

Fluorimètre de terrain pour multi-traçages hydrogéologiques au moyen de traceurs incolores

Pierre-André SCHNEGG ¹ et Philippe MEUS ²

(1) CHYN, rue Emile Argand 11, 2009 Neuchâtel (2) European Water Tracing Services sprl

e-mail: pierre.schnegg@unine.ch

Résumé

Les hydrogéologues utilisent les traçages artificiels pour montrer l'interconnexion de pertes et de sources. Dans les eaux de surface, et particulièrement près du site d'injection, l'intense coloration de l'eau peut provoquer la surprise ou une crainte légitime des voisins. Depuis la récente disponibilité de LED irradiant de l'UV (jusqu'à 240 nm), les fluorimètres de terrain peuvent détecter jusqu'à trois traceurs incolores, jusqu'à des concentrations voisines de 1 ppb.

1

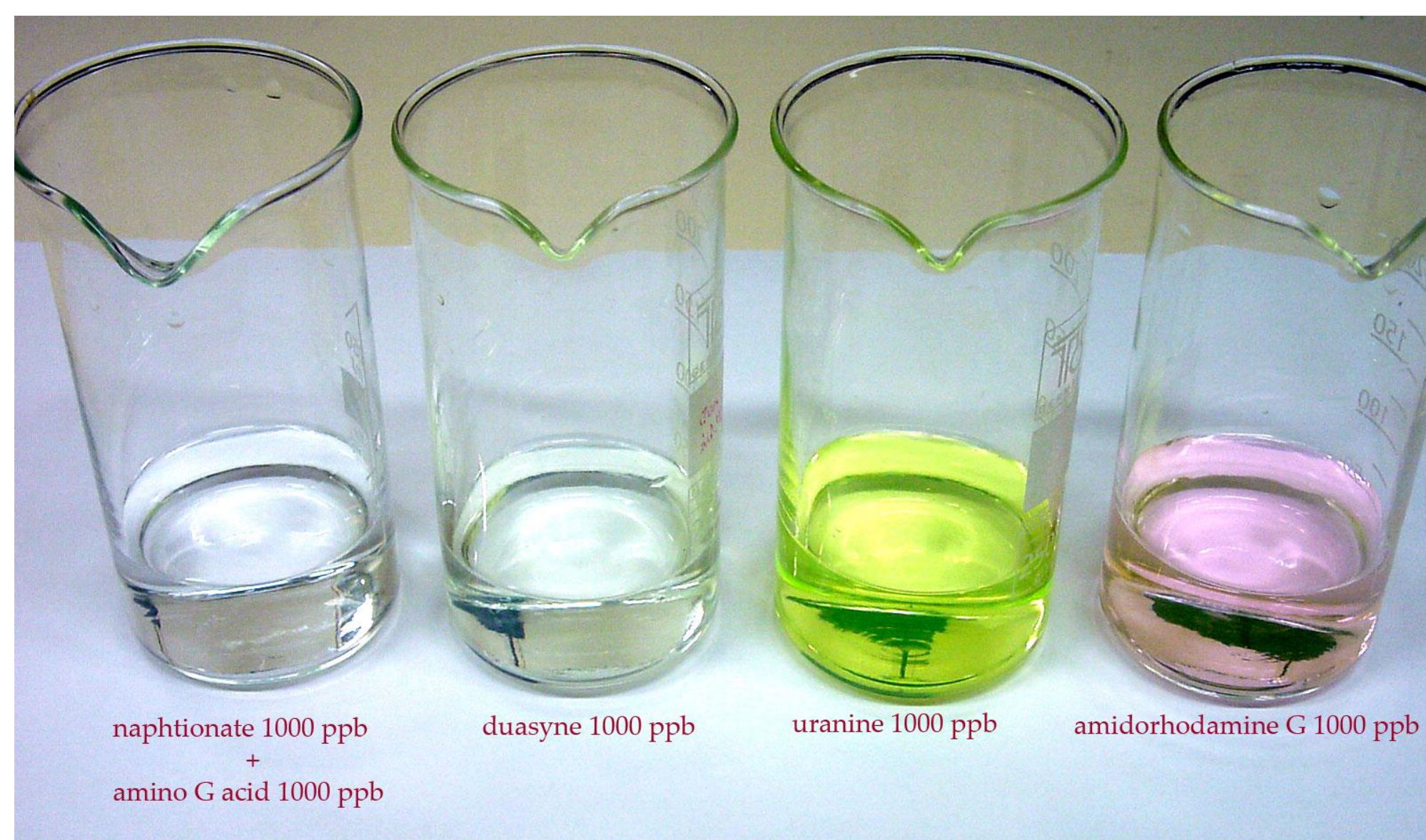
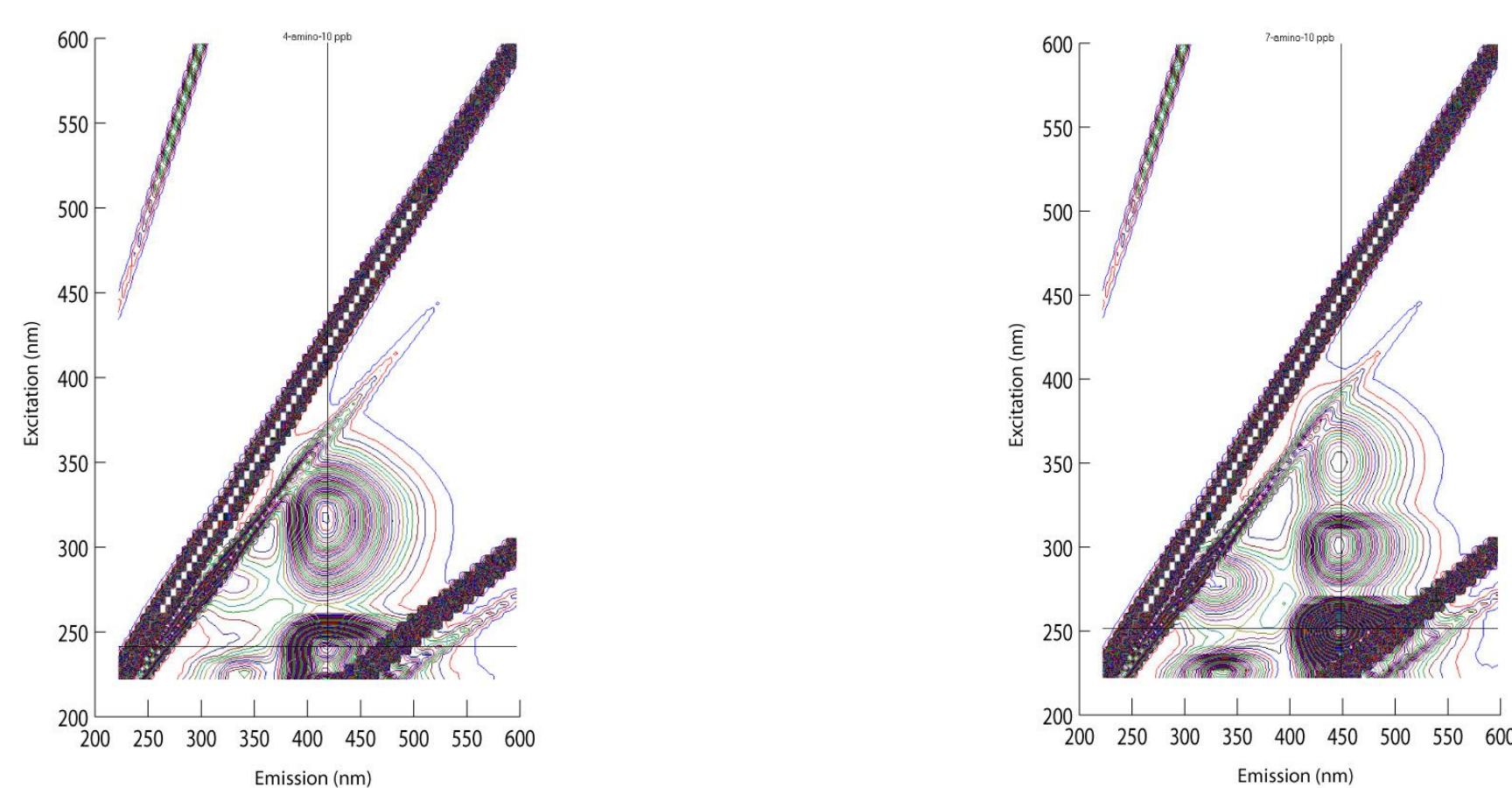


Figure 1: Visibilité de traceurs usuels (concentration: 1000 ppb). L'impact est élevé pour l'uranine (vert) et l'amidorhodamine G (rouge), mais nul pour la duasyne, le naphthionate et l'acide amino G.

