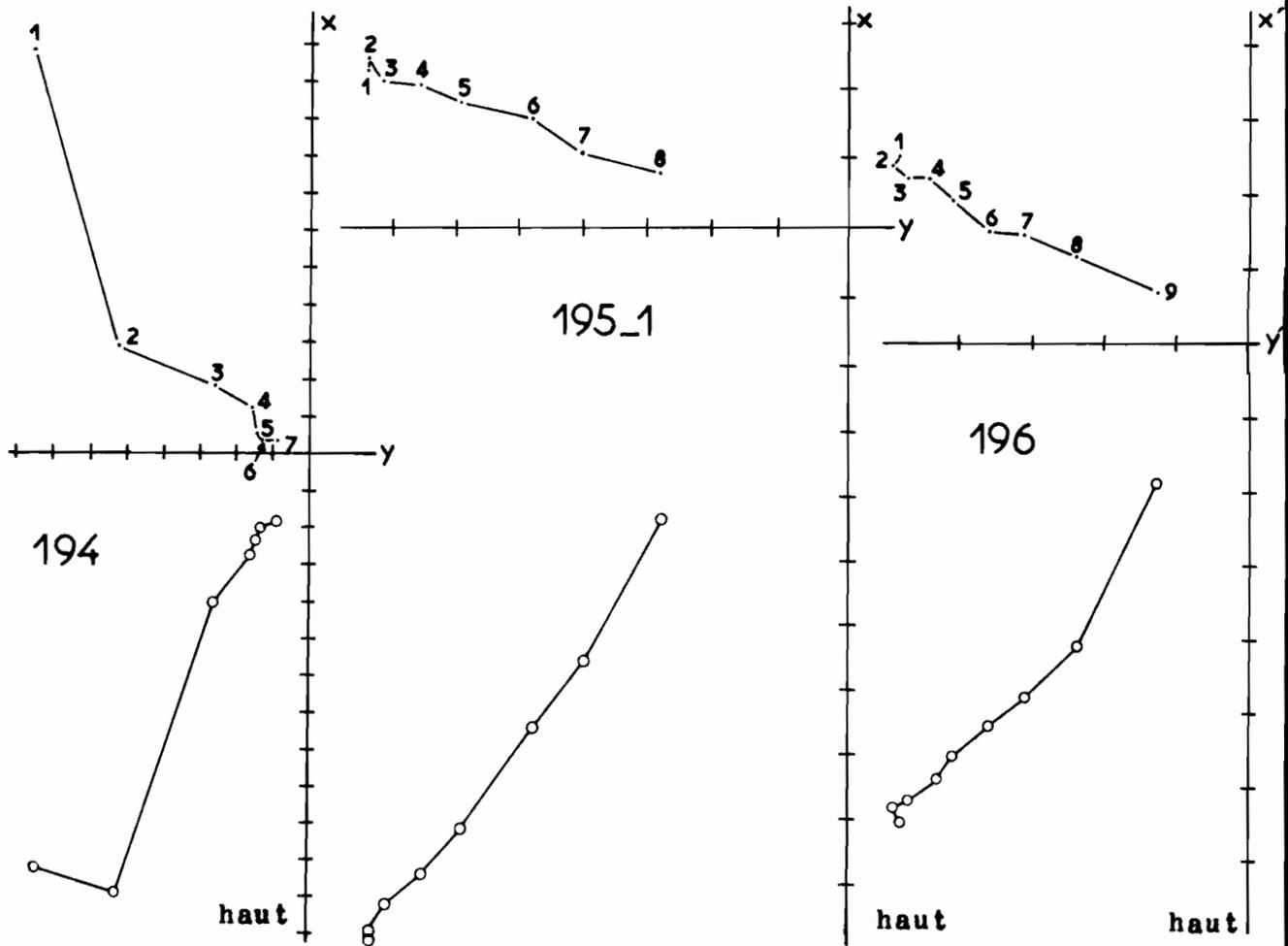
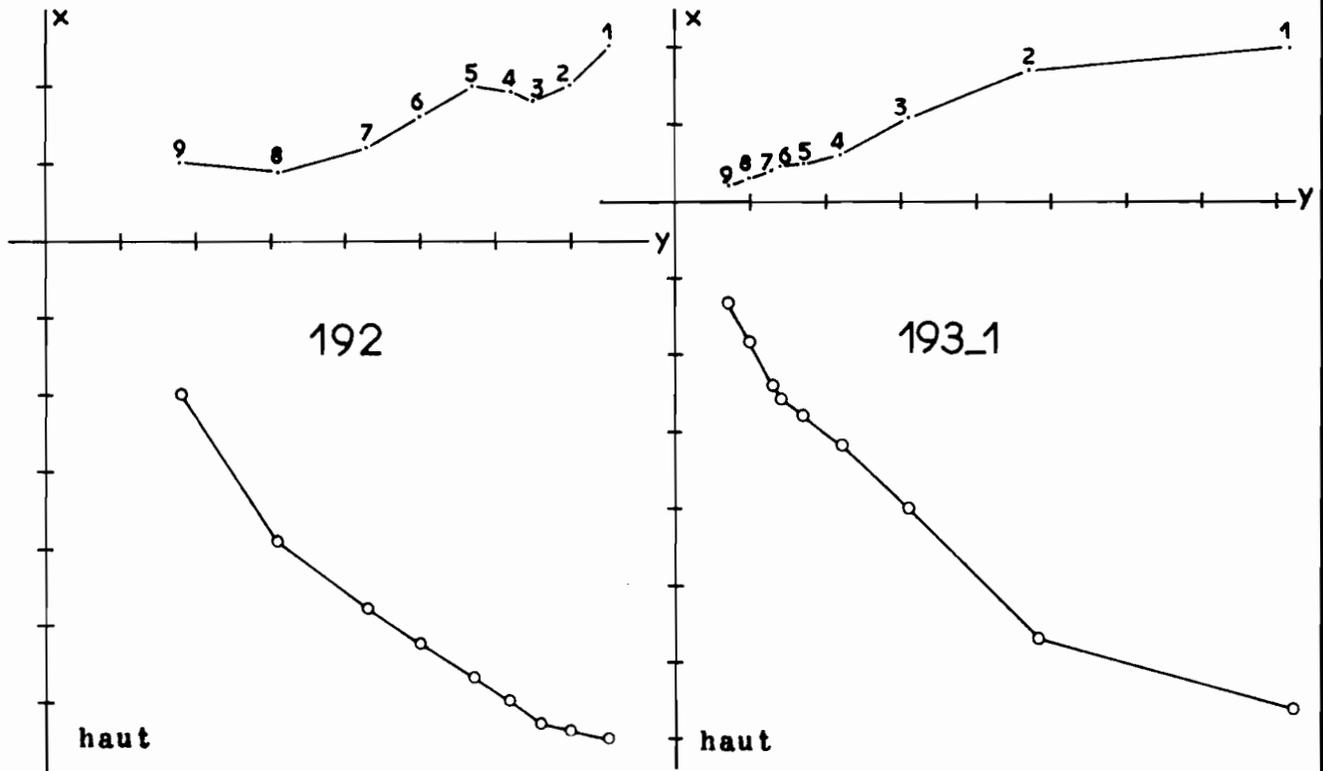


Fig.2

Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.8



SITE 9 ANDRAFINAHOANY

X = 1084,1; Y = 338,8; Z = 100 m

Les échantillons (174 à 177)

Andrafinahoany est un ruisseau situé à 1 km environ, au nord du village de même nom. Le point de prélèvement est à 500m environ en aval, de l'endroit où la piste Antseza-Ambinda, traverse le ruisseau.

La roche affleure dans la partie est du lit de crue de ce ruisseau.

Deux des échantillons prélevés ont été examinés en lame mince (174 et 177). Les résultats montrent que la roche est constituée par du basalte à grain fin, sans olivine. Elle est saine et riche en plagioclases.

Etude de l'aimantation.

Pour tester la sensibilité des aimantations naturelles, à l'action du champ terrestre actuel, nous avons procédé à deux déterminations de leurs directions. Une période de trois mois sépare les deux mesures. Pendant cet intervalle de temps, les échantillons ont été orientés dans une direction opposée à celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

On a ainsi constaté une variation sensible de la direction d'aimantation de deux échantillons (175 et 176). Pour les deux autres, les variations étaient de l'ordre de grandeur de l'erreur expérimentale.

Nous avons résumé dans le tableau 9-1 les principales caractéristiques des aimantations naturelles. Il apparaît que les directions obtenues ne sont pas du tout cohérentes entre elles. Par contre, l'accord entre les intensités d'aimantation est assez bon.

La désaimantation progressive de tous les échantillons a montré que toutes les aimantations naturelles comportent une fraction stable, de champs coercitifs égaux à 75-100 Oe.

...

L'aimantation restante, considérée comme stable, est généralement inférieure à la moitié de l'aimantation initiale (40% en moyenne). Toutefois, pour l'échantillon 177, la proportion observée est nettement plus élevée, elle est de 86% environ.

L'étude du comportement des différents vecteurs-aimantation, montre une rotation initiale de ces derniers. Celle-ci s'estompe au fur et à mesure que l'on poursuit la désaimantation. A un stade donné, les dispersions des directions deviennent inférieures ou égales à la dispersion expérimentale, les vecteurs sont alors considérés comme fixes. Ces phénomènes caractérisent une aimantation stable.

Direction moyenne d'aimantation du site.

Après désaimantation partielle des échantillons, il a été possible de définir la direction des aimantations stables. Ces directions sont indiquées dans le tableau 9-1.

La moyenne de ces directions doit être représentative de la direction du champ ancien, au moment du refroidissement de la roche. Elle est, en appliquant la méthode de Fisher, égale à :

$$D = 2^{\circ} \quad I = -63^{\circ}$$

$$\text{avec } N = 3 \quad R = 2,996 \quad k = 500 \quad \alpha = 6^{\circ}$$

Cette direction est différente de la direction actuelle du champ dans la région considérée. Elle indique en outre, que l'aimantation du site s'est faite dans le sens actuel du champ à Madagascar.

Tableau 9-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

29

Ech.	<u>Aimantation naturelle</u>						<u>Aimantation stable</u>			
	N.	D.	I.	M ₀	√ ₀	H.	D.	I.	k.	α.
174	2	289°	-42°	1,001	9,49	100	353°	-62°	1000	8°
175	2	276°	-83°	0,782	6,06	.	.	i n s t a b l e		.
176	2	81°	-40°	2,038	8,34	75	6°	-63°	3333,33	4°
177	2	6°	-70°	0,804	7,65	75	6°	-62°	2000	6°

Tableau 9-2.

Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

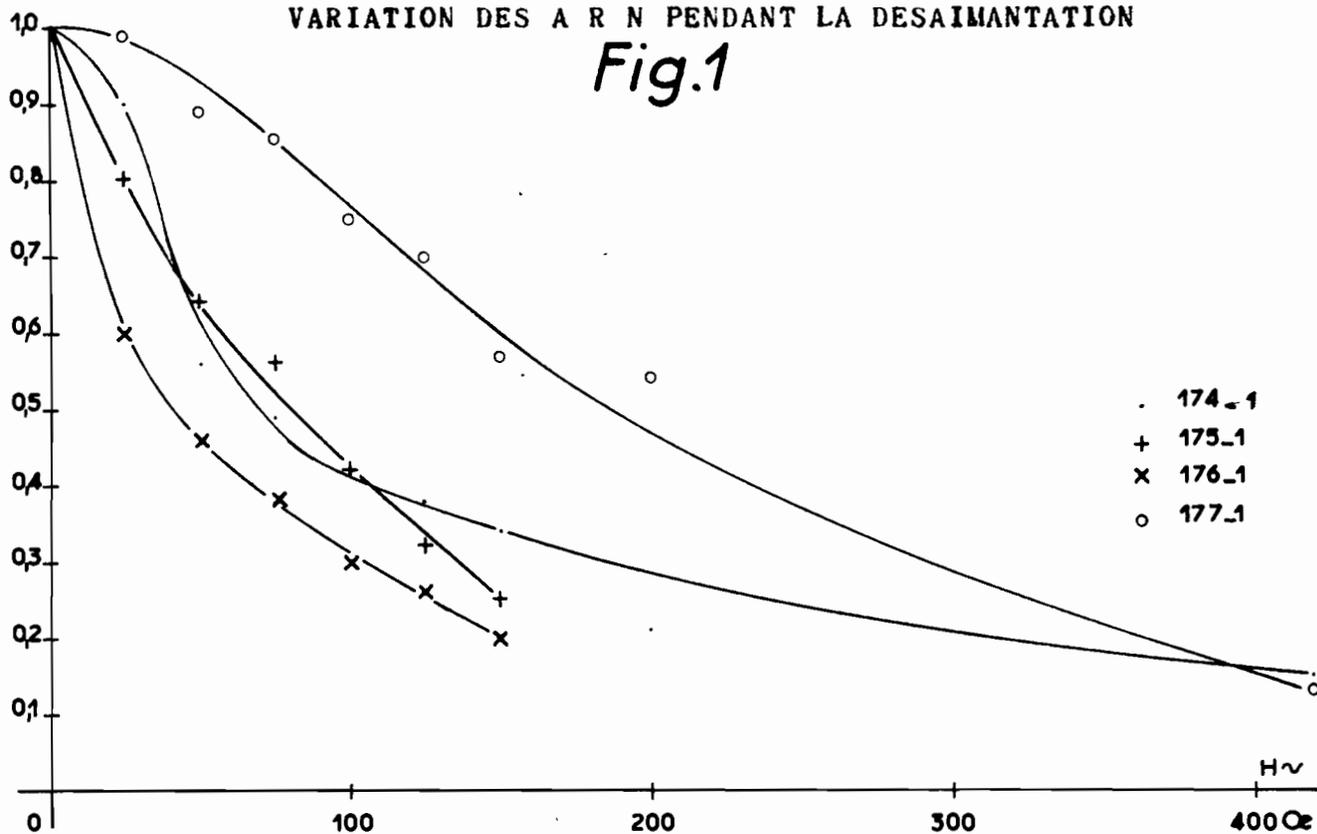
Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
174	D.	280°	284°	328°	348°	356°	358°	1°	357°	7°
	I	-31°	-34°	-57°	-62°	-61°	-62°	-65°	-62°	-67°
	M/M ₀	1	0,90	0,56	0,49	0,42	0,38	0,34	0,22	0,15
175	D	185°	289°	36°	4°	12°	13°	16°		
	I	-83°	-81°	-67°	-64°	-66°	-63°	-60°		
	M/M ₀	1	0,80	0,64	0,56	0,42	0,32	0,25		
176	D	86°	61°	23°	8°	11°	5°	12°		
	I	-37°	-52°	-61°	-63°	-65°	-67°	-69°		
	M/M ₀	1	0,60	0,46	0,38	0,30	0,26	0,20		
177-1	D	7°	360°	360°	4°	8°	4°	6°	5°	3°
	I	-72°	-70°	-66°	-61°	-61°	-62°	-64°	-65°	-63°
	M/M ₀	1	0,99	0,89	0,86	0,75	0,70	0,60	0,54	0,13

Site n°9

M/M_0

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

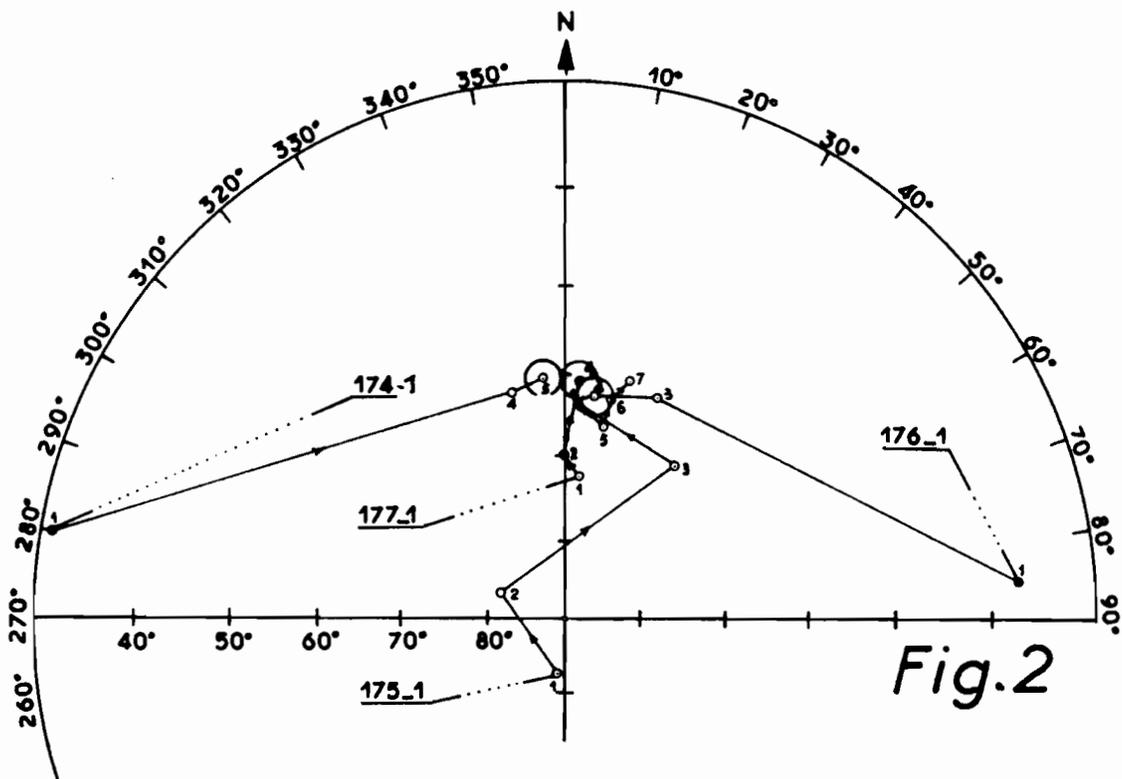
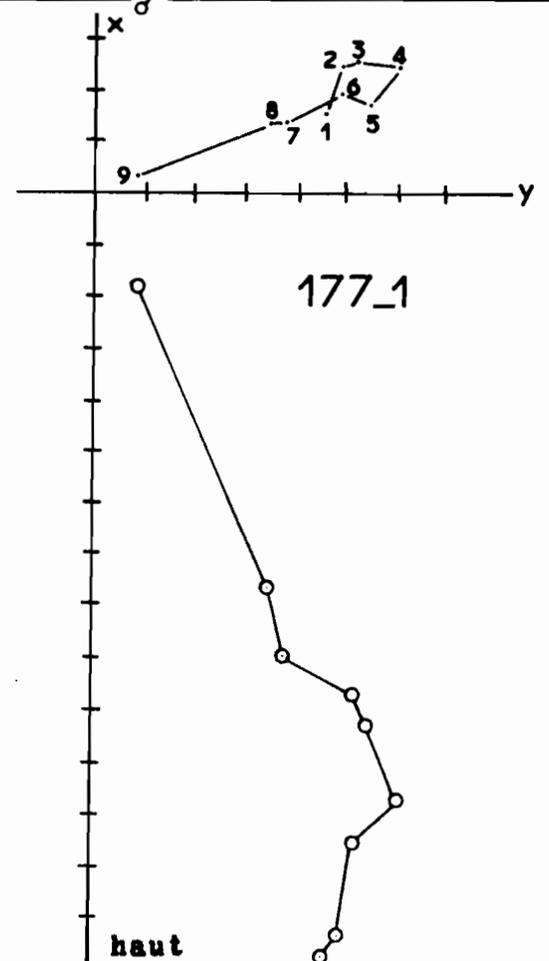
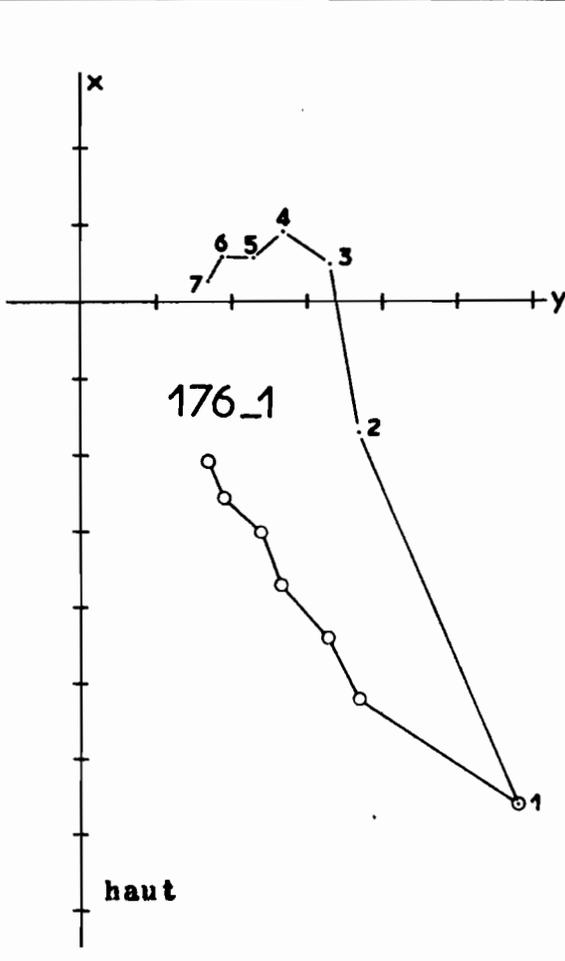
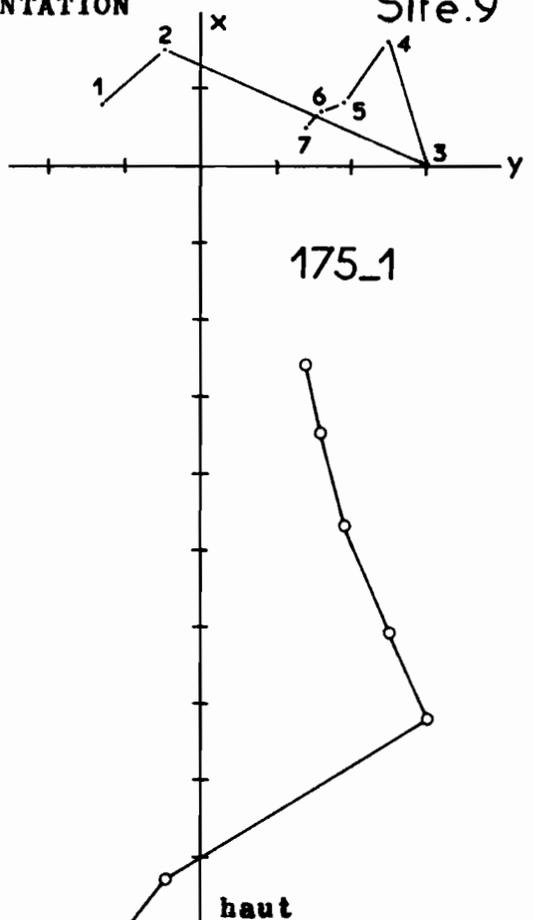
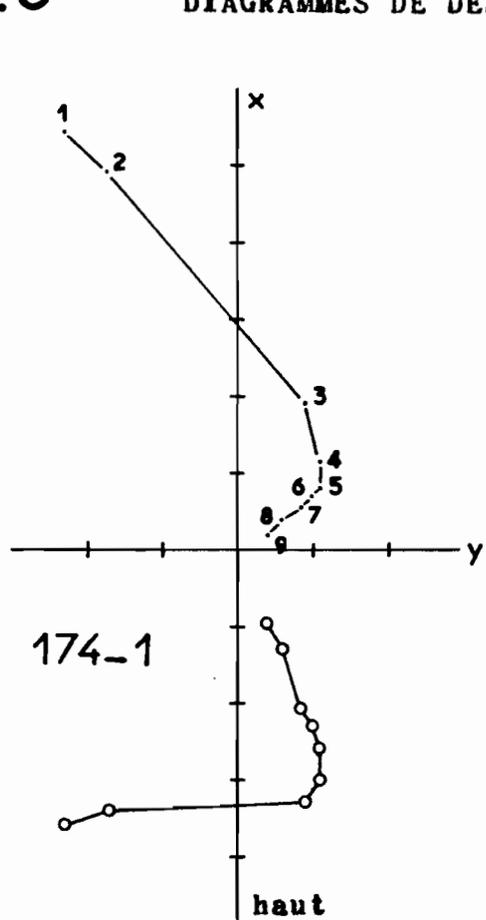


