

# PROJET MINIER TROILUS



## ÉTAT DE RÉFÉRENCE DU MILIEU RÉCEPTEUR HYDROLOGIE

**DÉCEMBRE 2019**





# Équipe de réalisation

## Troilus Gold

Jacqueline Leroux  
Mathieu Michaud

Directrice Environnement  
Coordonnateur Environnement

## Wachiïh

Stéphane Bernard  
Jean-François Savard  
Myrian Robertson

Ing.f., M. ATDR, directeur de projet  
Technicien en géomatique et cartographie  
Édition et mise en page

## Hydro-Ressources inc.

Cécile Fehr  
Simon Bérubé  
Michael Verreault  
Adel Drici

Hydrologue, M. Sc. A.  
Géophysicien, M. Sc. A.  
Hydrogéologue, ing., M. Sc. A.  
Ingénieur minier

## Référence à citer :

WACHIIH ET HYDRO-RESSOURCES INC. 2019. *Projet minier Troilus – État de référence de l'hydrologie*. Rapport préparé pour Troilus Gold. 13 p. + annexes.



# Table des matières

Table des matières .....	iii
Tableaux .....	iii
Annexes .....	iv
1 Introduction .....	1
1.1 Mise en contexte .....	1
1.2 Objectif de l'étude .....	1
1.3 Zone d'étude .....	1
2 Méthodologie .....	3
2.1 Installation des sondes de niveau d'eau .....	3
2.2 Arpentage et mesurage du profil des cours d'eau .....	4
2.3 Réalisation des essais de débit .....	5
2.4 Retrait des sondes de niveau d'eau .....	6
2.5 Analyse des paramètres hydrologiques .....	6
2.5.1 Niveau d'eau .....	6
2.5.2 Profil des cours d'eau, aire mouillée et périmètre mouillé .....	7
2.5.3 Débit .....	7
2.5.4 Pente .....	7
3 Conditions actuelles .....	9
3.1 Courbes de variation des niveaux d'eau en fonction du temps .....	9
3.2 Courbes de variation des débits en fonction du temps .....	9
3.3 Courbes d'étalonnage des débits en fonction des niveaux d'eau .....	10
3.4 Limites de l'analyse .....	11
4 Références .....	13

## Tableaux

Tableau 2-1 : Stations hydrologiques dans la zone d'étude .....	3
Tableau 2-2 : Débits obtenus par essais de traçage .....	7
Tableau 2-3 : Pente des profils de cours d'eau .....	8
Tableau 2-4 : Coefficient de Manning calibré à partir des données de terrain .....	10

# **Annexes**

- A Dossier cartographique
- B Présentation des travaux de terrain de juillet 2019
- C Profil des cours d'eau
- D Courbes de variation du niveau d'eau en fonction du temps
- E Courbes de variation du débit en fonction du temps
- F Courbes d'étalonnage Débit–Niveau d'eau

# 1 Introduction

## 1.1 Mise en contexte

Troilus Gold, une société d'exploration minière de Toronto, projette la réouverture de l'ancienne mine d'or et de cuivre Troilus située au nord de Chibougamau, à environ 60 km à l'ouest du lac Mistassini. Cette dernière, exploitée par Inmet Mining Corporation de 1997 à 2010, a produit plus de 2 millions d'onces d'or et près de 70 000 tonnes de cuivre. La propriété minière de Troilus Gold, totalisant 16 000 ha, comprend 83 claims et un bail minier. Des travaux de forage ont été réalisés sur le site en 2018 et 2019 pour y valider les ressources minérales disponibles.

## 1.2 Objectif de l'étude

L'objectif de la présente étude est d'effectuer une caractérisation hydrologique de huit cours d'eau et de deux plans d'eau présents dans le secteur du projet minier Troilus afin d'y établir l'état de référence pour cette composante du milieu physique. Plus spécifiquement, l'étude permettra d'évaluer le débit de ces cours d'eau par hydrométrie.

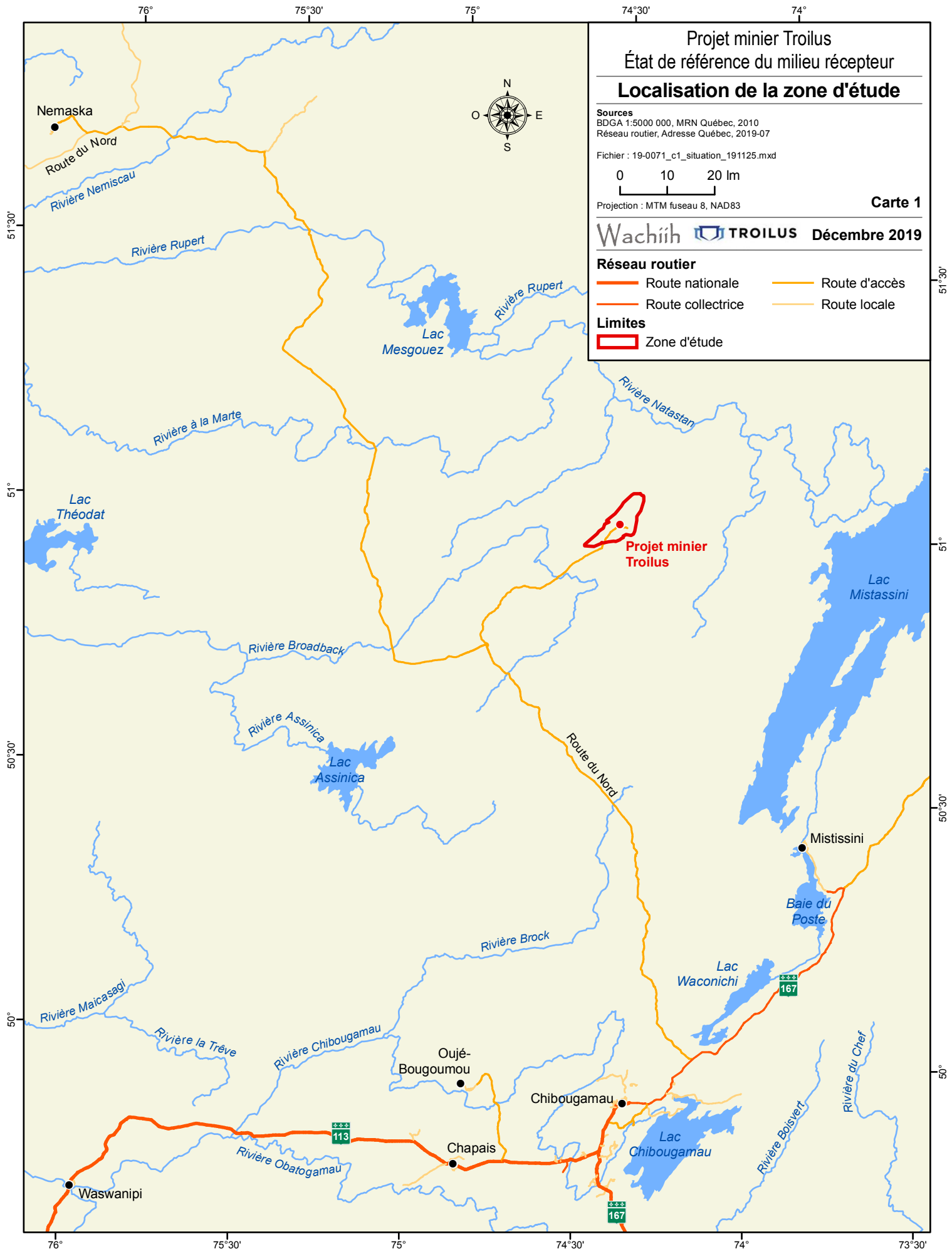
## 1.3 Zone d'étude

Le projet minier Troilus est situé dans la partie sud-est de la région administrative du Nord-du-Québec sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Il se trouve en territoire public, à la pointe nord-est de la réserve faunique Assinica, à environ 80 km au nord-ouest du village cri de Mistissini et à 175 km au nord de la Ville de Chibougamau.

Il couvre des terres de catégorie III du territoire régi par la *Convention de la Baie-James et du Nord québécois* et recoupe les terrains de trappage M34, M39A et M40 fréquentés par des membres de la Première Nation crie de Mistissini.

L'accès au site minier se fait par la route du Nord puis par un chemin forestier d'environ 44 km de longueur qui débute au PK 108 de cette route.

La zone d'étude considérée pour l'état de référence de l'hydrologie, totalisant un peu plus de 57 km<sup>2</sup>, est présentée à la carte 1 de la page suivante.

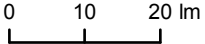


Projet minier Troilus  
État de référence du milieu récepteur

**Localisation de la zone d'étude**

Sources  
BDGA 1:5000 000, MRN Québec, 2010  
Réseau routier, Adresse Québec, 2019-07

Fichier : 19-0071\_c1\_situation\_191125.mxd



Projection : MTM fuseau 8, NAD83

**Carte 1**

**Wachiïh** **TROILUS** Décembre 2019

- Réseau routier**
- Route nationale
  - Route d'accès
  - Route collectrice
  - Route locale
- Limites**
- Zone d'étude

Nemaska

Route du Nord

Rivière Nemiscau

Rivière Rupert

Lac Mesgouez

Rivière Rupert

Rivière à la Marte

Rivière Natastan

Lac Théodat

Projet minier Troilus

Lac Mistassini

Rivière Broadback

Rivière Assinica

Lac Assinica

Route du Nord

Mistissini

Baie du Poste

Lac Waconichi

167

Oujé-Bougoumou

Chibougamau

Lac Chibougamau

113

Chapais

167

Waswanipi

Rivière Obatogamau

Rivière Chibougamau

Rivière la Trêve

Rivière Maicasagi

Rivière Brock

Rivière Boisvert

Rivière du Chef

## 2 Méthodologie

La campagne de terrain réalisée par l'équipe d'Hydro-Ressources s'est déroulée du 8 au 13 juillet et du 9 au 11 octobre 2019. Au total, dix stations hydrologiques ont été établies dans la zone d'étude dont huit dans des cours d'eau (HY1 à HY3 et HY5 à HY9) et deux dans les lacs A et B (HY4 et HY10) (tableau 2-1 et carte 2 de l'annexe A).

Tableau 2-1 : Stations hydrologiques dans la zone d'étude

Station hydrologique	Type de milieu hydrique	X MTM8 (m)	Y MTM8 (m)	Z MTM8 (m)
HY1	Cours d'eau	241111.19	5659585.45	340.77
HY2	Cours d'eau	240806.81	5659466.35	340.636
HY3	Cours d'eau	241045.03	5659360.47	341.669
HY4	Lac A	239456.89	5655654.82	349.264
HY5	Cours d'eau	235923.29	5654953.39	363.428
HY6	Cours d'eau	237312.91	5655204.85	360.713
HY7	Cours d'eau	239787.76	5654993.1	349.548
HY8	Cours d'eau	239324.55	5653987.28	352.292
HY9	Cours d'eau	236042.4	5652121.22	369.558
HY10	Lac B	239509.83	5651737.42	389.194

Les déplacements dans la zone d'étude ont nécessité un accompagnement technique et ont fait l'objet d'une collaboration avec le personnel de Troilus Gold et de la firme Wachih. L'accès aux stations hydrologiques s'est fait en camionnette sauf pour les trois stations les plus éloignées (HY1, HY2 et HY3), lesquelles ont été visitées en hélicoptère.

Une présentation sommaire avec photos est jointe à l'annexe B pour illustrer les principales activités réalisées lors des travaux de terrain de juillet 2019.

### 2.1 Installation des sondes de niveau d'eau

Des sondes de niveau d'eau de type HOBO ont été utilisées pour effectuer les mesures hydrologiques à chacune des dix stations de la zone d'étude. Ce type de sonde permet d'enregistrer la variation du niveau d'eau à toutes les heures. Elles ont été installées en juillet 2019 puis ont été retirées en octobre de la même année, avant la période de gel. Chaque sonde a été arrimée solidement à un piquet enfoncé au fond du cours d'eau ou du lac échantillonné. Les piquets ont été peints à l'aide d'un couleur orange fluorescente pour faciliter le repérage des sondes lors de la seconde visite en octobre. La photo 2-1 montre l'installation d'une sonde HOBO à la station hydrologique HY4.

Par ailleurs, une sonde à pression atmosphérique a été installée sur un pilier derrière le campement des travailleurs de Troilus Gold.

Photo 2-1 Sonde de niveau d'eau de type HOBO installée à la station hydrologique HY4



## 2.2 Arpentage et mesurage du profil des cours d'eau

L'arpentage pour relever les profils transversaux des cours d'eau à l'étude a été réalisé à l'aide d'une antenne GPS accompagnée d'un contrôleur. Les profils ont ainsi été effectués aux stations HY1 à HY3 et HY5 à HY9 et ce, d'une rive à l'autre (photo 2-2).

Photo 2-2 Profil de cours d'eau mesuré à la station HY1



## 2.3 Réalisation des essais de débit

Le débit des cours d'eau est calculé à l'aide d'un traceur (solution de fluorescéine de sodium) dont la concentration et le débit d'injection sont connus. La mesure de la concentration diluée uniformément en aval permet de calculer le débit par dilution :

$$Q_{\text{rivière}} = Q_{\text{traceur}} * C_{\text{traceur}} / C_{\text{dilué}}$$

La concentration initiale du traceur est mesurée à l'aide d'une balance électronique puis diluée dans un contenant de 20 gallons. Le volume est ensuite injecté à débit constant par gravité dans la rivière. La concentration finale est mesurée à l'aide d'une sonde *Cyclops-7* de *Turner Designs*. Les valeurs transformées en volts sont ensuite converties en valeur de concentration à l'aide d'une formule linéaire. Celle-ci est calculée à partir d'une modélisation réalisée en laboratoire avec de l'eau de surface. Les mesures sont prises au centre de la rivière, au milieu de la colonne d'eau, suffisamment loin en aval de l'injection pour que la dilution soit visuellement uniforme. La photo 2-3 montre la réalisation d'un essai de débit à la station hydrologique HY2.

**Photo 2-3** Essai de débit à la station hydrologique HY2



## **2.4 Retrait des sondes de niveau d'eau**

Les sondes HOBO des stations HY1, HY2 et HY3 ont été retirées par l'équipe d'Hydro-Ressources en octobre 2019 tandis que les sondes des autres stations, de même que la sonde de pression atmosphérique, ont été enlevées par Troilus Gold en novembre 2019.

## **2.5 Analyse des paramètres hydrologiques**

### **2.5.1 Niveau d'eau**

Pour chaque station hydrologique de la zone d'étude, les niveaux d'eau mesurés par les sondes HOBO ont été reportés dans un tableur Excel en fonction du temps.

## 2.5.2 Profil des cours d'eau, aire mouillée et périmètre mouillé

Les données des relevés d'arpentage ont permis de tracer une coupe transversale de chaque cours d'eau en un point donné (station hydrologique) à l'aide du logiciel MapInfo et du tableur Excel. Les profils de cours d'eau ainsi générés sont présentés à l'annexe C.

Une fois le profil obtenu, l'aire de la section mouillée a été déterminée à l'aide d'équations géométriques définies et adaptées pour chaque profil en approximant la forme du canal d'écoulement (trapèze, rectangle, triangle ou somme de plusieurs formes géométriques) et en calculant ses dimensions fixes (largeur du fond du canal par exemple) ainsi que ses dimensions variables qui dépendent du niveau d'eau.

Le périmètre mouillé a lui aussi été déterminé à l'aide d'équations géométriques. Influencé par le niveau d'eau, il est obtenu en additionnant la largeur mouillée dans le fond du canal d'écoulement à la largeur mouillée enregistrée en bordure de celui-ci.

## 2.5.3 Débit

Les débits calculés à la suite des essais de traçage dans les cours d'eau échantillonnés sont présentés au tableau 2-2.

Tableau 2-2 : Débits obtenus par essais de traçage

Station hydrologique	Débit Q (gpm)	Débit Q (m <sup>3</sup> /s)
HY1	2531	0.1596
HY2	3578	0.2257
HY3	13288	0.8383
HY4	N/A	N/A
HY5	812	0.0512
HY6	9020	0.56907
HY7	1015	0.064
HY8	5074	0.32
HY9	16355	1.0318
HY10	N/A	N/A

## 2.5.4 Pente

La pente de chaque profil de cours d'eau a été déterminée à l'aide d'un modèle numérique de terrain (MNT) qui a été généré à partir des données disponibles dans la base de données topographiques du Québec (précision de 1 m). Les valeurs de pente obtenues à partir de ce MNT sont présentées au tableau 2-3.

**Tableau 2-3 : Pente des profils de cours d'eau**

Station hydrologique	Pente (m/m)
HY1	0.003659319
HY2	0.002593
HY3	0.005944334
HY4	N/A
HY5	0.0001
HY6	0.037179
HY7	0.0157
HY8	0.042418773
HY9	0.000662471
HY10	N/A

## 3 Conditions actuelles

### 3.1 Courbes de variation des niveaux d'eau en fonction du temps

Les niveaux d'eau mesurés par les sondes HOBO ont été reportés en fonction du temps sur des graphiques Excel qui ont été joints à l'annexe D. La période d'enregistrement s'est échelonnée de juillet à octobre 2019 pour les sondes des stations HY1, HY2 et HY3 et de juillet à novembre 2019 pour les autres stations. Le niveau d'eau représenté sur chacun des graphiques illustre la hauteur de la colonne d'eau située au-dessus de la sonde HOBO. Cette hauteur d'eau est appelée  $h$  (m). Le temps est exprimé en heures puisque les sondes ont enregistré les données à cette échelle temporelle.

Le graphique D1 regroupe les courbes de variation du niveau d'eau de l'ensemble des stations hydrologiques de la zone d'étude alors que les graphiques D2 à D11 montrent chacune de ces courbes prise séparément. Plusieurs hausses et baisses générales du niveau d'eau, probablement associées à des épisodes de crues, sont observables. Les plus notables correspondent aux périodes du 20 juillet, du 10 août et du 17 septembre 2019.

### 3.2 Courbes de variation des débits en fonction du temps

L'équation de Manning-Strickler permet d'exprimer un débit en fonction de différents paramètres hydrologiques et hydrauliques, notamment en fonction du niveau d'eau.

Cette équation est la suivante :

$$Q = k * S * R^{2/3} * i^{1/2}$$

Où :

$Q$  : débit en  $m^3/s$ ;

$k$  : coefficient de rugosité (ou de Strickler) du lit du cours d'eau;

$n = 1/k$  : coefficient de Manning du lit du cours d'eau;

$S$  : surface mouillée ( $m^2$ ), fonction du niveau d'eau (m);

$R$  : rayon hydraulique (m),  $R=S/P$ ;

$P$  : périmètre mouillé (m), fonction du niveau d'eau (m);

$i$  : pente du cours d'eau (m/m).

Les profils des cours d'eau arpentés ont permis de définir pour chaque station hydrologique une expression trigonométrique de l'aire mouillée et du périmètre mouillé en fonction du niveau d'eau (voir la section 2.5.2).

Le coefficient de Manning a été calibré pour chaque station hydrologique à partir des données de terrain (débit mesuré lors des essais de traçage, aire mouillée et périmètre mouillé) (tableau 2-4). Il est à noter que la différence observée entre ces valeurs et les coefficients de Manning standards sera abordée plus loin à la section 3.4.

**Tableau 2-4 : Coefficient de Manning calibré à partir des données de terrain**

Station hydrologique	Coefficient de Manning n
HY1	0.73
HY2	0.368
HY3	0.2305
HY4	N/A
HY5	0.181
HY6	0.804
HY7	0.387
HY8	0.562
HY9	0.065
HY10	N/A

Une fois tous les paramètres de l'équation de Manning-Strickler connus, les débits ont été calculés en fonction des différents niveaux d'eau mesurés au cours de la période d'enregistrement pour chaque station hydrologique de cours d'eau.

L'annexe E présente les courbes de variation du débit en fonction du temps pour chacune des stations considérées. Compte tenu que le débit dépend directement du niveau d'eau selon l'équation utilisée, la variation de ces courbes de débit suit donc une tendance similaire à celle des courbes de niveau d'eau.

### 3.3 Courbes d'étalonnage des débits en fonction des niveaux d'eau

L'équation de Manning-Strickler a permis d'exprimer mathématiquement un débit pour chaque niveau d'eau mesuré aux stations hydrologiques de cours d'eau.

Dans un souci de simplification d'écriture et d'utilisation, la relation mathématique définie par cette équation a été approchée par approximation polynomiale. Cette dernière a été réalisée par outil graphique avec le logiciel Excel. Ainsi, pour chaque station de cours d'eau, un graphique présentant le débit en fonction du niveau d'eau mesuré a été produit avec une recherche d'équation de courbe de tendance de forme polynomiale au 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup> degré, selon les cas. L'annexe F présente le résultat des courbes obtenues.

Chaque équation de courbe de tendance polynomiale a ensuite été utilisée pour calculer directement le débit de chaque station en fonction du niveau d'eau mesuré. Les résultats obtenus sont très proches des résultats obtenus avec l'équation de Manning-Strickler (10-4 d'incertitude sur le débit). Ces approximations polynomiales peuvent donc être considérées justes et définir une équation d'étalonnage entre le débit et le niveau d'eau.