Les synchro-scans de la Fig. 3 montrent que la LED à 365 nm excite préférentiellement l'amido G acide, alors que la 316 nm excite les deux traceurs. Le long intervalle entre les maxima d'émission (30 nm) permet la séparation des fluorescences au moyen de simples filtres Wratten (N° 2A, naphthionate, N° 44, amido G acide).



3

Figure 3: Synchro-scan du naphthionate (gauche) et de l'acide amino G (droite) par un spectro-fluorimètre de laboratoire.

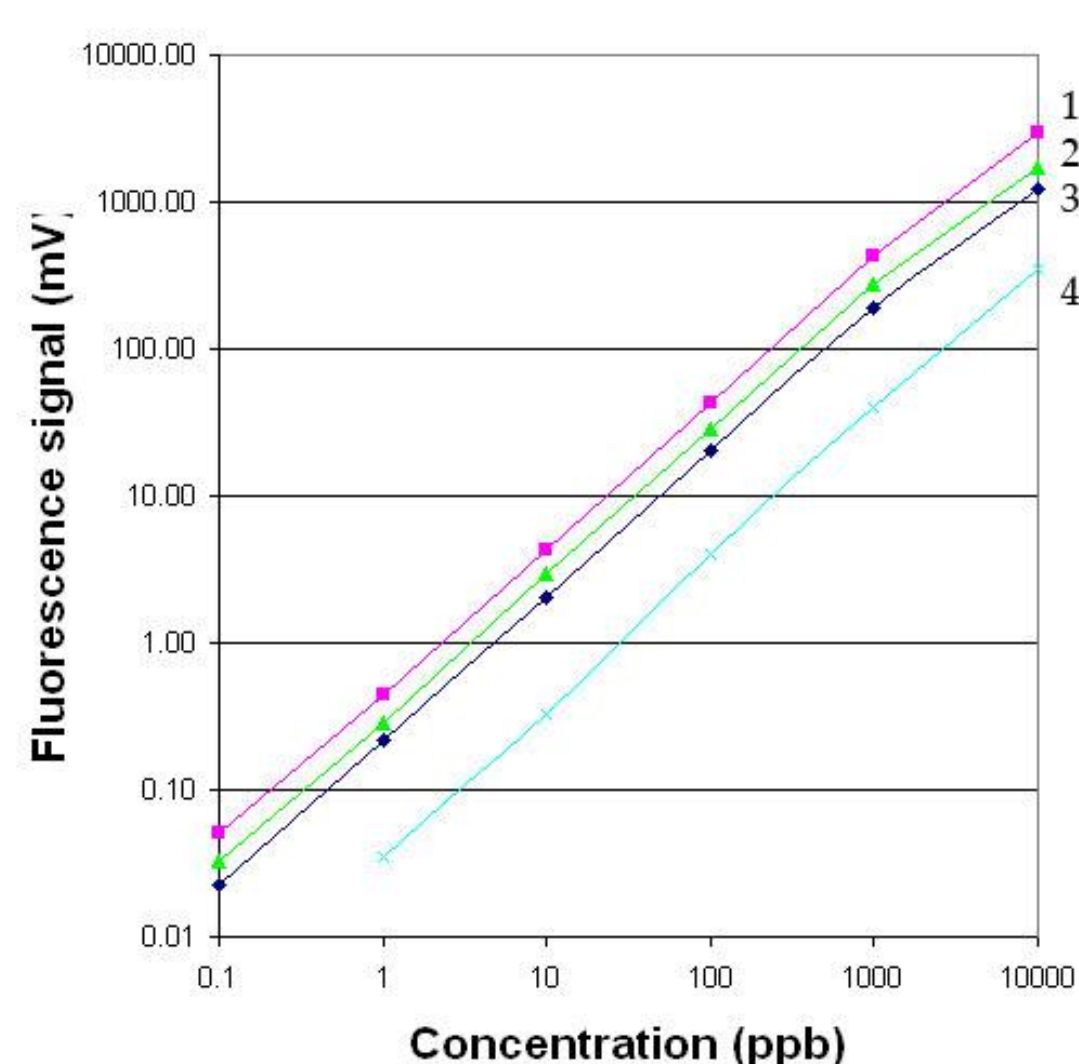


Figure 4: Fluorescence du naphthionate (NAP) et amino G acide (AGA) à l'excitation par différentes LEDS : 1. AGA-365nm 2. AGA-316nm 3. NAP-316nm 4. NAP-365 nm. Le signal de l'eau pure (0.2 mV) a été préalablement soustrait. Noter la légère saturation au-delà de 1000 ppb.

La Fig. 4 montre la réponse en fluorescence à l'excitation par différentes LED (après soustraction du bruit de fond de l'eau pure). Puisque chaque traceur a sa LED « favorite » (365 nm pour l'acide amino G, et 316 nm pour le naphthionate) et son optique de détection, le déterminant est optimal. Il en est de même pour le pouvoir de séparation.

Sodium naphthionate CAS: 130-13-2 1-Aminonaphthalène - 4 - sulfonate de sodium <chem>Nc1ccc2c(c1)ccc(S(=O)(=O)[O-])[nH]2.[Na+]</chem> © CLAKS-DB Extinction / émission maxima : 320 nm / 420 nm	Amino G acide CAS: 86-65-7 2-Aminonaphthalène - 6,8 - disulfonate de potassium <chem>Nc1ccc2c(c1)ccc(S(=O)(=O)[O-])cc2S(=O)(=O)[O-].[K+]</chem> © CLAKS-DB Extinction / émission maxima : 359 nm / 450 nm
---	---

Figure 2: Formules et caractéristiques spectrales de deux traceurs incolores.

2

