

MICROFICHE ETABLIE A PARTIR DE  
L'UNITE DOCUMENTAIRE

جديدة منجزة حسب الوثيقة  
رقم:

9 0 3 2 3 5

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية

المركز الوطني للوثائق  
CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION

SERVICE DE REPROGRAPHIE  
ET IMPRIMERIE

B.P. 826

RABAT



مصلحة الطباعة والتصوير  
ص.ب 826 الرباط

F

1

# Un exemple de fusion de sables sous l'effet de décharges électriques près de Qcar-Al-Kbir (nord du Gharb)

par  
Michel GUILLEMIN

90 10 10  
503231

## INTRODUCTION

Le point de départ de cette étude particulière est un telax transmis au Ministère de l'Energie et des Mines par les autorités d'Al-Qcar-Al-Kbir (Nord du Gharb) faisant état d'un phénomène géologique indéterminé avec dégagement de gaz chaud.

Une petite cavité, entourée de débris de roches ressemblant à des scories, s'était formée au pied d'un pylône électrique ; cette anomalie a été découverte le 11 octobre 1979 pendant la réparation d'un câble électrique cassé relié à ce pylône. Ce jour-là, les témoins ont remarqué un dégagement de vapeur provenant de la base du pylône.

En fait, un dégagement de chaleur entraîne la fusion de sable environnant. Une description détaillée des effets de la chaleur sur l'environnement immédiat du pylône va être présentée ; un essai d'explication de l'origine de la chaleur sera proposé.

## SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE

Le phénomène s'est produit au pied du pylône n° 301 de la ligne à moyenne tension (15000 V) qui relie Qcar-Al-Kbir à Hariche (Gharb). Le pylône est situé à 9 km à l'ENE de Qcar-Al-Kbir (coordonnées Lambert : x = 444, y = 494,95, feuille topographique de Larache au 1/50000), à 150 m de la route principale P2. Ce pylône est métallique, simple et scellé dans un cercle en béton ; il supporte 3 câbles en cuivre.

La portion de ligne concernée est implantée sur un plateau dont le substratum est constitué de cailloutis et limons sableux, rouges, du Villafranchien. A l'endroit du poteau, le Villafranchien est masqué par une formation superficielle quaternaire de sables quartzeux fins à nombreux grains rou-

les, d'épaisseur voisine de un mètre. Un sol noir, humifère, pelliculaire (centimétrique), s'est développé au-dessus des sables.

## DESCRIPTION DES FAITS

Il faut d'abord préciser que l'examen des lieux s'est déroulé 11 jours après la première observation du phénomène ; par conséquent, la place et la répartition des objets autour du pylône seront interprétés avec circonspection.

Les échantillons récoltés ont fait l'objet d'observations macroscopiques et microscopiques. Des analyses chimiques et à la microsonde électronique sont en cours.

L'examen des lieux a révélé la présence d'un « terrier » (fig. 1), d'environ 15 cm de diamètre tangent à un coin du socle bétonné ; son entrée est entièrement tapissée de sables indurés brun-ferriqueux à gris métallique, à grains soudés. Cet orifice représente le sommet d'un conduit grossièrement cylindrique, de 60-80 cm de profondeur, légèrement oblique (30° par rapport à la verticale), également tapissé de produits scorifiés ; ce conduit aboutit à une chambre aux formes irrégulières.

Autour de cet orifice, dans un rayon de deux mètres, des blocs décimétriques ressemblant à des scories sont éparpillés sur le sol. Bien que non en place, il est certain qu'ils proviennent de cette zone. La plupart présente, à l'œil nu, une structure vitreuse, homogène, à éclat brillant, de couleur prise à blentée ; leur structure est le plus souvent vicinale. De rares enclaves siliceuses blanches sont noyées dans la pâte amorphe. La cassure est toujours esquilleuse. Les bulles piégées dans la pâte sont légèrement déformées. La surface des blocs peut être soit lisse et vitrifiée, soit striée et finement cordée. La finesse des ornements filamenteux, siliceux, qui ornent certains blocs, prouve que la silice a été portée momentanément à la température de fusion et, d'autre part, que cette silice a atteint un état parfaitement fuid.

