

MICROFICHE ETABLIE A PARTIR DE  
L'UNITE DOCUMENTAIRE  
N

جديدة منجزة حسب الوثيقة  
رقم:

93

0218

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

93-0218

NAPPE INFEROFLUX DE LA VALLEE D'IN-AMGUEL  
(versant ouest du Hoggar)

KHAMMARI, B.; BESBES, M.; LATRECHE, D.  
INA ENIT ANRH

93-0218  
93-0218

INTRODUCTION

La présente étude décrit le système hydrogéologique de la nappe des alluvions aquifères de l'oued IN AMGUEL. Il s'agit d'une toute petite nappe filiforme (Fig.1 et 1.bis) de 7 Km<sup>2</sup> environ, reconnue dès 1961 par A.CORNET. En milieu aride, le principal apport aux nappes est constitué par des ruissellements de quelques rares crues brutales sur les massifs rocheux d'un socle pauvrement aquifère. L'existence éventuelle d'aquifères est alors limitée à quelques lits majeurs pénéplainés par des oueds d'un régime hydrologique du "tout ou rien". En ces milieux, il n'y a pas d'écoulement superficiel à proprement parler ou presque pas ; le peu de flux pouvant exister se fait à travers les alluvions, d'où la notion "d'inféro-flux". Dans l'immédiat, on se limitera à une description du système hydrogéologique que l'on tentera de simuler par un modèle numérique classique, afin de simuler une digue souterraine à inféroflux.

I. STRUCTURE HYDROGEOLOGIQUE DE LA VALLEE DE IN-AMGUEL

En considérant le croquis présenté en Figure 2 on peut décomposer la structure hydrogéologique en trois parties très inégalement aquifères:

- le socle sain ne présente aucun intérêt hydrogéologique, si ce n'est le fait d'être une limite imperméable. L'état actuel des connaissances et les données de sondages le définissent comme étant une formation imperméable.
- le socle altéré pourrait être considéré, à très grande échelle, comme étant une ressource aquifère non négligeable et qui reste à mobiliser par la recherche d'exutoires adéquats. En effet l'état de la roche en contact avec les eaux et les alluvions peut favoriser l'accumulation des eaux sur de grandes étendues, sous de faibles épaisseurs qu'il faudra drainer judicieusement par un système hydraulique analogue à celui des foggaras, ou par des digues à inféroflux,
- les alluvions fournies par un remplissage fluvial quelque peu turbulent, sont de ce fait plus hétérogènes que le socle; mais elles sont directement exploitables. Elles représentent la principale ressource aquifère de la vallée.

On dispose de quelques valeurs de transmissivité et du coefficient d'emmagasinement, appréciables sur 8 forages actuellement en exploitation. A CHENAFI (1984) propose une valeur moyenne de  $T = 8.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. L'ANRH, par ailleurs, propose une valeur de T de  $2.25.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s et un coefficient d'emmagasinement S de 10 p 100. Les limites d'extension de la nappe présentées en figure (1.bis) ont été établies d'après une étude géophysique réalisée par ALGEO (1979). On a reporté les positions relatives des 8 forages d'exploitation ainsi que les côtes piézométriques observées qui serviront par la suite de charges de références guidant le calage du modèle en régime permanent. Les limites géologiques canalisant le flux vers les alluvions donnent à celles-ci l'aspect d'une énorme gouttière. L'importance du lit majeur permet à l'oued de dissiper les crues et d'étaler les écoulements sur de larges surfaces réceptrices.

Outre les puits artisanaux disséminés ici et là sur de faibles profondeurs, l'exploitation de la nappe est réalisée par 8 forages implantés assez régulièrement le long de l'Oued (Fig.1.bis). Ils totalisent un débit moyen de 40 à 50 l/s. Il n'y a pas à notre connaissance d'autres ouvrages de captage. Suite à l'identification d'un seuil, l'aménagement d'une digue souterraine est en cours d'étude. Cette étude est menée actuellement par l'ENHYD. L'inclinaison du substratum (2 p 1000 environ) laisse passer un débit de transit. Ce transit correspond à un débit de fuite vers l'aval. L'exploitation actuelle, fut-elle par une batterie de forages, ne peut empêcher l'eau de suivre la pente du substratum, d'où l'intérêt éventuel de renforcer le seuil naturel d'IN-AMGUEL par l'aménagement d'une digue souterraine qui mérite d'être étudiée.