Voici les équations obtenues pour chaque station hydrologique :

Où :

Q : débit en m<sup>3</sup>/s

h : niveau d'eau à la station hydrologique (m)

**HY1**

$$Q = -0.0079h^3 + 0.5045h^2 + 0.1857h - 0.0032$$

**HY2**

$$Q = 0.0288h^3 + 0.1617h^2 + 0.1746h + 0.0636$$

**HY3**

$$Q = 1.1317h^4 - 2.6746h^3 + 6.2823h^2 + 0.7476h - 0.0267$$

**HY5**

$$Q = -0.0115h^4 + 0.1406h^3 + 0.1294h^2 + 0.00008h + 0.0006$$

**HY6**

$$Q = 0.1795h^4 - 0.6947h^3 + 2.3028h^2 + 0.6177h - 0.0131$$

**HY7**

$$Q = 0.1689h^4 - 0.4098h^3 + 0.6365h^2 + 0.1038h - 0.004$$

**HY8**

$$Q = 0.0382h^4 - 0.1773h^3 + 0.6636h^2 + 0.2792h - 0.0242$$

**HY9**

$$Q = 0.0801h^4 - 0.2095h^3 + 1.4304h^2 + 0.8894h + 0.0618$$

### 3.4 Limites de l'analyse

Les mesures effectuées au terrain (débits, arpentage, niveaux d'eau) ont permis de calibrer les paramètres hydrologiques de l'équation de Manning-Strickler et de définir une équation d'étalonnage entre le débit et le niveau d'eau pour chaque station hydrologique de cours d'eau de la zone d'étude.

Cependant, il existe plusieurs incertitudes dans l'analyse dont les plus importantes concernent les paramètres de pente et le coefficient de Manning.

La pente a été évaluée à partir de calculs basés sur des valeurs de topographie régionale, avec une précision de 1 m. Cette précision, bien qu'appréciable, peut induire une incertitude sur les valeurs de pente. De plus, la méthode fait l'hypothèse d'une pente constante sur l'ensemble du cours d'eau amont, ce qui ne peut pas être le cas en réalité.

Les coefficients de Manning obtenus dans le cadre de la présente étude sont pour la plupart supérieurs aux valeurs trouvées dans la littérature (DEGOUTTE, G.). Un choix a été fait de considérer ces valeurs puisqu'elles ont été calibrées à partir de données recueillies spécifiquement dans la zone d'étude.

Il est important de souligner que ces incertitudes relatives à la pente et au coefficient de Manning ne semblent pas affecter les valeurs finales de débit, résultant de l'équation de Manning-Strickler, ceux-ci agissant comme facteurs multiplicateurs directs.

## 4 Références

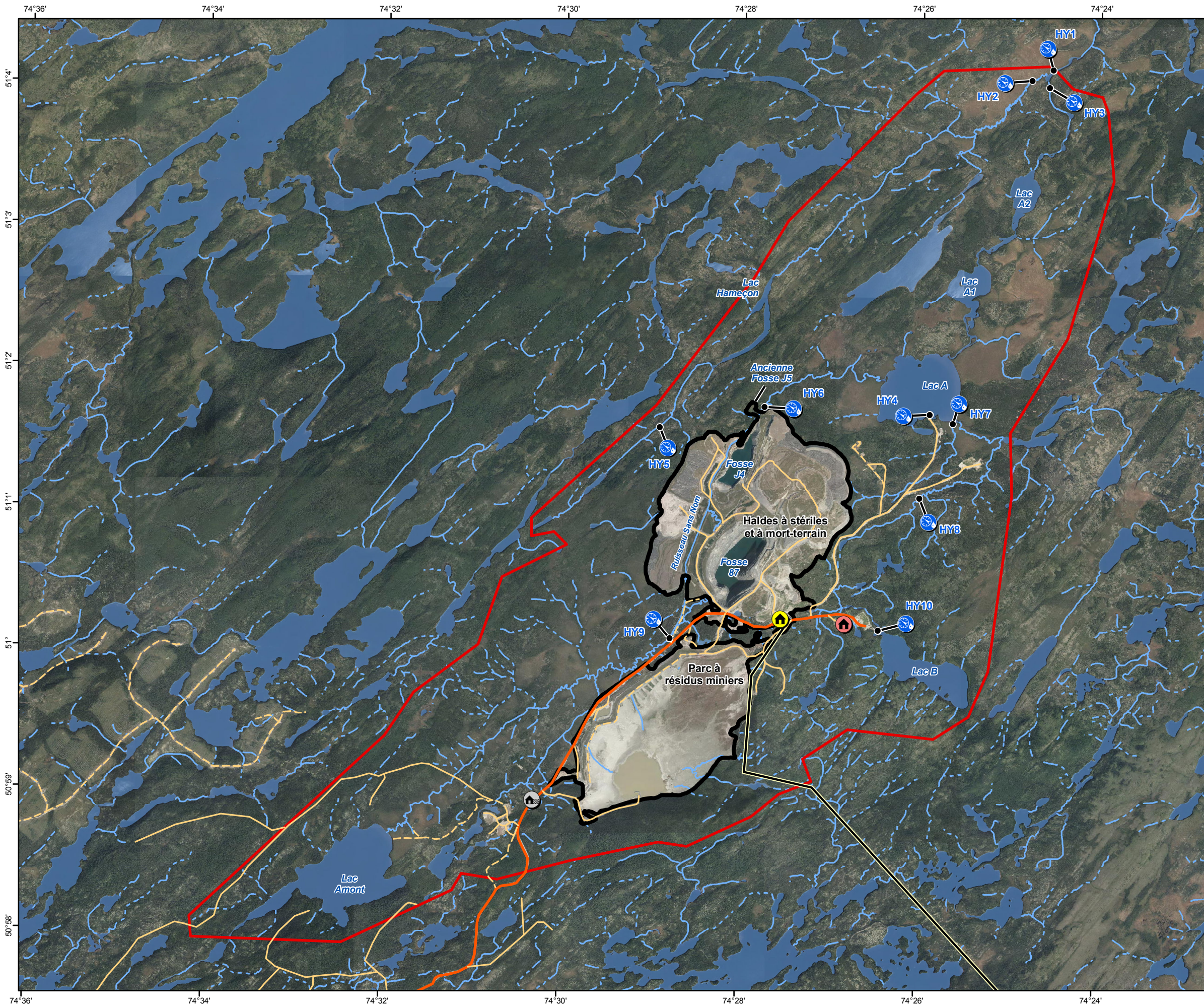
- ASSOCIATION DES GESTIONNAIRES RÉGIONAUX DES COURS D'EAU DU QUÉBEC (AGRCQ). 2019. *Guide sur la gestion des cours d'eau du Québec, Chap.3*. Site internet : [https://agrcq.ca/wp-content/uploads/2016/11/GuideAGRCQ\\_Chapitre-3\\_27032017.pdf](https://agrcq.ca/wp-content/uploads/2016/11/GuideAGRCQ_Chapitre-3_27032017.pdf)
- DEGOUTTE, G. *Traité d'hydraulique à surface libre*. Site internet : <http://www.hydrologie.org/MISC/hydr/degoutte/degoutte1.pdf>
- MELCC. 2019. *Aspects hydrauliques pour l'analyse et la conception des réseaux de drainage*. Site internet : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/pluviales/chap7.pdf>



# **ANNEXE A**

## **Dossier cartographique**





**Projet minier Troilus**  
**État de référence du milieu récepteur**  
**Localisation des stations hydrologiques**

**Sources**  
 BDTQ 1:20 000, MRNF Québec, 2012  
 Réseau routier, Adresse Québec, 2019-07  
 Orthophoto, MRNF Québec, 2013  
 Inventaire, Wachih / Hydro-Ressources, 2019

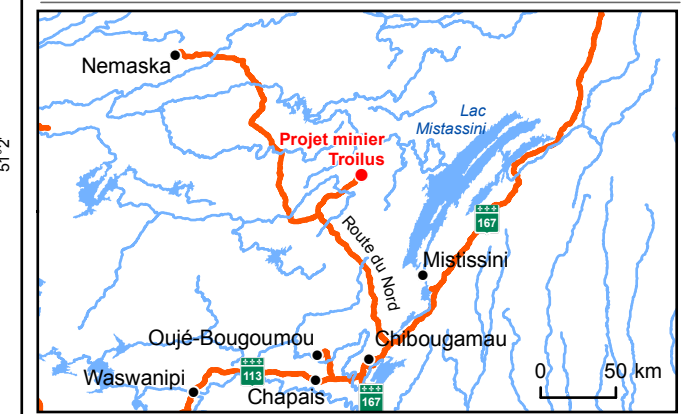
Fichier : 19-0071\_HYc2\_stnHydro\_191212.mxd

N  
 O — E  
 S

0 500 1 000 m

Projection : MTM fuseau 8, NAD83 **Carte 2**

**TROILUS**  
 Mining Hydrogeology  
**Wachih** Hydrogeology  
 Décembre 2019



**Hydrographie**

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Station hydrologique

**Infrastructures**

- Bâtiments d'exploration
- Camp d'exploration
- Guérite
- Ligne de transport d'énergie
- Ancien site minier

**Réseau routier**

- Route d'accès
- Chemin carrossable
- Chemin non carrossable

**Limites**

- Zone d'étude



## **ANNEXE B**

### **Présentation des travaux de terrain de juillet 2019**



# Campagne de terrain TROILUS

Juillet 2019



## Plan général

Sonde le  
9/07/2019  
atmosphérique:

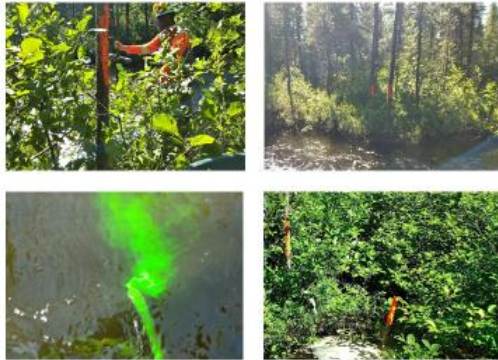
► derrière le campement



BASE POUR HY9 . Sur chemin principal



## sonde HY9 : le 9/07/2019



- ▶ PROFONDEUR +- 1m et largeur +- 4m ,
- ▶ Essai de PTT de 16h12 à 16h19 avec 1g/ 20gallons

## sonde HY8 : le 10/07/2019

- ▶ PROFONDEUR - 1m et largeur +- 2m ,
- ▶ Essai de PTT de 9h 14 a 9h24 et retrait de la sonde a 9h27 avec 2g/ 20gallons





### sonde HY7 : le 10/07/2019

- ▶ PROFONDEUR - 0,5m et largeur - 2m ,
- ▶ Essai de PTT de 13h11 a 13h21 retrait de la sonde a 13h42 avec 2g/ 20gallons



### sonde HY4: le 10/07/2019



- ▶ à droite de la descente, la rampe d accès du lac



sonde  
HY10: le  
10/07/2019

à gauche de la rampe d'accès du lac

Base HY8-7-4-10:  
le 10/07/2019

- ▶ au bout du chemin HY8  
entre HY8 ET HY7



### Base HY1-2-3

- ▶ Au milieu du terrain de mousse à gauche de HY1



### sonde HY2 : le 11/07/2019



- ▶ PROFONDEUR +-1m et largeur +- 2,5m ,
- ▶ Essai de PTT 9H47 A 9H59 retrait de la sonde a 10-09 avec 2g/ 20gallons



### sonde HY3 : le 11/07/2019

- ▶ PROFONDEUR -0,5m et largeur +10m ,
- ▶ Essai de PTT 11H49 A 9H59 retrait de la sonde a 12-09 avec 2g/ 20gallons

### sonde HY1 : le 11/07/2019

- ▶ PROFONDEUR -0,5m et largeur +-20m
- ▶ Essai de PTT 13H12 A 13H17 retrait de la sonde a 13h27 avec 2g/ 20gallons



## Base HY5-6

- ▶ Au nord de la halde à stériles, à l'est de hy5 , près de la rampe pour accéder à hy5



## sonde HY5 : le 12/07/2019

- ▶ PROFONDEUR -0,8m et largeur -1m ,
- ▶ au milieu de la foret invisible caché par des arbustes
- ▶ Essai de PTT 10h39 a 10h49 retrait de la sonde a 11h10 avec 1g/+ 20gallons



## sonde HY6 : le 12/07/2019

- ▶ PROFONDEUR variable de 0,3 à 1,2m et largeur 1m à 4m,
- ▶ Présence de poissons
- ▶ Essai de PTT 15h05 a15h20 retrait de la sonde a 15h 35 avec 2g/+ 20gallons

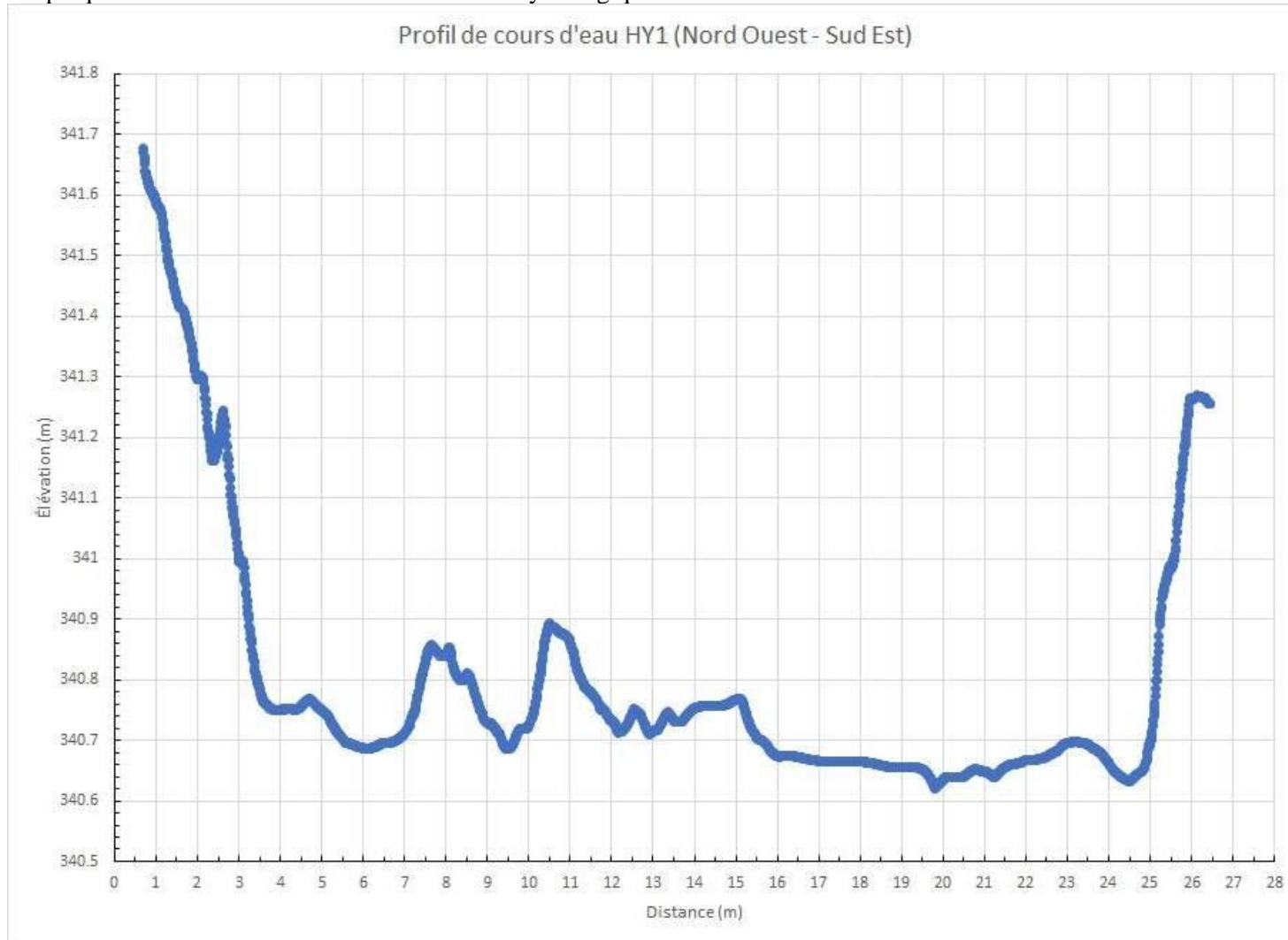


## **ANNEXE C**

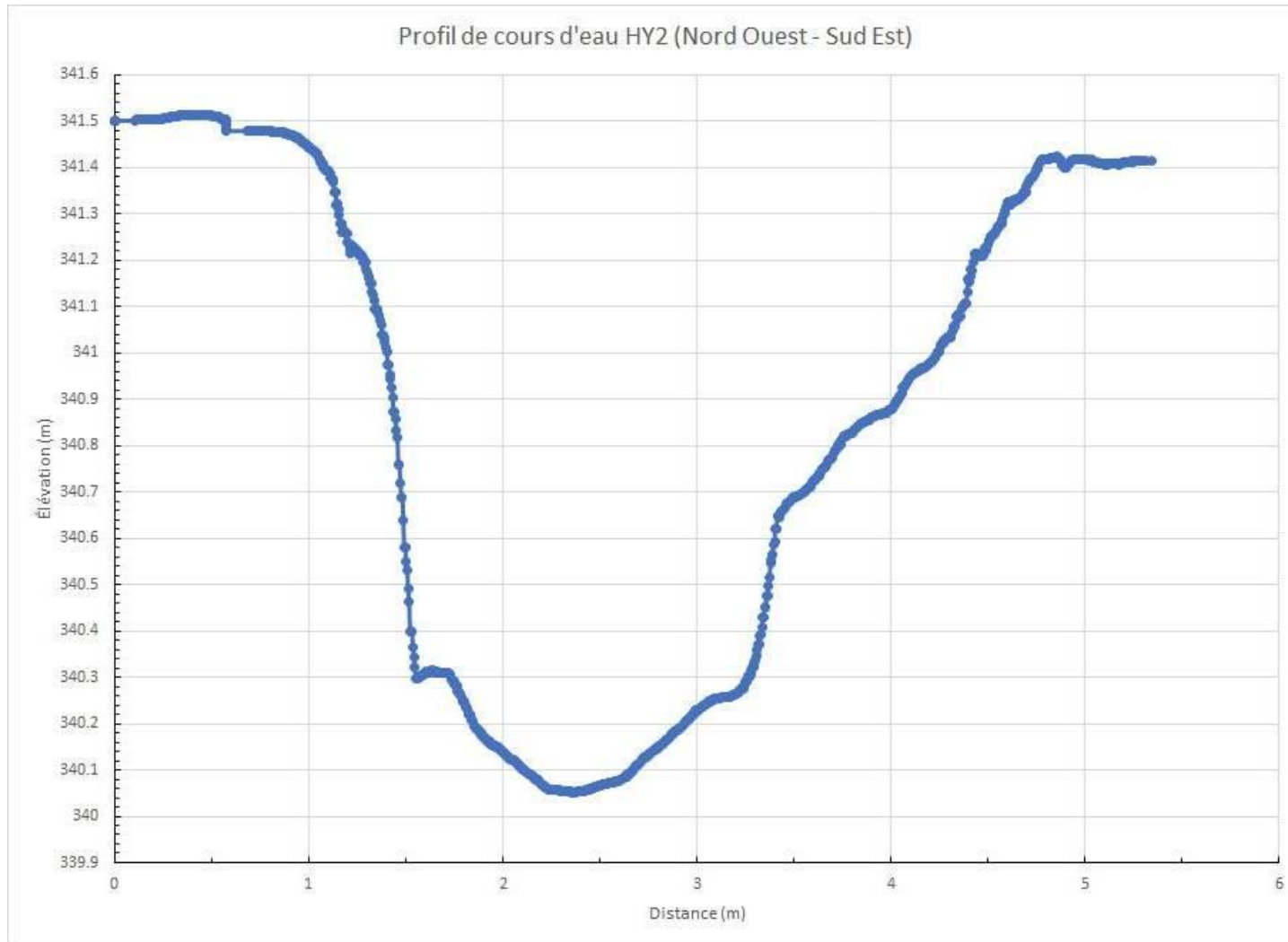
### **Profil des cours d'eau**



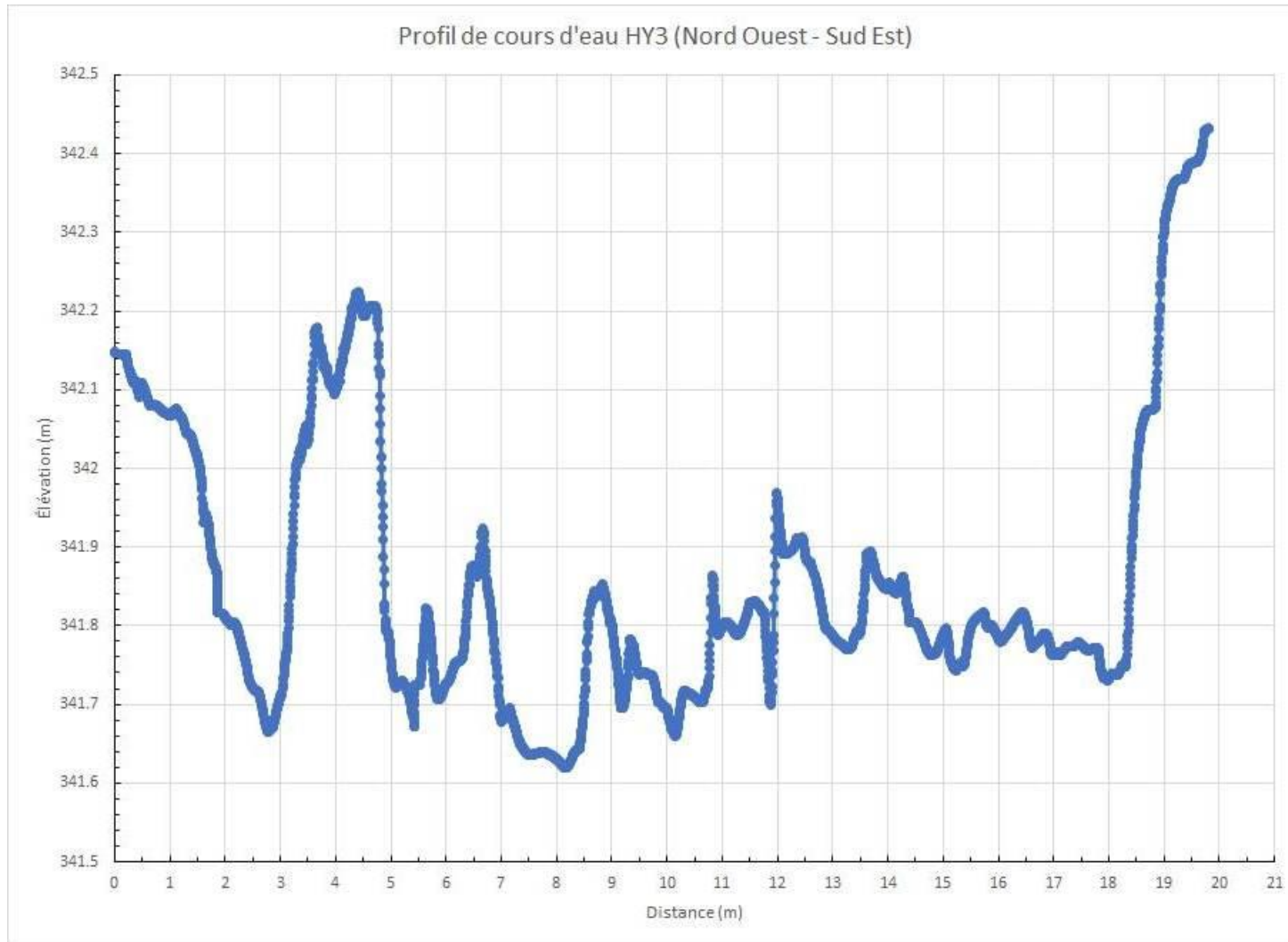
Graphique C1 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY1