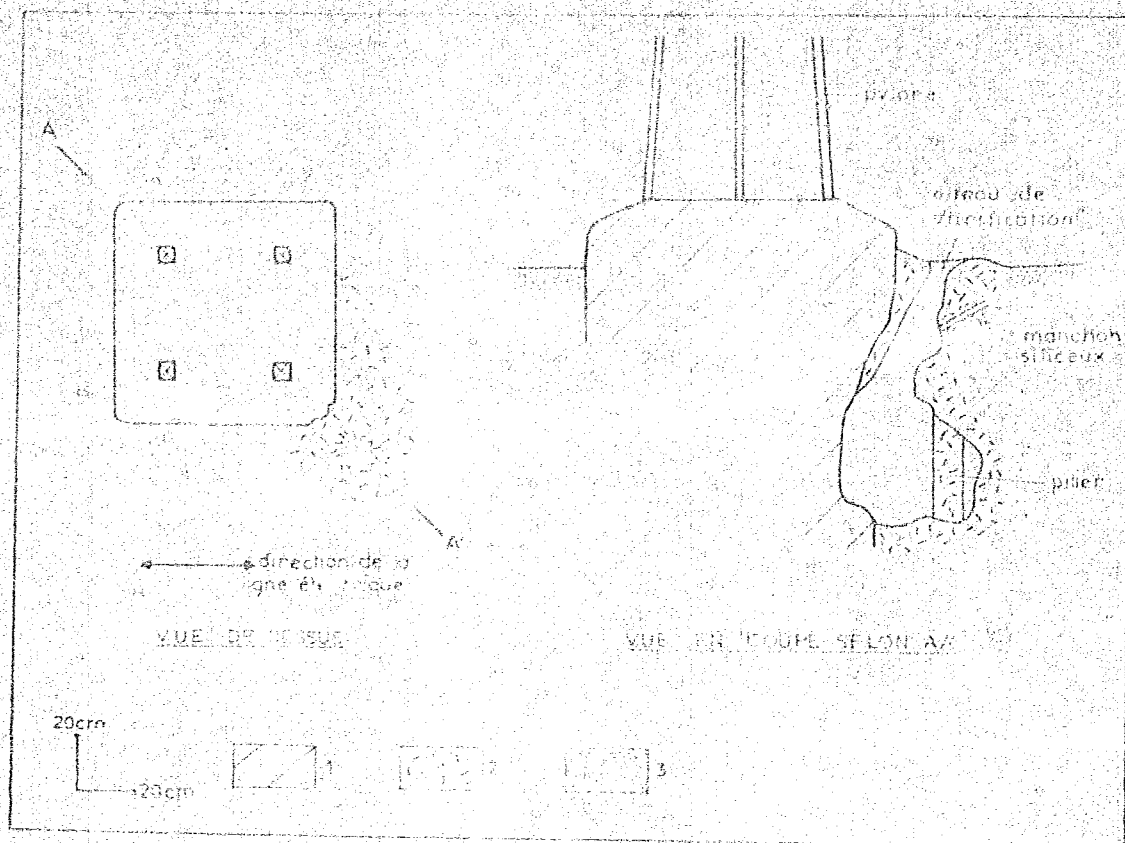


FIG. 1. Représentation schématique de la zone de vitrification : 1, socle en béton du pylone ou ; 2, zone affectée par le dégagement de chaleur ; 3, sable intact et (a).

du dans un vase d'eau. Le verre est vitrifié et est homogène, avec des passages finement lamés et quelques bulles étirées ou non, aucun cristal n'apparaît. L'indice faible traduit une composition riche en silice. Il ne s'agit pas de verre de nature volcanique.

Une fouille systématique du site a permis de se rendre compte du volume de sédiment affecté et de mettre en évidence une série d'objets siliceux (pilier, manchon, aiguille).

— *Volume affecté* : le phénomène d'altération est superficiel et limité dans l'espace. Toute trace de vitrification du sable ou d'autres modifications apparentes a disparu au-delà de 1,20 m de profondeur. Toutes les parois de la chambre principale sont constituées de sables grossiers, grains soudés : ces parois, bien qu'irrégulières dans leur forme et leur structure, limitent le volume de la chambre. À l'extérieur de ces parois, le sable est intact. La base du socle en béton constitue une des parois de la chambre.