Fig.2

Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.9



SITE 10 ANTANIMAVO $X = 1085,9; Y = 313,2; Z = 100m$ Les échantillons (169 à 173)

A 200 mètres environ, au nord-ouest du village d'Antanimavo, nous avons prélevé cinq blocs de roches orientés, dans le lit de la rivière Marokotso. Trois de ces échantillons ont été examinés en lame mince (169-171-173). Les résultats montrent une identité remarquable entre les trois lames. Il s'agit de basalte à pyroxène où l'olivine n'est pas très abondante.

Etude de l'aimantation.

Un séjour de trois mois dans le champ du laboratoire n'apporte aucune modification significative de la direction des différentes aimantations naturelles. Celles-ci sont donc peu sensibles à l'action du champ actuel.

Les principales caractéristiques de ces aimantations sont indiquées dans le tableau 10-1. L'examen de ce tableau montre une bonne cohérence des directions et une bonne homogénéité des intensités d'aimantation.

La désaimantation progressive de tous les échantillons révèle, que toutes les aimantations sont stables. Les vecteurs-aimantation demeurent pratiquement fixes, d'un bout à l'autre du traitement (fig. 2 & 3).

Les aimantations naturelles ont les caractères d'une aimantation thermorémanente.

Direction moyenne d'aimantation du site.

Les aimantations définies ci-dessus étant d'origine thermorémanente, la moyenne de leur direction doit représenter la direction du champ, existant au moment du refroidissement.

...

En appliquant la méthode de calcul préconisée par Fisher, on obtient le résultat suivant :

$$\begin{aligned} D &= 346^\circ & I &= -50^\circ \\ \text{avec } N &= 5 & R &= 4,988 & k &= 333,33 & \delta &= 4^\circ \end{aligned}$$

Cette direction est peu différente de la direction actuelle du champ, dans la région. L'aimantation du site s'est faite dans le sens actuel du champ terrestre.

Tableau 10-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>			
		D.	I.	M ₀	σ ₀	H.	D.	I.	k.	J.
169	3	350°	-45°	1,346	7,42		350°	-45°	285,71	7°
170	2	346°	-51°	1,368	7,75		346°	-51°	10000	2°
171	2	342°	-45°	1,270	8,14		342°	-45°	5000	4°
172	3	348°	-53°	1,297	7,72		348°	-53°	6666,67	2°
173	3	344°	-53°	2,755	8,50		344°	-53°	666,67	5°

Tableau 10-2.

Variation des directions et intensité d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
169-1	D	349°	352°	349°	352°	350°	352°	347°	349°	347°	349°
	I	-49°	-48°	-48°	-49°	-51°	-52°	-53°	-54°	-49°	-55°
	M/M ₀	1	0,98	0,94	0,86	0,78	0,72	0,67	0,52	0,30	0,27
170-1	D	346°	346°	347°	345°	343°	345°	347°	346°	348°	348°
	I	-51°	-51°	-51°	-53°	-53°	-54°	-55°	-58°	-57°	-57°
	M/M ₀	1	1	0,96	0,89	0,84	0,76	0,70	0,57	0,29	0,18
171-1	D	341°	340°	341°	343°	341°	341°	343°	337°	338°	345°
	I	-45°	-46°	-46°	-47°	-47°	-49°	-49°	-51°	-56°	-60°
	M/M ₀	1	0,98	0,96	0,90	0,84	0,80	0,75	0,60	0,32	0,22
172-2	D	348°	348°	346°	349°	346°	346°	344°	349°	347°	346°
	I	-52°	-52°	-53°	-56°	-53°	-55°	-57°	-59°	-63°	-63°
	M/M ₀	1	1	0,93	0,87	0,76	0,70	0,66	0,54	0,30	0,27
173-2	D	343°	343°	343°	344°	343°	338°	341°	343°	346°	340°
	I	-54°	-53°	-54°	-55°	-57°	-58°	-58°	-61°	-63°	-60°
	M/M ₀	1	0,99	0,95	0,89	0,83	0,76	0,73	0,60	0,31	0,21