Les traceurs les plus courants sont l'uranine, l'éosine, la sulforhodamine B, l'amidorhodamine G, la rhodamine WT, la duasyne, le tinopal, l'acide amino G (Käss 1998). Le problème avec la plupart des traceurs, c'est leur visibilité dans les eaux de surface, et particulièrement au voisinage du site d'injection (ils disparaissent au-dessous de 10 mg/L) (Fig. 1). Deux d'entre eux, le naphthionate et l'acide amino G sont bien plus discrets dans l'environnement, parce que leur bande d'émission est voisine de la limite bleue de sensibilité de la vue. Les informations qui suivent proviennent d'un fluorimètre de terrain équipé de trois LED émettant des UV à 316, 365 et 425 nm. Comme on le voit à la Fig. 2, les longueurs d'onde de 316 et 365 nm sont appropriées pour exciter respectivement la fluorescence du naphthionate et de l'acide amino G. A 425 nm on excite la duasyne (excitation/émission: 449/474 nm), un troisième traceur, quasi invisible, qui peut être utilisé simultanément avec les deux autres.

Exemple

Un test réel a été conduit dans un cours d'eau de surface (100 litres / s) sur une distance de 300 m. La duasyne, un troisième traceur, a été utilisée conjointement aux deux autres. Des masses de 1 et 10 g de chaque traceur ont été injectées à tour de rôle à un intervalle de 2 minutes, de manière à obtenir un certain recouvrement des courbes de restitution, afin de tester la méthode de séparation. Comme attendu, les traceurs se manifestent par des courbes de restitution identiques. Pour atteindre un degré élevé de qualité, il est important d'effectuer une calibration soignée du fluorimètre