Au total, le volume de sable affecté par cette altération a pu être estimé à un tiers voire un demi-mètre cube.

— *Manchons siliceux* : Il s'agit de tubes de verre siliceux gris, de 5 à 8 cm de longueur et 2 à 3 cm de diamètre extérieur. Ils présentent chacun un trou axial d'environ 5 mm de diamètre. Un cas de ramification dichotomique a été observé. L'extérieur du manchon tubulaire présente des grains de sable accolés et soudés entre eux par un verre siliceux ; par contre, l'intérieur est parfaitement lisse, vitrifié sur plusieurs millimètres d'épaisseur. De la silice, à l'état de verre, de couleur verte à brune, peut occuper l'intérieur de ce conduit.

Ces manchons ont été trouvés, en place, inclinés de 30 à 40°, en position radiale par rapport à la chambre principale et à l'extérieur des parois. Ils faisaient communiquer la chambre avec l'extérieur (fig. 1).

De toute évidence, les manchons servaient à l'échappement des gaz chauds du foyer central, à

Je tiens à remercier J. Hernandez, laborateur de pétrographie de l'Université de Paris, VI, pour son aide à des lames minces de ces roches.

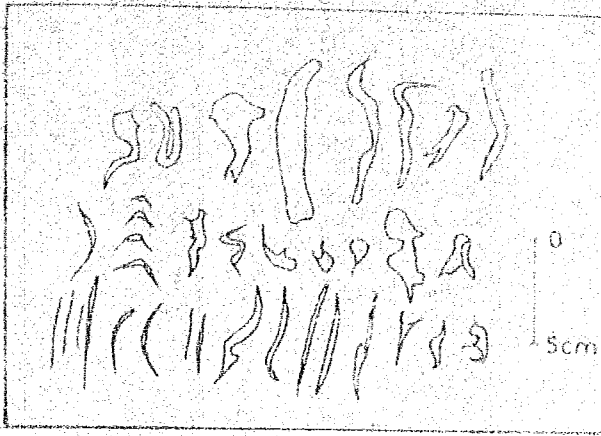


Fig. 2. — Projections siliceuses.

travers le sable environnant. Les voies empruntées par ces gaz chargés en silice, ont été concrétionnées, petit à petit, en manchons subcylindriques creux. Ces tubes d'échappement de gaz ont servi également d'évacuation d'une partie du verre siliceux en fusion.

— *Pilier siliceux* : dans la chambre principale, un pilier cylindrique ayant les mêmes caractéristiques que les manchons (sauf la taille) se présente en position verticale. D'un diamètre extérieur moyen de 15 cm, il a une longueur d'environ 40 à 45 cm.

Une coupe transversale a montré, depuis l'intérieur vers l'extérieur :

① une zone centrale homogène, blanche, vitreuse, homogène, de 7 cm de diamètre et moyenne épaisseur, imprégnée siliceuse. Certains cristaux submicrométriques sont noyés dans cette pâte amorphe grise. Le contact avec les bordures se fait par un liseré siliceux blouté, discontinu, de 0,5 à 1 mm d'épaisseur, doublé d'un liseré vitreux, translucide, de 3 à 4 mm d'épaisseur. En coupe longitudinale, des figures d'écoulement apparaissent dans le pata gélaté à ce contact ;

② une zone intermédiaire continue existant à l'interface de silice vitreuse et l'extérieur sableux. C'est une zone indurée, blanche, de 6 à 8 mm d'épaisseur où les grains de quartz sont noyés dans un fond siliceux. Vers la périphérie de cette zone, l'impureté de silice diminue graduellement ;

③ l'enveloppe extérieure est constituée de schiste légèrement grésillé, gris foncé, friable. Sur la surface externe, débouchement de petits conduits annulaires concrétionnés de silice blanche vitreuse. Ces conduits, plutôt perpendiculaires au grand axe du pilier, arment et consolident l'enveloppe sablonneuse.