## II-SIMULATION NUMERIQUE DE LA NAPPE A INFEROFLUX

L'écoulement souterrain est supposé s'effectuer à l'intérieur des limites aquifères décrites en Figure 1.bis. Le modèle mis en oeuvre, pour simuler un tel écoulement est basé sur les relations phénoménologiques de la mécanique des fluides appliquée aux milieux poreux. Ces relations assimilent, d'une manière macroscopique, le milieu poreux en milieu continu équivalent tel que l'ensemble des propriétés hydrodynamiques puissent être représentées par des fonctions continues; puis finement distribuées dans l'espace et dans le temps sous forme de Volume Élémentaire Représentatif (VER). Cette approche a fait l'objet de nombreuses conceptualisations (J.BEAR, 1972; G.de MARSILY, 1981).

### II.1 - Extension du modèle et son algorithme Fortran

Etant donné une pluie annuelle, cette application tente de prévoir le débit exploitable en amont d'une digue à inféroflux. La simulation des écoulements à travers le tronçon alluvial a été réalisée au moyen d'un modèle distribué en monocouche (M. BESBES, 1988), par une approche aux différences finies, sous un algorithme Fortran. La figure (1.bis) fournit la distribution adoptée; on y trouve en légende de celle-ci les Caractéristiques morphométriques et hydrodynamiques, la répartition des flux, ainsi la position des puits et côtes piézométriques.

### II.2.- Calage du régime permanent

Partant de l'unique épisode piézométrique observé sur huit puits qui sont malgré tout assez bien répartis sur l'axe longitudinal de la nappe; le calage en régime permanent s'est bâti sur les conditions aux limites décrites en Fig.1.bis. Les valeurs de T restituées par les ajustements successifs, si elles sont quelque peu différentes, restent cependant du même ordre de grandeur que celles des T prédéfinies par les essais de pompage qui varient entre 30 et 44  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s et celles fournies par le modèle maillé se situent entre 18 et 30  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. En l'absence de prélèvement, tout au plus un pompage de 4 l/s, une pluie interannuelle de 117 mm donnerait un débit de nappe de 60 l/s. Pour se fixer sur un débit exploitable, tout au moins réaliste, plusieurs simulations ont pu être entreprises. Un prélèvement de 60 l/s correspondant au débit de la nappe calculé en régime permanent a donné lieu à un fort rabattement de 10 à 13 m en amont. Un tel rabattement équivaut à un dénoyage quasi-total des alluvions; l'épaisseur de celles-ci étant de 19 à 20 m au plus. Cependant le débit calculé aux points à potentiel imposé reste positif: l'écoulement par le seuil se réduit 4.38 l/s pour 4 mailles à potentiel imposé. Malgré cet écoulement par le seuil, au prix d'un dénoyage quasi-total des alluvions, le prélèvement prévu de 60 l/s ne peut être raisonnablement autorisé. Un prélèvement de 40 l/s a induit un rabattement amont acceptable de 6 m et un écoulement au seuil de 24.38 l/s.

### II.3.- Simulation de la nappe en régime transitoire

Dans cette deuxième approche où l'on a supposé que la nappe est une retenue se remplissant par des apports éphémères et très variables; on a alors considéré l'historique des pluies annuelles observées à l'ASSEKREM de 1955 à 1982 fournis par l'ONM. La figure 3 met en évidence la variabilité des pluies sur ces 28 années d'observation. L'apport total annuel, évalué précédemment (II.2) pour un état stationnaire donné, a été réintroduit selon deux composantes composantes qui, cette fois-ci, sont variables d'année en année.

Pour un prélèvement de 60 l/s, le débit calculé aux points à potentiel imposé (que l'on notera par la suite "DPPI") devient négatif à partir de la phase 16; c'est-à-dire que l'apport précédant de 86 mm de pluie correspondant à l'année 1970 s'est avéré insuffisant à compenser le prélèvement prévu de 60 l/s. Ce DPPI reste négatif et ne cesse de s'aggraver jusqu'à l'année 1973 où il atteint -16 l/s. Malgré les fortes pluies des années 1978 et 1979, respectivement 104 et 207 mm, il reste négatif, avec cependant une légère hausse vers les valeurs nulles. La figure 4 reprend les apports en vue d'une comparaison avec les DPPI en aval, au droit du seuil. Ce résultat permet de déterminer graphiquement la pluie qui provoquerait ou non un écoulement en aval des ouvrages de captage. La simulation prévisionnelle mise en oeuvre à partir d'un historique pluviométrique de 28 années aura permis de se fixer sur les débits à exploiter. Dans l'hypothèse d'un prélèvement de 60 l/s, la figure 4 fournit clairement les limites d'exploitabilité du système aquifère:

