

Les bandelettes: outil simple, rapide et économique pour évaluer les filières par cultures fixées sur support fin

V. Dubois et C. Boutin, Unité de recherche milieu aquatique, écologie et pollution, IRSTEA (France)

Le protocole de suivi allégé présenté ci-après est basé sur l'évolution de l'oxygénation du milieu filtrant permettant l'oxydation des ions ammonium en nitrates à partir de la lecture de bandelettes azotées. Il s'agit donc de définir les conditions d'interprétation des mesures à l'aide d'outils simples.

Afin de s'assurer de la validité de cette méthode, les bandelettes ont été testées en laboratoire grâce à une gamme d'étalonnage. Les valeurs obtenues par lecture des bandelettes ont été comparées aux valeurs données par des méthodes chimiques normées (valeur de référence). Les résultats ont été très satisfaisants pour le couple de bandelettes (ammonium, nitrates). Des mesures ont également été réalisées sur des échantillons provenant de trois dispositifs d'ANC par Cultures Fixées sur Support Fin (CFSF). Les analyses sur le terrain ont été pratiquées sur des prélèvements ponctuels: c'est ainsi que la représentativité des prélèvements ponctuels par rapport aux bilans moyens sur 24h a été vérifiée. De toutes ces expérimentations, nous avons déterminé, pour cette méthode de mesure semi-quantitative par bandelettes des marges d'erreurs. Enfin, un abaque délimitant quatre secteurs de fonctionnement d'une filière par Cultures Fixées sur Support Fin en ANC a été réalisé en tenant compte des erreurs listées précédemment. Le degré de nitrification (passage d'ammonium en nitrates) étant un bon indicateur de la santé des massifs filtrants non saturés, la lecture semi-quantitative par bandelettes peut être utilisée pour confirmer le bon état de tels ouvrages.

ABSTRACT

Strips: a simple, rapid and inexpensive tool for system assessment by thin-substrate fixed film cultures

The light monitoring protocol presented hereafter is based on changes in filter medium oxygenation, causing the oxidation of ammonium and nitrate ions, used for reading nitrogen strips. The aim is thus to define the conditions of measurement interpretation using simple tools.

In order to guarantee the validity of this method, the strips were tested in the laboratory using a broad calibration range. The values obtained from the strip readings were compared to those obtained by standardised chemical methods (reference values). The results obtained were highly satisfactory for the nitrogen

and nitrate strips. Measurements were also performed on samples obtained from three individual sanitation devices using thin substrate fixed film cultures. Field analyses were conducted on individual samples: in this manner, the representativeness of the individual samples compared to average results over a 24-hour period was verified. From all of these experiments, we were able to determine error margins for this semi-quantitative strip-based measurement method. Finally, a chart, distinguishing four operating sectors for a thin substrate fixed film culture system in individual sanitation, was created, taking into consideration the aforementioned errors. As the degree of nitrification (conversion of ammonium to nitrates) is a good health indicator for unsaturated filtering masses, strip-based semi-quantitative readings can be used to confirm the condition of such structures.

Contexte et objectifs de l'étude

Les ions ammonium et nitrate mesurés dans les eaux usées traitées sont considérés comme des indicateurs caractéristiques de la bonne oxygénation des filières par cultures fixées sur support fin. Une installation est jugée performante lorsque la concentration en nitrates dans le rejet est très élevée¹. Inversement, une concentration élevée en ions ammonium dans les eaux usées traitées peut indiquer un manque d'oxygène qui conduit, à plus ou moins long terme, au colmatage du média filtrant. Le couple de bande-

¹ Cet équilibre, valable en absence de dénitrification, correspond aux conditions aérobies de CFSF.

Tableau 1 : Échelle colorimétrique pour les ions ammonium et l'azote ammoniacal

Concentrations (mg.L ⁻¹) en ammonium (NH ₄ ⁺) / azote ammoniacal (NH ₄ ⁺ -N)				
Echelle colorimétrique	NH ₄ ⁺		NH ₄ ⁺ -N = 0,778 * NH ₄ ⁺	
	moyenne	moyenne intermédiaire (B) (H)		
0				0
2,5		2,5		1,9
5	5			3,9
7,5		7,5		5,8
10				7,8
13,75		13,75		10,7
17,5	17,5			13,6
21,25		21,25		16,5
25				19,5
31,25		31,25		24,3
37,5	37,5			29,2
43,75		43,75		34,0
50				38,9
62,5		62,5		48,6
75	75			58,4
87,5		87,5		68,1
100				77,8
125		125		97,3
150	150			116,7
175		175		136,2
200				155,6
250		250		194,5
300	300			233,4
350		350		272,3
400				311,2

lettres « ammonium » et « nitrate-nitrite » est un outil simple d'utilisation. Le manque d'oxygène, pouvant à terme conduire au colmatage des CFSF peut donc, en première approche, être évalué par les concentrations en ammonium et nitrates.

