

**COMMUNAUTE DE COMMUNES  
DU RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE  
(CC DRAGA)**

**Forage Ilette 2 à Saint Marcel d'Ardèche (07)**

**Pompages d'essai réalisés en 2016  
Détermination du rayon d'influence du forage  
Datation des eaux au tritium et au carbone 14**

**27 juin 2017**

## **AUTEURS DES ETUDES REALISEES**

. ANTEA GROUP - Agence Rhône Alpes Méditerranée - 109 rue des Mercières - RILLIEUX LA PAPE (69 140)

Calcul des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère et du rayon d'influence fictif du forage Ilette 2

. LABORATOIRE D'HYDROGEOLOGIE D'AVIGNON (LHA) - Université d'Avignon - 301 rue Baruch de Spinoza - AVIGNON Cedex 9 (84 916)

Datation des eaux du forage Ilette 2 par les méthodes tritium et carbone 14

. SARL ECOLOGIAS - 19 rue Pierre Brunier - CALUIRE (69 300)

Synthèse, interprétation et commentaires

## NOTE DE CALCULS

### 1 - MOTIFS ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

A la suite de l'étude réalisée en 2016 sur la capacité du forage Ilette 2 à Saint Marcel d'Ardèche, l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, relayant la demande formulée par l'Hydrogéologue agréé de l'Ardèche, a préconisé le calcul des paramètres hydrauliques de l'aquifère (transmissivité et coefficient d'emmagasinement) dans le but de donner la valeur du rayon d'influence fictif du forage.

L'Agence de l'eau a également demandé une datation de l'eau souterraine par le tritium et le carbone 14 en vue de parfaire les connaissances sur le fonctionnement de l'aquifère à travers le moment de son alimentation, sa vulnérabilité (connexion avec la surface et les autres aquifères), le temps de renouvellement de la ressource.

Ces calculs font l'objet de la présente note.

### 2 - RAPPEL DU CONTEXTE

**LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE** (ci après désignée par CC.DRAGA) recherche, en vue du renforcement de son alimentation en eau potable, spécifiquement en étiage, une ressource en eau souterraine d'au moins 100 m<sup>3</sup>/h en continu, distincte de la nappe alluviale du Rhône trop exposée aux pollutions. Elle a porté son choix sur le site de l'Ilette à 2.2 km au Sud Est du Bourg de Saint Marcel d'Ardèche où ont été réalisés 2 forages nommés Ilette 1 et Ilette 2.

**La nappe captée à l'Ilette** est contenue dans un aquifère formé par l'ensemble Urgonien calcaire-Crétacé inférieur sableux. Les limites de l'aquifère ne sont connues ni à l'Ouest, ni à l'Est. Les essais de 2016 montrent qu'elles n'ont pas été atteintes même après plusieurs mois de pompage, il n'y a nulle expression d'une limite perméable ou au contraire imperméable dans les courbes de descente enregistrées.

**La nappe fonctionne en régime captif :**

- . au repos, le niveau est à + 11 m/TN
- . l'hydrochimie indique un milieu pauvre en oxygène
- . la nappe réagit quasi-instantanément aux sollicitations

**La capacité de l'aquifère** reste mal connue du fait de l'indétermination sur ses limites. Le débit spécifique somme toute assez modeste du F2 (entre 1.4 et 1.9 m<sup>3</sup>/h/m) porterait à penser que l'aquifère est peu productif. Ce résultat semble pouvoir être imputé aux pertes de charge existant dans la formation elle-même principalement constituée de matériaux fins. Mais comme en attestent les venues de sable, très abondantes aux débits élevés, il faut aussi invoquer les pertes de charge au droit du massif filtrant du forage d'essai.

**Le forage Ilette 2 peut fournir le débit** de 100 m<sup>3</sup>/h recherché par la CC.DRAGA, sous une double contrainte de rabattement (65 m au bout de 24 jours avec un temps de récupération à

peu près équivalent) et de teneur en sable (de l'ordre d'une centaine de milligrammes par litre).

### 3 - CALCUL DES PARAMETRES HYDRAULIQUES

Effectué par ANTEA GROUP (Annexe 1)

La détermination de la valeur de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement de l'aquifère visait à l'évaluation du rayon d'action fictif du forage en exploitation, dans le but

- . de prévoir et de gérer au mieux les interférences réciproques entre le forage Ilette 2 et un éventuel ouvrage, présent ou futur, exploitant la même formation aquifère
- . d'apprécier l'extension du cône de rabattement par rapport à des limites structurales et hydrogéologiques qui viendraient à être précisées à la suite de nouveaux travaux.

