



**COMMUNE DE AMBRONAY**



---

## **PUITS ET FORAGE DU BELLATON**

**DIAGNOSTIC DU Puits ET DU FORAGE PAR INSPECTIONS  
VIDEO**

Réf. 22-087/01

Version 1 / 10 février 2023



**CPGF-HORIZON**

COMMANDITAIRE

**Syndicat Intercommunal des Eaux de la Région d'Ambérieu en Bugey**

LOCALISATION

**Commune de AMBRONAY**

OBJET DE L'ETUDE

**Puits et forage du Bellaton**

**N° Affaire :  
22-087/01**

INTITULE DU RAPPORT

**Diagnostic du puits et du forage par inspections vidéo**

*Conditions d'utilisation du rapport*

*Ce présent document est, dans sa globalité :*

*Rédigé à l'usage exclusif du maître d'ouvrage et de façon à répondre aux objectifs contractuels ;*

*La propriété exclusive de maître d'ouvrage, les conséquences des décisions prises suite aux recommandations émises ne pourront en aucun cas être imputées à CPGF-HORIZON ;*

*Basé sur les connaissances techniques, réglementaires et scientifiques disponibles à la date d'émission du rapport et se limite à la zone étudiée ;*

*Indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation dépassant les recommandations émises ne saurait engager la responsabilité de CPGF-HORIZON sauf en cas d'accord préalable établi.*

VERSION N°	DATE	REDIGE PAR	RELECTURE	MODIFICATIONS / EVOLUTIONS
1	Février 2023	R. BENOIT	G. CECILLON	

*Ce rapport peut être cité comme suit :*

*CPGF-HORIZON, 2023. Puits et forage du Bellaton. Diagnostic du puits et du forage par inspections vidéo. Rapport n°22-087/01, v1. Auteur(s) : Romain BENOIT.*

# SOMMAIRE

<b>1 Préambule.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Les ouvrages du Bellaton .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Méthode et moyens .....</b>	<b>7</b>
3.1 Méthodologie .....	7
3.2 Protocole du diagnostic .....	8
3.2.1 Pour l'inspection du cuvelage du puits du Bellaton .....	8
3.2.2 Pour l'inspection du cuvelage du forage du Bellaton.....	9
<b>4 Protocole d'inspection des ouvrages du Bellaton .....</b>	<b>10</b>
<b>5 Inspection vidéo du puits du Bellaton .....</b>	<b>11</b>
5.1 Les colonnes d'exhaure : .....	11
5.2 Partie émergée du puits de 0 à -9,37 m/repère : .....	13
5.3 Partie immergée du puits de -9,37 à -12,62 m/repère : .....	15
5.3.1 Le fond du puits (-12,62m/repère) : .....	17
5.4 Conclusions partielles .....	17
<b>6 Inspection du forage du Bellaton .....</b>	<b>19</b>
6.1.1 La colonne d'exhaure : .....	19
6.1.2 Partie émergée du forage de 0 à -9,3 m/repère : .....	21
6.1.3 Partie immergée du forage de -9,3 à -20,76 m/repère : .....	22
6.1.4 Le fond du forage (-20,76m/repère) : .....	23
6.2 Conclusions partielles .....	23
<b>7 Conclusions du diagnostic .....</b>	<b>25</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 2-1 : vue aérienne de la parcelle qui accueille les ouvrages .....	5
Figure 2-2 : Coupe technique du puits du Bellaton (source : Infoterre) .....	6
Figure 3-1 : Drone et vue de l'inspection du puits .....	8
Figure 5-1 : Vues de la colonne d'exhaure présente dans le puits .....	12
Figure 5-2 : Vues de l'intérieur du puits en pierres maçonnées (partie émergée) .....	14
Figure 5-3 : Vues de la partie immergée du puits intérieur .....	15
Figure 5-4 : Vues du fond du puits intérieur .....	17
Figure 5-5 : Coupe technique du puits du Bellaton .....	18
Figure 6-1 : Vue de colonne d'exhaure .....	20
Figure 6-2 : Vues de l'intérieur du forage (partie émergée) .....	21
Figure 6-3 : Vues de la partie immergée du forage.....	22
Figure 6-4 : Vues du fond du forage.....	23
Figure 6-5 : Coupe technique du forage du Bellaton .....	24

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 : Critères de diagnostic des forages et captages d'eau .....	7
Tableau 7-1 : Synthèse des diagnostics .....	25

# 1

## Préambule

Conformément à l'article 11 de de l'arrêté du 11 septembre 2003 fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forages, créations de puits ou d'ouvrages souterrains, une inspection périodique des captages d'alimentation en d'eau potable (AEP) doit être réalisée, au minimum tous les 10 ans.

L'objectif de cette inspection est de vérifier :

- L'étanchéité de l'ouvrage et l'absence de communication entre les eaux prélevées et les eaux de surface ou celles d'autres formations aquifères interceptées par l'ouvrage ;
- L'état et la corrosion des matériaux tubulaires de l'ouvrage (cuvelage, tubages...) et du dispositif de pompage (pompe, canalisation d'exhaure...) ;
- L'éventuel dégradation de l'ouvrage :
  - ☐ Colmatage de la partie captante ;
  - ☐ Ensablement de l'ouvrage ;
  - ☐ Collapse ou déchirure ;
  - ☐ Etc.

Une inspection vidéo permet avant tout de vérifier l'état (vieillessement), le bon fonctionnement et le plan d'un ouvrage de production d'eau potable afin de déterminer les causes d'un défaut de production.

Afin de répondre à cette exigence réglementaire et connaître l'état de son ouvrage AEP, le SIERA a sollicité CPGF HORIZON pour la réalisation d'un diagnostic vidéo de ses ouvrages de captage situés sur le champ captant du Bellaton sur la commune d'AMBRONAY (01).

**Le présent document présente le compte-rendu de toutes inspections vidéo réalisées.**

## 2

# Les ouvrages du Bellaton

Les ouvrages du Bellaton sont situés dans une parcelle clôturée mais en mauvais état et munie d'un portail non verrouillé.

Deux ouvrages sont présents sur la parcelle :

- Un puits « gros diamètre » dans le bâtiment de la station de pompage ;
- Un forage au nord de la station de pompage.



Figure 2-1 : vue aérienne de la parcelle qui accueille les ouvrages



Le puits du Bellaton a été réalisé à priori en 1967 puis un forage a été réalisé en 1989.

Les caractéristiques connues de ces deux ouvrages sont les suivantes :

- **Puits (Bellaton) : BSS001SCTA**
  - Profondeur : 12,5 m ;
  - Diamètre intérieur : 1,5 m ;
  - Equipement : 3 pompes immergées de débit : 2 x 45 m<sup>3</sup>/h et 90 m<sup>3</sup>/h.
- **Forage (Bellaton nouveau) : BSS001SCRZ**
  - Profondeur : 20m ;
  - Diamètre intérieur : 600mm ;
  - Equipement : 1 pompe immergée de 90 m<sup>3</sup>/h.