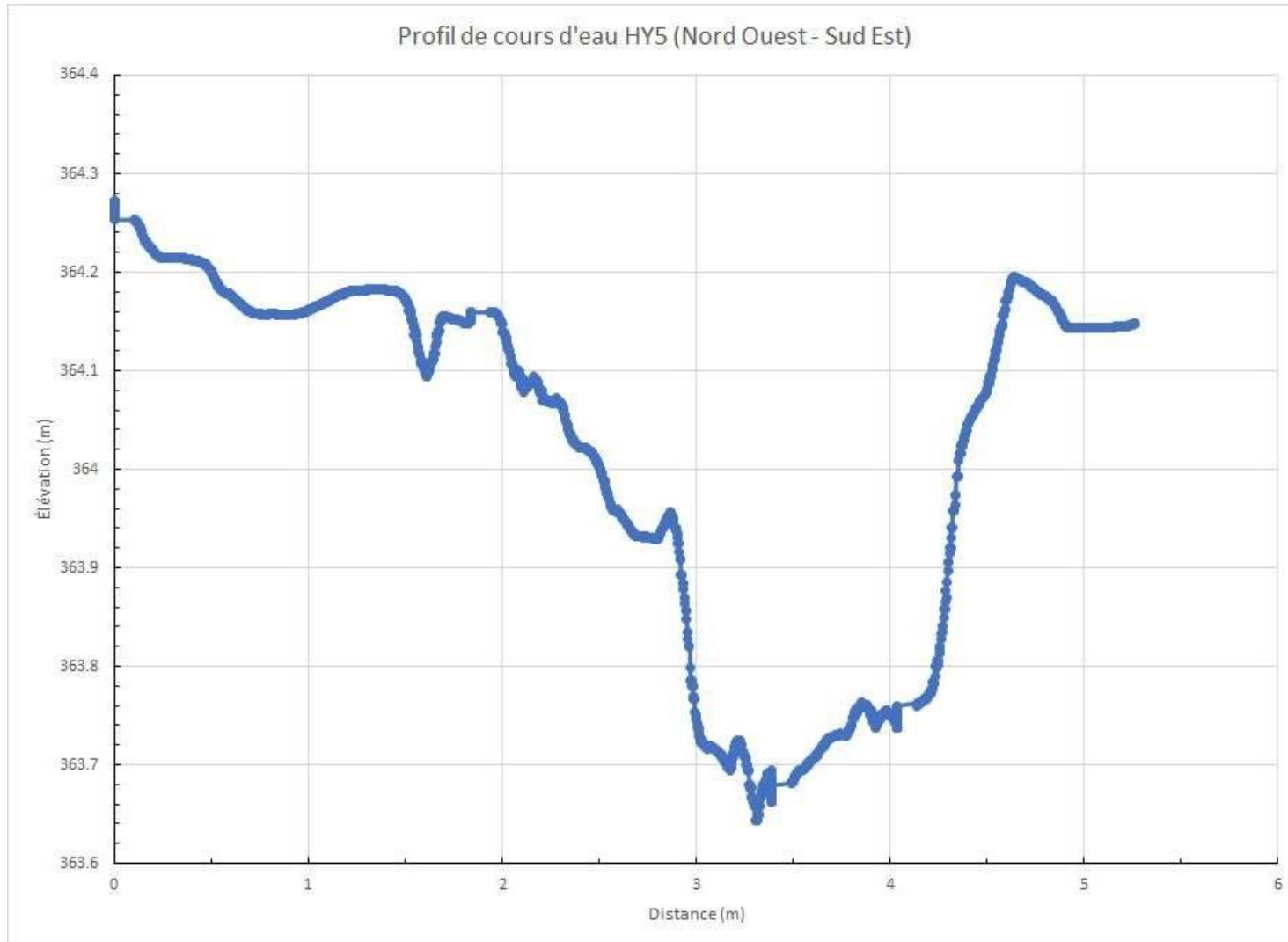
Graphique C2 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY2



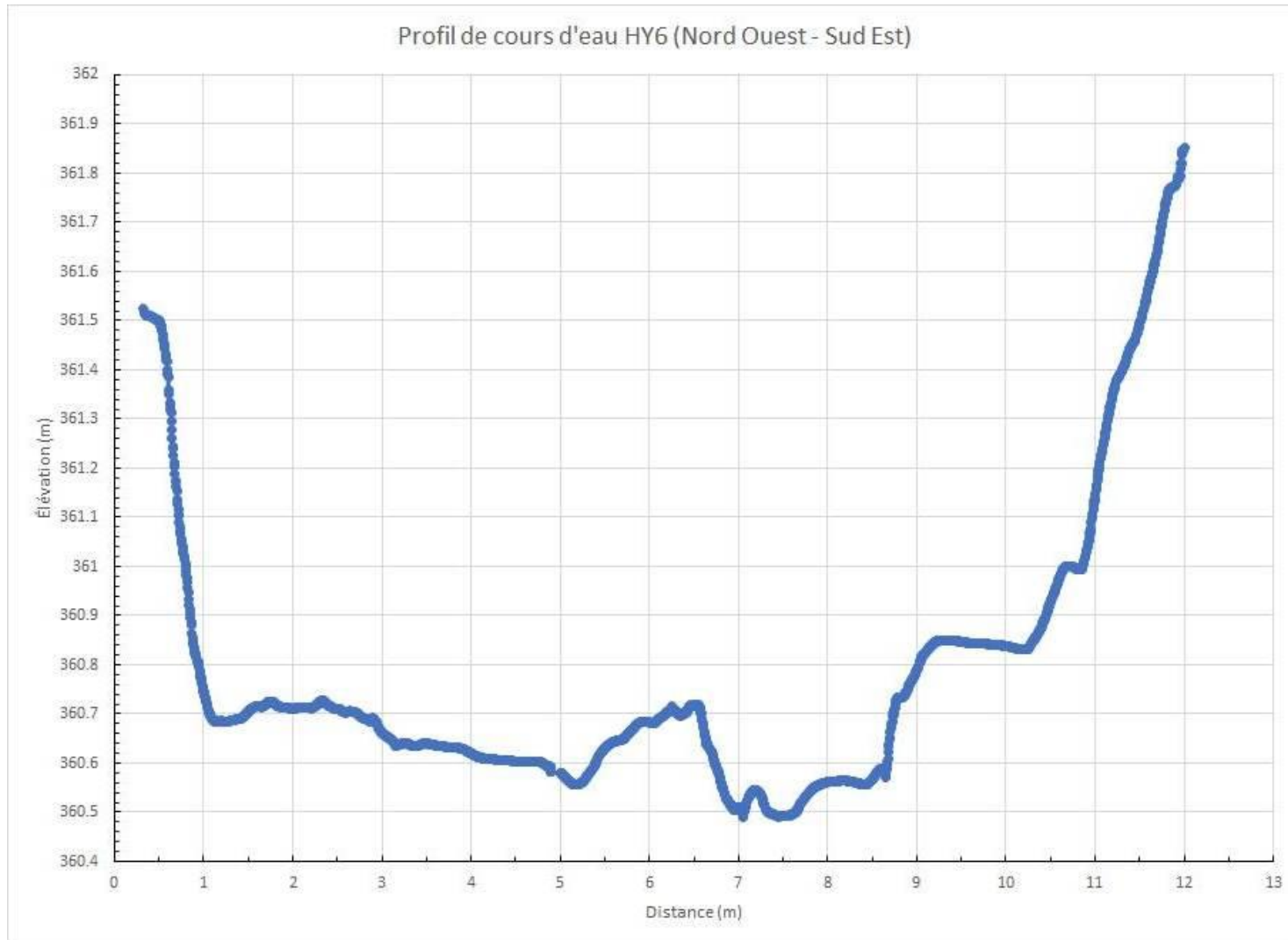
Graphique C3 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY3



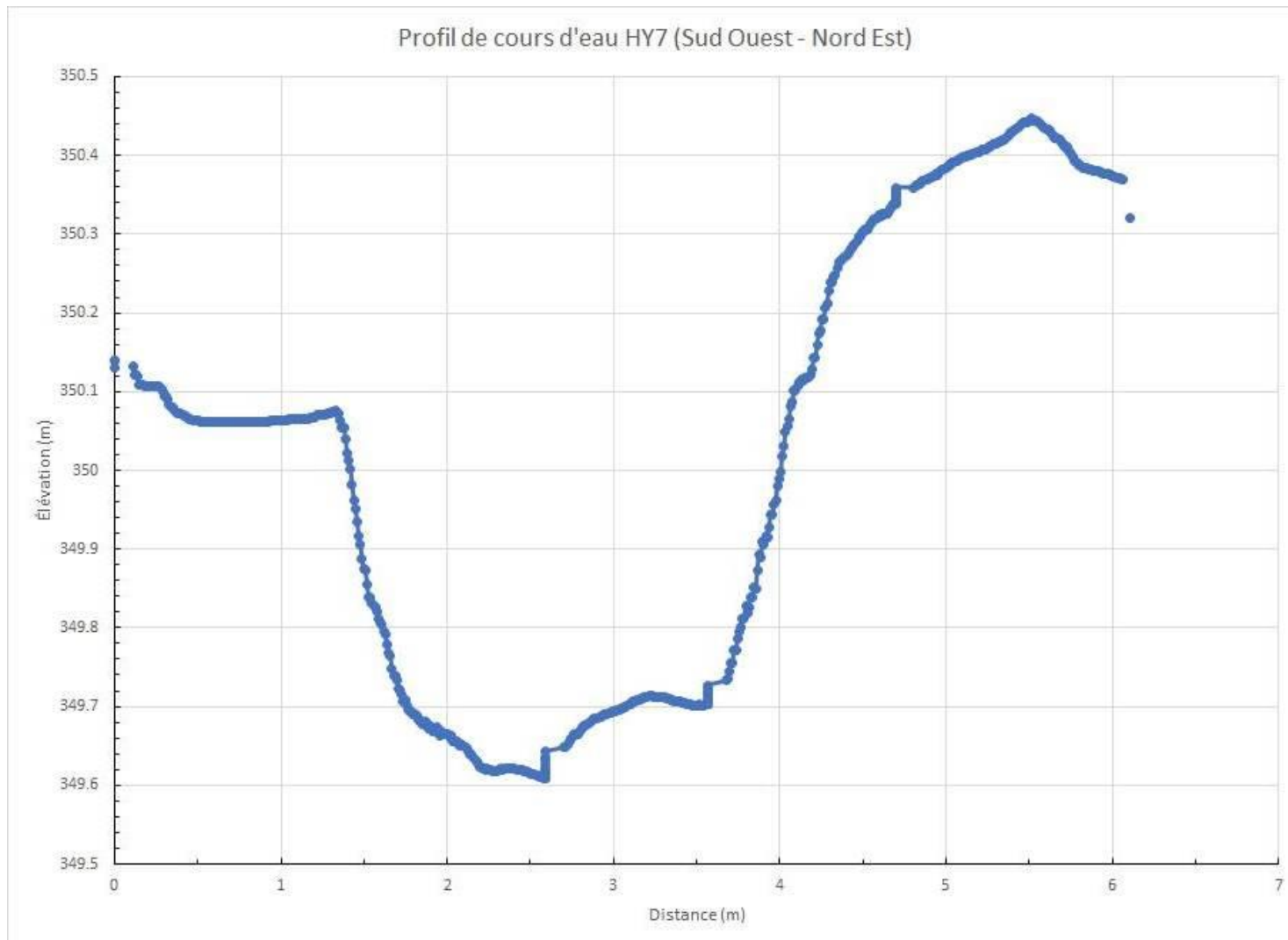
Graphique C4 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY5



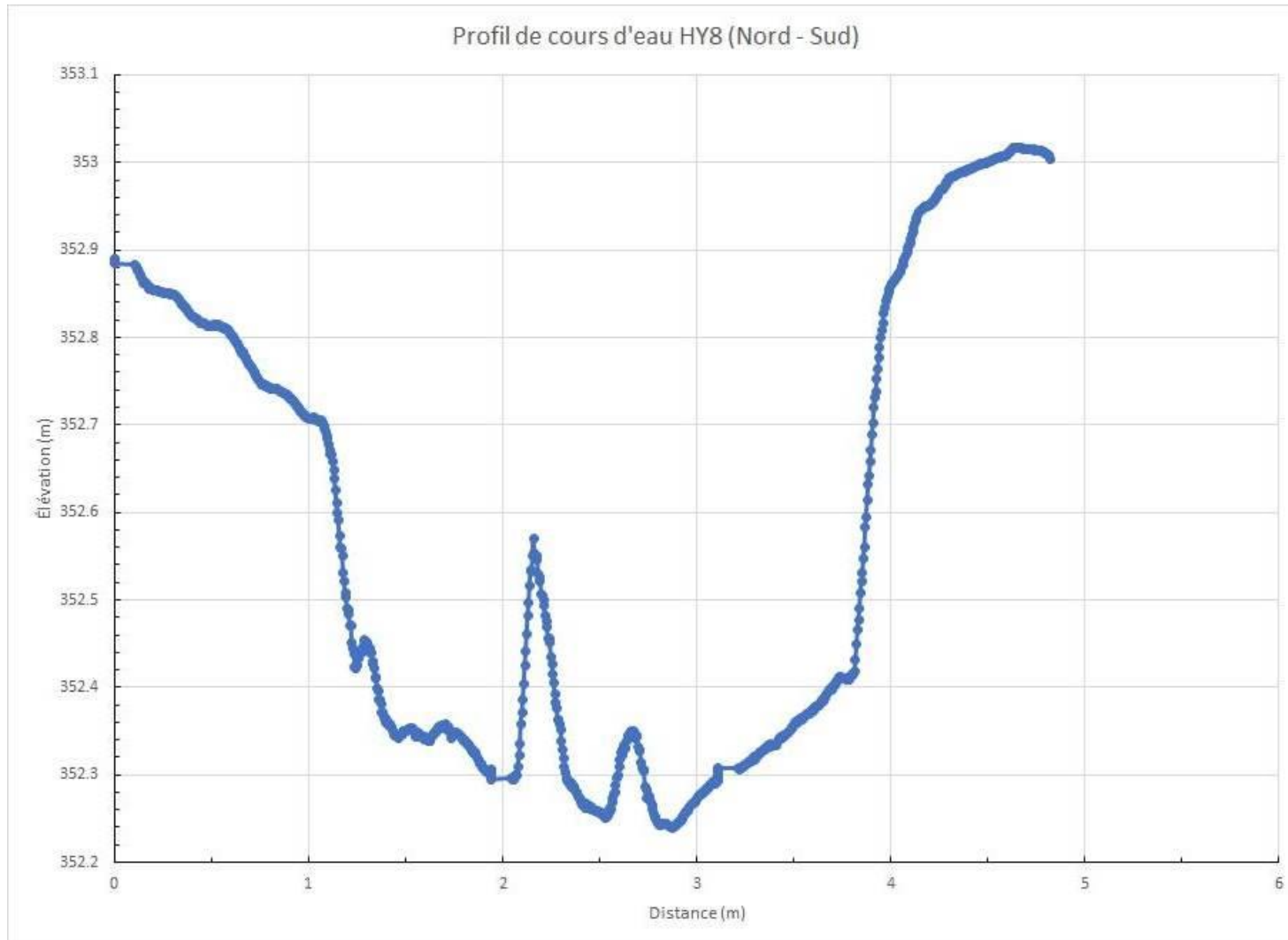
Graphique C5 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY6



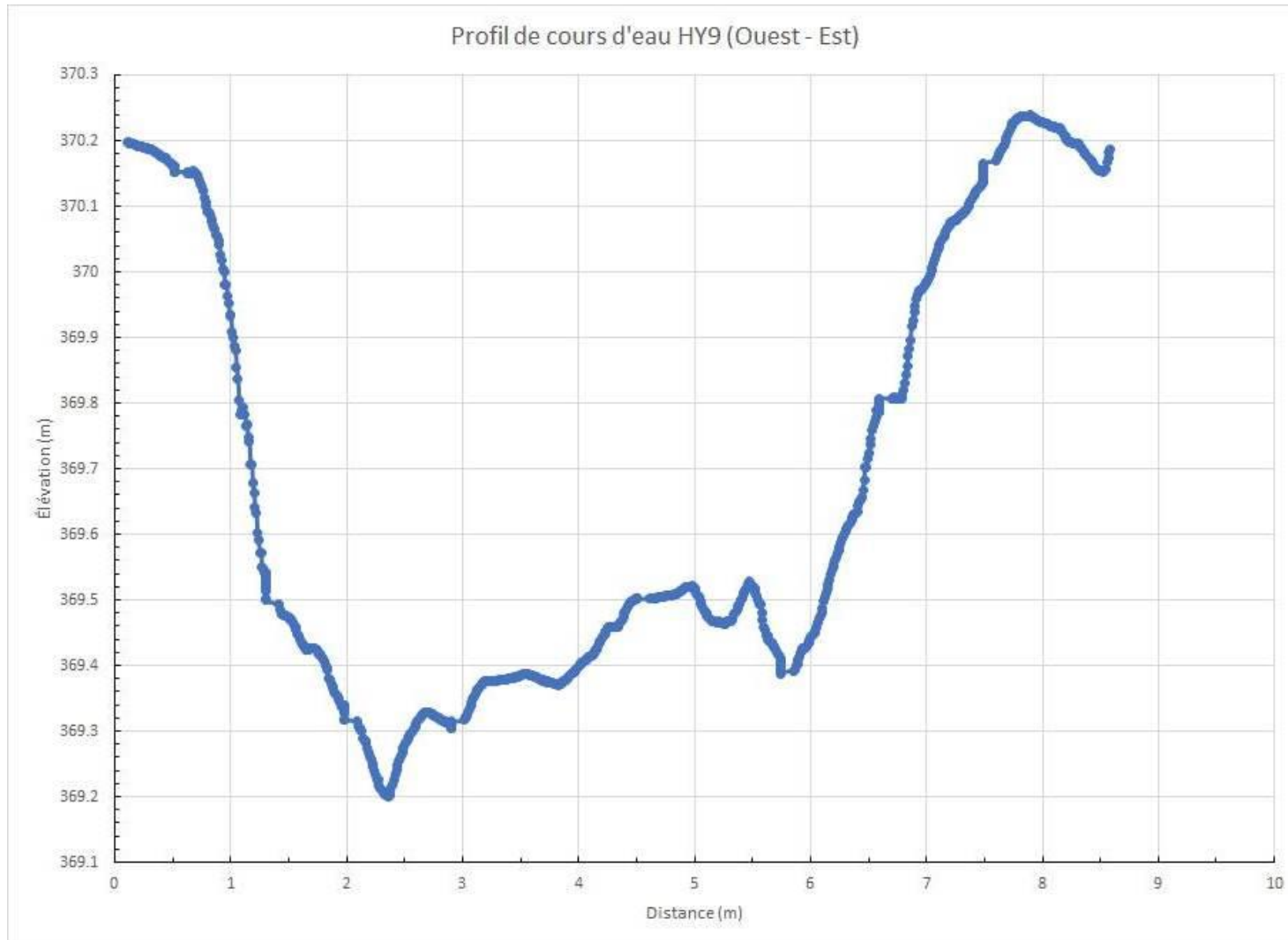
Graphique C6 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY7