Après avoir rapidement présenté le principe de fonctionnement des bandelettes, nous déterminerons les erreurs occasionnées par leur usage, pour ensuite conclure sur les résultats obtenus et l'élaboration de l'outil de diagnostic des CFSF.

Pourquoi suivre les concentrations azotées des rejets ?

La nitrification intervient toujours alors que la matière organique est bien éliminée. Cela signifie que la connaissance d'un rejet faiblement concentré en azote ammoniacal (quelques mg/l de N-NH₄⁺) implique automatiquement de faibles concentrations en matières organiques dans les rejets. « Duchène et Vanier, 2002 ».

Les bandelettes azotées: principe et lecture

La couleur de la zone indicatrice est comparée à l'échelle colorimétrique. L'interprétation par un opérateur inexpérimenté consiste à donner les valeurs hautes (H) et basses (B) des concentrations déterminées selon l'échelle colorimétrique. La concentration est affiné en fonction de l'intensité de la couleur de

la zone indicatrice et de sa proximité marquée vers la valeur basse (B) ou haute (H). Les concentrations, exprimées en mg.L⁻¹ d'ammonium ou nitrates, sont ainsi obtenues à l'aide des grilles de lecture ci-après.

Bandelettes « ammonium » (NH₄⁺)

Le principe repose sur la méthode de Nessler. Le réactif de Nessler (iodo-mercure)

de potassium alcalin) en présence d'ions ammonium est décomposé avec formation d'iodure de dimercuri-ammonium, ce qui se traduit par une modification de la couleur de la zone indicatrice (jaune clair à orange brun).

Bandelettes « nitrate-nitrite »

Elles permettent la mesure simultanée des ions nitrite et nitrate grâce à deux zones indicatrices distinctes:

- Zone « nitrites » (NO₂⁻): zone la plus proche de la partie non immergée.

Les nitrites diazotent en milieu acide avec le sulfanilamide ou l'acide sulfanilique et forment un sel de diazorium. Ce sel, couplé avec une amine aromatique, forme un colorant azoïque rouge, qui se traduit par une modifica-

tion de la couleur de la bandelette qui se décline du blanc au rouge-violet.

- Zone « nitrates » (NO₃⁻): zone à l'extrémité de la partie immergée.

Les nitrates sont réduits en nitrites par un réducteur. Puis ces derniers forment un colorant azoïque rouge après diazotation et couplage avec une amine aromatique. L'échelle de couleur se décline de blanc à rouge-violet.

Tableau 2 : Échelle colorimétrique pour les ions nitrates et l'azote nitrique

Concentration en nitrate (NO ₃ ⁻) / azote nitrique (mg.L ⁻¹)				Concentration en nitrite (NO ₂ ⁻) / azote nitreux (mg.L ⁻¹)			
Echelle colorimétrique	NO ₃ ⁻		NO ₃ ⁻ -N = 0,226 * NO ₃ ⁻	Echelle colorimétrique	NO ₂ ⁻		NO ₂ ⁻ -N = 0,304 * NO ₂ ⁻
	moyenne	moyenne intermédiaire (B) (H)			moyenne	moyenne intermédiaire (B) (H)	
0			0	0			0
2,5		2,5	0,6		0,3		0,1
5	5		1,1		0,5		0,2
7,5		7,5	1,7		0,8		0,2
10			2,3	1			0,30
13,75		13,75	3,1		2		0,6
17,5	17,5		4,0		3		0,9
21,25		21,25	4,8		4		1,2
25			5,7	5			1,52
31,25		31,25	7,1		6,3		1,9
37,5	37,5		8,5		7,5		2,3
43,75		43,75	9,9		8,8		2,7
50			11,3	10			3,04
62,5		62,5	14,1		12,5		3,8
75	75		17		15		4,6
87,5		87,5	19,8		17,5		5,3
100			22,6	20			6,08
137,5		137,5	31,1		25		7,6
175	175		39,6		30		9,1
212,5		212,5	48		35		10,6
250			56,5	40			12,2
312,5		312,5	70,6		50		15,2
375	375		84,8		60		18,2
437,5		437,5	98,9		70		21,3
500			113	80			24,3