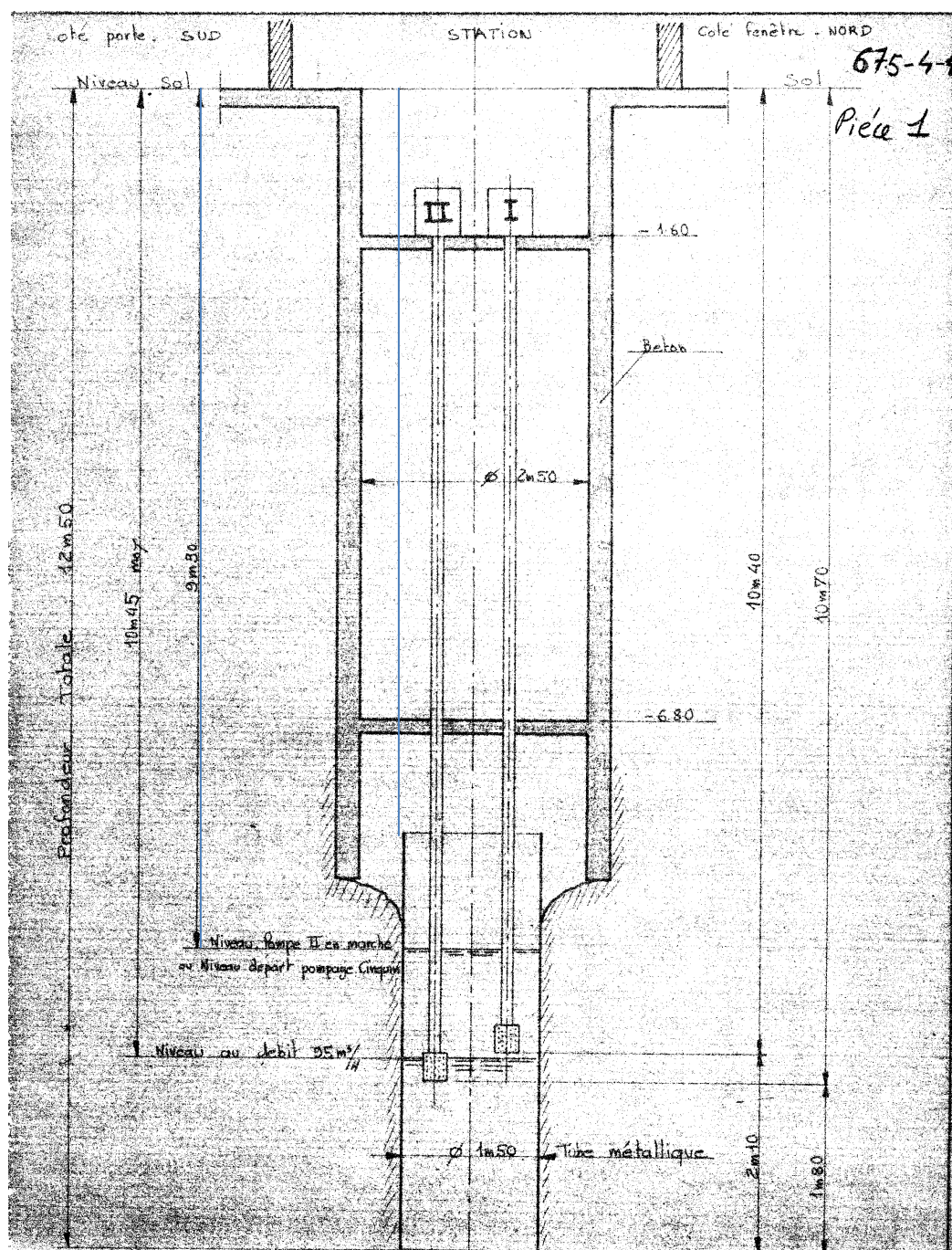


Figure 2-2 : Coupe technique du puits du Bellaton (source : Infoterre)

## 3

## Méthode et moyens

### 3.1 Méthodologie

Les diagnostics de forages et de captages proposés par CPGF HORIZON s'appuient sur l'étude de l'état et de la performance selon trois échelles d'investigation :

- Le niveau de l'équipement du forage : matériaux et géométrie des tubages ;
- Le niveau de l'hydraulique du forage : productivité ;
- Le niveau de la disponibilité de la ressource : niveaux de la nappe, qualité des eaux et effet des limites de l'aquifère.

Pour chaque échelle, le Tableau 3-1 énumère les principaux critères d'évaluation.

**Tableau 3-1 : Critères de diagnostic des forages et captages d'eau**

	Equipement (structure)	Hydraulique (performance)	Ressource (disponibilité)
Etat	Plan de tubage Cimentation Verticalité	Plan pompe Débit exploité / HMT Mélange de nappe	Hydrostratigraphie Chimie (fer, azote...) Niveau statique Niveau dynamique
Performance	Colmatage Défaut de matière Floc bactérien	Paramètres B et C Q critique Q spécifique Flux dans la colonne Turbidité	Limites de l'aquifère Drainance Relation nappe-rivière

A partir de ces critères, les niveaux de diagnostics suivants sont définis :

- Niveau 1 (diagnostic de base) : analyse bibliographique des données.
  - ☐ Objectif : évaluer le degré connaissance du captage ;
- Niveau 2 (diagnostic préalable) : réalisé dans le cadre de l'exploitation, il s'appuie sur une inspection endoscopique (passage caméra).
  - ☐ Objectif : suivre le vieillissement du forage ;
- Niveau 3 (diagnostic détaillé). Il comprend des essais de pompage par palier pour vérifier l'hydraulique du captage.
  - ☐ Objectif : évaluer les besoins en maintenance (régénération, complétion) et les possibilités de modifier l'exploitation ;
- Niveau 4 (diagnostic approfondi) : l'étude de la ressource est réalisée avec un essai de pompage longue durée ;
  - ☐ Objectif : confirmer la capacité d'augmenter l'exploitation.

#### 3.1.1 Niveau de diagnostic

Le diagnostic réalisé sur les ouvrages du Bellaton correspond à un diagnostic détaillé (niveau 4).

Le diagnostic détaillé a été réalisé à partir des mesures suivantes :

- Une inspection vidéo des cuvelages ;
- Un essai de pompage dans chaque ouvrage.



