

METHODOLOGIE DE SUIVI, DE CONTROLE ET D'INTERVENTION SUR LES FORAGES D'AEP

A. BOUDJADIA
Université de Blida

RÉSUMÉ

Le captage d'eau souterraine par forage étant la principale technique utilisée en Algérie pour l'AEP, les coûts onéreux de ces ouvrages imposent un suivi régulier, un contrôle périodique et un entretien approprié. L'intervention sur les forages ne peut être efficace qu'à partir d'un diagnostic opportun.

Nous distinguerons le petit entretien de la grosse intervention après avoir posé une méthodologie de diagnostic de la défaillance ; cette dernière se traduisant par des modifications chimiques, physiques et bactériologiques de l'eau ; l'observation et le suivi de ces paramètres est un gage d'efficacité. Ainsi, nous proposons un organigramme reconnaissances des signes annonciateurs d'anomalie et des différentes techniques d'intervention dans un ouvrage détérioré. Dans cet article nous tenterons de dresser les principales anomalies, leurs origines et les moyens techniques d'intervention. Une méthodologie de diagnostic sera posée et un schéma d'orientation quant à la réhabilitation des ouvrages malades ou détériorés sera proposé.

MOTS CLÉS

contrôle • défaillance • diagnostic • forage • intervention.

1. Introduction

Les coûts onéreux des forages et de leurs équipements hydrauliques rendent plus que nécessaires leur suivi continu, leur contrôle régulier et leur maintenance et intervention opportune ; faute de quoi les risques peuvent être importants.

- Détérioration impliquant l'arrêt du pompage avec les coupures que cela induit.

Détérioration totale du matériel.

- Dégradation poussée de la qualité physico-chimique de l'eau.

2. Origines probables des avaries

La quasi majorité des avaries observées dans les forages en exploitation peut se classer en quatre catégories :

- La vétusté / vieillissement de l'ouvrage ; toujours accentué par le manque d'entretien.

- La conception des captages par mauvais calculs (solt, gravier), mauvais choix du matériau (gravier, tubage) et le mauvais positionnement des tubes crépines.

- L'exploitation inadaptée par un mauvais choix du débit d'exploitation, du rythme d'exploitation et la non maintenance des équipements.

- Les qualités physico-chimiques de la ressource qui, en concomitance avec l'un ou tous les aspects sus-cités peuvent accentuer la détérioration de l'ouvrage.

2.1 Les défaillances liées à l'ouvrage

Ils se traduisent toujours par des réduction de débit avec les difficultés que cela induit d'où l'impératif de les diagnostiquer à temps. Elles se résument pour l'essentiel en :

- la corrosion des parties métalliques qui résulte de l'agressivité de l'eau ou des terrains ainsi que de l'existence de couples électrolytiques (cas des forages de O. Sébaou). Ce phénomène en s'attaquant aux tubages peut soit les faire dissoudre totalement soit les percer localement ; ce qui se traduit par des envahissements d'éléments solides. Dans le cas d'attaque des parties externes du forage (béton) sans être une corrosion proprement dite peut affecter sérieusement la stabilité et la longévité du forage.

- le colmatage des crépines ; quelque soit sa

cause, il se traduit toujours par une réduction de débit. Cet entartrage peut être :

• **mécanique** : Il se produit très souvent après les surexploitation des forages percés dans de terrains sablonneux qui se déstabilisent facilement et voient ainsi les massifs de gravier colmatés par les particules fines.

• **physico-chimique** : C'est la conséquence de la nature très dures (TAC élevé) de l'eau ou de sa forte minéralisation en ferromagnésiens. Le pompage mal contrôlé (fréquents démarrages) et arrêts) se traduit par le dépôt d'un tarte sur les crépines les obstruant ainsi.

D'autre part, le mauvais choix du matériau du tubage qui ne tient pas compte de l'agressivité de l'eau et un facteur catalyseur accélérateur du phénomène.

• **colmatage bactérien** : Il est surtout observé dans les nappes alluviales peu profondes. Il se manifeste par la présence soudaine de filaments gélatineux dans l'eau pompée. Ces filaments sont développés par des bactéries et semblent résulter particulièrement de la modification brusque des caractères du milieu. (sécheresse, crue, rehaussement ou baisse brutale du niveau piézométrique...)