Méthodologie

Le premier objectif est la validation de la méthodologie de la mesure de formes azotées par les bandelettes en s'appuyant sur des comparaisons entre lecture semi-quantitative et méthodes chimiques normées de solutions synthétiques en laboratoire et de prélèvements d'eaux usées traitées de trois sites d'ANC. Dans un même temps, il faut évaluer la représentativité des prélèvements ponctuels par rapport aux bilans moyens sur 24h et établir le niveau de biais induit par ce prélèvement instantané. Le deuxième objectif est de proposer une interprétation

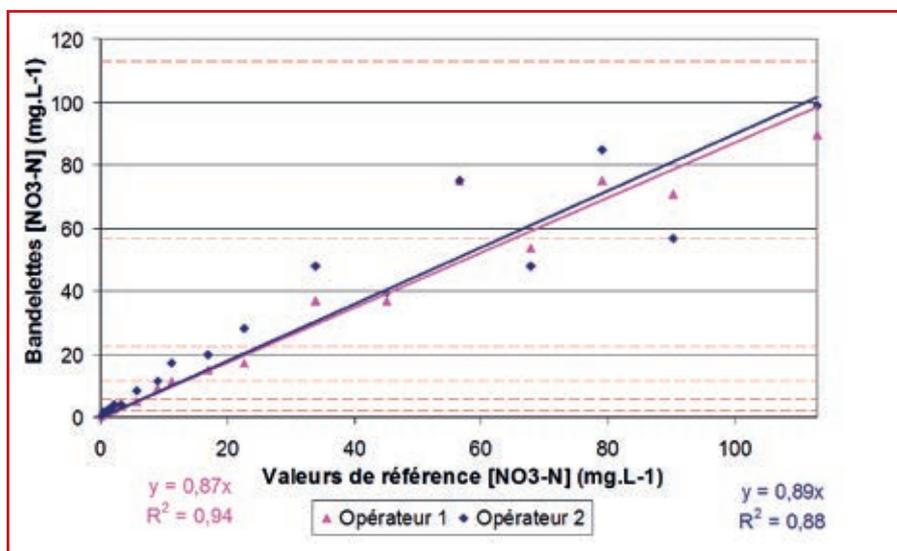


Figure 1: Droite d'étalonnage en azote nitrique.

de la lecture des valeurs obtenues par les méthodes bandelettes en tant qu' « indicateur de santé » du filtre permettant de mieux cerner des risques de colmatage.

Un préalable nécessaire à tout calcul d'erreur est de s'assurer de la répétabilité et la reproductibilité de la méthode dont on cherche à quantifier l'erreur. Ces tests ont été effectués et permettent de conclure quant à la reproductibilité et à la répétabilité des méthodes bandelettes. Seuls les résultats obtenus pour les bandelettes « Nitrates » seront présentés dans cet article. La méthode est la même pour les bandelettes « Ammonium ».

Validation des bandelettes en laboratoire

Les bandelettes sont testées sur des solutions synthétiques par deux opérateurs. La mesure des nitrates s'effectue à partir d'une gamme en azote nitrique ($\text{NO}_3\text{-N}$) de 0 à 113 mg.L^{-1} avec 18 concentrations différentes. Les solutions ne sont pas analysées dans un ordre précis et les deux opérateurs n'ont pas connaissance des concentrations afin de ne pas influencer leurs interprétations. De plus, les solutions sont placées dans des tubes en polypropylène stériles à usage unique, afin d'éviter toute contamination. La figure 1 présente les résultats obtenus.

Les droites en pointillés rouge représentent les paliers de l'échelle colorimétrique des bandelettes.

Concernant la mesure des ions nitrate, les coefficients de régression sont ($R^2=0,88$ ou $0,94$) élevés pour confirmer que les deux variables sont corrélées. Par ailleurs, les valeurs données par les bandelettes « nitrate » sont globalement légèrement inférieures à la réalité (coefficients direc-

teurs de 0,89 ou 0,87) et on observe une très légère différence de lecture entre les deux opérateurs.