Comme pour les manchons siliceux, ce pilier a servi, dans un premier temps, à canaliser le dégagement de gaz chauds chargés en silice, puis à évacuer une partie des verres siliceux en fusion.

*Projections siliceuses* (fig. 2) : de petits objets siliceux, à structure vitreuse, noirs, ont été trouvés sur le sol, à 2 à 3 m du débouché de l'orifice principal. Ils présentent tous un allongement net (longueur comprise entre 2 et 8 cm pour une largeur de 2 à 3 mm à quelques dixièmes de millimètres). Les projections les plus fines sont de véritables aiguilles, rectilignes, courbes ou franchement tordues. D'autres ont la forme d'une goutte figée à partir de laquelle s'amorce le départ d'une aiguille. Les projections plus épaisses portent des striations longitudinales nettes.

Le modelé et la finesse de la plupart de ces projections suggèrent une mise en forme aérienne à partir d'un matériau en fusion d'une grande fluidité.

### INTERPRETATION DU PHÉNOMÈNE

La description des faits a montré que, dans un espace bien délimité, un matériel originel essentiellement constitué de silice à l'état cristallisé est passé à l'état vitreux par la fusion. Cette transformation a nécessité une énergie importante dont l'origine va être discutée.

Les interprétations faisant appel à des phénomènes naturels connus n'ont pas été retenues :

— *chute de météorite* : les traces d'impact décrites par ailleurs ne correspondent pas au cas présent ;

— *action de la foudre* : son action directe sur du sable (désert, plage, dune) a pour effet la formation de fulgurites (tubes de silice vitreuse, de 1 à 2 cm de diamètre et 15 à 20 cm de longueur, plantés verticalement dans le sable). Les objets siliceux (même les manchons) examinés n'ont pas les caractéristiques des fulgurites ;

— *éruption volcanique* : aucune des diverses catégories de roches trouvées sur le site ne ressemble à des vulcanites. L'examen des lames minces le confirme. Les conditions particulières de mise en place de ces roches ne correspondent pas à un dispositif volcanique. De plus, le contexte géologique sédimentaire de cette région du Gharb exclut pratiquement toute manifestation volcanique dans le secteur concerné. Les failles actives au Quaternaire ne sont pas connues dans cette région.

### INTERPRÉTATION RETENUE

Le fait que cette altération superficielle se situe juste au pied d'un pylône électrique justifie l'interprétation « électrique » des interprétations.

L'hypothèse la plus vraisemblable fait intervenir un défaut accidentel de la ligne électrique

qui a pu provoquer un courant électrique parasite intense canalisé vers le sol par les parties métalliques du pylône. Au contact du sol résistant, l'énergie électrique se transforme en énergie thermique. La quantité de chaleur ainsi libérée provoque la fusion du sable situé en contact immédiat du socle en béton du pylône. L'eau du sol (il pleuvait le jour de la rupture du câble), en se vaporisant, a pu créer de petites éruptions de type phréatiques ; celles-ci peuvent expliquer à la fois les projections siliceuses et les manchons concrétionnés d'évacuation du gaz. La rupture d'un des câbles a pu stoppé le phénomène.

L'explication cohérente de cet exemple de fusion de sables sous l'effet de décharges électriques laisse subsister pourtant des incognues, à savoir, la nature de l'anomalie accidentelle de la ligne, la température atteinte et la durée du phénomène. Le point de fusion du quartz à pression ordinaire est mal défini ; le quartz pur commence à fondre vers 1500°C. L'adjonction de fondants naturels (Na) abaisse sensiblement cette température, mais, dans notre cas, la silice fondue a momentanément atteint une fluidité extrême ; ce qui suppose une température élevée qu'il est difficile de chiffrer. Quant à la durée du phénomène, il est vraisemblable d'avancer qu'elle a été très courte (de l'ordre de quelques secondes) comme toute perturbation électrique.

Les responsables de la Direction des Etudes et Recherches de l'Electricité de France que j'ai consulté connaissent ce type d'altération et l'appellent « trou de vitrification au sol ». Cette ano-

malie se produit plus fréquemment sur les terrains très résistants, en particulier en Bretagne et dans le Massif Central.