• **Envahissement par les particules fines** : Il peut être soit brutal (rarement) et il est alors causé par la rupture de la crépine sous l'effet d'une corrosion, soit très lent et il est alors la conséquence d'une surexploitation. Le plus souvent ce problème peut être évité par un bon calcul du slot et du gravier et une bonne préparation du forage (lavage) avant sa mise en production.

2.2 Les avaries liées à la qualité de l'eau

Ces causes sont rares mais concourent à la baisse de rendement du forage. Elles peuvent se manifester temporairement lors de :

- Une baisse générale et importante du niveau piézométrique de la nappe suite à un déséquilibre exploitation/alimentation, ce qui se produit suite à de grandes périodes de sécheresse.

- Un aménagement régional mal conduit tel que barrage, retenue, infrastructure routière... qui peut affecter l'écoulement des nappes peu profondes.

- Un surexploitation qui se traduirait par la dégradation de la qualité de l'eau (augmentation de la salinité, de la dureté...) qui elle-même catalyse d'autres phénomènes (corrosion, entartrage...) en même temps que la baisse exagérée et prolongée du niveau piézométrique avec le même effet qu'une sécheresse prolongée.

2.3 Les avaries liées à l'exploitation

C'est la catégorie la plus simple à éviter et se résume en deux catégories :

- Une exploitation abusive et inadaptée dont les effets peuvent être grave et irréversible. Ainsi, le respect du débit d'exploitation déterminé lors des essais de pompage est impératif à respecter faute de quoi les conséquences seront nombreuses et peuvent jouer en concomitance : ensablement avec détérioration des turbines de la pompe, corrosion (entartrage) qui peut résulter d'un développement bactérien, d'une augmentation de la minéralisation ou d'une déstabilisation du massif du gravier.

- Une exploitation ne tenant pas compte des caractéristiques du forage. C'est le cas des forages en pays karstiques où l'exploitation ne doit ni dénoyer les fissures ni les entarter et dans les aquifères à niveaux argileux puissants ou le débit d'exploitation ne doit pas permettre la création de remous au niveau des contacts aquifère/argiles ni entraîner les particules fines de ces dernières. Dans ces cas, il est préconisé de se référer plus au niveau dynamique comme critère d'exploitation qu'au débit déterminé préalablement.

3. Diagnostic des défaillances

3.1 Signes et indices annonciateurs

L'observation régulière d'un certain nombre d'indices simples à mettre en œuvre est la méthode la plus sûre pour une intervention opportune sur les forages. Nous distinguerons :

• Les indices physico-chimiques bactériologiques et physiques

L'observation de l'une ou de plusieurs des modifications suivantes constitue une alerte quant à l'existence d'une anomalie dans le forage :

- augmentation significative de la conductivité

de l'eau.

- modification importante de la température ;

- modification importante inhabituelle de certains paramètres physico-chimiques : sulfates, nitrates, turbidité...

- augmentation de la flore bactérienne.

- présence de coliformes et de streptocoques.

- présence d'irisation à la surface (hydrocarbures ou oxydes métalliques).

- présence inhabituelle de particules solides (sable, argiles).

L'ensemble de ces observations ne nécessite pas de gros moyens matériels lesquels se résument en :

- conductivimètre et thermomètre.

- moyens d'analyses physico-chimiques classiques.

- moyens d'analyses bactériologiques.

- moyens de l'analyses des métaux lourds.

Il apparaît donc que le meilleur moyen de prévention reste l'analyse régulière de l'eau pompée. Le contrôle de la température et de la conductivité étant très simple à mettre en œuvre, toute les stations de pompages doivent être dotées de thermomètre et de conductivimètre.

• Les indices techniques

Ce sont essentiellement les accrochages et les chocs de la pompe lors de sa remontée et sa descente, ce qui laisse supposer que celle-ci est régulièrement maintenue en état de fonctionnement optimum.

3.2 Signes et indices annonciateurs d'anomalies de la partie productive du forage

Ces indices peuvent se regrouper en trois catégories :

- les indices physico-chimiques dont l'effet est toujours d'élever les concentrations en éléments métalliques et ferromagnésiens de l'eau pompée.