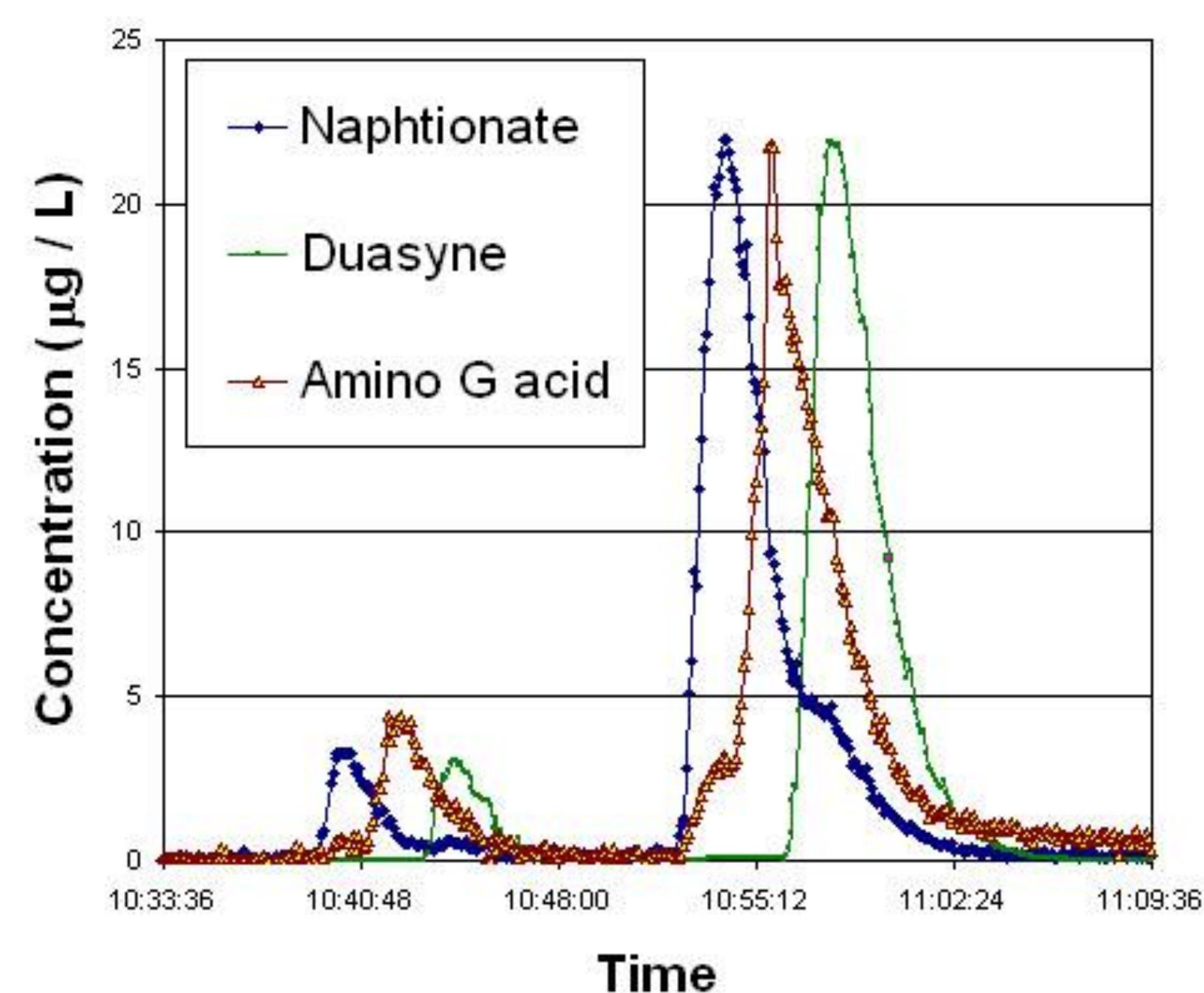


Figure 5: Courbes de restitution dans un cours d'eau de 100 litres / s, après séparation des trois composantes. Les traceurs ont été injectés à 300 m en deux groupes : 1er groupe : 1 g 2e groupe 10 g.

4

Conclusions

Dix ans après l'apparition de LED bleues et vertes sur le marché, l'industrie offre maintenant des LED UV qui peuvent équiper avec succès les fluorimètres de terrain. Cette percée ouvre la voie aux traçages économiques et discrets. Il faut encore signaler qu'il existe également une LED à 280 nm, longueur d'onde qui rend possible la détection d'infimes concentrations d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, que l'on trouve dans le gasoil. La limite de détection d'un fluorimètre équipé de cette source est de l'ordre du ppb.

Käss, W, 1998. *Tracing technique in Geohydrology*. Balkema, Rotterdam.

Schnegg, P.-A., 2003. A new field fluorometer for multi-tracer tests and turbidity measurement applied to hydro-geological problems. Proceedings of the Eighth International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro.

5