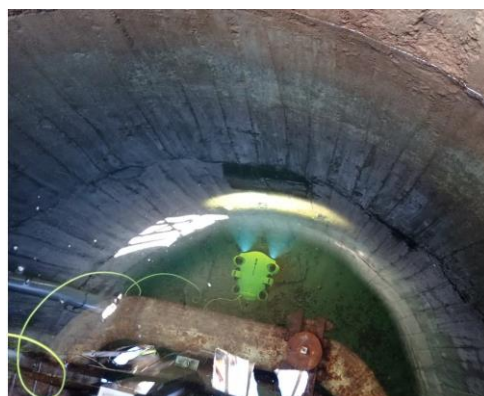
## 3.2 Protocole du diagnostic

### 3.2.1 Pour l'inspection du cuvelage du puits du Bellaton

Compte-tenu du diamètre et de la géométrie particulière de l'ouvrage, nous avons utilisé un drone submersible.

L'intérêt de l'utilisation du drone par rapport à une caméra immergeable est sa possibilité de mobilité totale dans le puits. Il permet de réaliser des inspections sur l'ensemble du diamètre de l'ouvrage, notamment au regard des barbacanes situées dans la partie en grand diamètre.

Le drone utilisé présente un encombrement limité lui permettant un accès aisé (383 x 331 x 143mm).



**Figure 3-1 : Drone et vue de l'inspection du puits**

Les principales fonctions de l'outil utilisé sont :

- La capture d'image et de vidéo en 1920x1080p avec un objectif f/2.3 pour une visibilité accrue même à basse luminosité ;
- Phares LEDs d'une puissance de 4000 lumens ;
- Une option de blocage de la profondeur d'évolution du drone particulièrement intéressante pour la reconnaissance des rangées de barbacanes tout en évoluant sur tout le diamètre du puits ;
- Capteur de profondeur embarqué ;
- CAPTEUR IMU gyro 3 axes/accéléromètre/compas ;
- Inclinaison de l'angle du drone à 45° permettant des visons axiaux différenciés ;
- Profondeur d'immersion : 100 m.
- Autonomie de 4 heures

Une inspection 360° des ouvrages a été réalisée dans la partie en grand diamètre ce qui permettra une inspection affinée de l'état des perforations créées (barbacanes, drains, etc.).

Les inspections ont été réalisées en régime statique.

**L'avantage de cet appareil est de pouvoir accéder rapidement aux parties immergées des ouvrages verticaux en toute sécurité et en limitant la mise en suspension de particules fines.**

### 3.2.2 Pour l'inspection du cuvelage du forage du Bellaton

Compte-tenu du faible espace disponible entre le cuvelage du forage et la colonne d'exhaure, nous avons utilisé une caméra d'inspection de petit diamètre.



L'ensemble de vidéo inspection est de la marque RIDGID, de type « SEESNAKE COMPACT 2 » et composé de :

- ✚ D'une tête de caméra (25 mm de diamètre) avec éclairage à LEDs blanches ;
- ✚ D'une unité de contrôle (CCU) et de commande ;
- ✚ D'un odomètre (compteur de distance) ;
- ✚ D'un dévidoir fermé avec câble diamètre 6.8 mm et longueur 30 mètres.

#### Tête de caméra :

La tête de la caméra est composée de LEDS réglables et d'une lentille résistante aux rayures.

**ATTENTION**, la tête de cette caméra n'est pas dirigeable, nous n'avons donc qu'une vision verticale de l'ouvrage.



#### Unité de contrôle de caméra (CCU) :

Cette partie fournit l'alimentation électrique au dévidoir de la caméra, contrôle l'intensité lumineuse et dispose d'un écran couleur intégré pour visualiser les images. Le moniteur peut être laissé monter ou retiré du châssis afin d'améliorer le confort de visualisation.

#### Le Tambour et le câble de poussée :

Ce câble se termine directement à l'arrière du ressort. Il possède un noyau de haute résistance en fibres de verre suffisamment rigide pour permettre une poussée sur de longues distances tout en restant assez souple pour prendre des courbes prononcées. La gaine extérieure résiste à l'abrasion.

# 4

## Protocole d'inspection des ouvrages du Bellaton

---

L'inspection du puits et du forage du champ captant du Bellaton a nécessité les interventions suivantes :

- **Le 23 novembre 2022** : Inspection du puits par drone sous-marin
  - ☐ Moyens mis en œuvre : drone sous-marin
  - ☐ Objectifs :
    - Inspection du cuvelage émergé ;
    - Inspection du cuvelage immergé
    - Inspection du fond ;
    - Contrôle des équipements électromécaniques en place.
  - ☐ Programme :
    - De 9h à 9h30 : inspection du cuvelage émergé du puits ;
    - De 9h30 à 10h00 : inspection du cuvelage immergé du puits ;
- **Le 23 novembre 2022** : Inspection du forage par caméra endoscopique
  - ☐ Moyens mis en œuvre : caméra endoscopique
  - ☐ Objectifs :
    - Inspection du cuvelage émergé ;
    - Inspection du cuvelage immergé
    - Inspection du fond ;
    - Contrôle des équipements électromécaniques en place.
  - ☐ Programme :
    - De 10h à 11h00 : inspection du cuvelage du forage (Bellaton nouveau) ;

# 5

## Inspection vidéo du puits du Bellaton

L'objectif de cette intervention est de réaliser une inspection fine des parois du cuvelage interne du puits afin d'en connaître leurs caractéristiques et leur état de vieillissement.

Nous avons pris comme point de référence pour nos mesures, le dessus de la dalle d'accès aux puits (cf schéma ci-dessous)



Lors de notre inspection, le niveau statique dans le puits se situait à -9,37 m/repère (23/11/2022 à 9h15).

### 5.1 Les colonnes d'exhaure :

Une seule colonne « en INOX » est présente dans le puits :

- Sur sa partie émergée, la colonne ne présente pas de défaut visible notamment au droit des brides de jonction ;
- Dans sa partie immergée, la colonne ne présente pas de défaut visible.
- La crépine d'aspiration se situe à environ -11,46 m / rep et ne présente aucune dégradation.