- les indices physiques dont l'effet est la présence de flocons rougeâtres ou bruns et de filaments gélatineux (bactéries).

- les indices techniques dont l'effet est le surelevement de la côte du fond du forage (ensablement) la réduction du débit d'exploitation et la baisse visible du niveau piézométrique.

Notons cependant que l'ensemble des effets si-

gnalés ne peut justifier une intervention hâtive. Après constat, il est impératif de s'assurer d'abord de la cause.

4. Méthodologie et moyens d'identification d'anomalies

La démarche la plus sûre consiste à poser d'abord un diagnostic d'orientation qui permettra d'identifier et l'anomalie et le moyen technique d'y remédier.

La quasi majorité des avaries observées dans les forages en exploitation peut se classer en catégories :

- *La vétusté / vieillissement de l'ouvrage* : Ce vieillissement est accentué par le manque d'entretien.
- *La conception des captages* : les mauvais calculs (slots, gravier), le mauvais choix du matériau (gravier, crépines, tubage...), le mauvais positionnement des tubes crépines.. sont autant de

4.1 Diagnostic d'orientation

Cette étape est extrêmement importante, elle permet de statuer sur l'implication ou non du forage lui-même dans la défaillance. Selon qu'il a été régulièrement contrôlé ou non, l'analyse historique de l'anomalie devrait permettre l'orientation de l'intervention et sa nature. Quelque soit le cas il est impératif de :

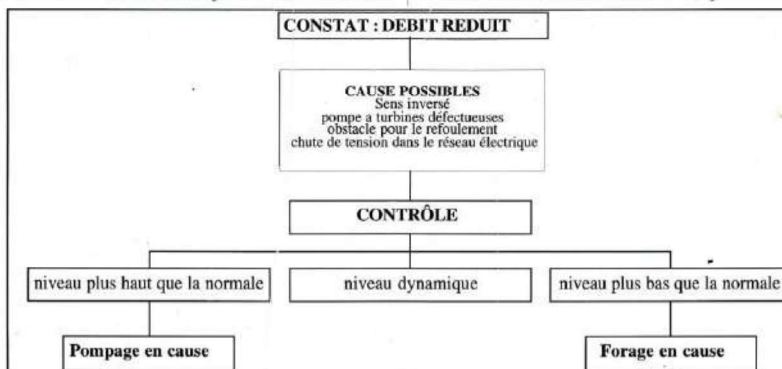
- supprimer les causes de l'anomalie,
- éliminer ses conséquences / effets (la réparer),
- modifier les caractéristiques de l'exploitation afin d'éviter une rechute.

4.2 Démarche et techniques d'identification

Généralement en ce qui concerne les forages, c'est surtout le débit qui est connu presque en continu, par conséquent, c'est sa réduction qui attire l'attention. Dans ce cas, l'examen suivant permet son diagnostic.

Selon le cas, il est toujours souhaitable d'effectuer :

- des mesures et des essais : Ils permettent de



facteurs responsables de la fréquence des avaries et de détérioration des forages.

- *L'exploitation inadaptée* : Le mauvais choix du débit d'exploitation, du rythme d'exploitation, la non maintenance des équipements (électromécaniques) peuvent aussi générer des avaries importantes.

- *Les qualités physico-chimiques des eaux* : qui en concomitance avec l'un ou la totalité des facteurs signalés accentuer la détérioration des ouvrages.

contrôler la réalité de la défaillance (débit spécifique, courbe caractéristique analyse de l'eau, évolution du niveau dynamique...)

- des examens par diagraphies/caméra dans le cas où c'est le forage qui est incriminé qui permettent de localiser précisément l'avarie et de définir les moyens et modalités d'intervention. L'inconvénient majeur réside dans le fait que cela nécessite l'enlèvement de la pompe et par conséquent l'arrêt du pompage pendant plusieurs jours. Ces mêmes outils (diagraphie / caméra)

Type de diagraphies	Objectifs	Limites
Gama ray	contrôle de la cohérence entre technique et coupe géologique reconstitution de la coupe lithologique	influence du diamètre du tubage
Diamètreuse thermographie	vérifications des diamètres intérieurs individualisation des zones productrices détection de l'eau de différents horizons	espace disponible
Conductivimétrie	détection de l'eau d'un niveau différent individualisation des zones productrices	
Sonde gyroscopique	mesure de la déviation du forage	
Log Neutron	détermination de la porosité et sa comparaison avec celle d'avant l'anomalie	uniquement partie immergée

Tabeau 1 : Types de diagraphies

seront utilisés comme moyens de contrôle après l'intervention. Parmi ces techniques, le tableau 1 consigne les plus utilisés.