Les pompages d'essais par des paliers de 1 heure allant de 40 à 210 m<sup>3</sup>/h ont montré des débits spécifiques globalement faibles (compris entre 6.78 et 4.37 m<sup>3</sup>/h/m). Les pertes de charge quadratiques (liées au forage) représentent 32 % du total des pertes de charge, les pertes de charge linéaires (liées à l'aquifère) 68 %.

Au débit objectif de 100 m<sup>3</sup>/h, les essais menés entre le 17 février et le 30 mars 2017 ne montrent au bout de ces 43 jours aucune stabilisation à 73.18 m (Ilette 2) et 64.80 m (Ilette 1, situé à 25 m).

Le calcul des paramètres hydrauliques par la méthode de Theis donne les valeurs suivantes

- . pour la transmissivité :  $2.15 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s, soit une perméabilité de  $2.9 \times 10^{-6}$  m/s
- . pour le coefficient d'emmagasinement : 0.5 %

Ces valeurs caractérisent une formation de sable fin, peu perméable et faiblement capacitive.

Le calcul du rayon d'action par la méthode de Jacob donne une distance de 2 000 m au bout de 360 jours.

### 4 - DATATION DES EAUX

Effectué par le LHA

En voici le résultat

- . tritium : UT  $\leq$  0.6
- . carbone 14 : 5.6 + ou - 0.2
- .  $\delta^{13}\text{C}$  = - 6.2 + ou - 0.1 ‰

La valeur de ces 3 paramètres oriente vers des eaux n'ayant pas de connexion récente et/ou directe avec les précipitations ou des formations aquifères en connexion avec elles : la numération tritium indique des eaux de plus de 60 ans, la numération du carbone 14 des eaux de plus de 20 000 ans, le  $\delta^{13}\text{C}$  l'absence de relation avec des eaux récentes.

La prise en compte de ces valeurs pour une évaluation de l'âge de l'alimentation de la nappe, de la vulnérabilité de l'aquifère, du taux de renouvellement de la ressource demande la réalisation d'un modèle de simulation intégrant nombre de données sur l'aquifère, indisponibles à l'heure actuelle (à l'exception des données hydrogéochimiques) et dont l'acquisition nécessiterait des travaux longs et coûteux. Leur absence actuelle rendrait totalement aléatoire ce genre de calculs, avec un taux d'incertitude élevé, il y a été renoncé en accord avec l'Hydrogéologue agréé.

Caluire le 14 juin 2017

M. TIRAT

**Annexe 1 - Calcul des paramètres hydrauliques  
par ANTEA GROUP**

 <b>Agence Rhône-Alpes Méditerranée</b>	<b>Client : ECOLOGIAS</b> <b>n° de l'affaire : RHAP170143</b> <b>Intitulé de l'affaire :</b> Forage de l'Ilette à Saint-Marcel d'Ardèche (07)
<b>Rédacteur : Stéphane DEPARDON</b> <b>Tel : 04.37.85.19.60 Fax : 04.37.85.19.61 email : <a href="mailto:stephane.depardon@anteagroup.com">stephane.depardon@anteagroup.com</a></b>	
<b>Destinataire : M. TIRAT,</b>	
<b>Date : 21/03/17</b>	
<b>Objet : Interprétation des pompages d'essai</b>	

## 1. Objectif de la note

La Communauté de Communes du Rhône aux Gorges de l'Ardèche cherche à renforcer sa production en eau potable en période d'étiage. Dans cette perspective, deux forages F1 et F2 ont été réalisés sur le site de l'Ilette sur la commune de Saint-Marcel d'Ardèche.

ECOLOGIAS a sollicité ANTEA GROUP pour interpréter les pompages d'essai réalisés en 2016 sur le forage Illette F2. L'objectif est d'estimer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère.

## 2. Rappel du contexte hydrogéologique

Le forage F2 est un ouvrage de 280 m de profondeur qui capte les calcaires urgonien du Crétacé inférieur au niveau de la basse plaine alluviale du Rhône. Il capte la nappe karstique du crétacé inférieur contenue dans les sables de remplissage entre 200 et 268 m de profondeur (68 m). La nappe est artésienne avec un débit d'exhaure de l'ordre de 25 m<sup>3</sup>/h. Le niveau se situerait à 11 m au-dessus du terrain naturel.