Graphique C7 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY8



Graphique C8 : Profil de cours d'eau à la station hydrologique HY9

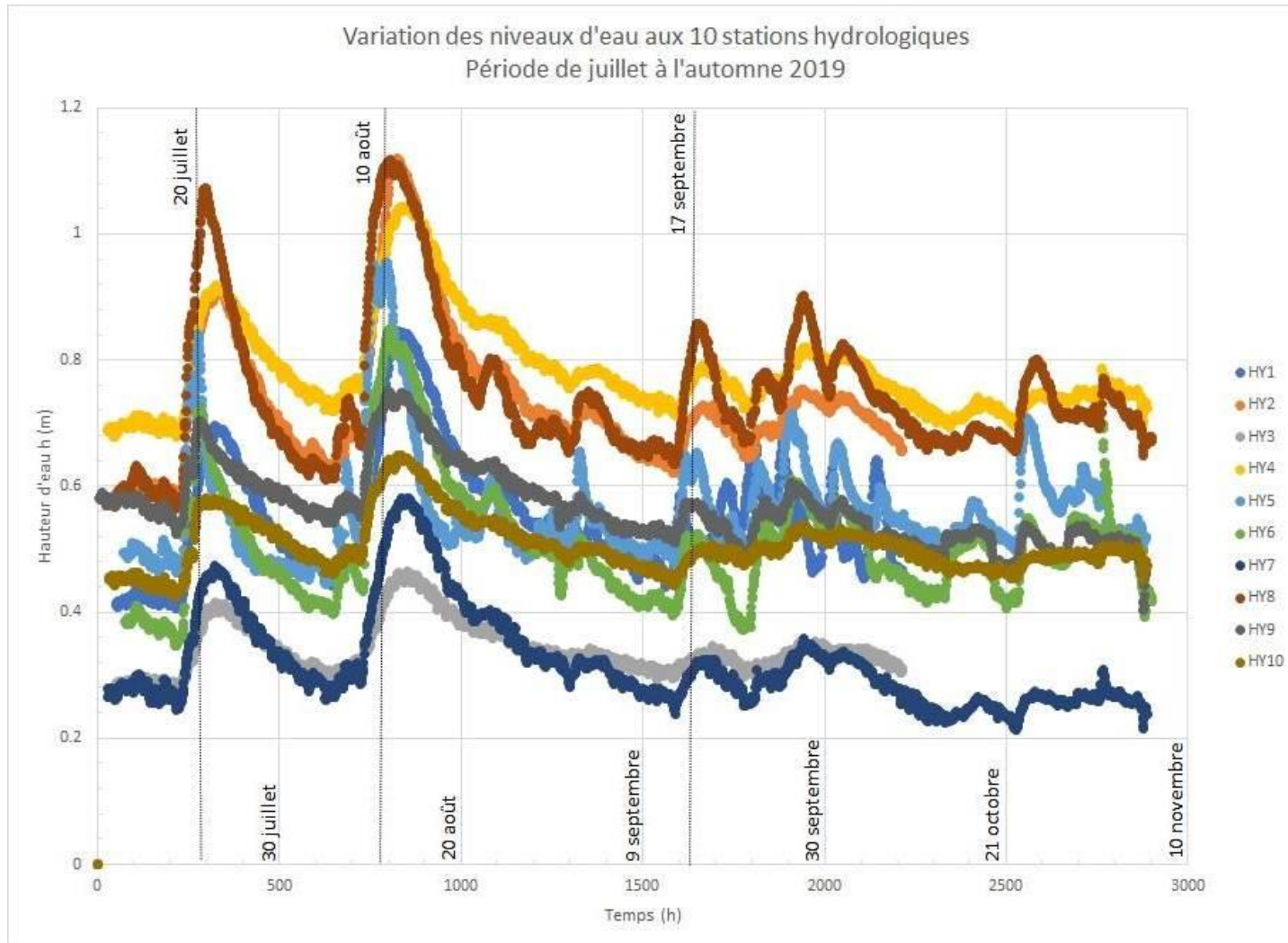


## **ANNEXE D**

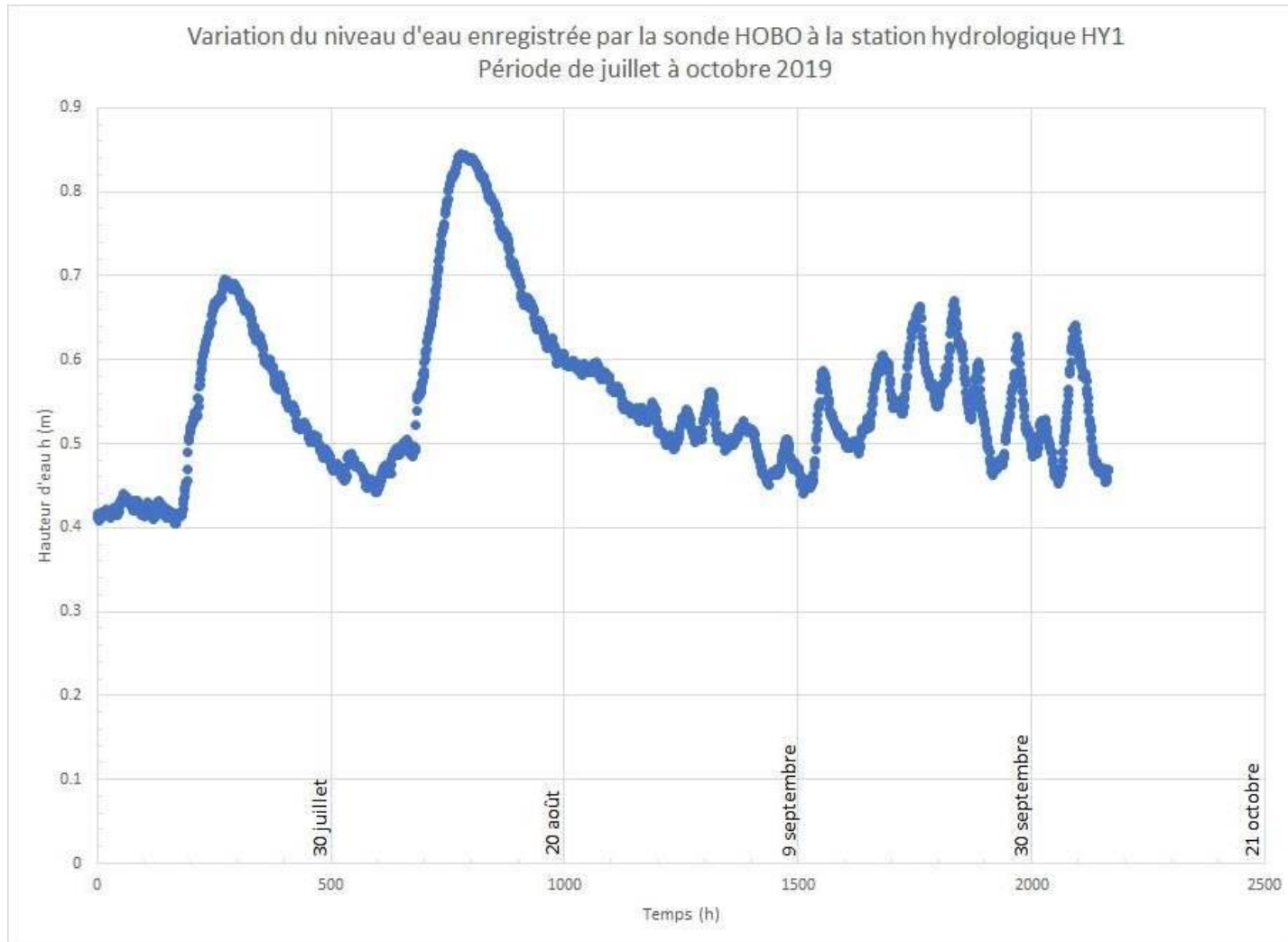
### **Courbes de variation du niveau d'eau en fonction du temps**



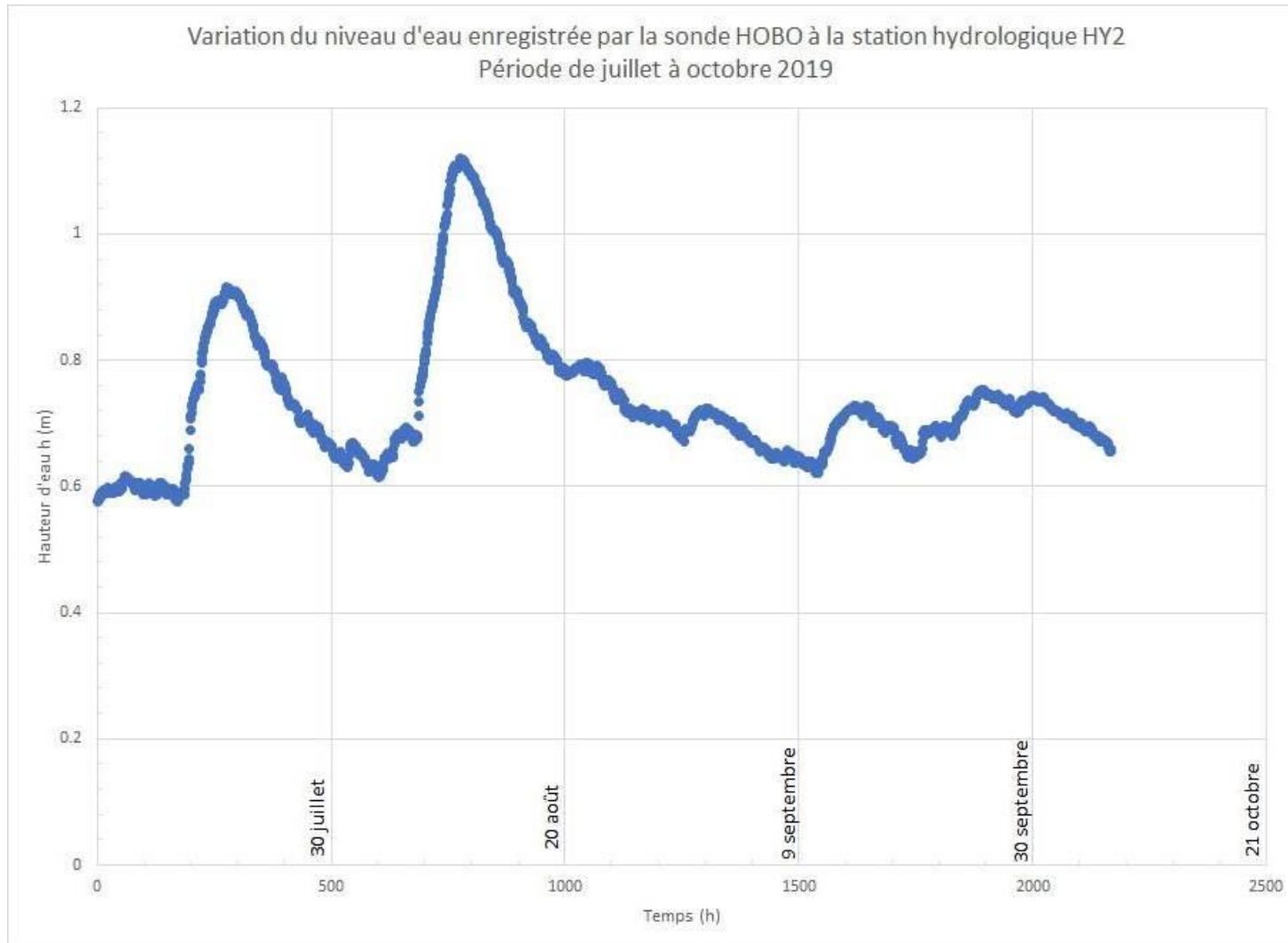
Graphique D1 : Variation des niveaux d'eau dans l'ensemble des stations hydrologiques



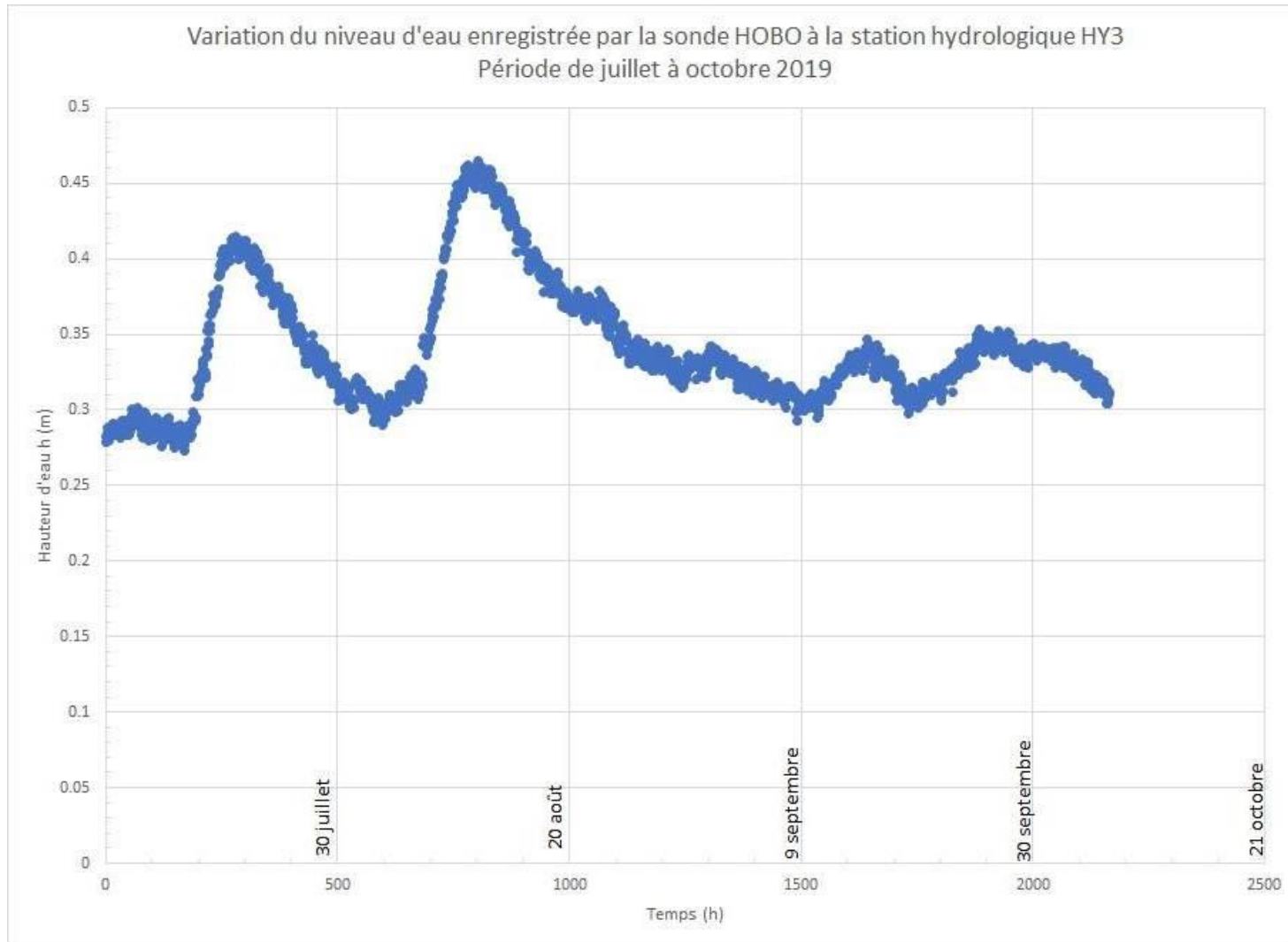
Graphique D2 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY1



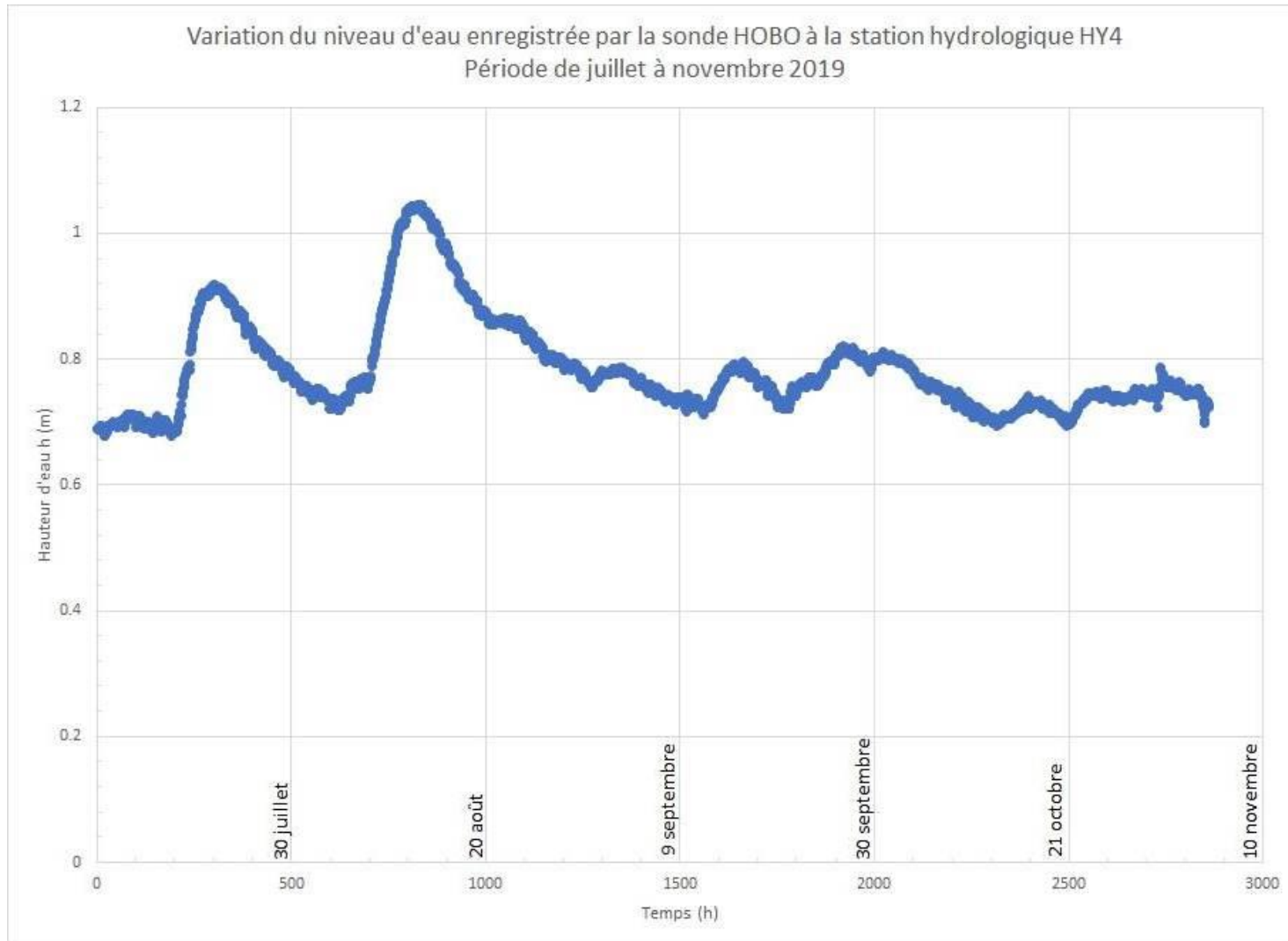
Graphique D3 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY2