**Figure 5-1 : Vues de la colonne d'exhaure présente dans le puits**



Vue du départ de la colonne en « INOX »



Vue de la colonne en « INOX »



Vue de la colonne en « INOX »



Vue de la colonne en « Fonte »



Vue du haut de la pompe



Vue du corps de la pompe



Vue de la crépine de la pompe avec corrosion des boulons



Vue de la crépine de la pompe



## 5.2 Partie émergée du puits de 0 à -9,37 m/repère :

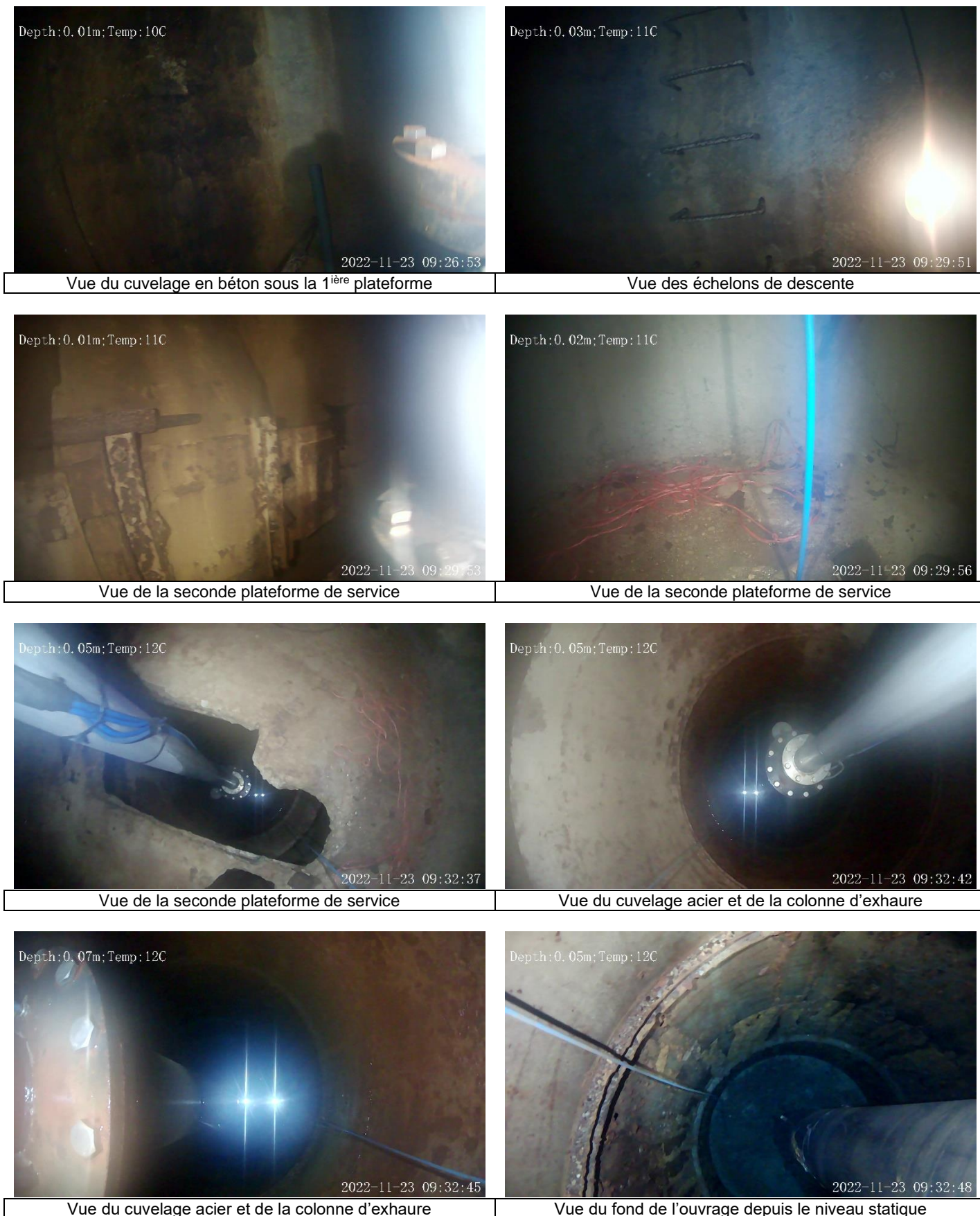
L'inspection de la partie émergée du puits a mis en évidence les points suivants :

- De 0 à -7,2 m/repère : le cuvelage du puits est en béton et est globalement en bon état ;
- A environ -1,65 m/repère : existence d'une 1<sup>ière</sup> plateforme de service en béton avec 2 IPN maintenant la colonne d'exhaure. Toutes les parties métalliques sont corrodées. Sous cette plateforme, des échelons de descente sont visibles ;
- A environ -7,2 m/repère : existence d'une ancienne plateforme de service en béton. Toutes les parties métalliques sont fortement corrodées ;
- A -8,6m/repère : réduction du diamètre du puits. Le cuvelage est en acier est mesure 1,5m de diamètre. L'espace annulaire entre les deux cuvelages n'a pas pu être observé ;
- De -8,6 à -9,37 m/repère : vue du cuvelage acier avec important corrosion.

Vue de l'intérieur du puits sur sa partie émergée :