- pour une année sèche de 37.2 mm/an survenue en 1961, mais entourée par un épisode plus pluvieux variant de 100 à 250 mm/an entre 1957 et 1966, le système arrive encore à fournir un prélèvement de 60 l/s escompté en régime permanent sous une pluie interannuelle de 117.56 mm/an,
- trois années de sécheresse successives, à raison de 67.8 mm, 86.5 mm et 62.4 mm, survenues respectivement en 1969, 1970 et 1971, ont suffi à déséquilibrer le système aquifère,
- pour une année extrêmement sèche, 7.6 mm en 1973, et malgré un meilleur épisode qui s'en est suivi, le système aquifère n'a pu retrouver son équilibre.

Il semble que le volume des alluvions (47.5 millions de m<sup>3</sup>, au taux d'emmagasinement S = 10 p100) n'a pas suffisamment d'inertie pour fournir un débit exploitable de 60 l/s. Il apparaît, à l'examen des DPPI au seuil (Fig.4 et Fig. 5) que les années pluvieuses ne sont pas suffisamment stockées par le système aquifère, malgré la présence d'un seuil naturel en aval. Afin de rehausser artificiellement ce seuil et de simuler une digue souterraine nous avons repris la simulation du transitoire en divisant les transmissivités par 100 au droit des mailles à potentiel imposé. Sous un même pompage assorti des mêmes conditions aura permis d'atténuer le déséquilibre du système. La figure 5 montre que le DPPI est repoussé positivement de la phase 16 à la phase 19; son maximum se situant au phases 21, 23 et 24 (Fig.5), n'est plus que de 4 l/s au lieu de 16 l/s. Un prélèvement de 40 l/s est nettement plus acceptable. Le DPPI s'écoulant par le seuil est resté positif durant les 28 ans de simulation. L'année la plus sèche, 7.6 mm en 1973, a donné lieu à un écoulement aval par le seuil de 4 l/s.

### CONCLUSION & PROLONGEMENTS

Cette deuxième approche a pu être réalisée malgré le petit nombre de points de conditions aux limites à charge imposée conduisant à des problèmes numériques particulièrement ardues. (4 mailles à potentiel imposé en aval sur 354 mailles utiles et 8 mailles à flux imposé en amont). Etant donnée la forte distorsion longitudinale par rapport à la faible envergure des alluvions susceptibles d'être aquifères et apparemment libres, il n'est pas possible d'obtenir

de meilleurs ajustements de la transmissivité. Il n'est donc pas possible d'obtenir un meilleur calage du régime permanent, à moins de revoir entièrement l'algorithme numérique du modèle utilisé; considérer que la nappe est entièrement libre et revoir l'équation différentielle la régissant; on introduira en données supplémentaires les charges hydrauliques en liaison avec les perméabilités correspondantes ainsi que les côtes du substratum qui restent à acquérir.

Une autre approche conceptuelle de la structure hydrogéologique du bassin de l'Oued IN AMGUEL consiste à regarder la formation alluviale comme étant un drain géant collectant les ruissellements superficiels et infra-socle altéré de l'ensemble du réseau hydrographique. De par son contexte géologique, le réservoir souterrain ne comporte pas apparemment de discontinuités du substratum ou de fracturation majeure qui draineraient instantanément les apports.