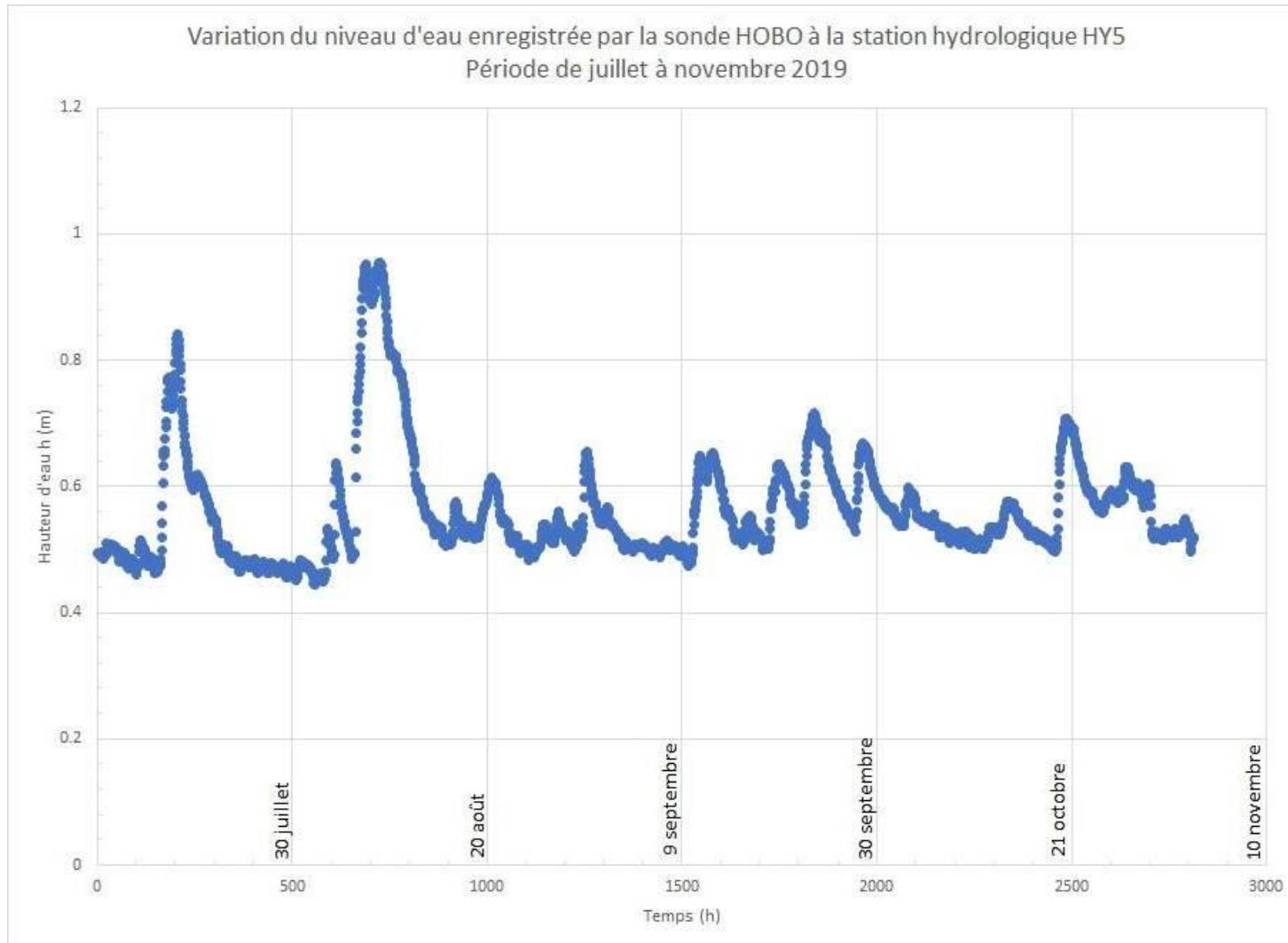
Graphique D4 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY3



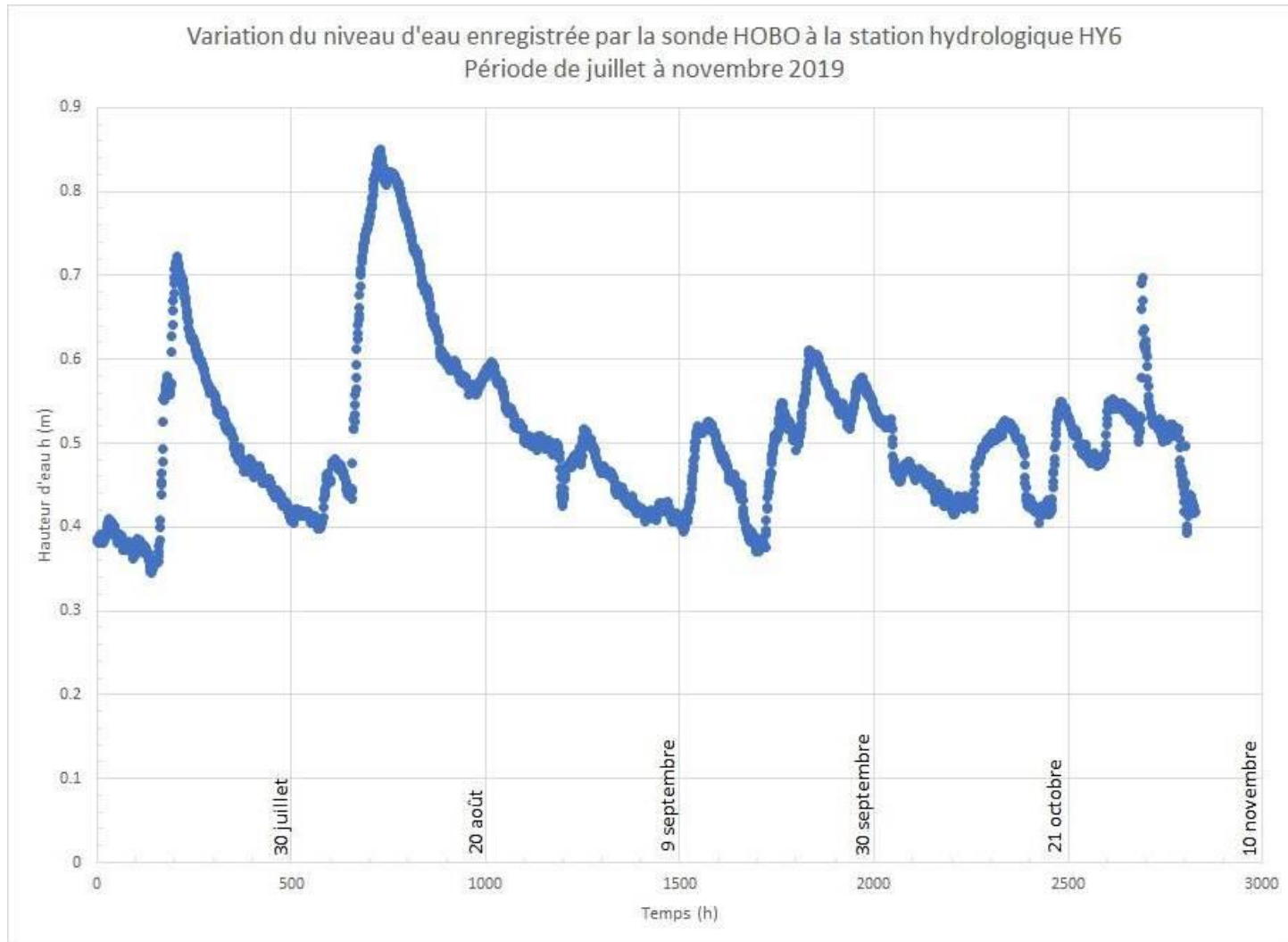
Graphique D5 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY4



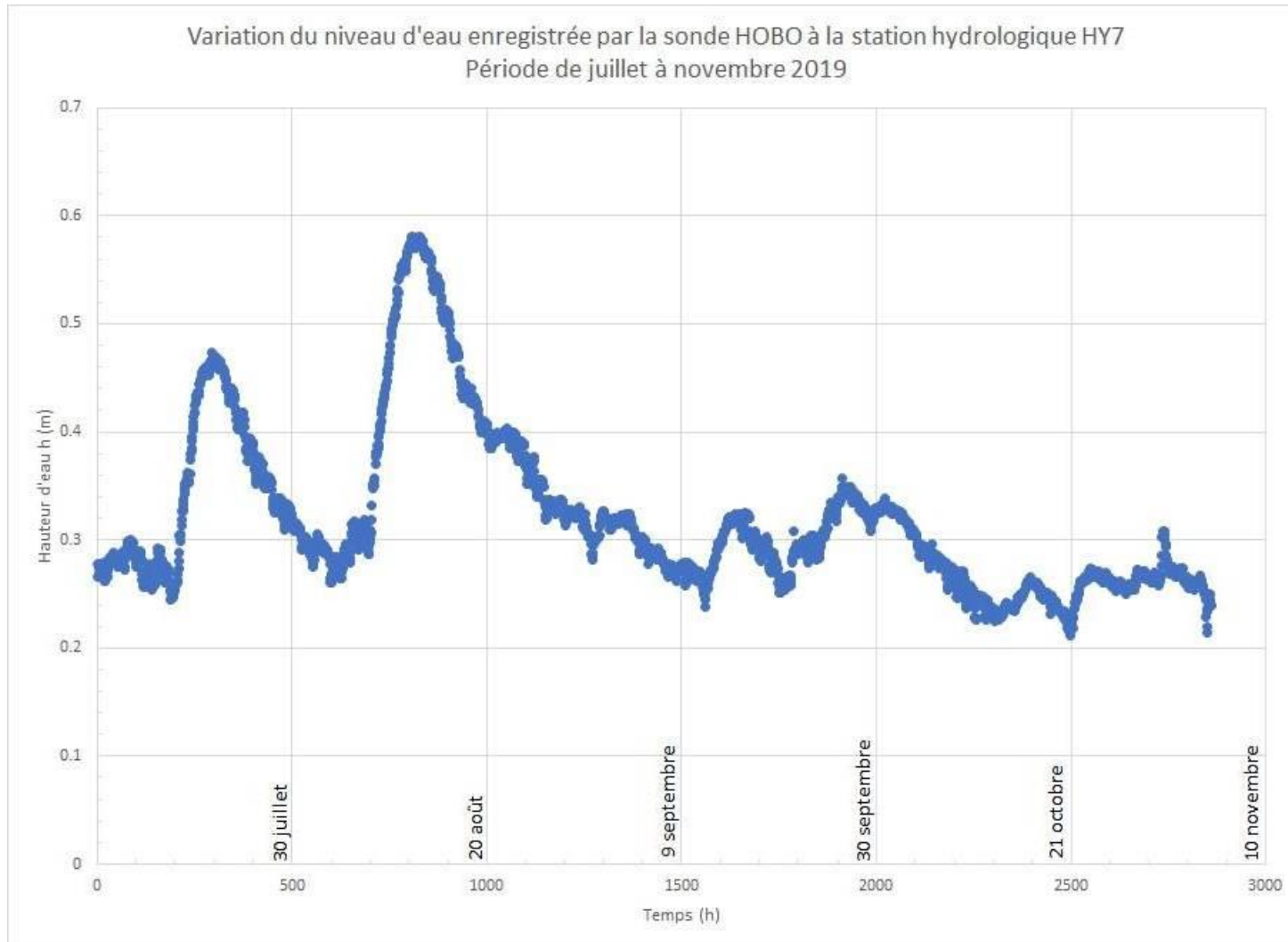
Graphique D6 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY5



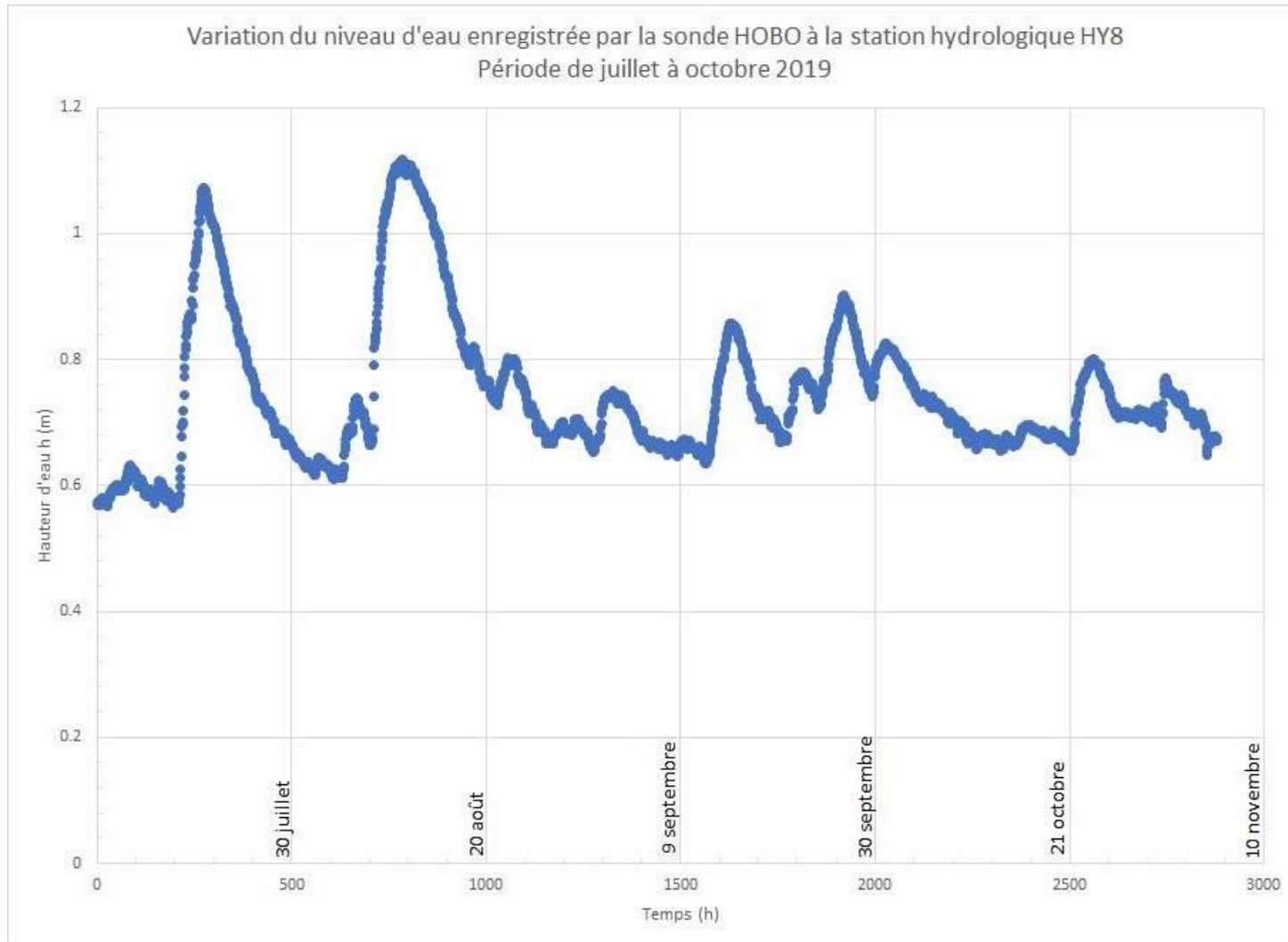
Graphique D7 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY6



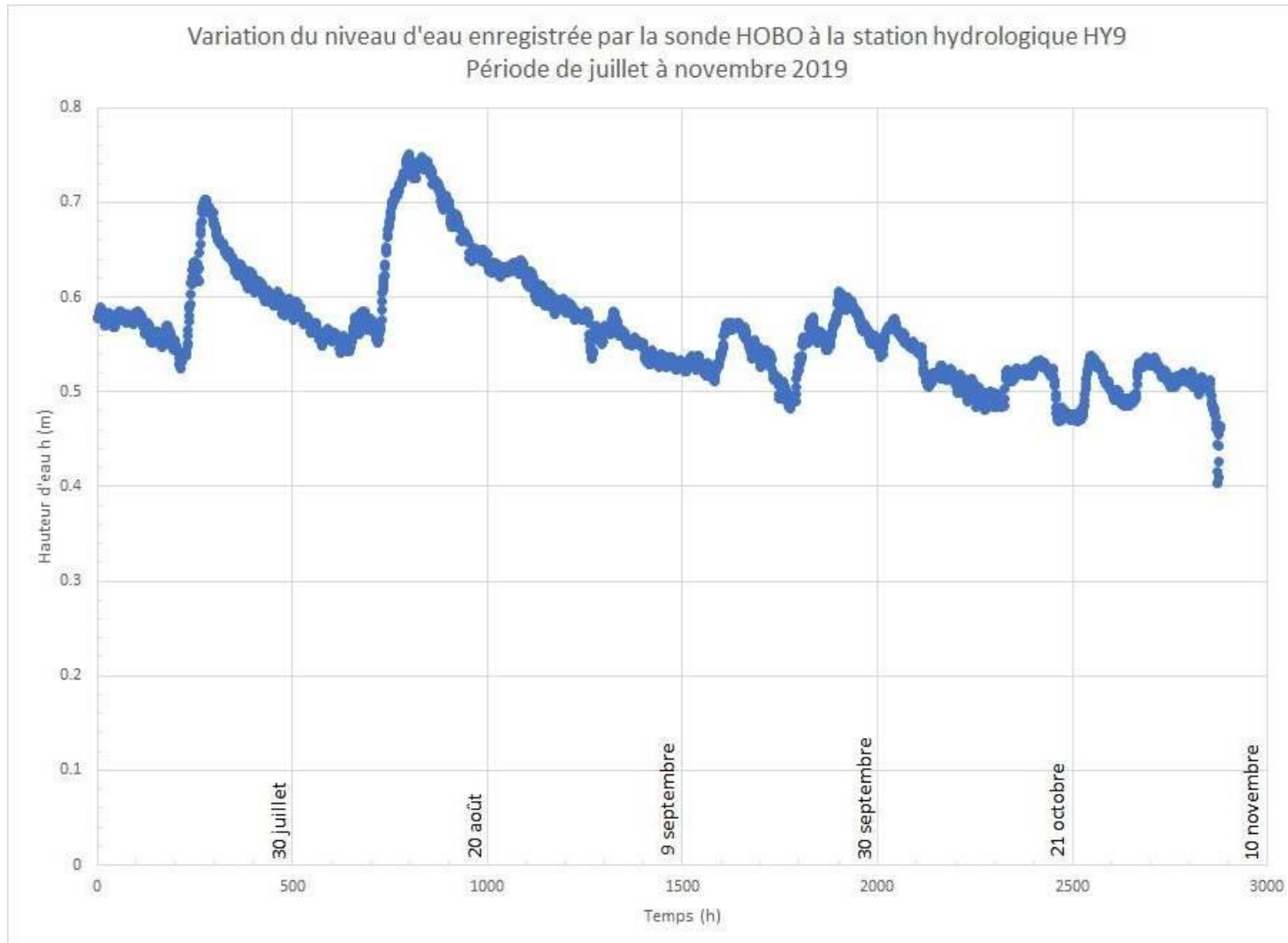
Graphique D8 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY7



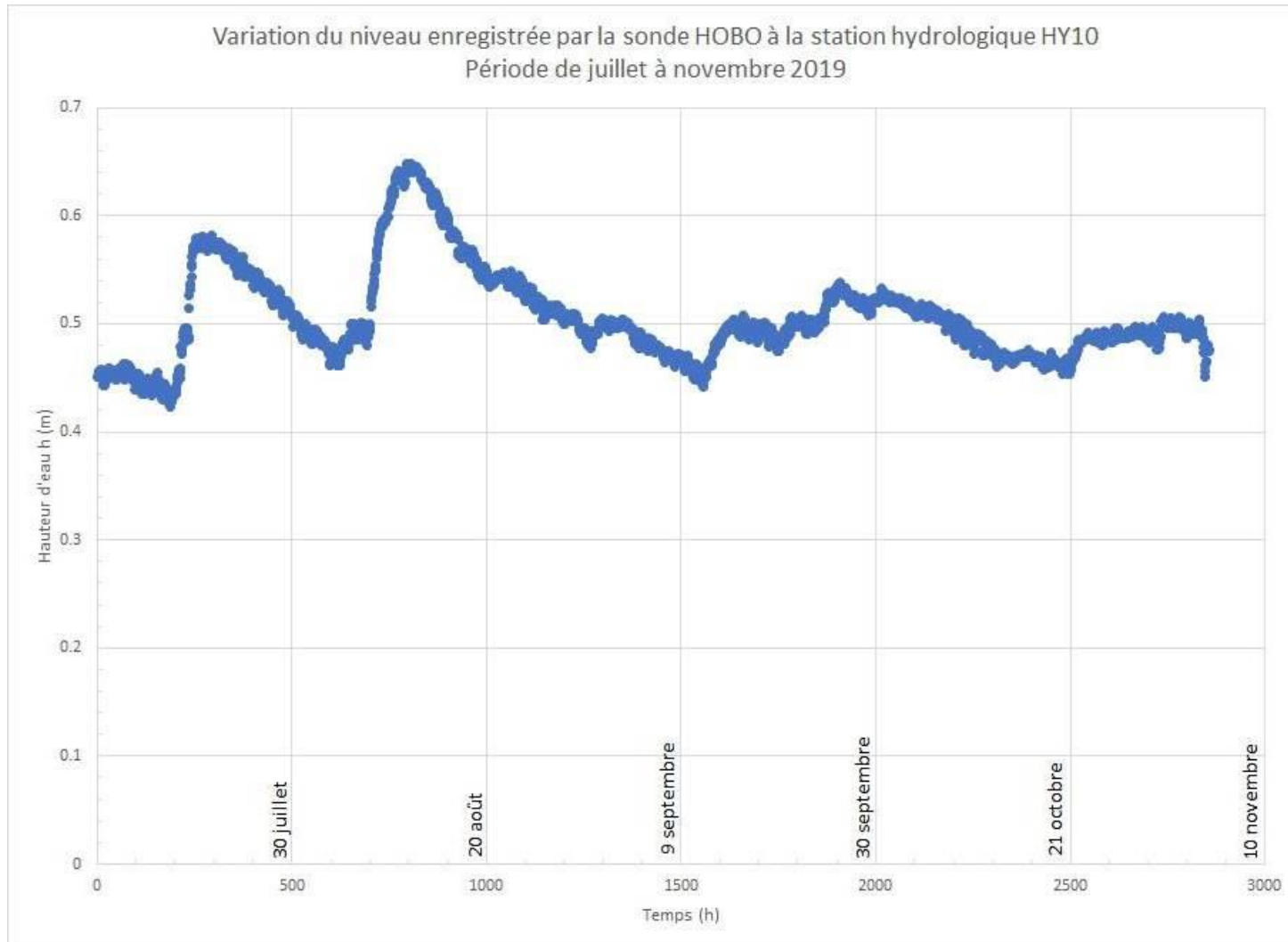
Graphique D9 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY8