**Figure 5-2 : Vues de l'intérieur du puits en pierres maçonnées (partie émergée)**



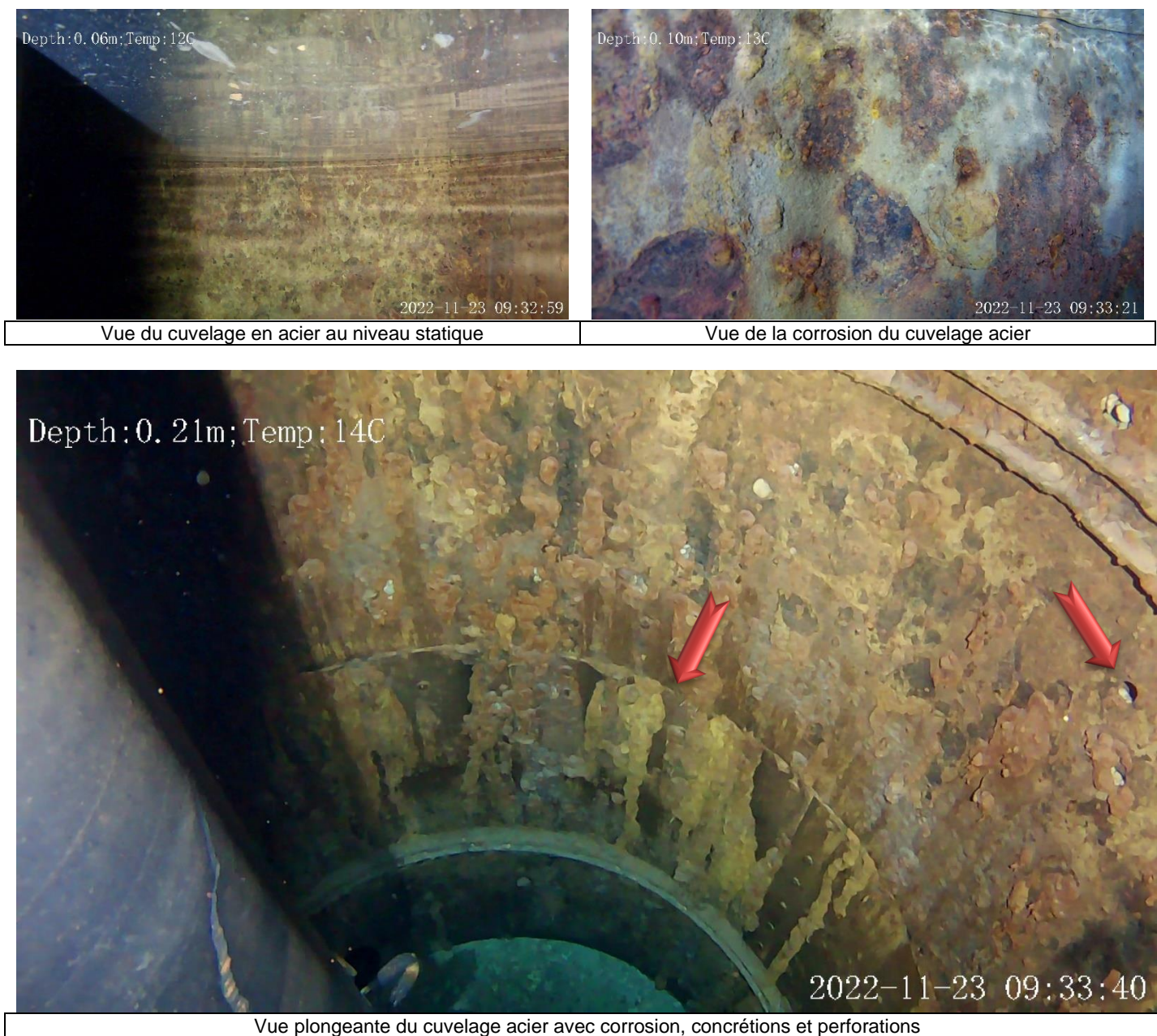


## 5.3 Partie immergée du puits de -9,37 à -12,62 m/repère :

L'inspection de la partie immergée du puits a mis en évidence les points suivants :

- Vue des parois du cuvelage en acier ;
- Les parois présentent de nombreuses perforations liées à l'important corrosion du cuvelage ;
- De nombreuses concrétions sont également visibles ;
- A la base du cuvelage, les alluvions naturelles sont nettement visibles.

**Figure 5-3 : Vues de la partie immergée du puits intérieur**







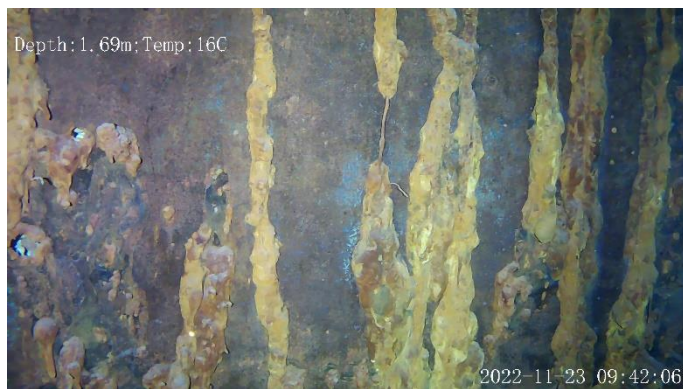
Vue du cuvelage acier avec corrosion, concrétions et perforations



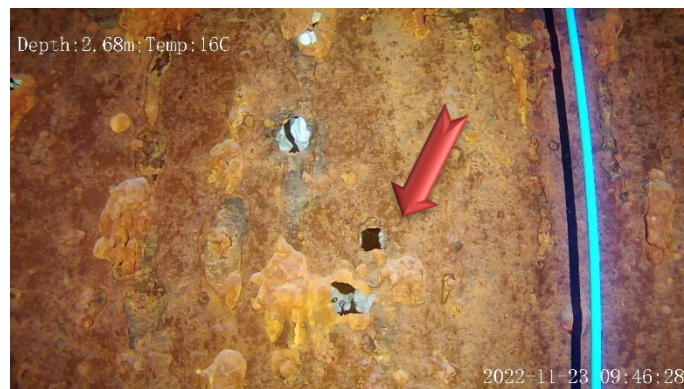
Vue plongeante du cuvelage acier avec corrosion, concrétions et perforations



Vue d'une jonction de cuvelage avec concrétions et perforations



Vue des concrétions à la surface du cuvelage



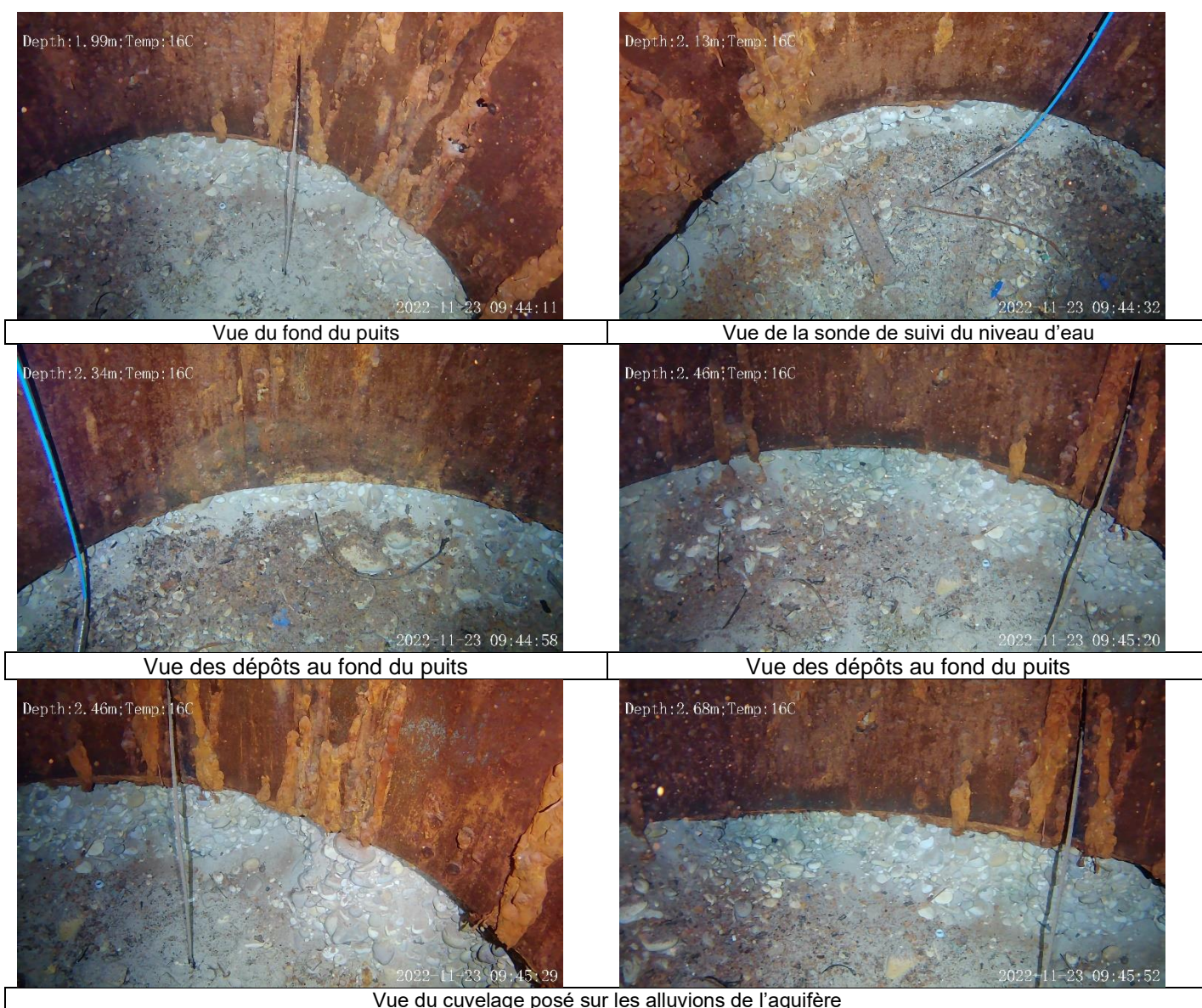
Vue de perforations avec alluvions à l'extrados