Le forage F1 situé à une distance de 25 m et il a rencontré les sables de remplissage entre 228 et 275 m de profondeur (47 m).

### 3. Courbe caractéristique du forage F2

Un pompage d'essai par paliers a été réalisé sur le forage F2 en 2014. Il a été réalisé 5 paliers de débit compris entre 40 et 210 m<sup>3</sup>/h. La durée des paliers n'est pas connue mais il est vraisemblable que comme le forage F1, ils aient durée 1 heure.

Nous ne connaissons pas la date à laquelle il a été fait. Les résultats sont présentés ci-dessous.

	Palier 1	Palier 2	Palier 3	Palier 4	Palier 5
Débit (m <sup>3</sup> /h)	40	80	120	160	210
Rabatement (m)	5.9	14.81	23.85	34.84	48.05
Débit spécifique (m <sup>3</sup> /h/m)	6.78	5.40	5.03	4.59	4.37

Tableau 1 : Forage F2 - Pompage par paliers en 2014

Globalement les débits spécifiques sont faibles.

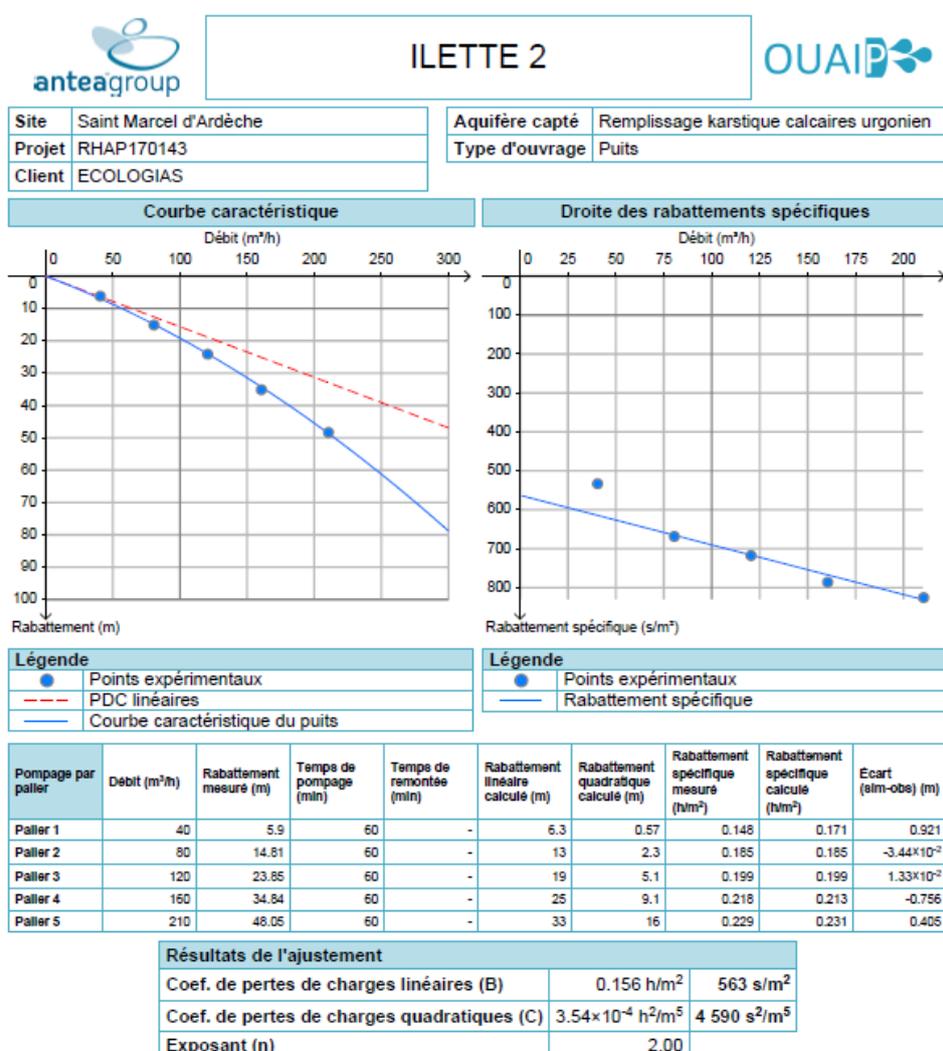


Figure 1 : Courbe caractéristique du forage Ilette 2 en 2014

L'équation de la courbe caractéristique s'écrit de la façon suivante :

$$\text{Rabatement (m)} = 0,156 \times Q + 3,54 \cdot 10^{-4} \times Q^2$$

Avec

Q correspond au débit en m<sup>3</sup>/h

0,156 x Q qui représente les pertes de charge linéaire (liées à l'aquifère)

3,54.10<sup>-4</sup> x Q<sup>2</sup> qui représente les pertes de charge quadratique (liées à l'ouvrage).