Graphique D10 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY9



Graphique D11 : Variation du niveau d'eau à la station hydrologique HY10



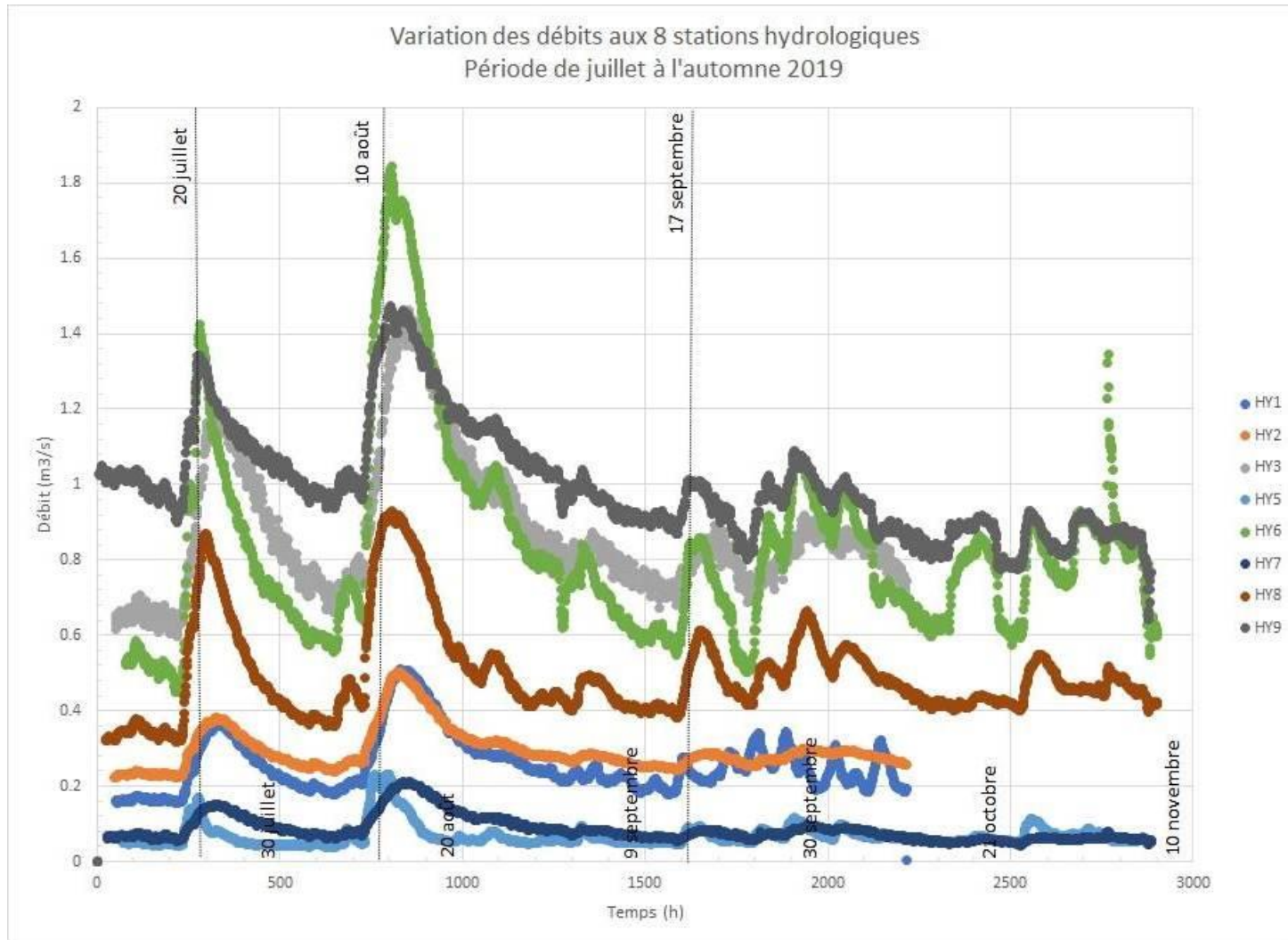


## **ANNEXE E**

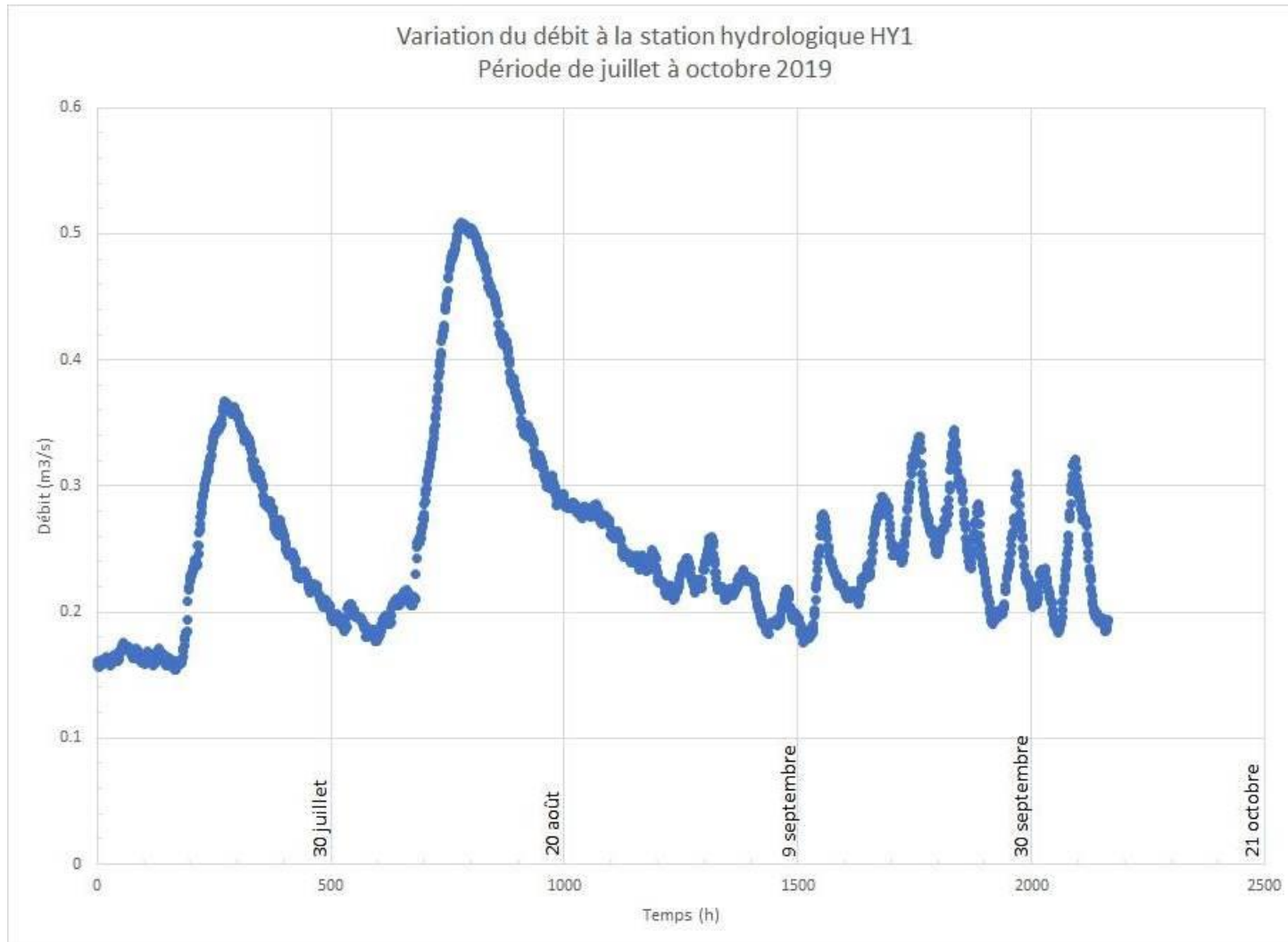
### **Courbes de variation du débit en fonction du temps**



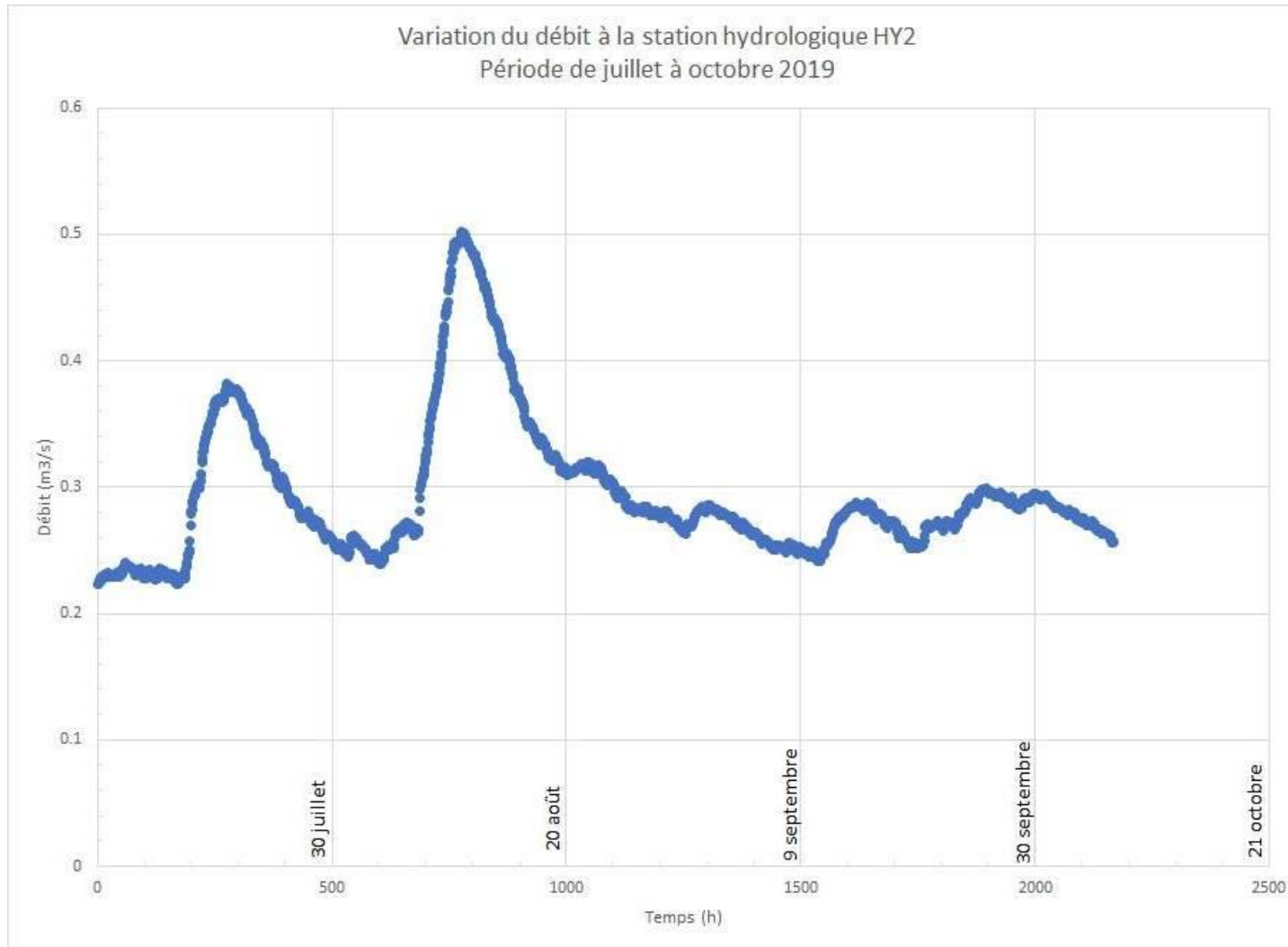
Graphique E1 : Variation du débit dans les huit stations hydrologiques de cours d'eau



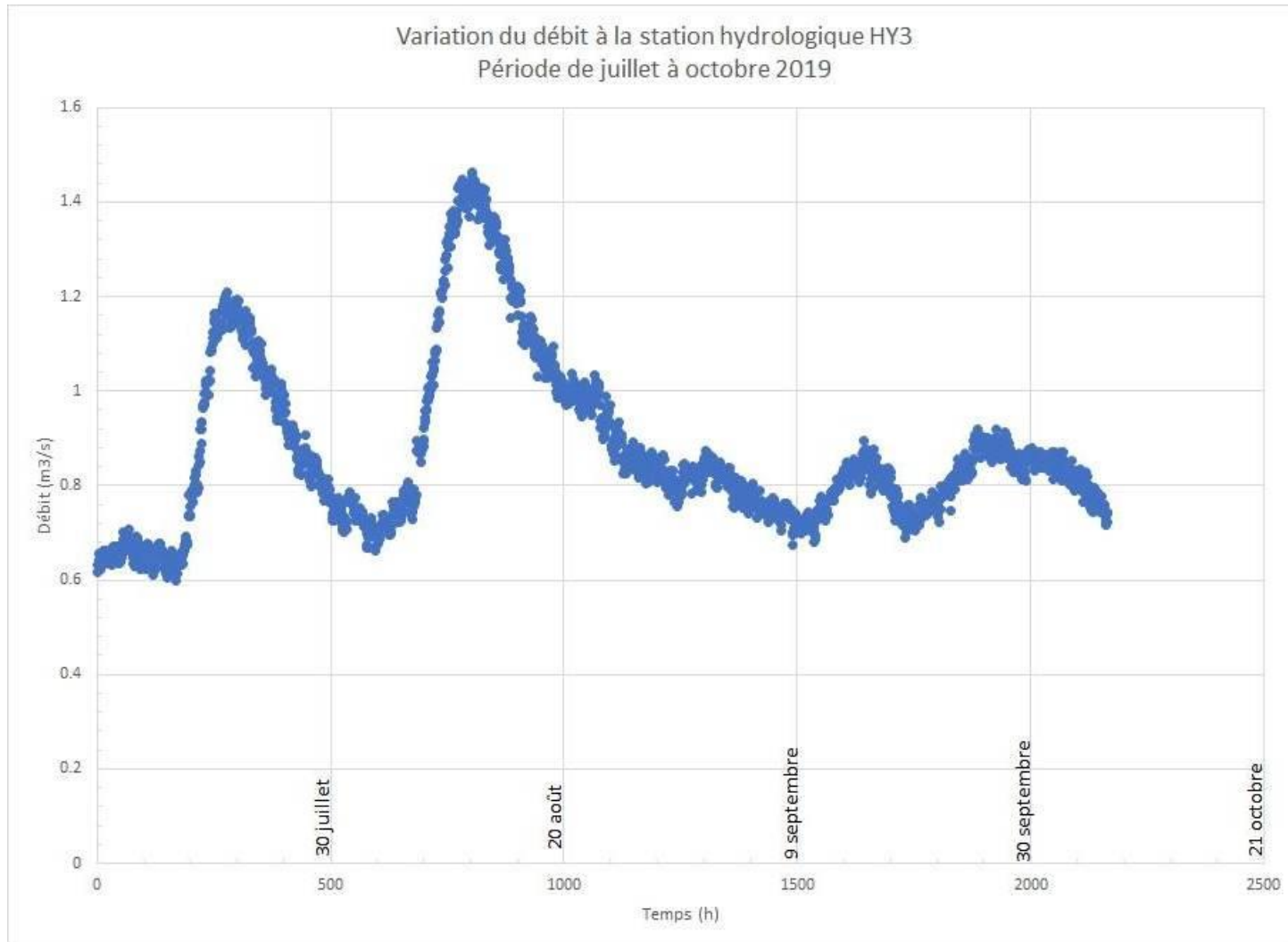
Graphique E2 : Variation du débit à la station hydrologique HY1



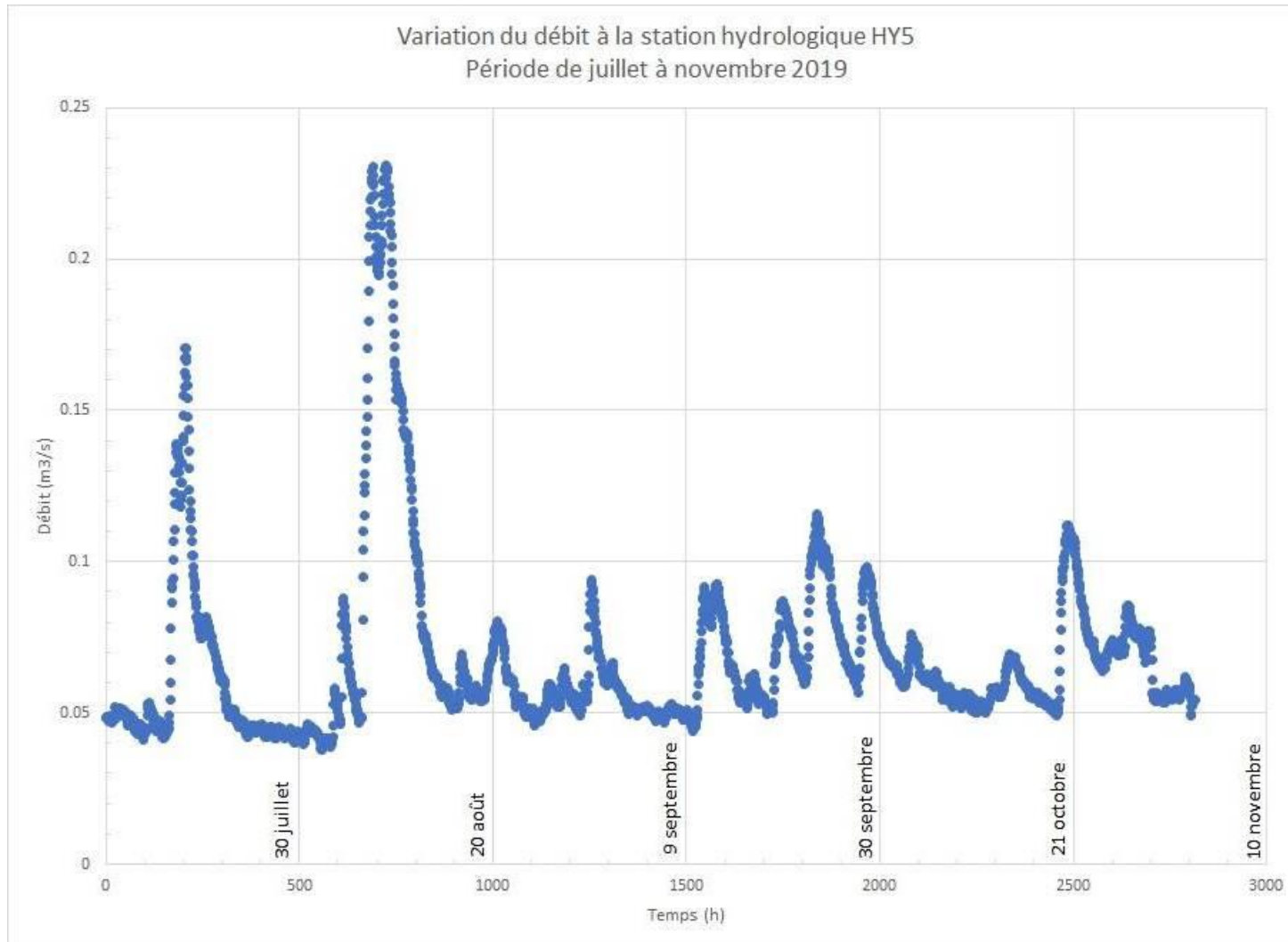
Graphique E3 : Variation du débit à la station hydrologique HY2