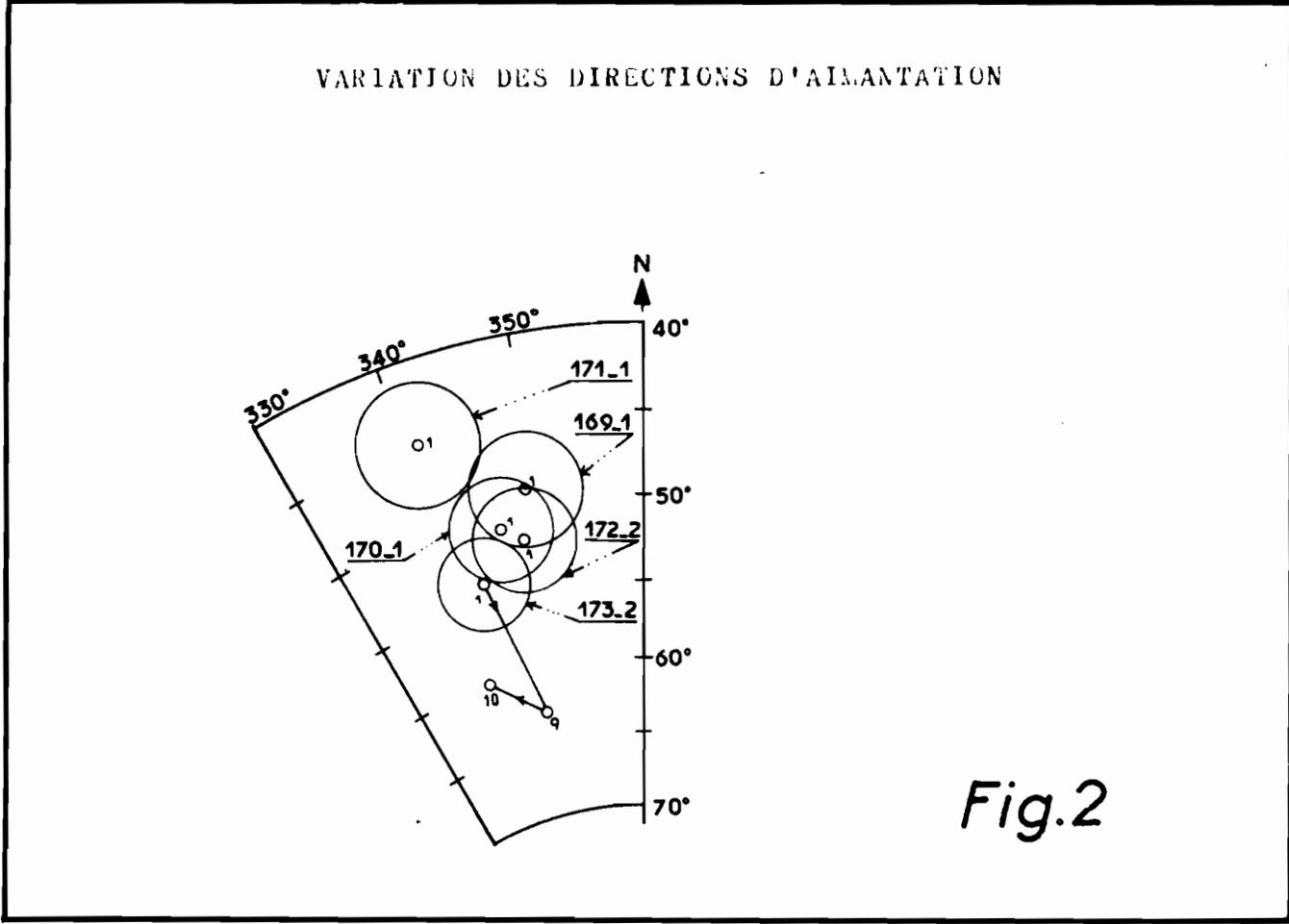
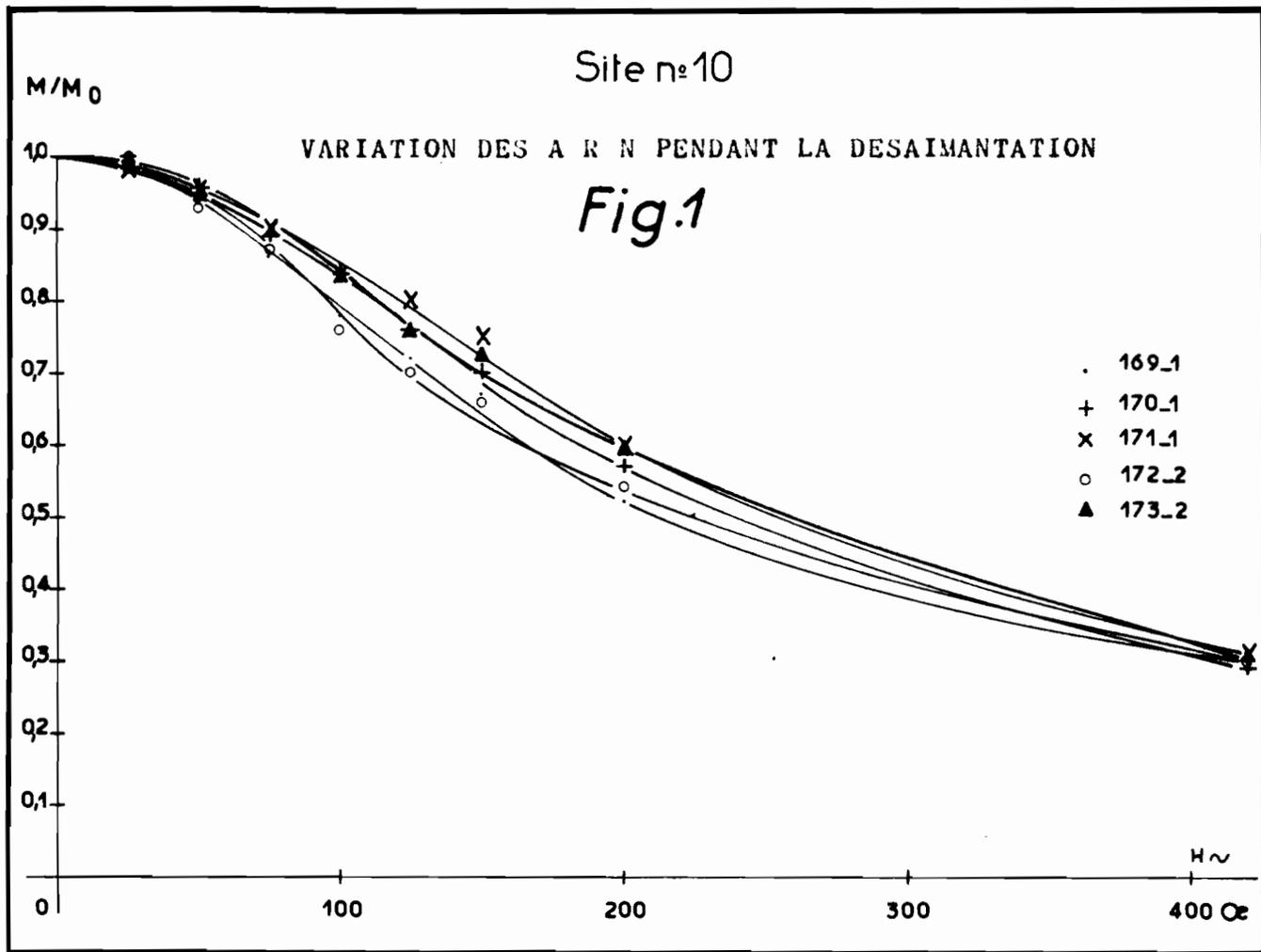
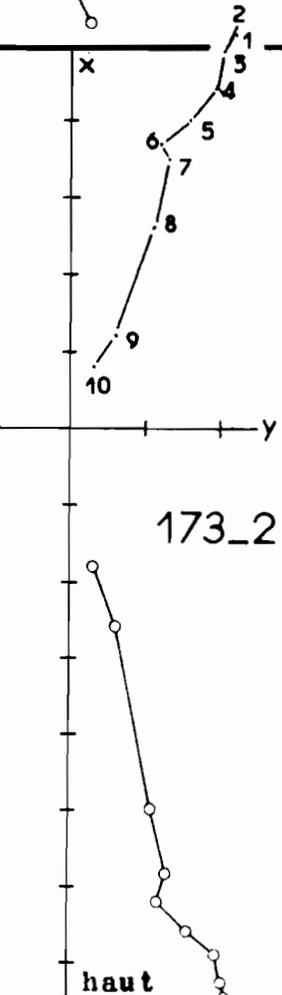
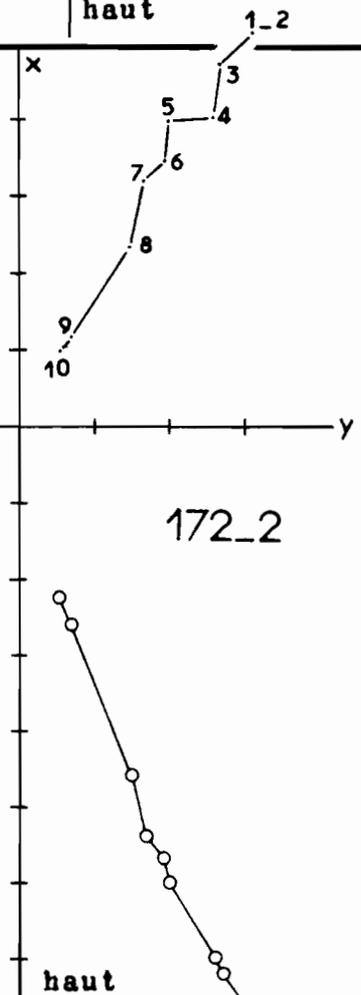
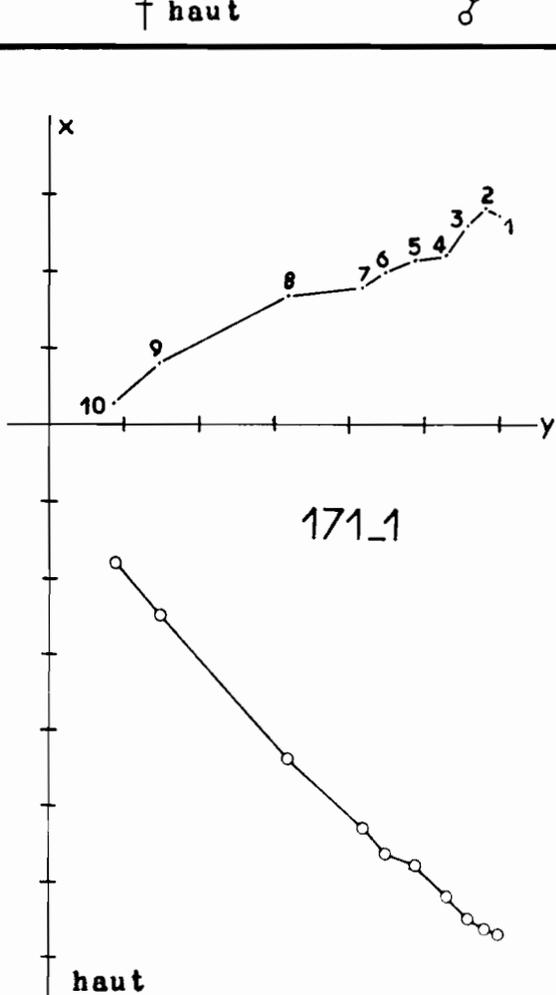
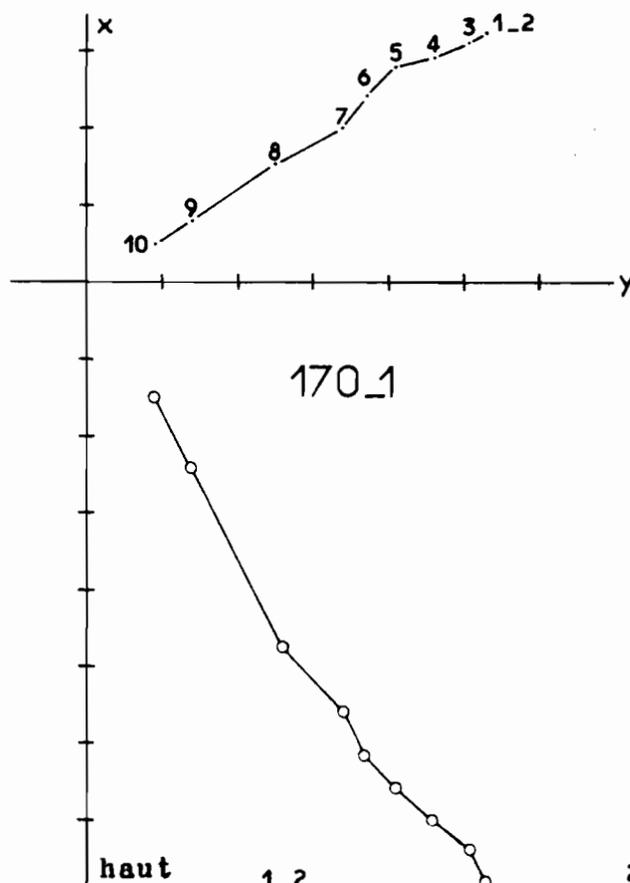
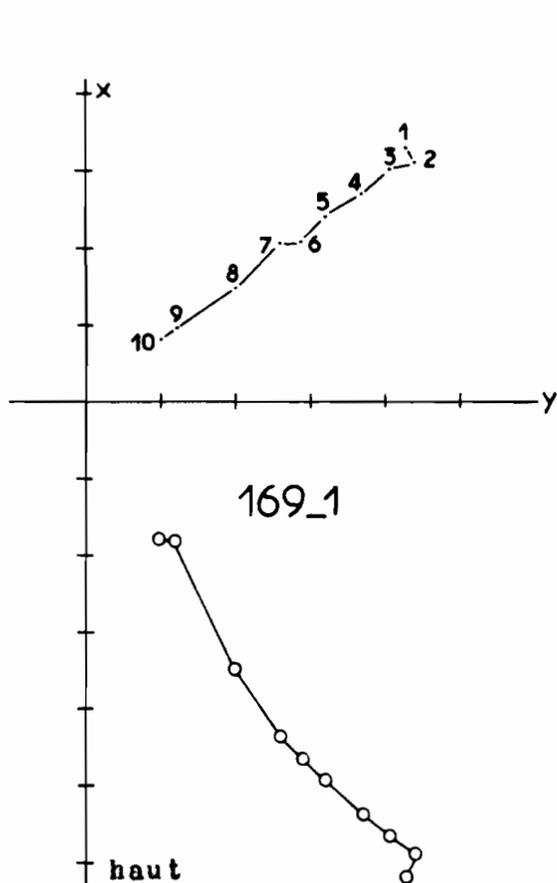


Fig.3

DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.10



SITE 11 AMPODRABE

X = 1090,7; Y = 376,1; Z = 45m

Les échantillons (178 à 181)

L'affleurement échantillonné se trouve au point d'intersection de la piste Maroala-Bekipay et de la rivière Ampondrabe.

Le lit de la rivière est entièrement sec au moment où les échantillons ont été prélevés. Ceci a permis d'effectuer des prélèvements sur une grande superficie.

L'étude pétrographique de trois des échantillons pris (178-180 et 181), effectuée sur lame mince, montre que la roche est constituée par du basalte à structure fluidale et à grain fin. L'olivine manque, la lame 180 présente quelques petites zones de dévitrification hématisées.

Etude de l'aimantation.

Pour mettre en évidence l'effet éventuel du champ actuel, sur les directions des aimantations naturelles, nous avons procédé à deux mesures différentes à trois mois l'une de l'autre. On a ainsi constaté que deux des échantillons ont des aimantations peu sensibles à l'action du champ actuel. Ce sont les échantillons 179 et 181. Dans les deux autres, nous avons observé une modification de leur direction d'aimantation, modification toutefois inférieure à 10°.