A 210 m<sup>3</sup>/h après 1 heure de pompage, les pertes de charge quadratiques n'excèdent pas les pertes de charge linéaires, elles sont estimées à environ 32% du rabattement total.

Les capacités de l'ouvrage sont élevées et le facteur limitant est plutôt lié à la qualité de l'eau.

#### 4. Caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère

Nous avons interprété l'essai réalisé au débit moyen de 100 m<sup>3</sup>/h entre le 17 février et le 30 mars 2016. Cet essai est le moins perturbé

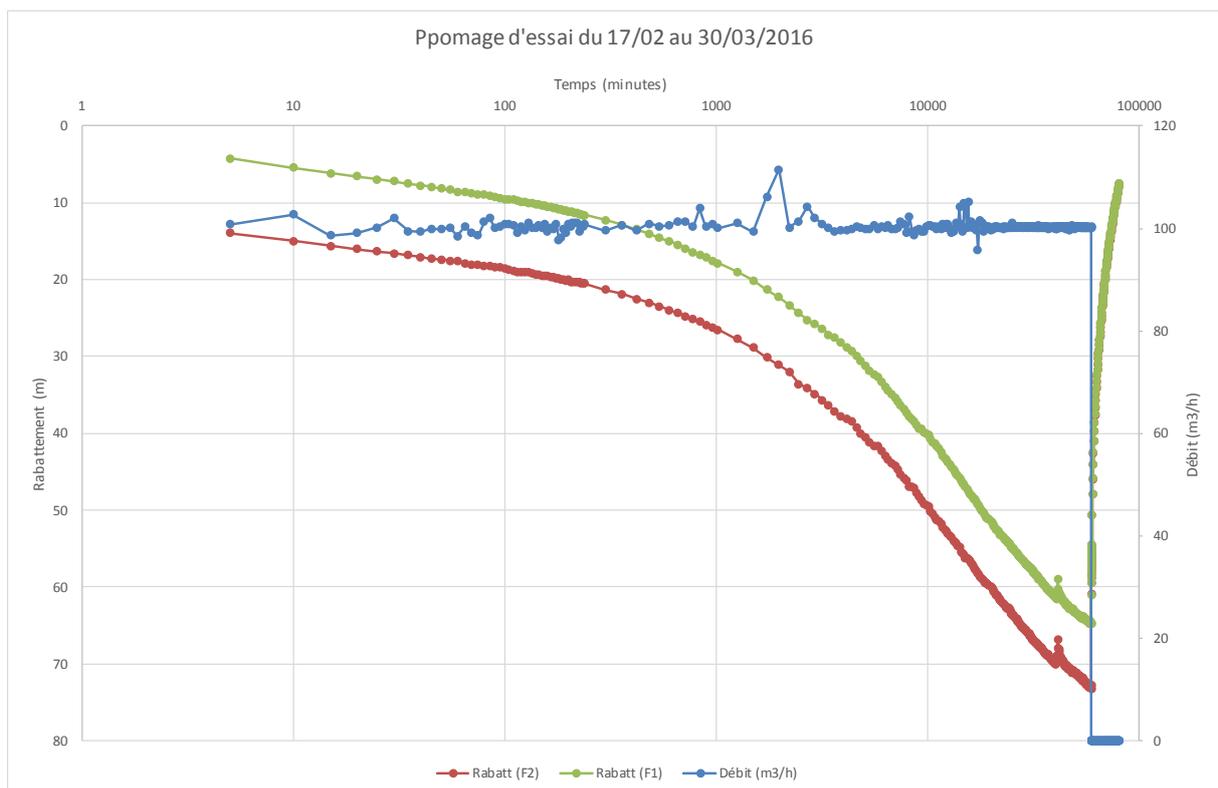


Figure 2 : Pompage d'essai sur F2 à 100 m<sup>3</sup>/h – Rabattements observés sur F2 et F1

Après 41 jours de pompage à 100 m<sup>3</sup>/h, on constate que le niveau d'eau ne cesse de baisser, aucune stabilisation du niveau n'est observée. Le rabattement atteint 73,18 m dans le forage F2 et 64,8 m dans le piézomètre F1 implanté à 25 m.