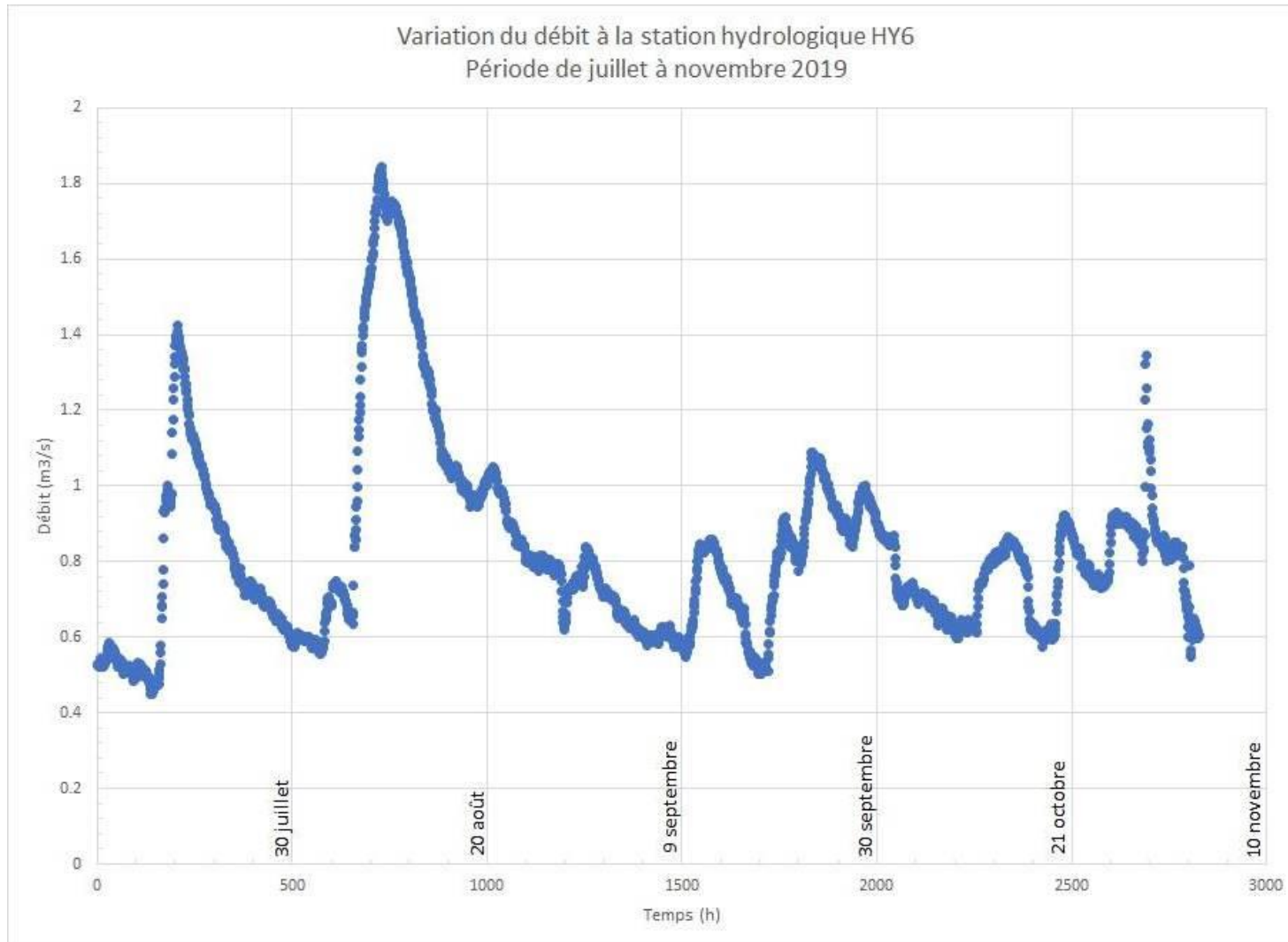
Graphique E4 : Variation du débit à la station hydrologique HY3



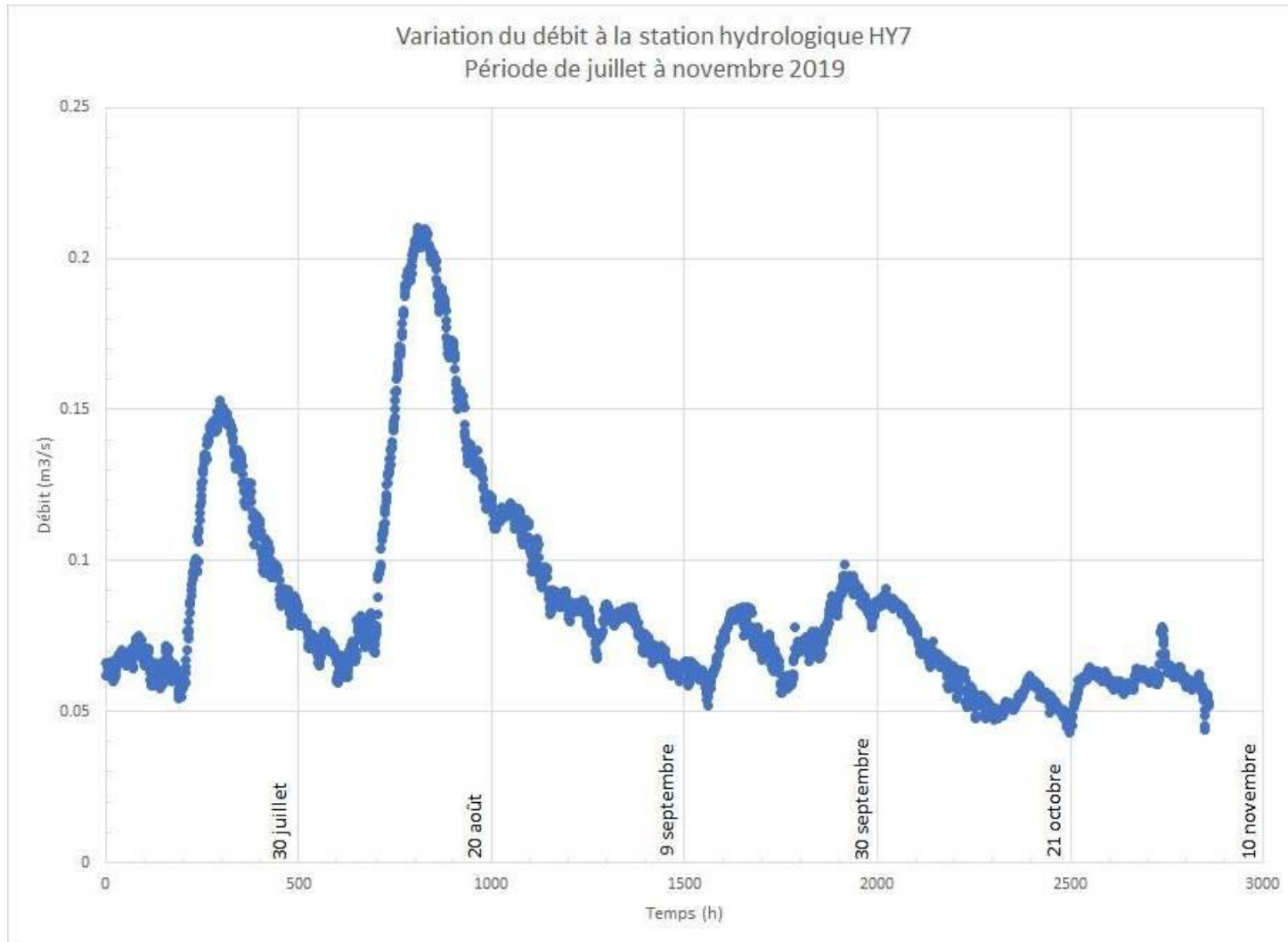
Graphique E5 : Variation du débit à la station hydrologique HY5



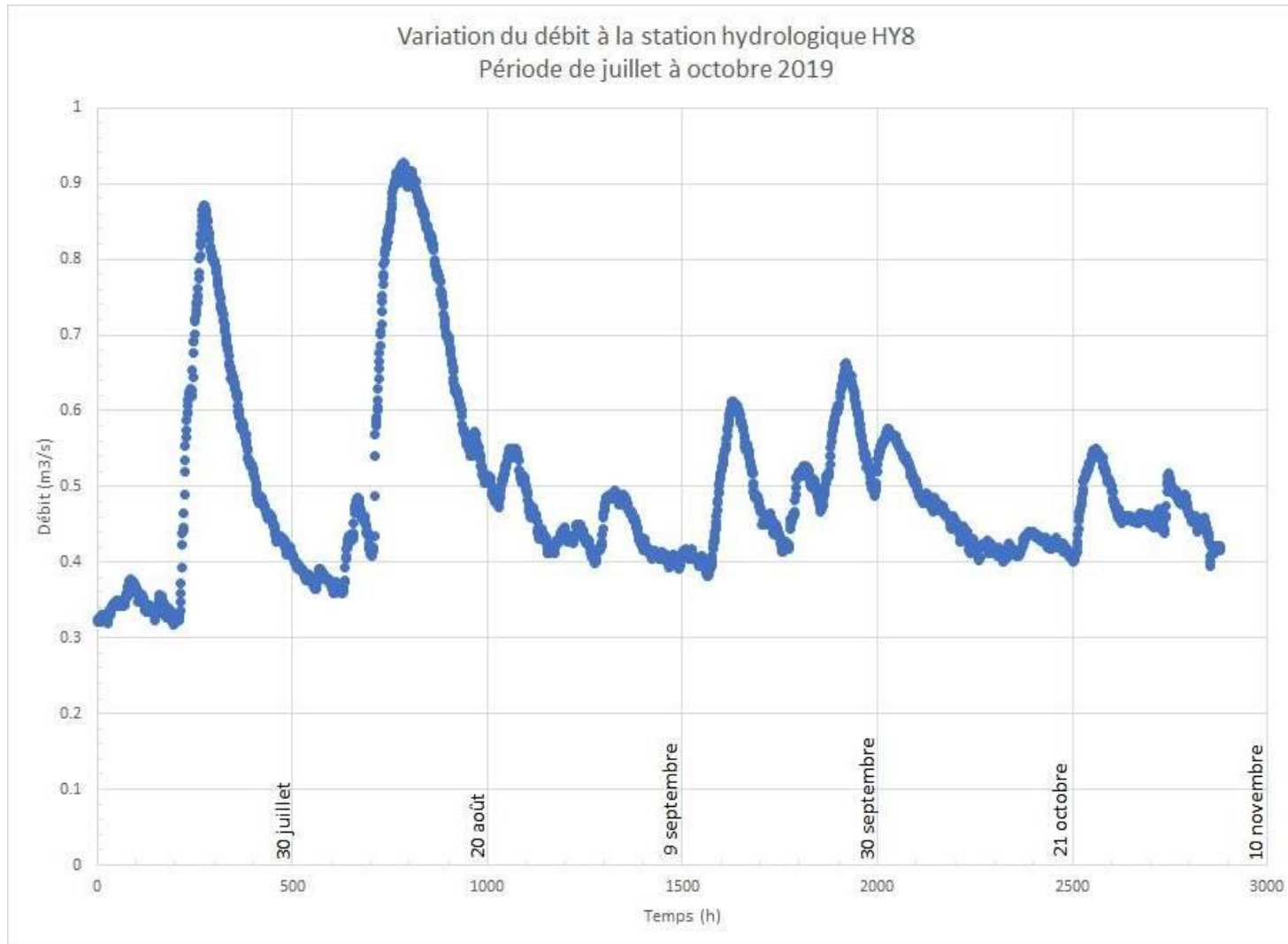
Graphique E6 : Variation du débit à la station hydrologique HY6



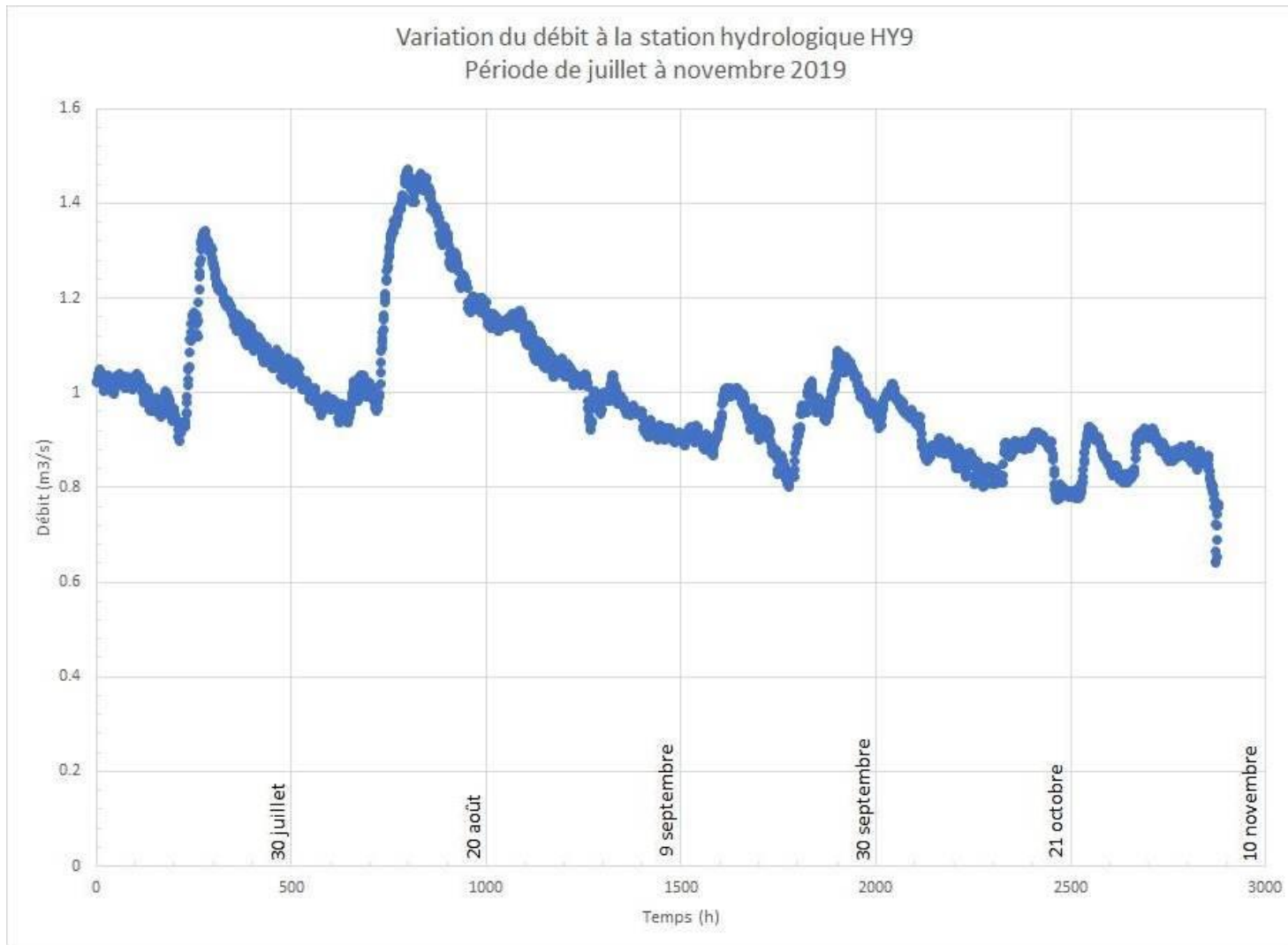
Graphique E7 : Variation du débit à la station hydrologique HY7



Graphique E8 : Variation du débit à la station hydrologique HY8



Graphique E9 : Variation du débit à la station hydrologique HY9



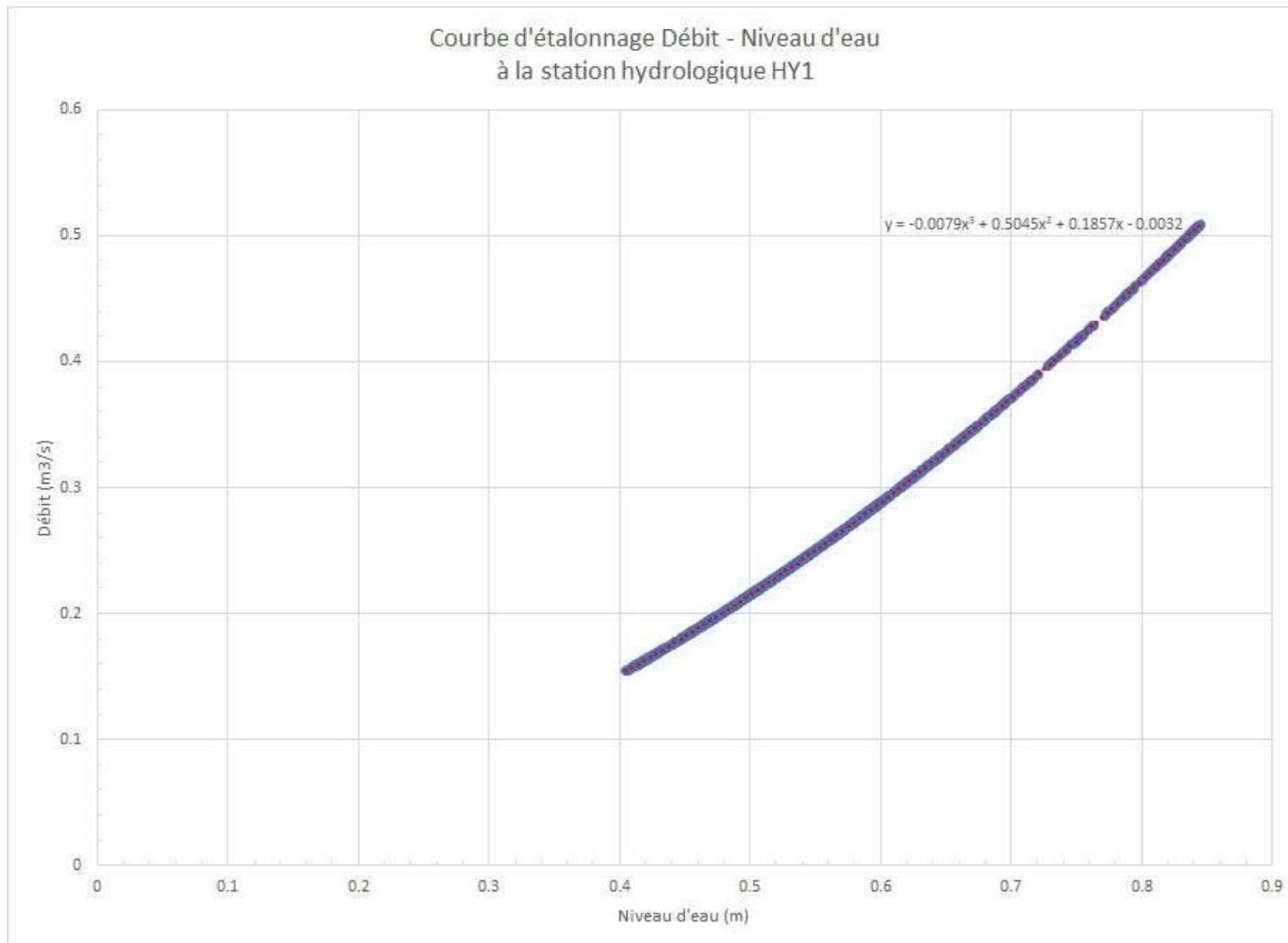


## **ANNEXE F**

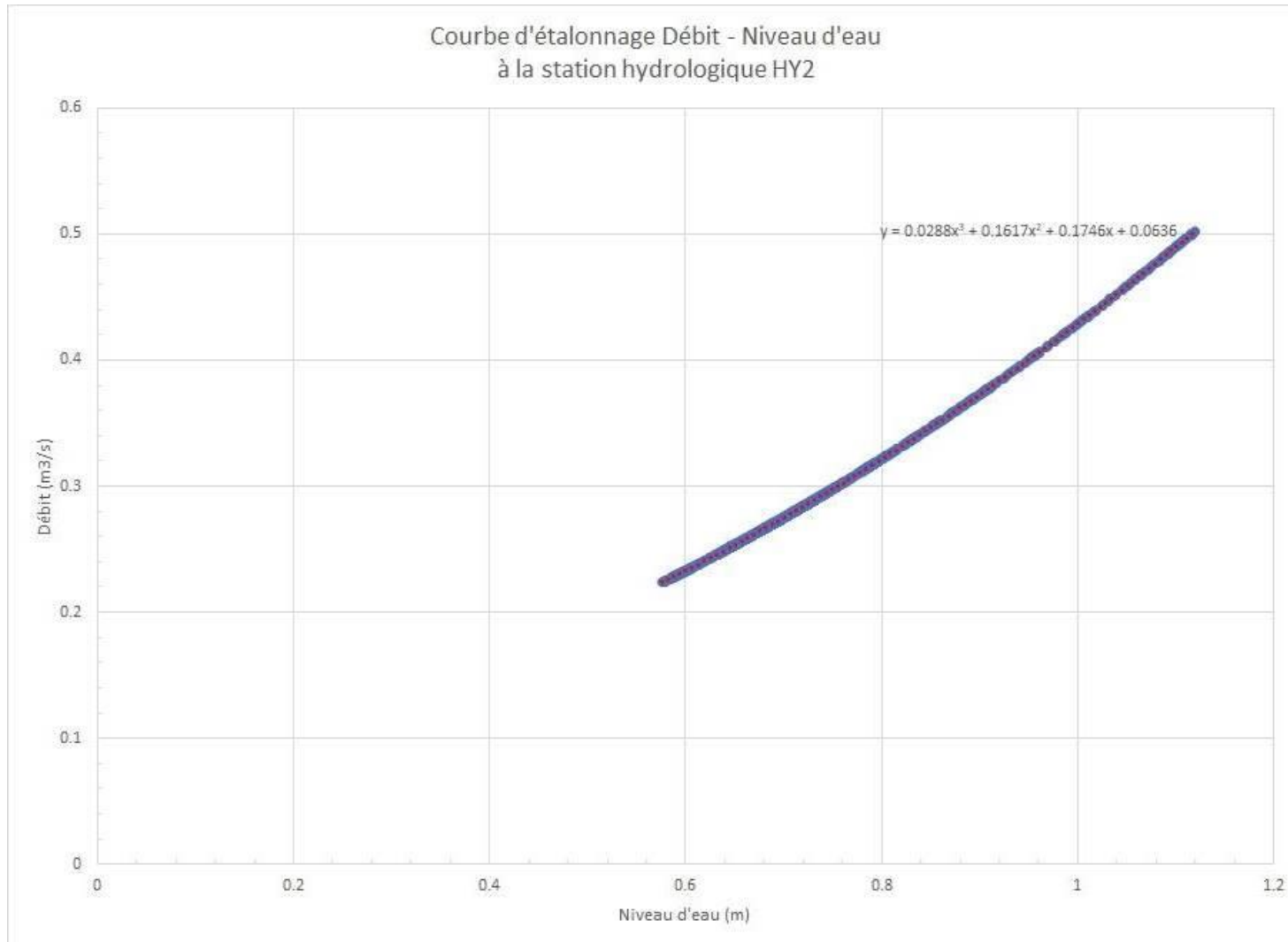
### **Courbes d'étalonnage Débit - Niveau d'eau**