Alors que les intensités d'aimantation sont en bon accord entre elles, les directions sont sensiblement dispersées (tabl. 11-1).

La désaimantation progressive de tous les échantillons a montré que deux seulement des échantillons étudiés, sont porteurs d'aimantation stable (179-181). Les deux autres ont des aimantations entièrement instables. L'étude du comportement pendant la désaimantation des vecteurs-aimantation de ces derniers, ne montre aucune stabilité suffisante des directions (fig. 2 & 3).

Pour les échantillons 179 et 181, on observe en début d'expérience une rotation des vecteurs-aimantation correspondants. Ceux-ci se fixent par la suite, révélant ainsi la présence d'une aimantation stable.

Les directions de ces aimantations stables sont indiquées dans le tableau 11-1.

Direction moyenne d'aimantation du site.

Nous avons retenu comme caractéristique de l'aimantation du site, la moyenne des directions des aimantations stables, que nous venons de définir. L'application de la méthode de calcul de Fisher donne la direction moyenne suivante :

$$D = 356^\circ \quad I = -57^\circ$$

$$\text{avec } N = 2 \quad R = 1,997 \quad k = 666,67 \quad \alpha = 14^\circ.$$

Ce résultat montre que l'aimantation s'est faite dans le sens actuel du champ terrestre à Madagascar.

Tableau 11-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>				<u>Aimantation stable</u>				
		D.	I.	M_0	$\sqrt{I_0}$	H.	D.	I.	k.	α .
178	1	354°	-47°	1,056	6,97		i n s t a b l e			
179	3	3°	-49°	2,188	7,93	50	360°	-55°	1000	6°
180	1	1°	-54°	0,909	6,40		i n s t a b l e			
181	2	328°	-54°	1,642	6,56	75	353°	-60°	5000	4°

Tableau 11-2.

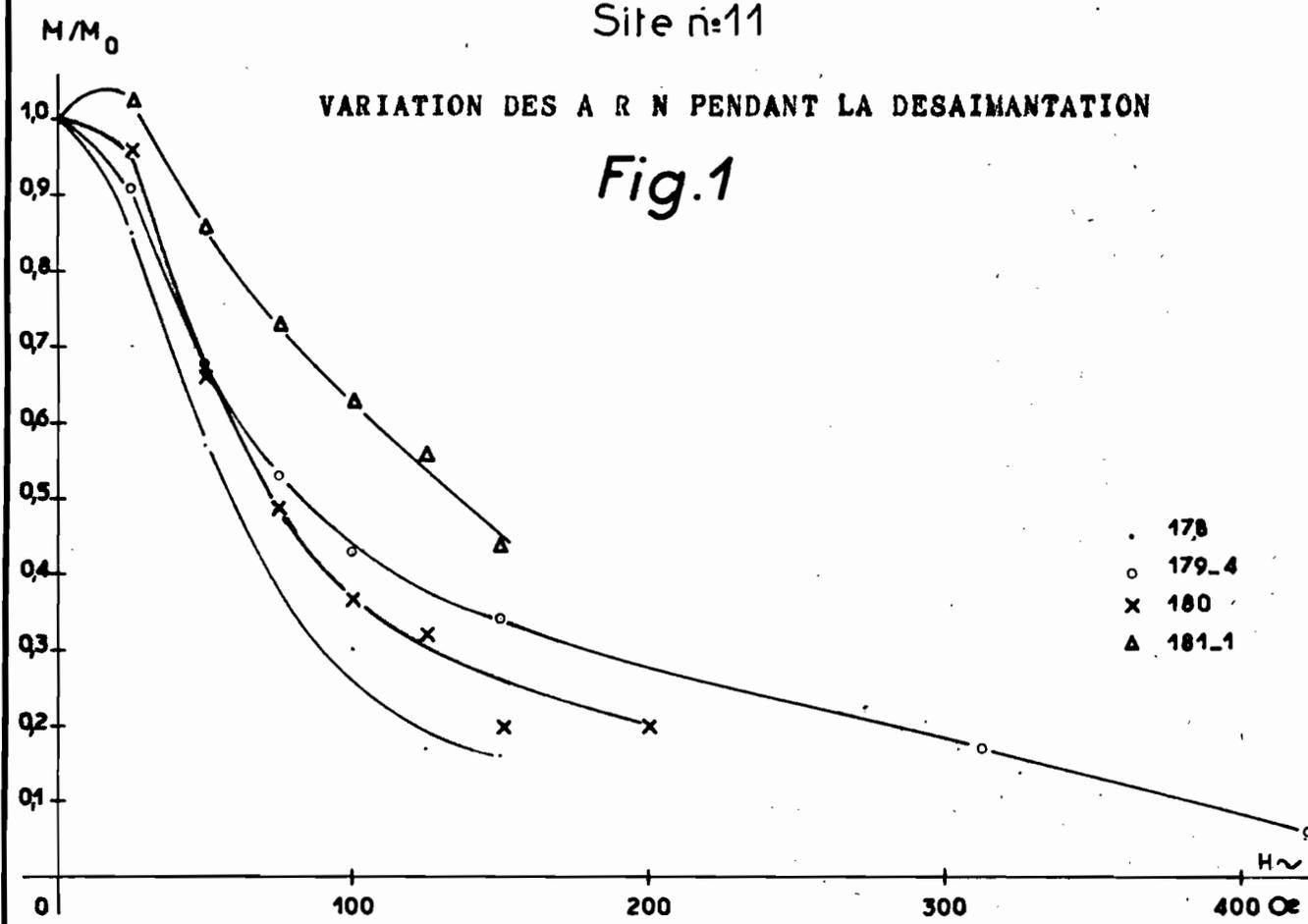
Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
178-	D	354°	352°	350°	342°	15°	31°	31°			
	I	-47°	-49°	-57°	-52°	-67°	-69°	-65°			
	M/M ₀	1	0,85	0,57	0,49	0,30	0,17	0,16			
179-4	D	5°	1°	1°	2°	5°	-	6°	360°	6°	3°
	I	-50°	-50°	-56°	-57°	-57°	-	-60°	-60°	-55°	-56°
	M/M ₀	1	0,91	0,68	0,53	0,43	-	0,34	0,26	0,09	0,06
180-	D	1°	3°	10°	36°	347°	351°	13°	-	-	-
	I	-54°	-54°	-56°	-62°	-64°	-56°	-59°	-	-	-
	M/M ₀	1	0,96	0,66	0,49	0,37	0,32	0,20	-	-	-
181-1	D	331°	353°	356°	351°	353°	351°	358°	-	-	-
	I	-56°	-56°	-58°	-59°	-60°	-61°	-66°	-	-	-
	M/M ₀	1	1,02	0,86	0,73	0,63	0,56	0,44	-	-	-

Site n°11

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

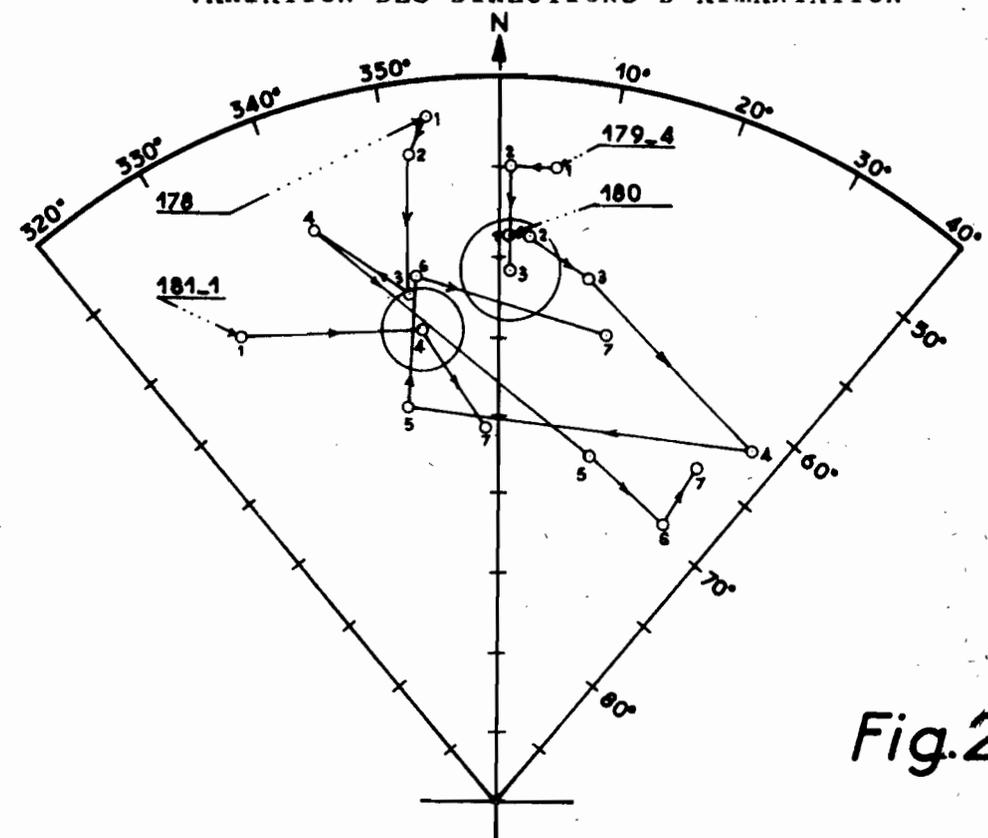
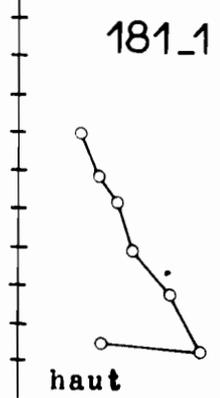
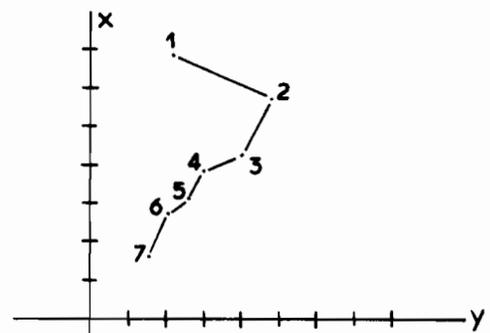
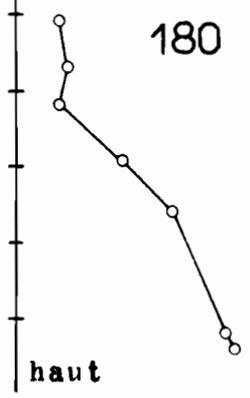
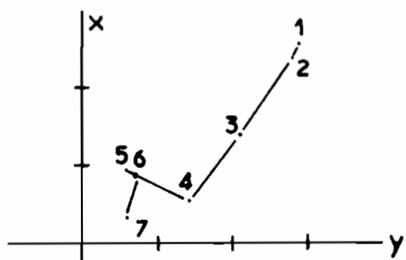
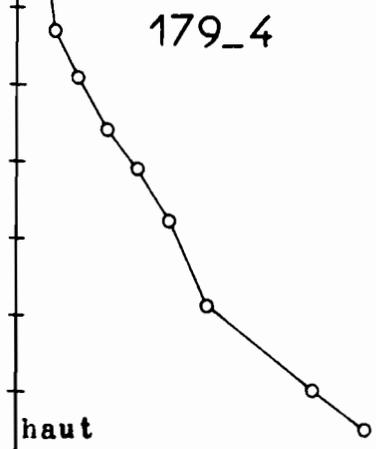
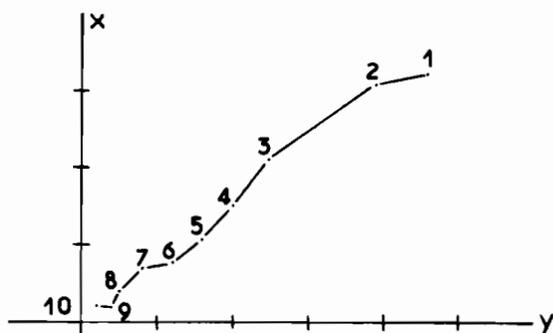
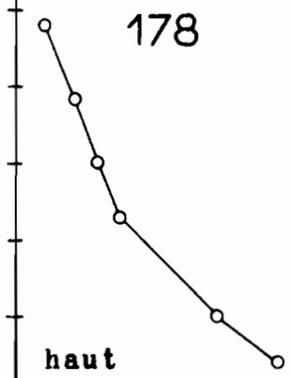
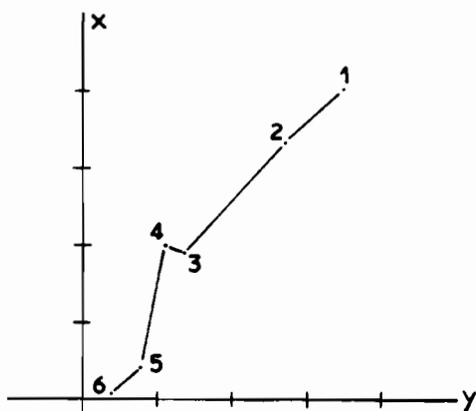