### 5.3.1 Le fond du puits (-12,62m/repère) :

Le fond n'est pas étanche (dalle béton ou bouchon métallique), le cuvelage est au contact direct des alluvions. Ces alluvions sont partiellement recouvertes de fragments de rouille et de concrétions mais aussi d'éléments anthropiques tels que des colliers plastiques, des éléments métalliques, des morceaux de bois, etc.

Figure 5-4 : Vues du fond du puits intérieur



## 5.4 Conclusions partielles

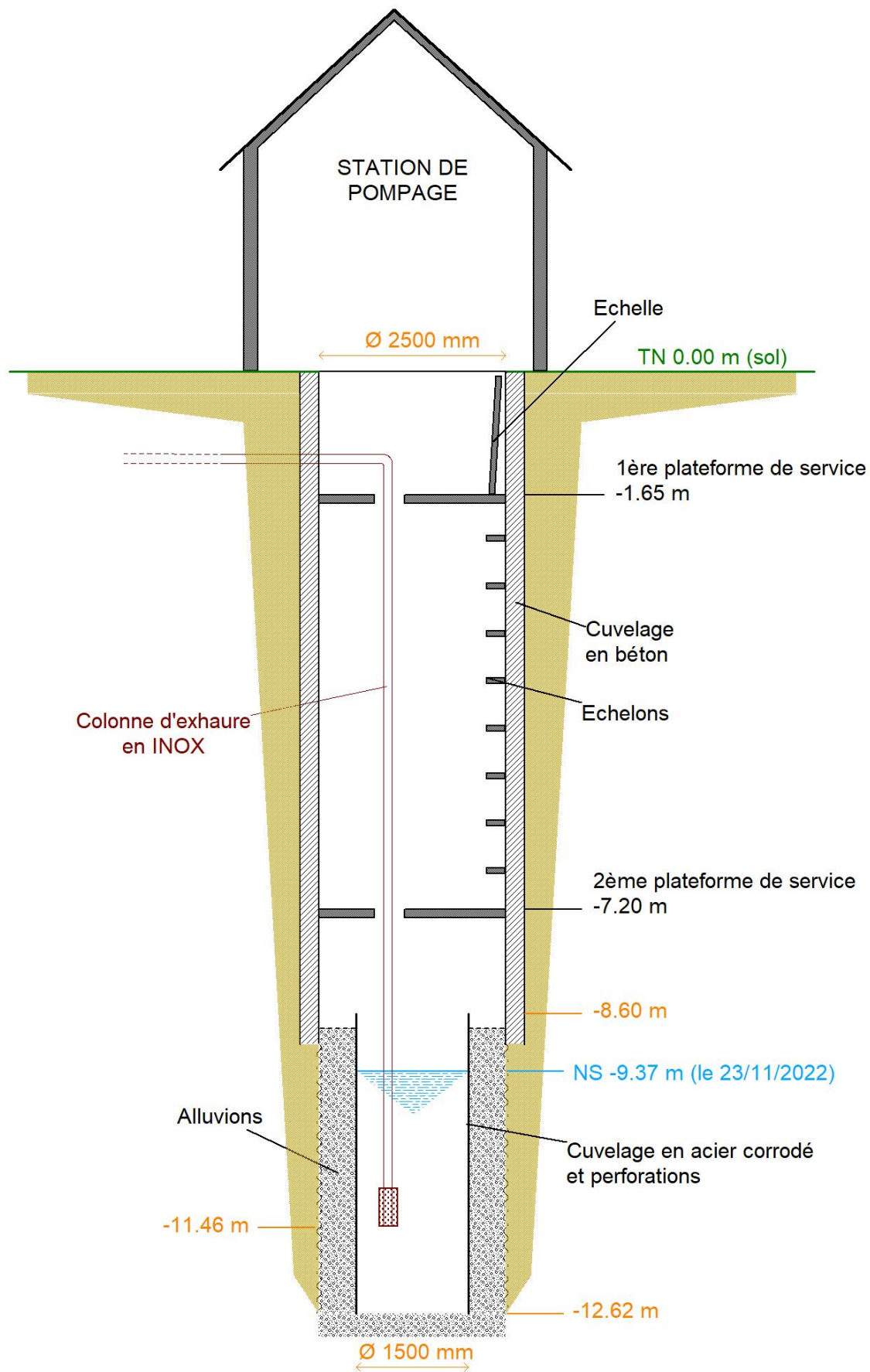
Cette inspection vidéo par drone sous-marin a mis en évidence l'existence de défaut structurel sur le cuvelage en acier du puits, à savoir de nombreuses perforations liées à la corrosion du métal.

Le cuvelage en acier est également recouvert de nombreuses concrétions. La colonne d'exhaure est quant à elle en bon état.

Une surveillance régulière des perforations du cuvelage acier sera à réaliser afin de contrôler leurs évolutions.



Figure 5-5 : Coupe technique du puits du Bellaton



## 6

## Inspection du forage du Bellaton

L'objectif de cette intervention est de réaliser une inspection fine des parois du cuvelage interne du forage afin d'en connaître leurs caractéristiques et leur état de vieillissement.

Nous avons pris comme point de référence pour nos mesures, le dessous de la dalle d'accès au forage (cf photo ci-dessous)



Lors de notre inspection, le niveau statique dans le forage se situait à -9,3 m/ repère (23/11/2022 à 10h35).