La linéarité de la réponse donnée par les bandelettes « nitrate » est, pour une méthode semi-quantitative, considérée comme très bonne. Toutefois, une légère dispersion des valeurs est observée lorsque les concentrations en nitrates dépassent 20 mg.L^{-1} . Sur le terrain, ces écarts pourraient poser des problèmes pour la mesure des ions nitrates car les concentrations en nitrates seront élevées en sortie des installations fonctionnant correctement.

Interférences des nitrites sur la lecture des nitrates

Les bandelettes « nitrate-nitrite » possèdent deux zones indicatrices, une pour la lecture des nitrates et l'autre pour la lecture des nitrites.

Dans le cas où la zone indicatrice des nitrites se colore (rose à violet), il faut

recommencer le test « nitrates » ; la présence de nitrites biaise la mesure des nitrates.

D'après la notice des bandelettes, la méthode pour neutraliser les nitrites (en les transformant en azote gazeux) consiste en l'ajout d'acide amidosulfonique.

Impact du mode de prélèvement

La détermination des ions « nitrate » à l'aide des bandelettes s'effectue sur des prélèvements ponctuels, c'est-à-dire à un instant 't' dans la journée. C'est pourquoi un comparatif entre un prélèvement ponctuel et un « bilan moyen sur 24h » asservi au temps est conduit afin d'évaluer la représentativité de l'échantillon ponctuel analysé.

Un bilan moyen 24h est obtenu grâce à un préleveur automatique réfrigéré prélevant selon un pas de temps fixe². La figure 2 représente les concentrations en azote nitrique mesurées par des méthodes chimiques normées sur des prélèvements ponctuels ou des bilans 24h pour deux sites dénommés A et B.

Pour les sites A et B, la mesure de l'azote nitrique montre des fluctuations de concentrations au cours de la journée. La tendance reste la même pour les deux sites: l'analyse sur des prélèvements ponctuels sous-estime la valeur réelle³.

Le pourcentage d'écart entre une concentration obtenue à partir d'un prélèvement

² En absence de mesures de débit, il n'a pas été possible de réaliser des prélèvements proportionnels aux débits.

³ Les concentrations faibles en nitrates obtenues en début de campagne sur le site A sont surprenantes et démontrent un dysfonctionnement. Effectivement ce site subissait un problème de répartition de l'effluent qui a pu être réparé rapidement, pendant les mesures.

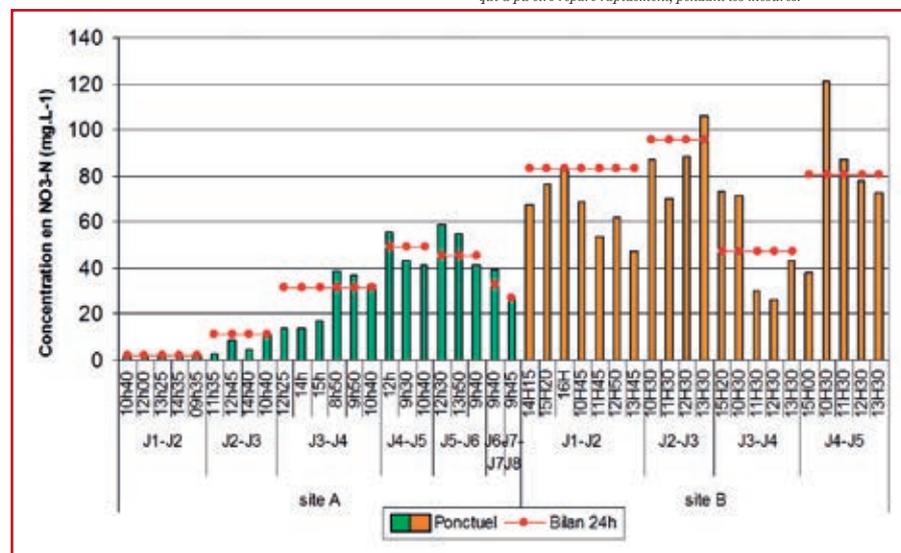


Figure 2: Comparaison du mode de prélèvement sur la concentration en azote nitrique sur les deux sites.