Il est fondamental que tout diagnostic doit être bien conduit et, les techniques devant permettre la détermination de toute anomalie doivent être utilisées en concomitance. L'intervention sur le captage ne doit être engagé qu'après assurance de la cause incriminée. Cependant, le meilleur remède reste le contrôle en continu des captages par entretien systématique.

5. Entretien d'un forage

Comme dans tout entretien, nous distinguerons :

• **L'entretien de maintenance**

Il porte principalement sur le maintien en état de fonctionnement adéquat du forage et concerne ses parties visibles :

- étanchéité de la tête de l'ouvrage
- dévégétalisation des abords (périmètres de protection),

- maintenance des canalisations et des installations électriques des chambres de pompage ;

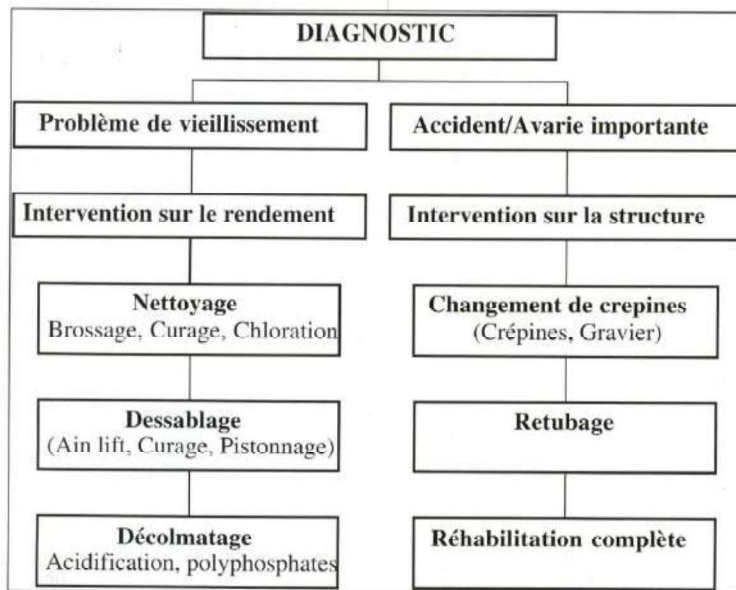
• **L'entretien préventif**

Il est toujours moins onéreux et plus simple qu'une réparation effectuée après incident. Sa mise en œuvre doit cependant être toujours précédée d'un diagnostic sûr et précis.

En général, une période de cinq années est suffisante dans le cas d'une exploitation conforme aux caractéristiques de l'ouvrage de captage.

La programmation doit se faire durant les périodes de faibles demandes en tous cas pas entre les mois de Mai et Octobre.

L'organigramme suivant précise la voie à suivre ■



BIBLIOGRAPHIE

[1] Agence de l'Eau n°32 : "Guide pratique pour le contrôle et l'entretien des captages d'eau souterraine". Ministère français de l'équipement 1991.
 [2] D. Baroni : "L'eau et la protection des nappes par la réalimentation artificielle". Cas de la nappe Franco - Suisse de l'Arve. Rév. TSM. 1971.
 [3] A. Boudjadja : "Les forages d'exploitation : Réalisation, Equipement, Développement et Programation Exécution et Interpretations des Essais de Ponpage" Mém. DEA Paris VI - 1981.
 [4] G. Castany : "Prospection et exploitation des eaux souterraines". Ed Dunod. 1968.
 [5] J.Y. Cordeau : "Conférences inédites". USTHB Alger. 1980.
 [6] A. Schambach "Aperçu sur le développement des forages d'eau". Doc. int. DHW Alger. 1965.
 [7] Forage et boue : "Pratique du pétrole" Col. IFP 1978.