### 6.1.1 La colonne d'exhaure :

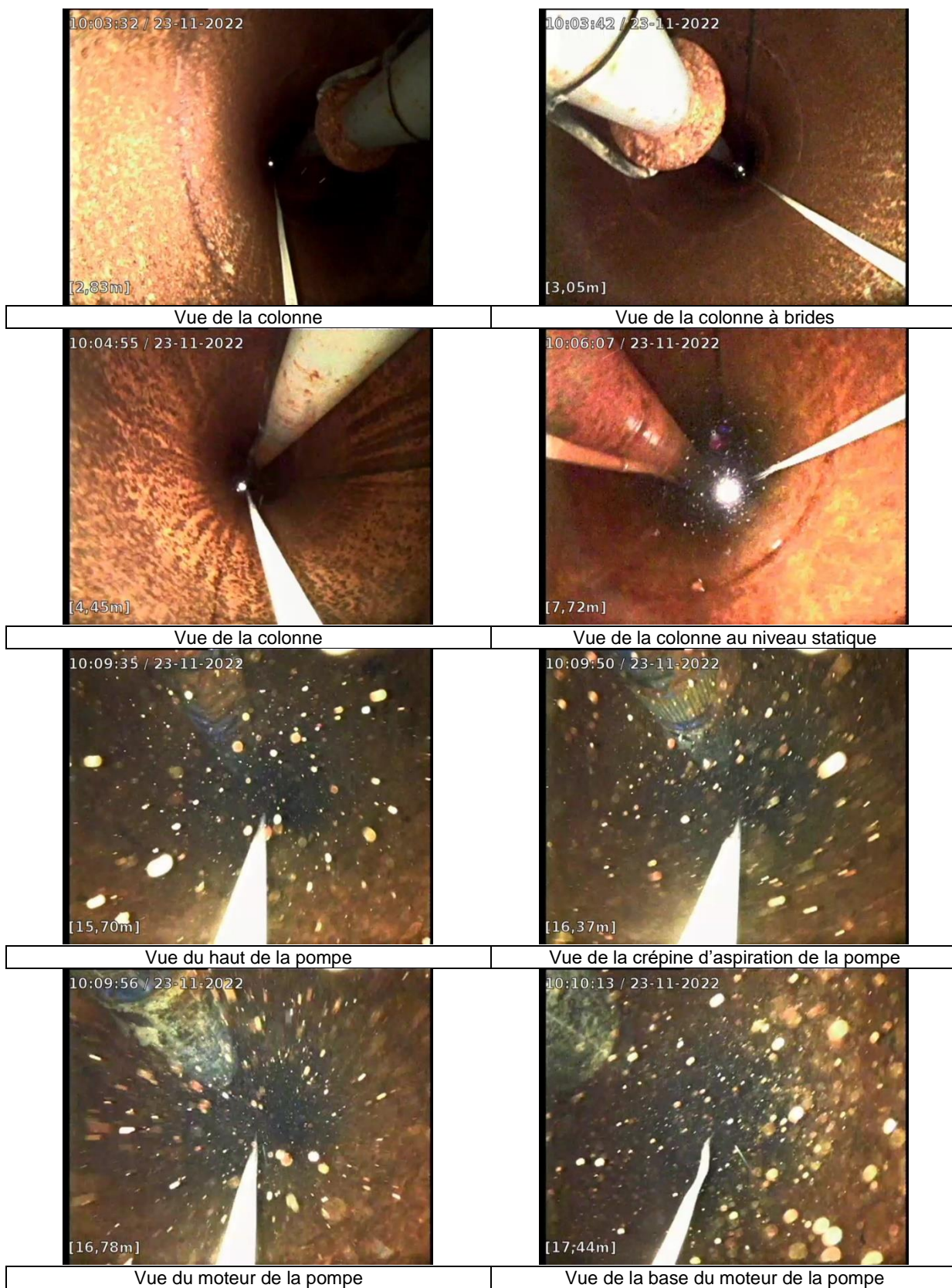
Une seule colonne « en acier » est présente dans le forage :

- Sur sa partie émergée, la colonne ne présente pas de défaut visible notamment au droit des brides de jonction. On note uniquement la présence de trace de corrosion aux endroits où la peinture de protection a été endommagée ;
- Dans sa partie immergée, la colonne ne présente pas de défaut visible. Elle est recouverte d'un dépôt de couleur orangée
- Le haut de la pompe se trouve à -17,42 m / repère ;
- La crépine d'aspiration se situe à environ -18,4 m / repère. La crépine serait partiellement recouverte de concrétion rougeâtre.

La mauvaise visibilité n'a pas permis d'observer nettement la crépine d'aspiration et l'ensemble du corps de pompe.



**Figure 6-1 : Vue de colonne d'exhaure**



### 6.1.2 Partie émergée du forage de 0 à -9,3 m/repère :

L'inspection de la partie émergée du puits a mis en évidence les points suivants :

- De 0 à -9,82 m/repère : l'intérieur du forage présente une importante corrosion. Nous n'avons pas observé de perforation du cuvelage en lien avec cette corrosion. ;
- La partie émergée du puits ne présente pas de défaut de structure.

Figure 6-2 : Vues de l'intérieur du forage (partie émergée)



Vue du cuvelage en acier avec corrosion



Vue du cuvelage en acier avec corrosion



Vue du cuvelage en acier avec corrosion



Vue du cuvelage en acier avec corrosion



Vue du cuvelage en acier avec corrosion



Vue du cuvelage en acier avec corrosion



### 6.1.3 Partie immergée du forage de -9,3 à -20,76 m/repère :

Remarque : lors de notre inspection, l'importante turbidité dans les eaux a diminué fortement la visibilité et ne nous a pas permis d'effectuer plusieurs génératrices

L'inspection de la partie immergée du forage a mis en évidence les points suivants :

- Le cuvelage ne présente pas de défaut structurel visible.
- Toute la partie immergée du cuvelage est recouverte d'un important dépôt ne permettant pas d'observer les soudures de tubage **ou bien la position des tubes crépinées.**
- Les crépines semblent être présente jusqu'au fond de l'ouvrage et pourraient être des nervures repoussées.

Figure 6-3 : Vues de la partie immergée du forage

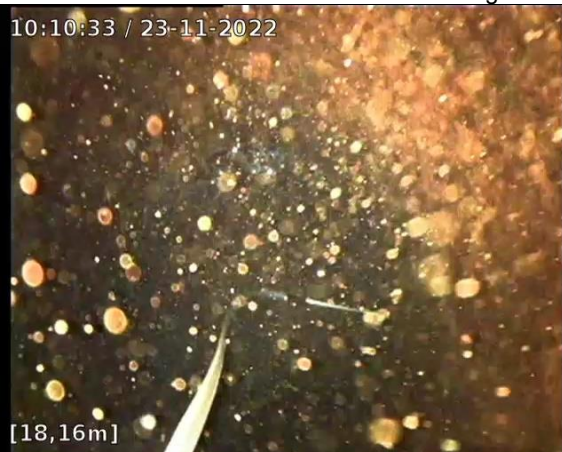


Vue de cuvelage immergé recouvert d'un important dépôt

Vue de possible nervures repoussées (traits noirs)



Vue de cuvelage immergé recouvert d'un important dépôt



Vue des parois avec important dépôt à l'arrivée au fond de l'ouvrage



#### 6.1.4 Le fond du forage (-20,76m/repère) :

Le fond du forage est recouvert d'un important dépôt ne permettant pas de voir sa nature.