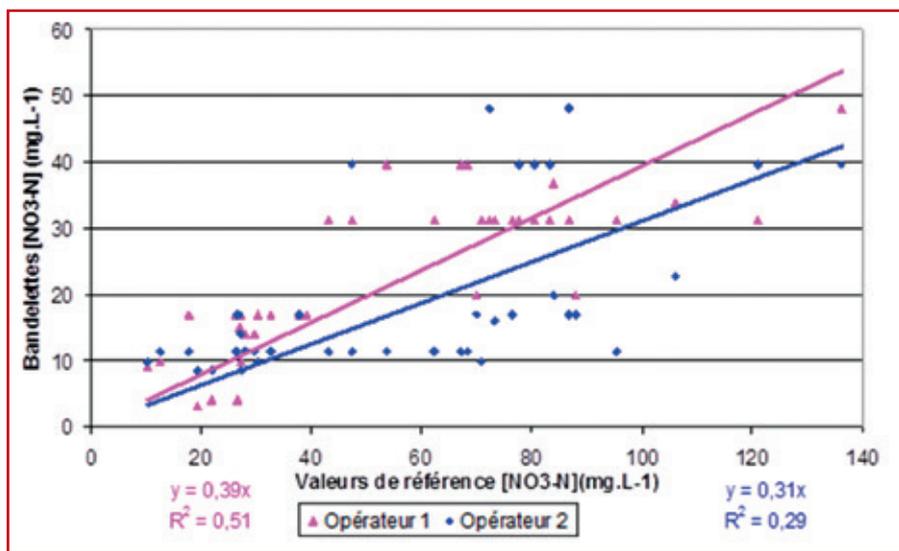


Figure 3: Dispersion des données en cas d'excès d'apport d'acide.

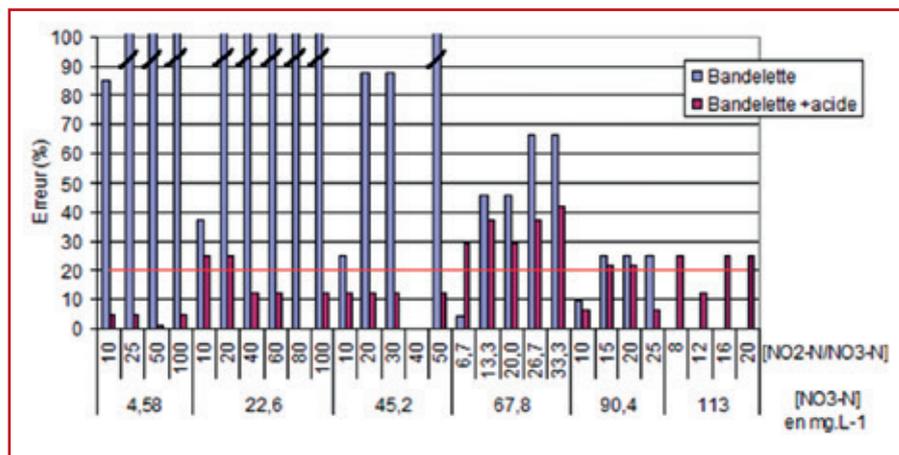


Figure 4: Réduction du taux d'erreur suite à l'ajout d'acide.

ponctuel par rapport à un bilan sur 24h a été calculé pour 44 échantillons.

La moyenne des écarts s'élève à 26 % concernant les nitrates. Ces écarts sont d'importance, et engagent à une certaine précaution quant à l'interprétation des résultats analytiques. L'usage du prélèvement ponctuel reste pourtant un mode de prélèvement possible qui induit effectivement un biais dont il faut tenir compte.

Validation des bandelettes sur le terrain - nécessité d'ajout d'acide dans des conditions strictes

Des campagnes de mesures, réalisées sur différents sites d'ANC, permettent de générer 39 valeurs pour chaque opérateur. Chacun réalise des lectures en triplicat par échantillon. Pour chaque échantillon, la moyenne des trois valeurs obtenues par paramètre est réalisée. La figure 3 illustre les relations obtenues avec les valeurs « bandelettes » et les valeurs mesurées selon des méthodes chimiques normées, appelées valeur de référence. Les mesures avec les bandelettes