### BIBLIOGRAPHIE

- ALGEO .- Etude hydrogéologique de la région d'IN AMGUEL par prospection électrique et sismique DEMRH (1979).
- BESBES M.- Simulation en hydrogéologie, UNESCO/ENIT, Février (1988)
- BOUGHERRARA F.M. -Essais de pompage sur sept forages d'exploitation dans l'Oued IN AMGUEL et destinés à L'IAEP de Tamanrasset - ANRH (1983).
- CHENAFI A. -Contribution à l'étude hydrogéologique des remplissages alluviaux dans les principaux oueds de la région de Tamanrasset (Hoggar Central) Thèse d'ingénieur Université d'Oran (1984).
- CORNET A.- Initiation à l'hydrogéologie saharienne Alger (1961).
- ENHYD.- Etude d'avant projet détaillé de trois barrages souterrains sur les oueds Tamanrasset, Outoul et IN-AMGUEL. Rapport préliminaire, Mission 1, Février (1989).
- MARSILY de G. Hydrogéologie quantitative M & Cie, (1981)

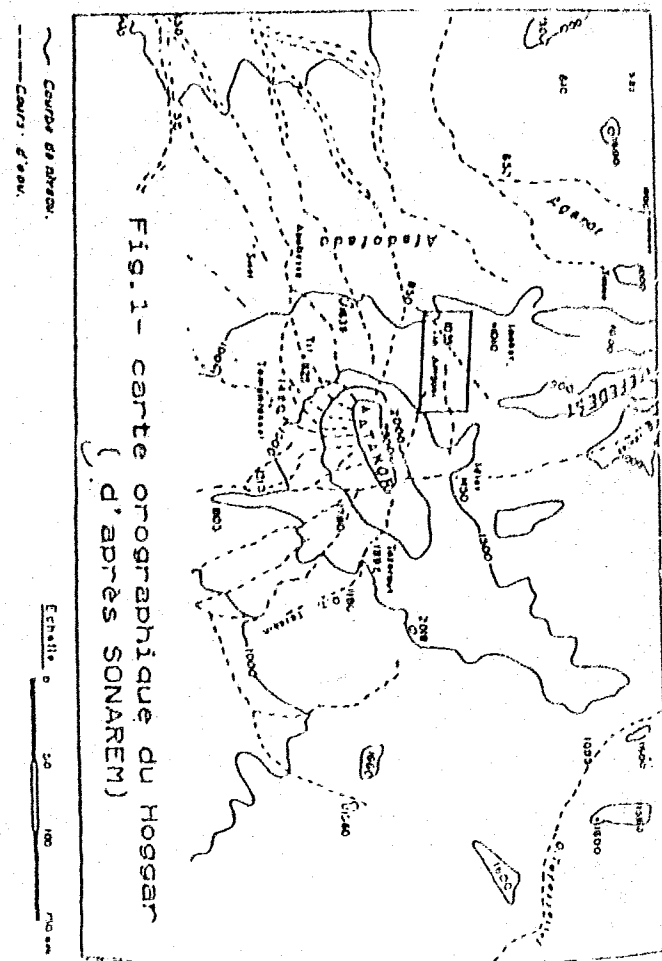
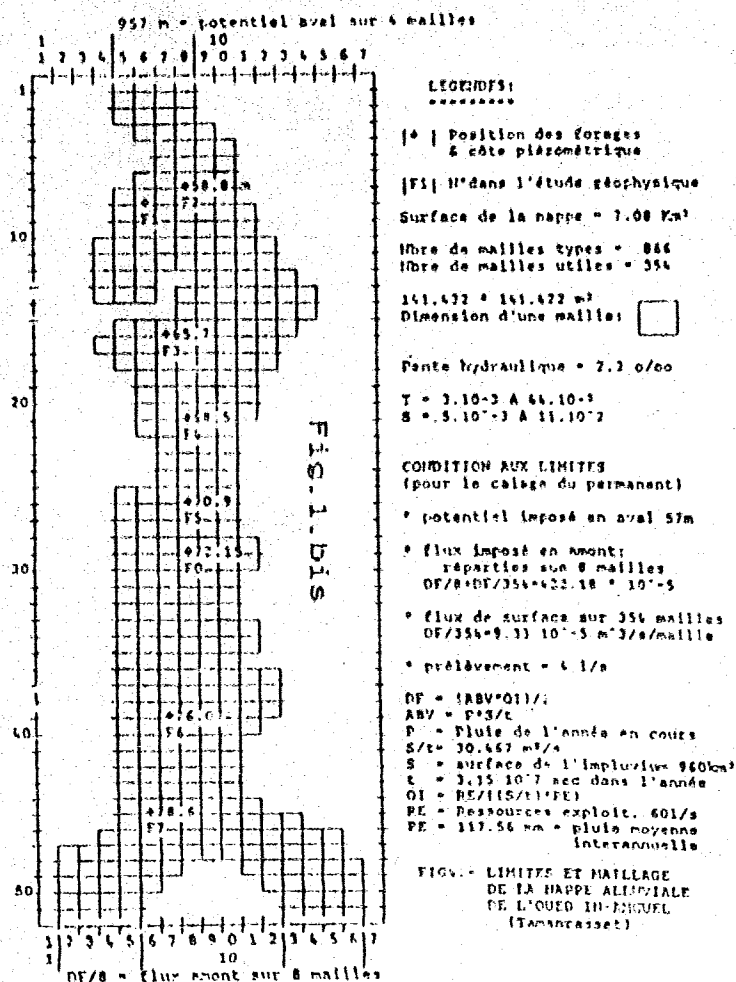
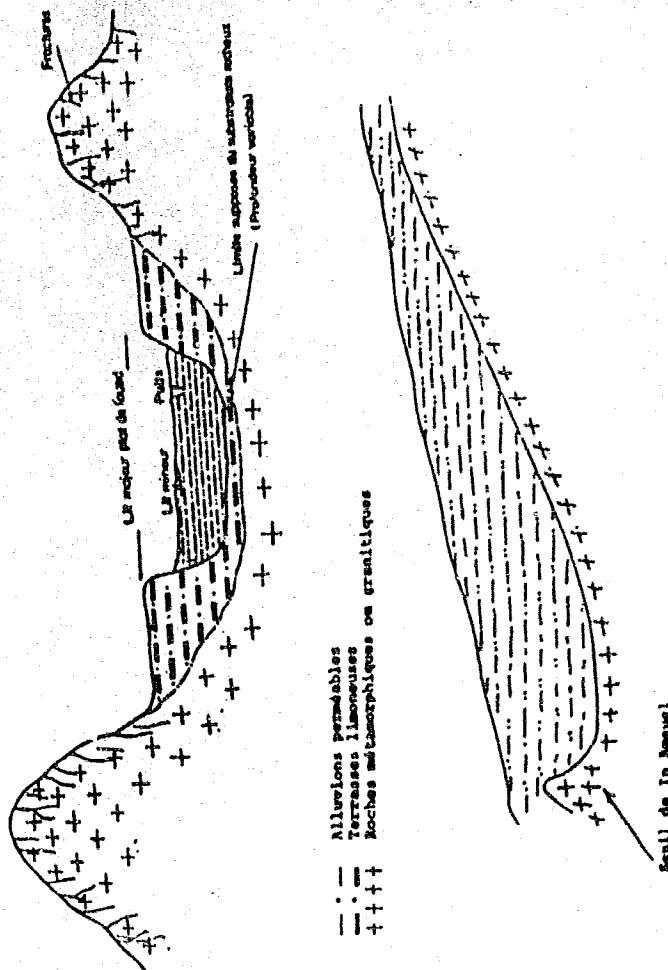
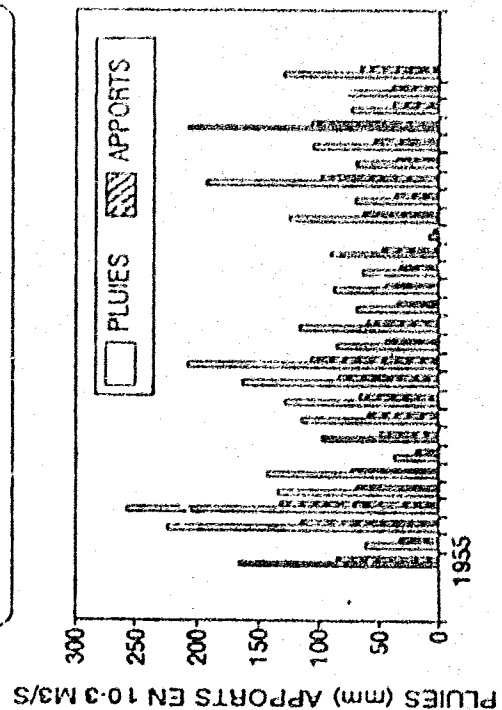


FIG. 3 - COUPE GÉOLOGIQUE SCHEMATIQUE DE L'ARÉAL DU ANGUEL.