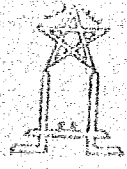
Selon eux, les cas de vitrification sont dus à l'écoulement du courant de défaut d'une ligne aérienne dans le sol. Ce phénomène se produit, notamment sous des lignes à moyenne tension à l'occasion de défauts « résistants », c'est-à-dire un court-circuit entre le conducteur et un sol résistant. Si de tels défauts ne sont éliminés par les protections du réseau qu'au bout d'un temps assez long, la quantité d'énergie dissipée par effet Joule dans le sol est considérable et peut conduire à une élévation de température du sol propre à provoquer sa vitrification. De plus, ces défauts « résistants » peuvent provoquer la rupture du conducteur.

En conclusion, un phénomène de fusion de sables quartzeux a été observé, localisé au pied d'un pylône de moyenne tension. Le trou de vitrification résultant a été étudié en détail. La silice à l'état vitreux y apparaît sous plusieurs formes : faciès viculaire ou homogène, concrétionnement en manchons voire en pilier, projections aériennes et matrice de grès quartzeux. La source de chaleur a pour origine une décharge électrique accidentelle et soudaine, propagée le long du pylône et arrivant au contact d'un sol résistant.

Je remercie la Direction des Etudes et Recherches de l'EDF, en particulier, Y. Porcheron, chef du département « Transport — Appareillage », pour les renseignements fournis.

BORDEREAU DE SAISIE

**C.N.D**  
MAROC



ISN	
NONAT A 110	
NAC A 090	11-8435
CODBI A 121	
COFRA A 122	

TYPRE1 A 131	T	D	E	R
NOAP A 142				
NACAF A 143				

CODUD										
INDEX A 010										
NAGE A 020										
STAT A 15										
PAYS PROG. A 160										
TYPE BIBL. A 171										
INDICATEUR										
BIBLIOPHA BIBLIOPHA										
SHOLES										
RE										
DICTIONNAIRE										
CHIFFRES NUMERIQUES										
THESE										
LEXIC LExicLATE										
BIBLIOGRAPHIE										
CARRES PAYSIS										
RESUME										
NON COTISE MONNEI										
A 172	K	L	N	U	W	Z	Y	E	V	R

NIVL1 A 131	A	M	C	NIVL2 A 132	M	C	S
----------------	---	---	---	----------------	---	---	---

UNITE DOCUMENTAIRE (UMAC)	A 120 AUTEUR IT	
	A 220 COLLEC TIVITE AUTEUR	
	A 230 TITRE UD	Titre traduit de l'anglais du Maroc
	A 240 A 250	TITRES TRADUITS Utiliser le bordsieur 2 : données complémentaires

SOURCE DOCUMENT GENERIQUE (DICS)	A 310 AUTEUR	
	A 320 COLLEC TIVITE AUTEUR	
	A 330 TITRE DOCUM GENE	
	A 340	TITRE GENERIQUE Utiliser le bordsieur 2 : données complémentaires
	A 410 TITRE PUBLIC EN SERIE	
	A 420 VOLNUM	
	A 450 ISSN	

NOTES D'INDEXATION

DATIN D 100	
DATSA	
D 110	
DATNI D 120	

A 540 LGEUD		A 500 LANRES		
A 611 NEDIT				
A 612 VEDIT			A 613 CPEDI	
A 620 DATE			A 630 ANNEE	
A 641 COLLP		A 642 COLLN		
A 650 NOD.				
A 661 ISHN		A 670 EDITN		
A 711 REUNN				
A 712 REUNY		A 713 REUNP	A 714 REUND	
A 720 THESE				
A 730 A 740	Drevet Projet			
A 810 DISFO		A 820 NOTES		

ZONES B ET C

B 110 ISV										B 120 OCLEA										
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B 120 à B 170 : utiliser le Dictionnaire 2

B 210 - DESC:

ADDITIONNEL																				
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B 320 - RESUM

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MAROC - Codes spécifiques

C 420 GIC																				
C 430 STR																				
C 450 PHY																				
C 460 CHC																				
C 470 OVS																				
C 490 STA																				

98.09.1984 30.33.15

**FIN**

النهاية

**8**

مستطاب

**VUES**