L'interprétation du rabattement en fonction du débit selon la méthode de THEIS est illustrée ci-dessous.

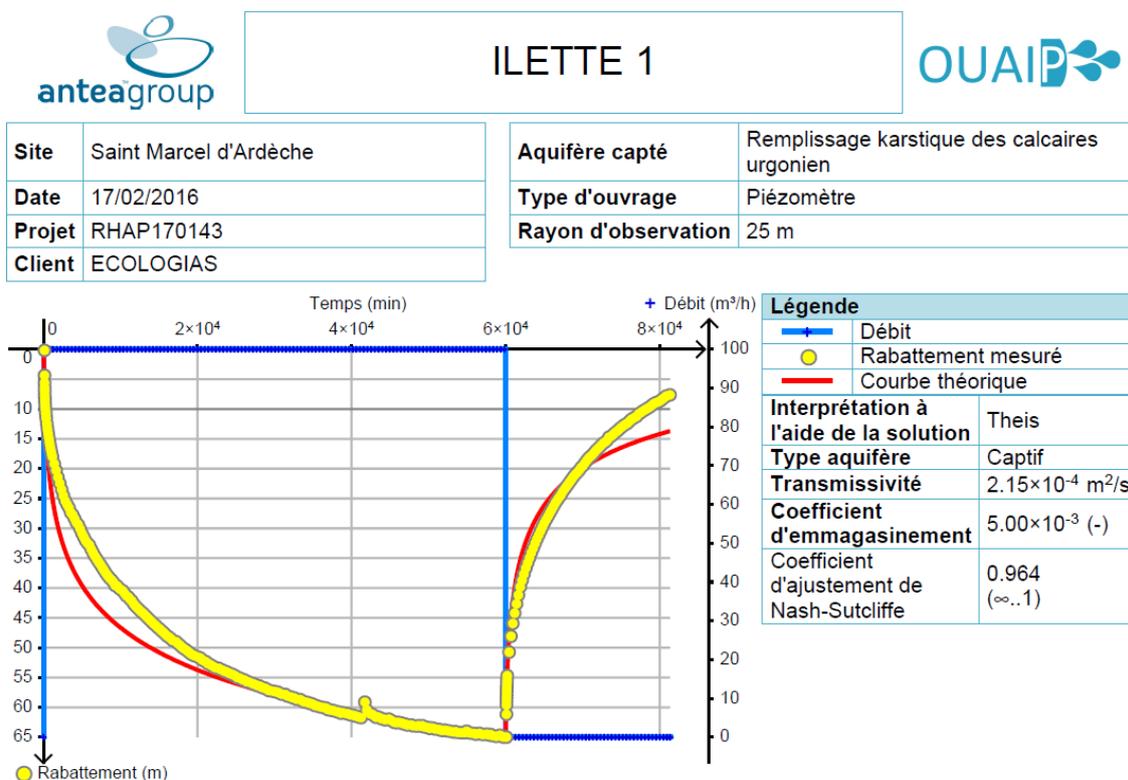


Figure 3 : Interprétation du pompage d'essai du 17/02 au 30/03/16

La transmissivité de l'aquifère est estimée à  $2,15.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  et le **coefficient d'emmagasinement 0,5%**. L'ajustement du calage est relativement bon.

En appliquant ces paramètres, le cône de rabattement théorique du forage Ilette 2 exploité aux débits de 60 et 100  $\text{m}^3/\text{h}$  peut être estimé d'après la formule de Jacob.

Durée de pompage	1 jour	30 jours	90 jours	120 jours	360 jours
<b>60 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></b>	< 100 m	500 m	900 m	1000 m	< 2000 m
<b>100 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></b>	< 100 m	500 m	900 m	1000 m	< 2000 m

On ne constate pas de différence significative entre 60 et 100  $\text{m}^3/\text{h}$ .