« nitrates » sont réalisées sur une plage conséquente de la bandelette puisque les 50 % inférieurs de la plage de concentration (2,1 à 48 mg.L⁻¹ en NO₃⁻-N) sont sollicités. Les mesures sur le terrain donnent des corrélations moins bonnes qu'en laboratoire, les coefficients de corrélation restent moyens (R²= 0.51 ou 0.29). Toutefois, les

Tableau 3: Calculs d'erreurs concernant les bandelettes « ammonium » pour chaque site et chaque opérateur en %

	Site A		Site B		Site C		Intersites	
	opérateur 1	opérateur 2						
prélèvement ponctuel	15		27		211		21	
bandelette « ammonium »	14	24	20	40	14	32	15	29
analyse normée	5		5		5		5	
Erreurs cumulées bandelette « ammonium »	34	44	52	72	40	58	41	55

penches des droites sont faibles et similaires entre les deux opérateurs: les concentrations données par les bandelettes sont très inférieures à la référence. Ces mauvais résultats s'expliquent par un blocage du développement de la coloration dans un milieu trop acide (pH < 1) suite à un excès d'apport d'acide amidosulfomique. Cette erreur souligne la nécessité d'une

méthodologie précise. Les essais ont repris en ce sens, la notice des bandelettes mentionnant que l'obtention d'un résultat fiable était conditionnée au pH de la solution compris entre 1 et 9. La masse d'acide à ajouter doit suivre une méthodologie stricte, associée au volume d'échantillon à acidifier. Il est donc utile d'en privilégier l'acquisition simultanée lors de l'achat des bandelettes nitrites/nitrates. La figure 4 montre que l'apport d'acide amidosulfomique, réalisé en suivant une méthodologie précise réduit significativement les erreurs, qui restent inférieures à 50 % et dont la moyenne avoisine les 20 %.

Résultats

Calcul des erreurs cumulées

L'erreur maximale des bandelettes « ammonium » ou « nitrate » se constitue d'un cumul des erreurs liées à la méthodologie. Il s'agit de :

- l'erreur entre une concentration obtenue à partir des bandelettes par rapport à l'analyse de « référence »
 - l'écart lié au mode de prélèvement
 - l'imprécision de la mesure de « référence » (méthodes chimiques normées), fixée à dire d'expert à 5 %.
- Le tableau 3 récapitule les erreurs calculées pour les bandelettes « ammonium », pour chaque opérateur et chaque site. Des différences sensibles entre les deux opérateurs apparaissent: la lecture colorimétrique est une interprétation dépendante de la sensibilité de chaque opérateur.

Concernant les bandelettes « ammonium », l'erreur cumulée varie entre 34 et 66 % selon l'opérateur et les sites.

Les deux principales sources d'erreur : « mode de prélèvement » et « méthodologie bandelettes » sont de contribution équivalente dans l'imprécision de la méthodologie. L'erreur provenant des bandelettes s'explique par l'interprétation de l'opéra-

teur mais également la lecture selon une gamme de valeurs (lecture semi-quantitative).

L'erreur cumulée, tout site confondu, estimée à partir de la moyenne entre les deux opérateurs sur un effectif total de 66 échantillons est calculée à 48 %.

Les mêmes calculs sont réalisés pour la mesure des nitrates (cf. tableau 4) de toutes les données de concentration en azote nitrique dans le domaine d'application des bandelettes: 0 à 113 mg.L⁻¹ en NO₃⁻-N. Ces calculs sont basés sur l'exploitation des données de deux sites (A et B).

moins avancé. La mesure des ions azotés en sortie de traitement permettrait de déceler ce type de dysfonctionnement.

Conclusion

La validation des bandelettes pour la mesure des ions ammonium et nitrate a fait l'objet d'une étude en vue d'utiliser cet outil dans le suivi in situ d'installations d'ANS basées sur les processus de cultures fixées sur support fin. Les résultats sont les suivants:

Au niveau du prélèvement, l'écart moyen entre un prélèvement ponctuel et un bilan

d'écart sont non négligeables. L'usage du prélèvement ponctuel reste une méthode possible qui induit effectivement un biais dont il faut tenir compte.