Fig.2

Fig.3



SITE 12 AMPIJOROA

X = 1094,8; Y = 405,8; Z = 5m

Les échantillons (182 à 186)

A une centaine de mètres environ au sud-est du village d'Ampijoroa, la piste Maroala-Bekipay traverse un ruisseau dont le lit, en cet endroit, est formé par une roche noire d'aspect extérieur bien sain. Nous y avons prélevé cinq échantillons orientés.

L'étude pétrographique de trois d'entre eux (182-184 et 185), effectuée sur lame mince, a montré que la roche est constituée par du basalte à grain fin ou moyen et dépourvu d'olivine. Les lames examinées présentent de nombreuses plages de dévitrification chloritisées.

Etude de l'aimantation.

Pour étudier l'effet du champ terrestre actuelle sur les directions des aimantations naturelles, nous avons procédé à deux mesures séparées l'une de l'autre par une période de trois mois. Pour favoriser au maximum l'action éventuelle du champ, les échantillons ont été orientés, entre les deux mesures, dans une direction opposée à celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

Aucune modification sensible des directions n'a été observée. Les aimantations sont donc peu sensibles à l'action du champ terrestre actuel.

Ces aimantations montrent cependant une grande dispersion tant en direction qu'en intensité. En intensité, on note la présence d'une valeur nettement élevée (valeur relative à 185. Tabl. 12-1) indiquant la possibilité d'une réaimantation de l'échantillon par coups de foudre. Une telle réaimantation serait cependant très localisée car, sept mètres plus loin (distance entre l'échantillon 185 et l'échantillon 186 situé le plus près), l'intensité de l'aimantation semble normale.

...

La désaimantation progressive de tous les échantillons a montré que l'aimantation relative à l'échantillon 185 est instable. Son aimantation est sensible à l'action du champ alternatif. Après l'application d'un champ de 75 Oe, par exemple, il ne subsiste plus que 23% seulement de son aimantation initiale (tabl. 12-2).

En ce qui concerne les autres échantillons, le traitement en champ alternatif, a révélé des aimantations naturelles partiellement stables.

Une désaimantation partielle dans des champs alternatifs allant de 50 à 125 Oe a été nécessaire pour isoler les fractions stables. Les directions de ces aimantations stables sont indiquées dans le tableau 12-1.

Direction moyenne d'aimantation du site.

Nous avons retenu comme caractéristique du site, la moyenne des directions des aimantations stables obtenues après désaimantation partielle des échantillons. L'échantillon 185 est exclu, pour les raisons que nous avons déjà évoquées.

L'application de la méthode de calcul de Fisher, conduit aux résultats suivants :

$$D = 6^\circ \quad I = -55^\circ$$

$$\text{avec } N = 4 \quad R = 3,998 \quad k = 1500 \quad \sigma = 2^\circ$$

Ce résultat montre que le site s'est aimanté dans le sens actuel du champ. La direction ainsi obtenue est en outre, différente de la direction actuelle du champ.

Tableau 12-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	<u>Aimantation naturelle</u>					<u>Aimantation stable</u>				
		D.	I.	M ₀	σ ₀	H.	D.	I.	k.	α.	
182	2	57°	-53°	3,938	20,95	50	7°	-53°	10000	2°	
183	2	70°	-32°	14,383	51,83	125	9°	-54°	250	16°	
184	3	96°	-74°	6,092	20,24	50	6°	-54°	6666,67	2°	
185	1	82°	-66°	17,932	131,85		i n s t a b l e				
186	3	319°	-27°	7,942	21,49	100	1°	-54°	2000	3°	

Tableau 12-2.

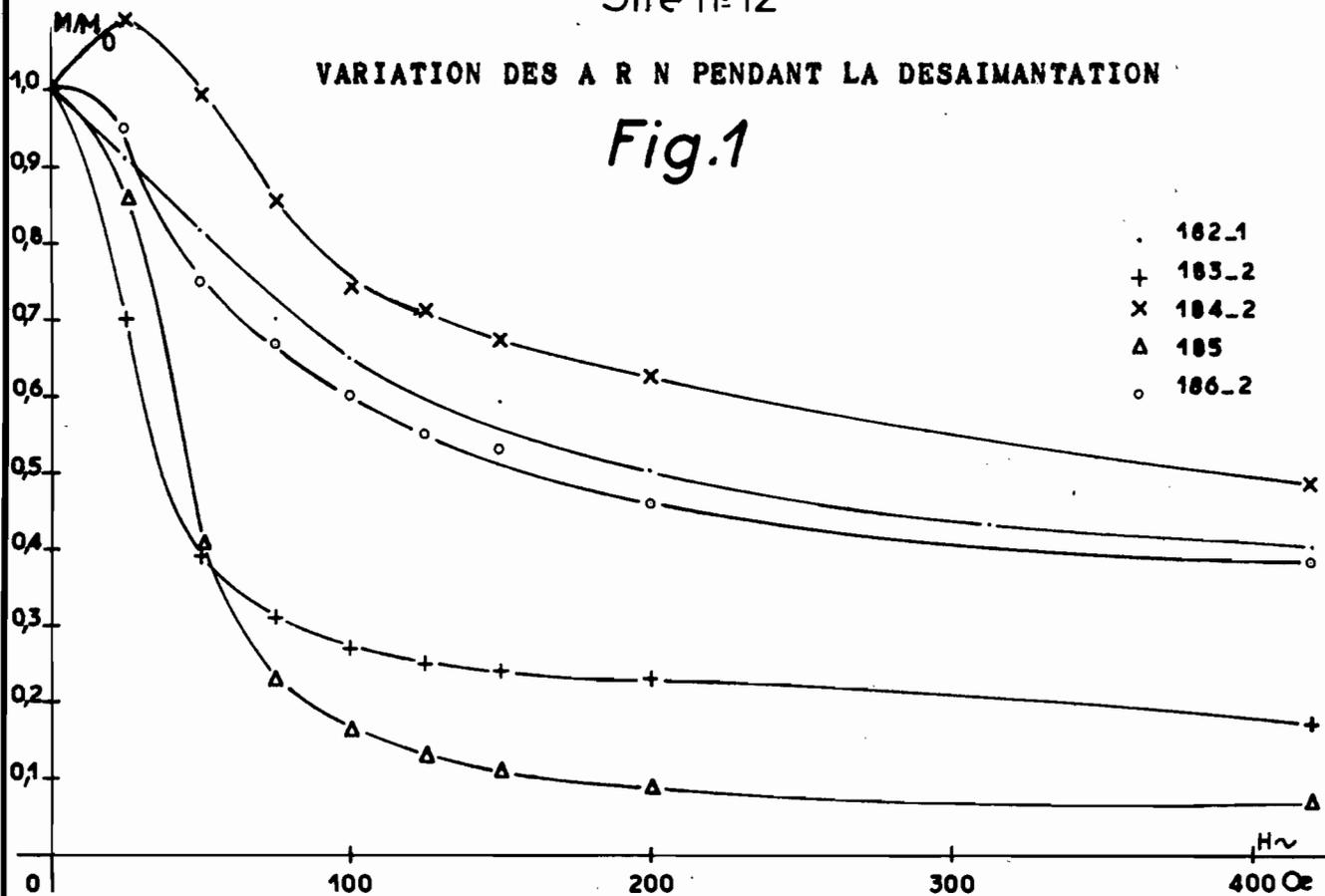
Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
182-1	D	66°	20°	7°	8°	6°		8°	8°	7°	5°
	I	-53°	-54°	-53°	-53°	-54°	-	-53°	-53°	-54°	-56°
	M/M ₀	1	0,91	0,82	0,70	0,65		0,59	0,50	0,40	0,32
183-2	D	73°	51°	23°	14°	11°	3°	6°	4°	8°	360°
	I	-31°	-39°	-51°	-54°	-53°	-56°	-54°	-54°	-54°	-55°
	M/M ₀	1	0,70	0,39	0,31	0,27	0,25	0,24	0,23	0,17	0,13
184-2	D	106°	28°	8°	7°	6°	7°	7°	9°	9°	6°
	I	-70°	-56°	-54°	-55°	-55°	-55°	-55°	-54°	-55°	-54°
	M/M ₀	1	1,09	0,99	0,85	0,74	0,71	0,67	0,62	0,48	0,41
185	D	82°	96°	53°	31°	12°	16°	6°	9°	360°	347°
	I	-66°	-74°	-81°	-75°	-69°	-64°	-61°	-55°	-57°	-54°
	M/M ₀	1	0,86	0,42	0,23	0,16	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06
186-2	D	318°	322°	352°	356°	1°	2°	360°	357°	3°	5°
	I	-28°	-30°	-47°	-52°	-53°	-53°	-54°	-57°	-54°	-54°
	M/M ₀	1	0,95	0,75	0,67	0,60	0,55	0,53	0,46	0,38	0,33