Seuil de In Anguel

FIG. 3 - PLUVIOMETRIES A L'ASSEKREM (Versant ouest du Hoggar) Source: ONM



ANNEES

FIG. 4 - NAPPE INFEROFUX D'IN-ANGUEL apport à la nappe et DPI au seuil

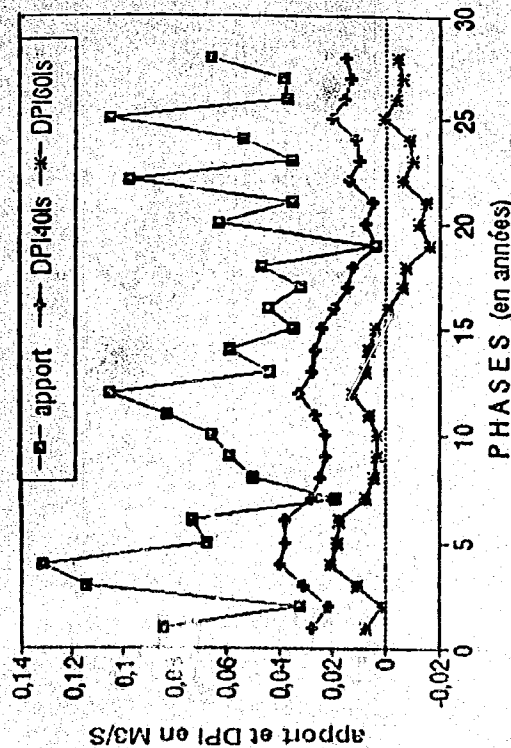
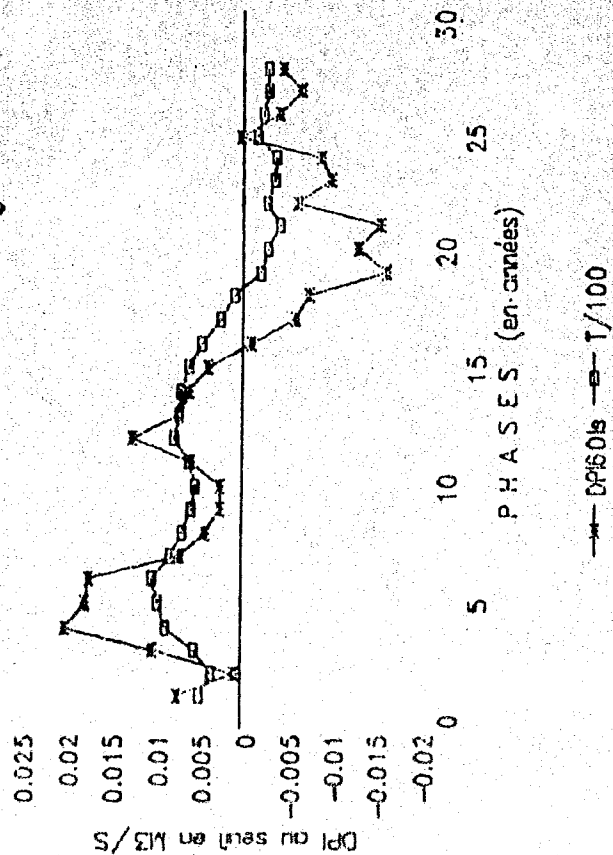


FIG. 5 - NAPPE INFEROFUX D'IN-ANGUEL DPI au seuil avec et sans digue







3

009 9 / EN 009 0 / ES 009 9 / (FR)

Code de langue des descripteurs (cocher obligatoirement celui qui convient)

	800	Donnée (à dactylographier)
Descripteurs AGROVOC pour l'index multilingue dans Agriculture		NAPPE SOUTERRAINE; HYDROGEOLOGIE; (PRIMAIRE) MODELE DE SIMULATION; ALGERIE
Autres descripteurs AGROVOC		/
Commentaires sur les descripteurs existants ou proposés	810	

4

009 9 /

Code de langue des termes d'indexation

Termes d'indexation de vocabulaire local	820	
--	-----	--

5

009 X / FR

Code de langue du résumé

Langue de résumé en clair	850	
Résumé	860	<p>Description du système hydrogéologique de la nappe des alluvions aquifères de l'oued In Amgnel, avec un croquis de simulation d'un modèle numérique classique, et fin de simuler une digue souterraine à surface libre</p>

المملكة المغربية  
البيروت العربي للتوثيق  
22.09.18  
20.9.18  
مركز الأبحاث والدراسات



**FIN**

النهاية

9

مشاهد

**VUES**