En laboratoire, les résultats obtenus sur des solutions synthétiques ont été concluants. Sur le terrain, les bandelettes « ammonium » ont donné des résultats satisfaisants. En revanche, les bandelettes « nitrate » n'ont pas toujours été fiables en raison d'interférences avec les ions nitrite. C'est pourquoi le protocole d'origine a fait l'objet d'adaptation. Il s'agit d'introduire de l'acide amidosulfonique dès que la zone indicatrice des nitrites se colore (lecture possible grâce aux bandelettes). La masse d'acide à ajouter doit suivre une méthodologie stricte, associée au volume d'échantillon à acidifier. Pour juger de la fiabilité de cette méthode semi-quantitative, des erreurs cumulées sont calculées. Elles prennent en compte plusieurs sources d'erreur: méthode bandelettes, mode de prélèvement et analyse chimique normée.

Les erreurs cumulées rencontrées sont très élevées. Elles se situent, en moyenne,

Tableau 4: Calculs d'erreurs, en %, concernant la mesure des nitrates lorsque [NO₂-N]/[NO₃-N] < 25 %

		Site A		Site B		Intersites	
opérateur		1	2	1	2	1	2
erreur	prélèvement ponctuel	27		25		25	
	bandelette « nitrate »	24	22	33	41	28	31
	analyse normée	5		5		5	
Erreurs cumulées bandelette « nitrate »		56	53	63	71	58	61

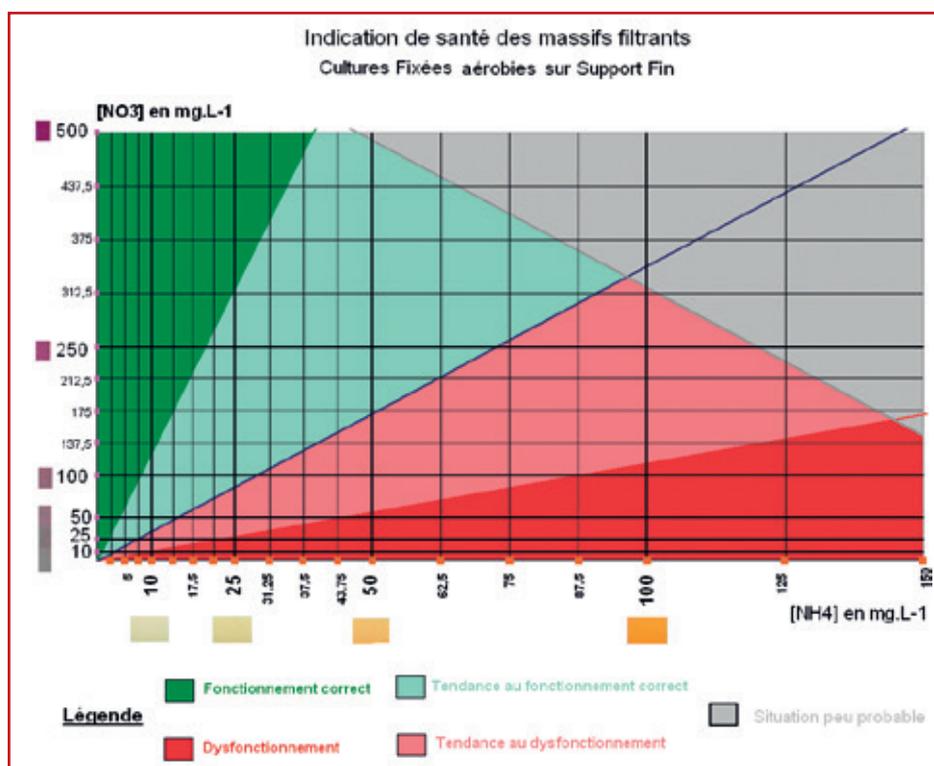
L'erreur cumulée, tout site confondu, estimée à partir de la moyenne entre les deux opérateurs sur un effectif total de 49 échantillons est calculée à 60 %.

Les bandelettes « ammonium » sont plus fiables que les bandelettes « nitrate ». Les erreurs cumulées retenues sont de 48 % pour la mesure d'ions ammonium et de 60 % pour les ions nitrate.

Avec un tel taux d'erreur, il est impensable d'envisager que la lecture par bandelettes puisse se substituer à l'analyse en laboratoire. Ce n'est pas l'objectif. Par contre, ces méthodes semi quantitatives peuvent être un outil de diagnostic de fonctionnement des filières par CFSF basée sur les comparaisons des concentrations en ions ammonium et nitrates.