Au regard de sa conception, il est fort probable que le fond de l'ouvrage soit constitué d'un bouchon étanche en acier.

Figure 6-4 : Vues du fond du forage



Vue du fond du puits avec important dépôt



Vue du fond du puits avec important dépôt

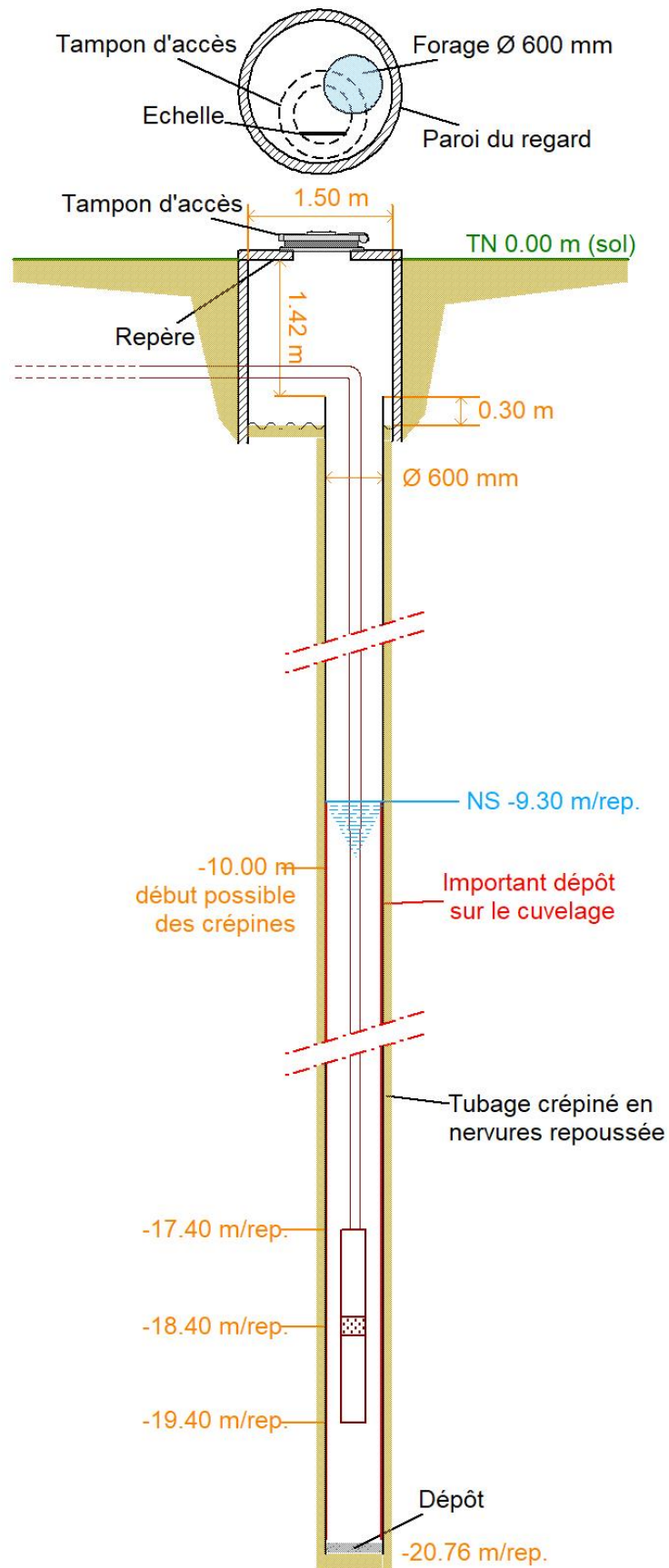
## 6.2 Conclusions partielles

**Cette inspection vidéo par drone sous-marin n'a pas mis en évidence de défaut structurel du forage.**

**Le cuvelage immergé du forage est recouvert d'un important dépôt empêchant de reconnaître les caractéristiques techniques de l'ouvrage (position et nature des crépines).**

Un nettoyage mécanique (brossage et air-lift de nettoyage) serait à réaliser. Des pompages d'essai seraient à réaliser avant et après intervention afin d'estimer l'éventuel gain de production de ce nettoyage.

Figure 6-5 : Coupe technique du forage du Bellaton



## 7

## Conclusions du diagnostic

Le tableau suivant résume les points mis en évidence par nos inspections vidéo réalisées dans les ouvrages du champ captant du Bellaton (puits et forage).

**Tableau 7-1 : Synthèse des diagnostics**

Puits	Structure de l'ouvrage				Equipement électromécanique	Préconisations
	Type d'ouvrage	Etat des parois émergées	Etat des parois immergés	Etat du fond	Etat	
<b>Puits du Bellaton</b>	De 0 à -8,6 m : cuvelage béton de 2,5m de diamètre  De -8,6 à -12,62m : tubage en acier non crépiné de 1,5 m de diamètre	<b>Bon état :</b> pas de défaut observé	<b>Mauvais état :</b> importante corrosion engendrant des perforations et nombreux dépôts et concrétions.	<b>Bon état :</b> Léger dépôt et éléments anthropique	<b>Colonne en « INOX » :</b> pas de défaut visible.	Inspections régulières pour contrôler l'évolution des perforations
<b>Forage du Bellaton</b>	Forage de 600 mm de diamètre  De 0 à -20,76 m : tubage en acier plein et crépiné	<b>Etat moyen :</b> cuvelage acier corrodé	<b>Mauvais état :</b> importants dépôt et concrétions recouvrant le tubage	<b>Etat moyen :</b> important dépôt	<b>Colonne en « acier » :</b> traces de corrosion. La crépine d'aspiration présente les dépôts rougeâtres.	Nettoyage mécanique du forage  Pompages d'essais avant et après nettoyage

**Les inspections vidéo ont mis en évidence l'existence de défauts structuraux sur les parties immergée de puits et du forage du Bellaton.**

Une attention particulière devra être portée aux perforations observées dans le cuvelage acier du puits. Un nettoyage mécanique du forage serait à réaliser pour éliminer les dépôts et concrétions recouvrant le cuvelage immergé et notamment les zones crépinées (colmatage pouvant induire une perte de production).