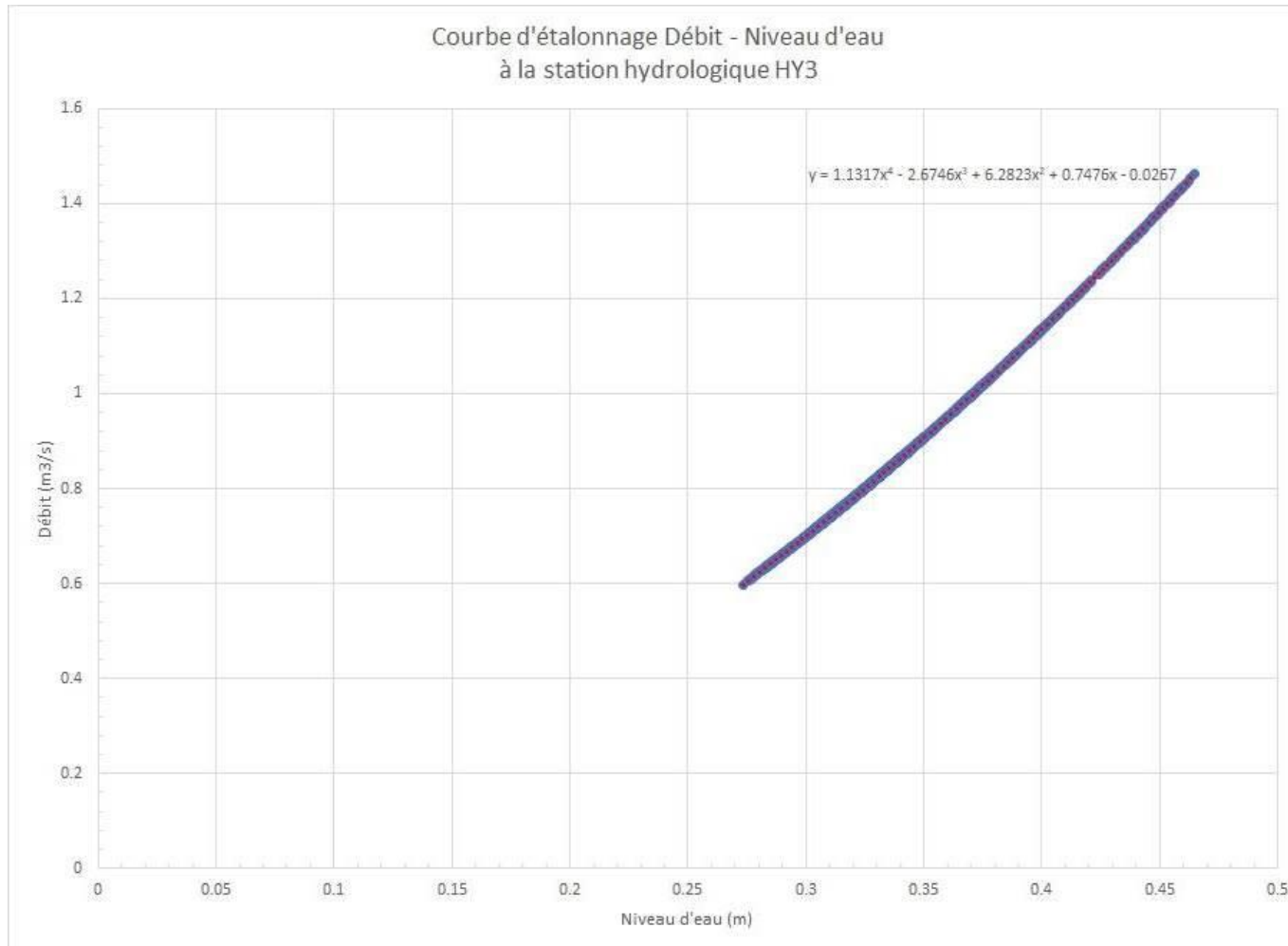
Graphique F1 : Étalonnage à la station hydrologique HY1



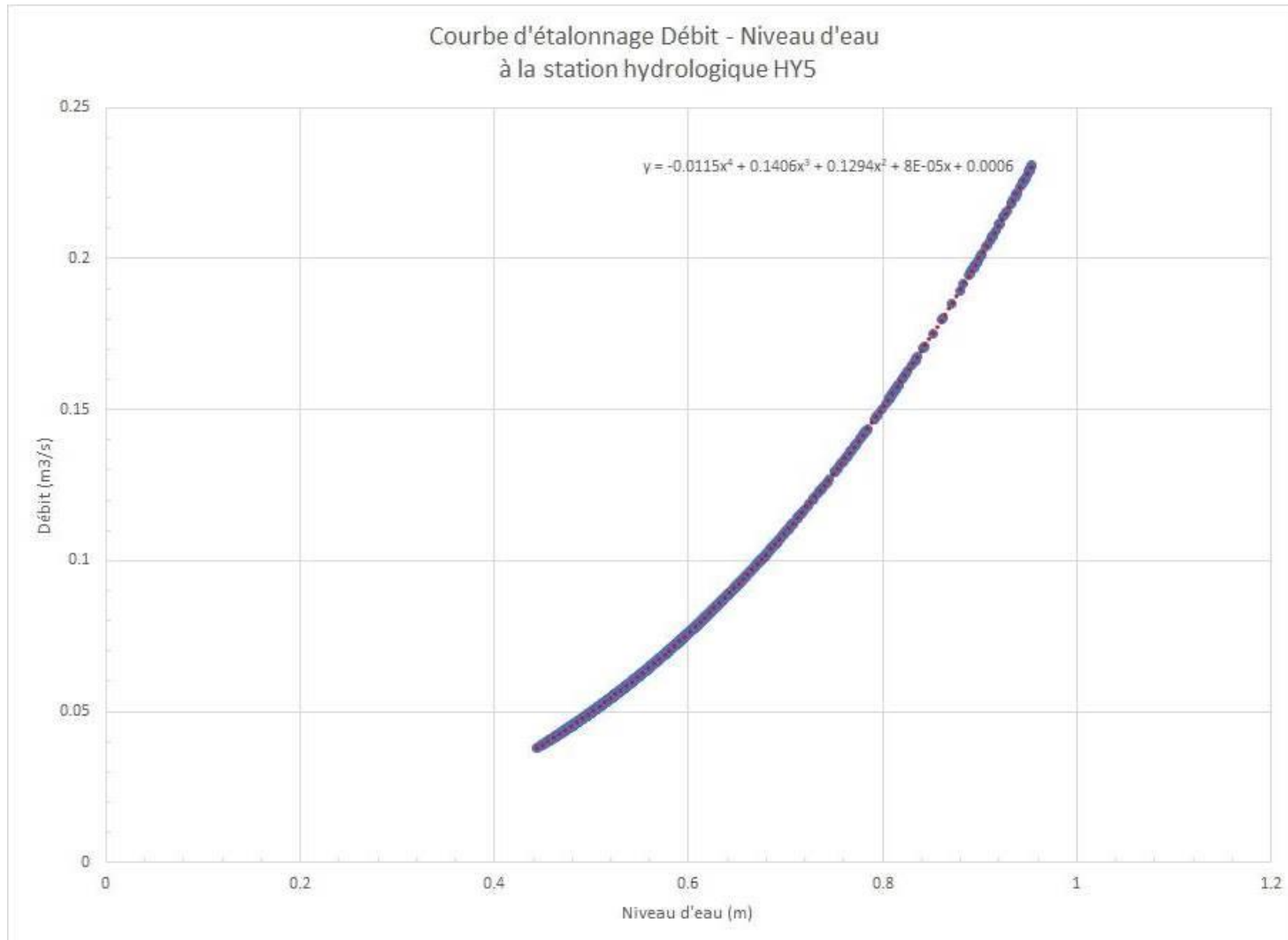
Graphique F2 : Étalonnage à la station hydrologique HY2



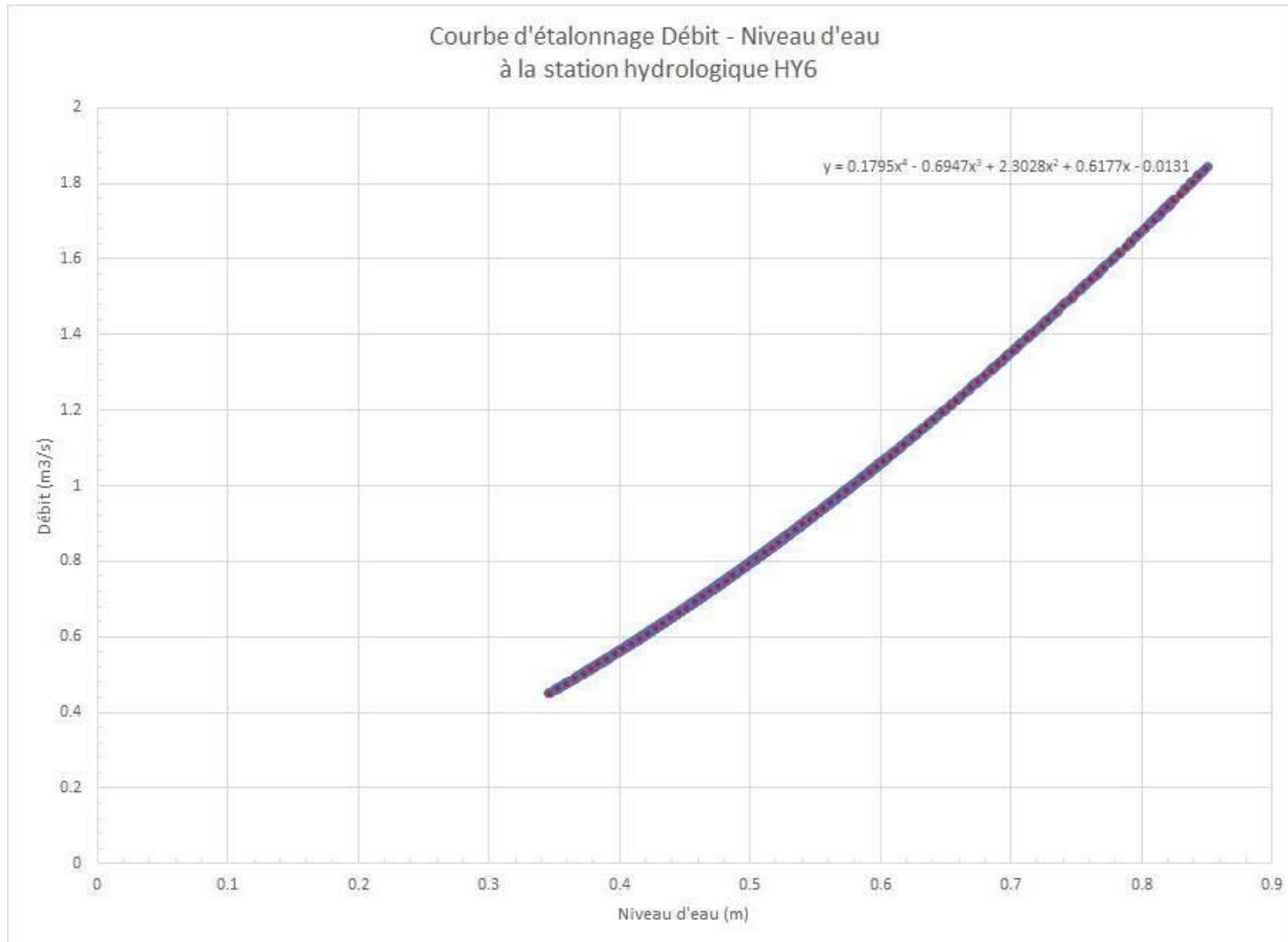
Graphique F3 : Étalonnage à la station hydrologique HY3



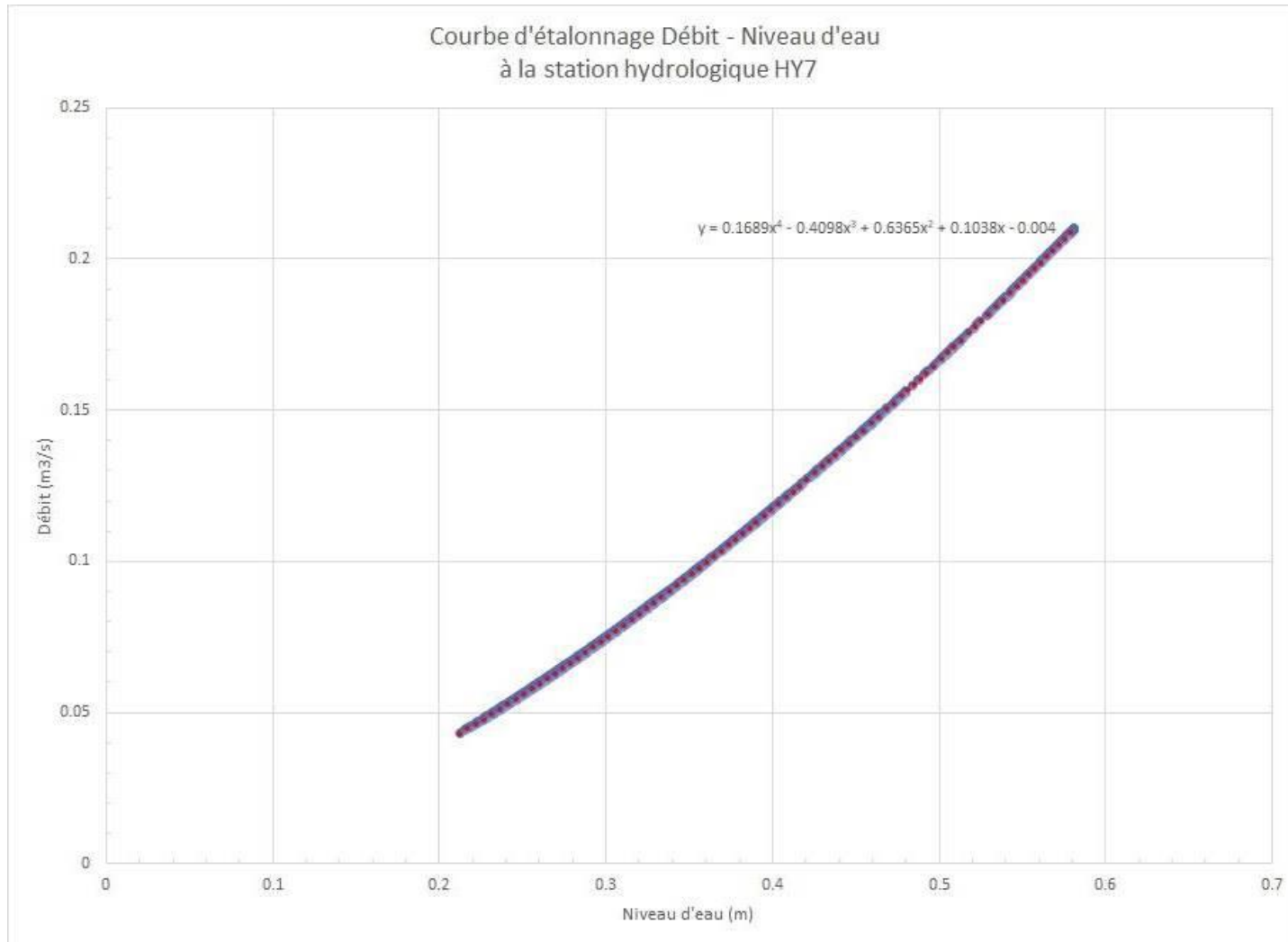
Graphique F4 : Étalonnage à la station hydrologique HY5



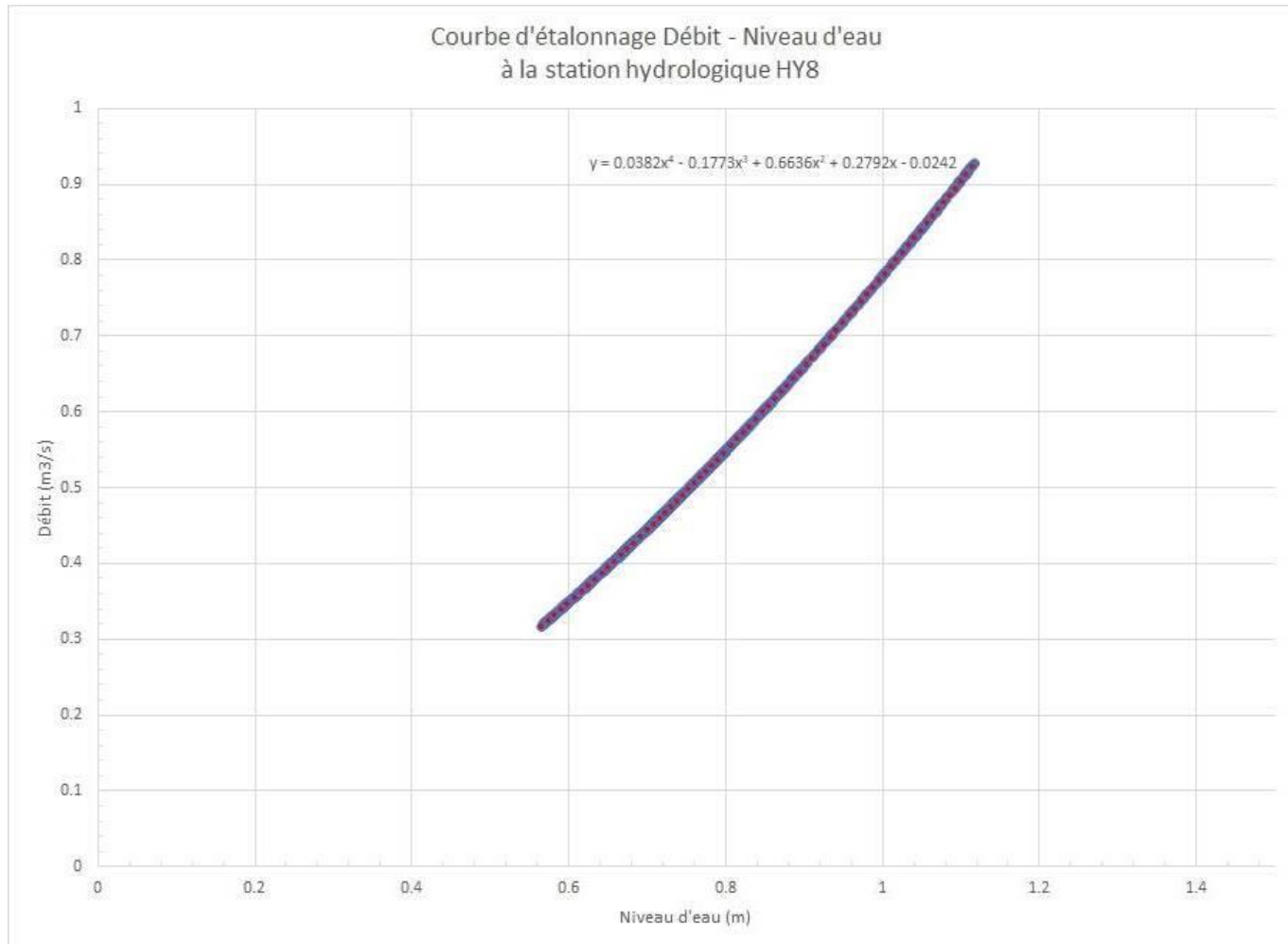
Graphique F5 : Étalonnage à la station hydrologique HY6



Graphique F6 : Étalonnage à la station hydrologique HY7



Graphique F7 : Étalonnage à la station hydrologique HY8



Graphique F8 : Étalonnage à la station hydrologique HY9