Une installation de type « Cultures Fixées sur Support Fin » est performante quand elle nitrifie, c'est-à-dire lorsque les bactéries oxydent les ions ammonium en nitrates⁴. Par conséquent, la concentration en nitrates dans les eaux usées traitées doit être supérieure à celle des ions ammonium. Dans le cas contraire, cela indique un manque d'oxygène, consécutif à une mauvaise circulation de l'air suite à une réduction de la porosité du média du fait d'un colmatage plus ou

moyen sur 24h asservi au temps s'élève à 21 % pour la mesure des ions ammonium et à 26 % pour les nitrates. Ces pourcentages



Graphique opérationnel pour le diagnostic de la santé des massifs filtrants, il reprend uniquement les concentrations décelables avec les bandelettes et un aperçu de la coloration correspondante afin de faciliter le placement des points et in fine l'interprétation des résultats obtenus.

À l'heure où les suivis in situ des filières d'ANC se généralisent afin d'observer leur comportement une fois mise en place, cette méthodologie et les outils développés permettent l'évaluation simple, rapide, fiable et économique d'un très grand nombre d'installations d'ANC.

⁴ L'oxygène est indispensable à cette réaction et le raisonnement ne s'applique qu'aux filières fonctionnant en conditions aérobies.

à 48 % pour les ions ammoniums et de 60 % pour la mesure des nitrates. Ces résultats ne sont pas surprenants compte tenu que les bandelettes sont semi-quantitatives, leur précision n'est pas à la hauteur d'une analyse chimique normée.

En revanche cet outil analytique peut caractériser la santé d'un filtre. Effectivement, les dispositifs de types « cultures fixées sur supports fins » exigent la présence d'oxygène dans les interstices du média. Grâce à cet oxygène, les ions ammonium sont oxydés en nitrates. Ces dispositifs produisent

donc des nitrates en quantité abondante. Si la concentration en nitrates est inférieure à celle des ions ammonium dans les eaux usées traitées, alors il y a un risque de colmatage. En tenant compte de l'imprécision des bandelettes, un abaque a été réalisé et permet à un opérateur de juger de la santé du dispositif en analysant les ions azotés avec les bandelettes. Cet abaque ne s'applique qu'aux filières répondant aux processus des cultures fixées sur supports fins.

L'outil « bandelettes » constitue donc un

moyen d'investigation intéressant de certaines filières d'épuration utilisées en ANC et permet d'évaluer rapidement leur mode de fonctionnement.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'ONEMA qui a financé cette étude, le Conseil départemental du Rhône sans qui la recherche d'installation aurait été très compliquée, les particuliers volontaires pour le suivi de leurs installations et enfin Manon Brouillon qui, lors de son stage de fin d'études a réalisé une très grande partie de cette étude. ■

Références bibliographiques

- Arrêté du 7 mars 2012 modifiant l'arrêté du 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅. Paru au journal Officiel du 25 avril 2012.
- Duchêne P., Vanier C. 2002. Réflexion sur les paramètres de qualité exigés pour les rejets de stations d'épuration, Ingénieries EAT, n° 29. P.59-67.
- Haccoun R.R, Cousineau D. 2007. Statistiques : concepts et applications, PU Montréal, ISBN: 978-2-7606-2014-8.
- Dubois V., Boutin C. 2012. Utilisation de bandelettes pour la mesure des rejets azotés et l'estimation du fonctionnement de certains dispositifs ANC, Onema publication. http://www.onema.fr/IMG/pdf/2012_012.pdf.
- Norme NF T90-015-1 : Dosage de l'ammonium, Méthode par titrimétrie après entraînement à la vapeur, 20-01-2000.
- Norme NF EN ISO 10304-1 : Dosage des anions dissous par chromatographie des ions en phase liquide, 10-07-2009.
- Norme ISO 5725-2: Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure.
- Norme NF ENV 13005 : Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, août 1999.

FAIVRE EDS
INDUSTRIE
ENVIRONNEMENT

NOS SOLUTIONS

- LAGUNE AÉRÉE
- BASSIN DE BOUE ACTIVÉE
- JUS DE COMPOST LIXIVIAT
- TRAITEMENT DES ODEURS
- BASSIN TAMPON

40 ANS D'EXPÉRIENCE
DANS L'AÉRATION

MADE IN FRANCE

+ 33 3 81 84 01 32

www.faire-environnement.fr