Site n°12

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

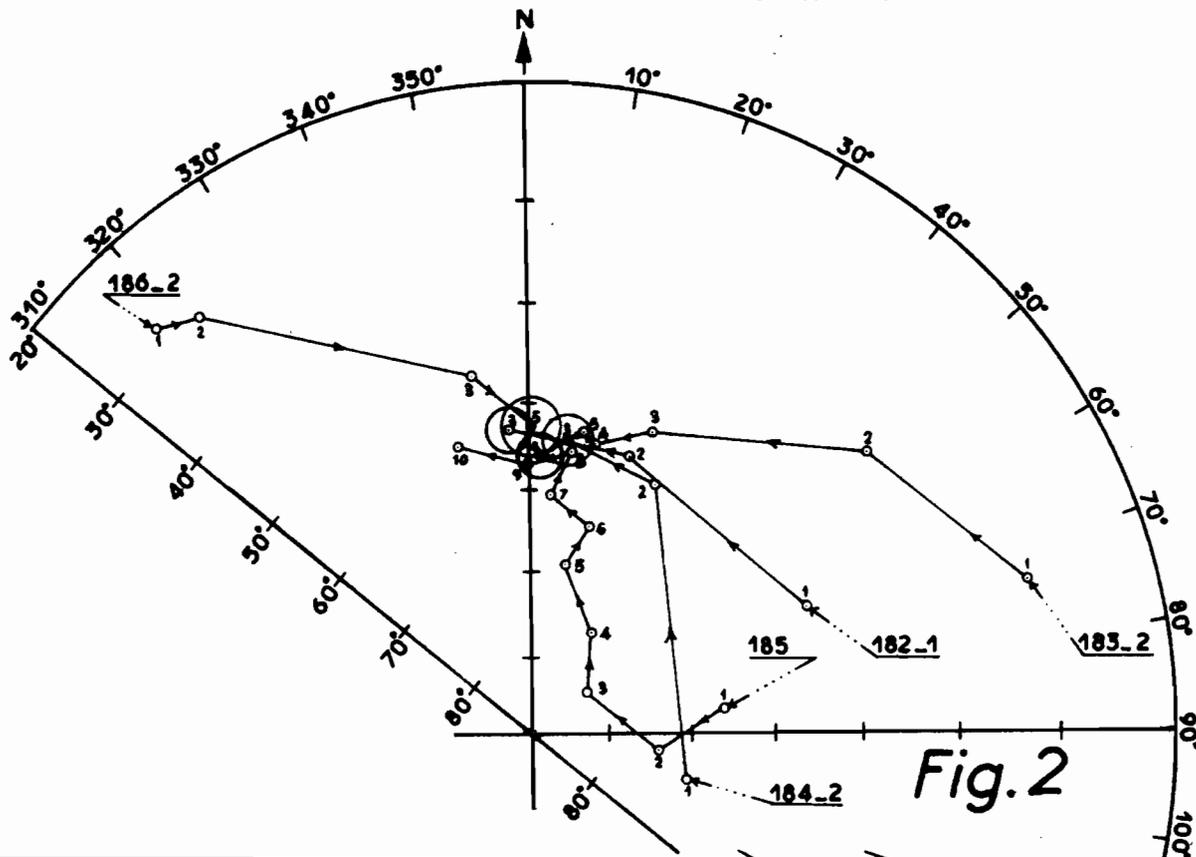
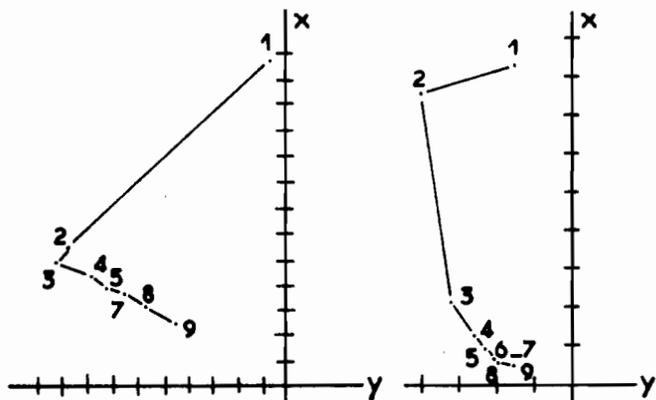


Fig.2

Fig.3

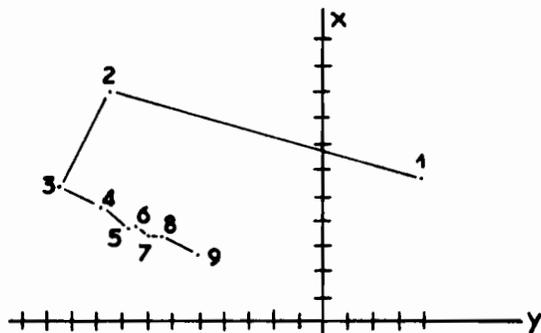
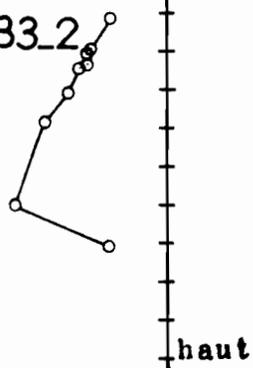
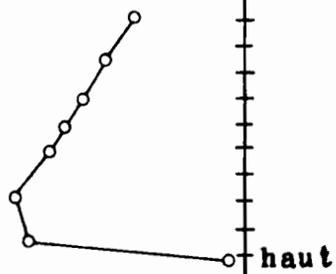
DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.12

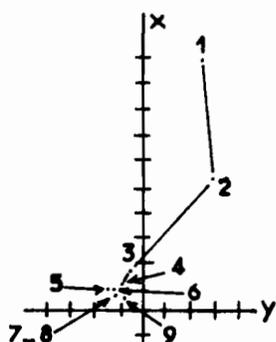
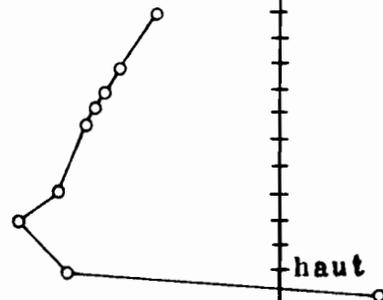


182.1

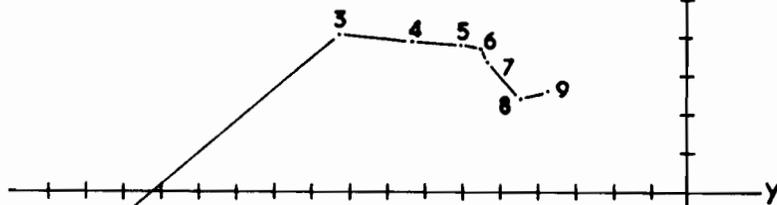
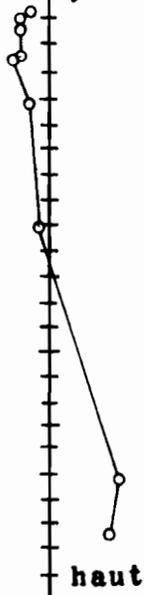
183.2



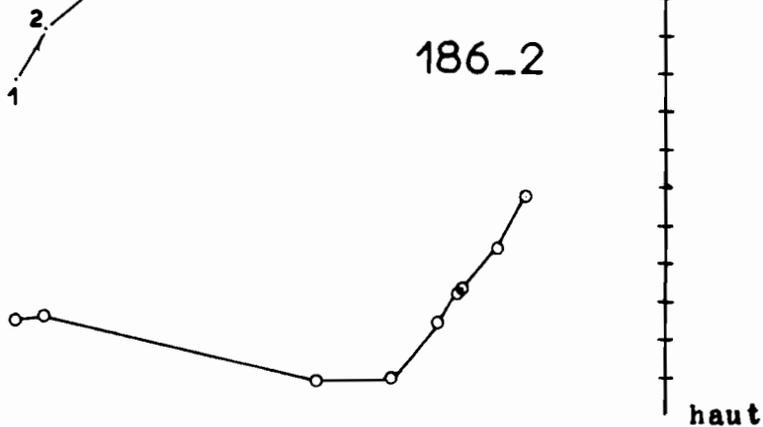
184.2



185



186.2



SITE 13 AMBATOMAINTY $X = 1096,9; Y = 420,0; Z = 25m$ Les échantillons (187 à 191)

L'affleurement que nous avons échantillonné se trouve sur la piste Maroala-Marovoay, au point où celle-ci traverse le lit de la rivière Ambatomainty. L'endroit exact de prélèvement est à une cinquantaine de mètres en aval, de ce point, où la roche affleure sur une grande longueur, le long du lit de la rivière.

Trois des échantillons pris, ont été examinés en lame mince (187-189 et 191) les résultats ont montré que la roche est constituée par du basalte à grain fin. On a observé du minerai et du pyroxène ainsi que de nombreuses plages de dévitrification chloritisées.

Etude de l'aimantation.

Les aimantations rémanentes naturelles sont peu sensibles à l'action du champ terrestre actuel. En effet, deux déterminations de directions, faites à trois mois environ d'intervalle, n'ont montré aucune modification sensible. Les échantillons ont été orientés, entre les deux mesures, dans une direction opposée à celle qu'ils avaient eue sur le terrain.

Nous avons résumé dans le tableau 13-1 les principales caractéristiques des aimantations naturelles. On note une assez grande dispersion tant des directions que des intensités d'aimantation.

L'analyse de l'aimantation a été faite par le procédé habituel de désaimantation par champs alternatifs.

Cette série d'expériences a montré, que toutes les aimantations naturelles comportent une fraction stable, en moyenne supérieure à la moitié des aimantations initiales. La suppression des aimantations secondaires a nécessité l'emploi de champs alternatifs d'intensité variant entre 50 et 125 Oe.

Les diagrammes des figures 3 permettent de suivre l'évolution pendant la désaimantation, de chaque vecteur-aimantation. On note d'abord une rotation du vecteur, d'amplitude plus ou moins importante. On constate ensuite que le vecteur se fixe lorsque le champ appliqué atteint une certaine valeur. A partir de ce stade, on peut considérer l'aimantation restante comme stable.

Direction moyenne d'aimantation du site.

En considérant les aimantations stables, obtenues après désaimantation partielle des échantillons, comme d'origine thermorémanente. La moyenne de leurs directions doit représenter la direction du champ qui existait au moment du refroidissement.

L'application de la méthode de calcul préconisée par Fisher conduit au résultat indiqué ci-dessous :

$$D = 7^{\circ} \quad I = -53^{\circ}$$

$$\text{avec } N = 5 \quad R = 4,978 \quad k = 181,82 \quad \lambda = 6^{\circ}$$

Cette direction est différente de la direction actuelle du champ terrestre dans la région étudiée. Elle indique en outre que le site s'est aimanté dans le sens actuel du champ terrestre.

Tableau 13-1.

Caractéristiques des aimantations rémanentes naturelles et des aimantations stables.

Ech.	N.	Aimantation naturelle					Aimantation stable				
		D.	I.	M ₀	α ₀	H.	D.	I.	k.	α.	
187	2	8°	-31°	14,450	115,14	75	5°	-43°	2500	5°	
188	1	9°	-50°	4,644	32,03	50	11°	-53°	-	-	
189	2	7°	-44°	19,616	70,18	125	11°	-55°	333,33	8°	
190	1	3°	-48°	6,463	41,43	100	4°	-59°	-	-	
191	3	29°	-59°	17,195	60,33	75	5°	-56°	2000	3°	

Tableau 13-2.