CONE DE RABATTEMENT THEORIQUE POUR UN DEBIT D'EXHAURE PERMANENT DE 100 M3/H  
SUR LE PROJET FORAGE ILETTE2

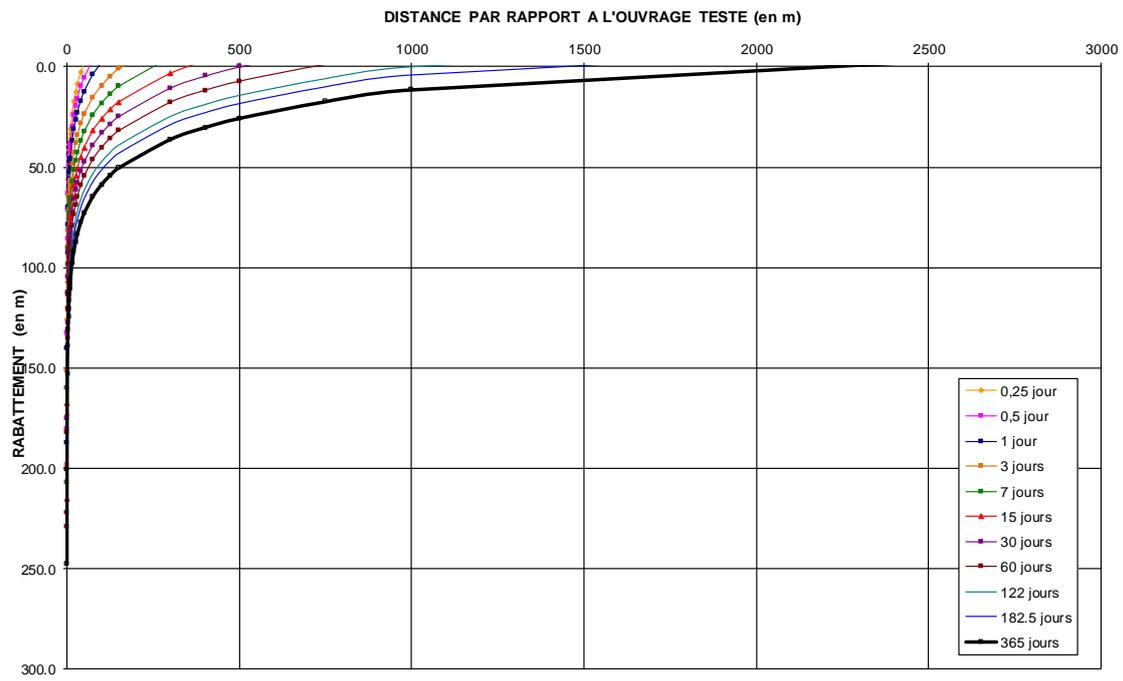
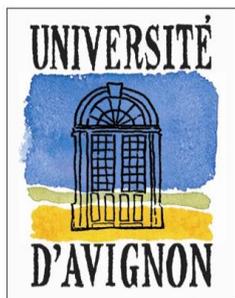


Figure 4 : Estimation du cône de rabattement du forage F2 exploité au débit de 100 m³/h

**Annexe 2 - Datation tritium et carbone 14  
par le Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon**



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Avignon, le 4 mai 2017

Mr COLLANGE Grégory

COMMUNAUTE DE COMMUNES DU  
RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE  
Place Georges Courtial  
07700 BOURG-SAINT-ANDEOL

Objet : Résultats d'analyses

Monsieur,

Veillez trouver ci-dessous vos résultats d'analyses :

Nom	Date	Activité en UT	A <sup>14</sup> C <sub>mes</sub> en pcm	δ <sup>13</sup> C vs PDB à ± 0,1 ‰
1	16/03/2017	≤ 0.6	5.6 ± 0.2	-6.2

Affaire suivie par :  
Milanka BABIC

Téléphone  
+33(0)4 90 14 44 94

Courriel :  
milanka.babic@univ-avignon.fr

Vous en souhaitant bonne réception, je vous prie de croire, Monsieur, à l'expression de mes salutations distinguées.

Milanka BABIC

UFR-ip SCIENCES,  
TECHNOLOGIES, SANTE  
Campus Jean-Henri FABRE  
AGROPARC  
301 rue Baruch de Spinoza  
BP 21239  
84916 AVIGNON Cedex 9  
Tél. + 33 (0)4 90 14 44 00  
Fax. + 33 (0)4 90 14 44 09  
Sciences@univ-avignon.fr  
<http://univ-avignon.fr>