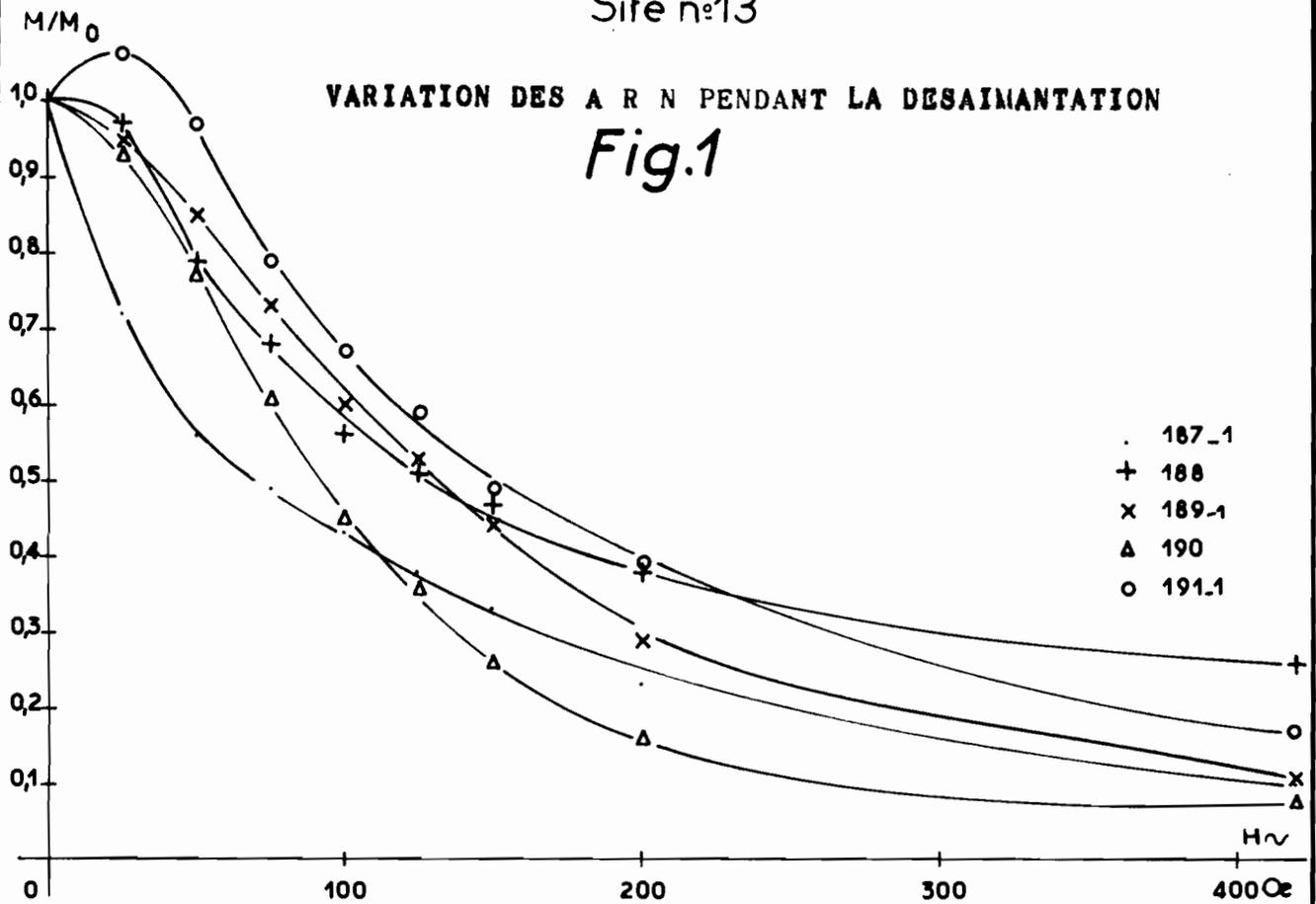
Variation des directions et intensités d'aimantation pendant la désaimantation.

Ech.	H. Oe	0	25	50	75	100	125	150	200	400	600
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
187-1	D	11°	8°	8°	6°	9°	6°	8°	6°	4°	3°
	I	-29°	-36°	-43°	-44°	-45°	-46°	-49°	-51°	-54°	-53°
	M/M ₀	1	0,72	0,56	0,49	0,43	0,38	0,33	0,23	0,10	0,05
188	D	9°	8°	11°	10°	13°	10°	16°	14°	17°	21°
	I	-50°	-50°	-53°	-54°	-55°	-57°	-55°	-57°	-56°	-58°
	M/M ₀	1	0,97	0,79	0,68	0,56	0,51	0,47	0,38	0,26	0,23
189-1	D	7°	7°	8°	10°	9°	9°	8°	6°	2°	9°
	I	-44°	-45°	-46°	-49°	-51°	-53°	-54°	-57°	-56°	-54°
	M/M ₀	1	0,95	0,85	0,73	0,60	0,53	0,44	0,29	0,11	0,08
190	D	3°	4°	5°	6°	4°	6°	8°	11°	18°	-
	I	-48°	-48°	-52°	-55°	-59°	-61°	-62°	-61°	-53°	-
	M/M ₀	1	0,93	0,77	0,61	0,45	0,35	0,26	0,16	0,08	-
191-1	D	25°	7°	3°	7°	7°	9°	8°	8°	1°	10°
	I	-60°	-54°	-54°	-57°	-57°	-58°	-60°	-59°	-60°	-59°
	M/M ₀	1	1,06	0,97	0,79	0,67	0,59	0,49	0,39	0,17	0,09

Site n°13

VARIATION DES A R N PENDANT LA DESAIMANTATION

Fig.1



VARIATION DES DIRECTIONS D'AIMANTATION

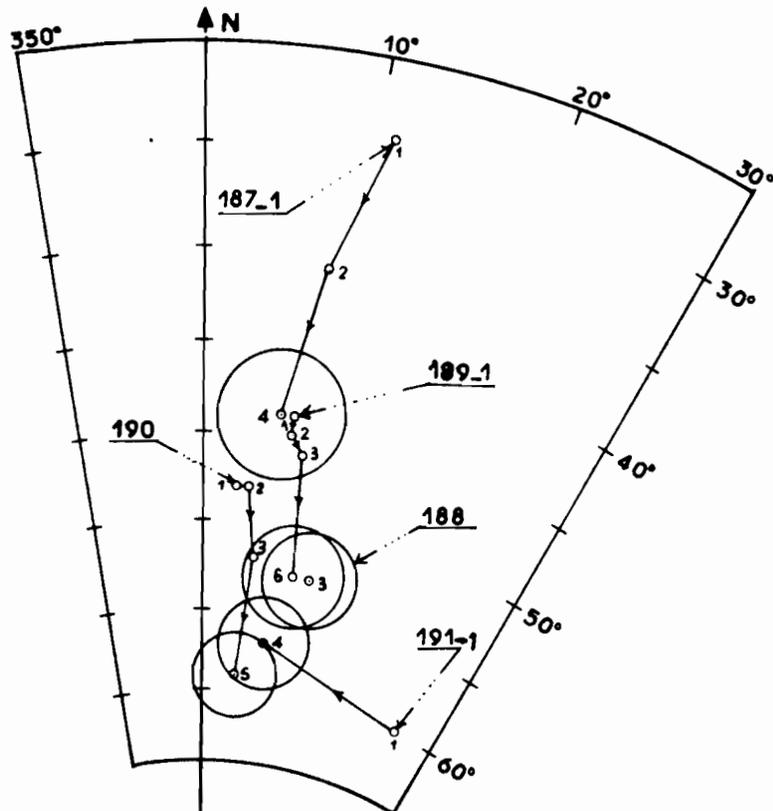
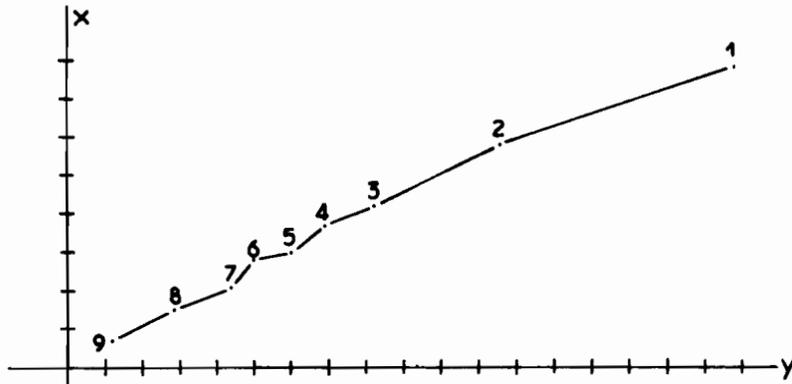


Fig.2

Fig.3

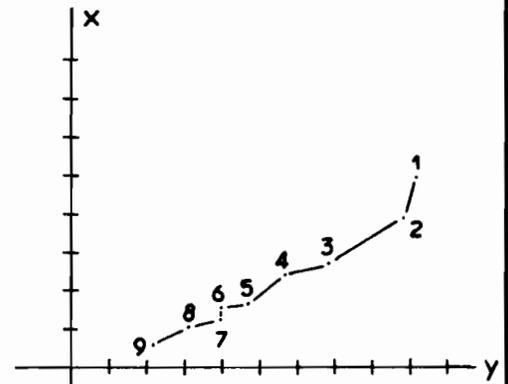
DIAGRAMMES DE DESAIMANTATION

Site.13



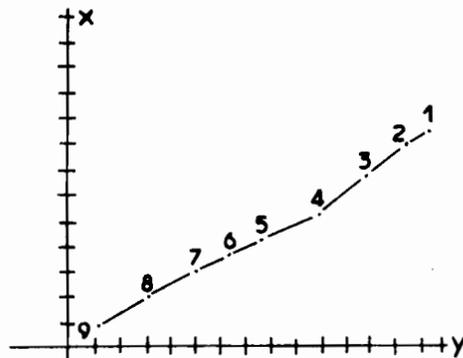
187_1

haut



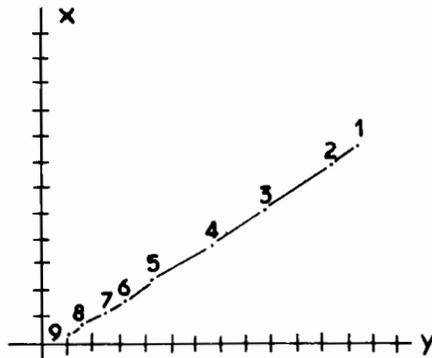
188

haut



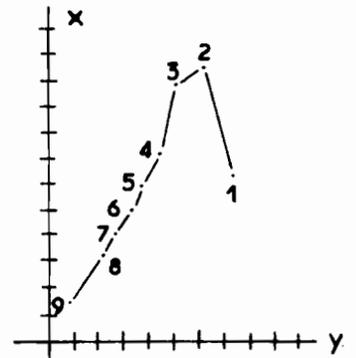
189_1

haut



190

haut



191_1

haut