Zeitschrift: Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Energie-Geowissenschaftern; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie

Band: 22 (2017)

Heft: 2

Artikel: Données nouvelles sur les circulations karstiques du Jura valdo-neuchâtelois

Autor: Parriaux, Aurèle-Jean

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738127

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Swiss Bull. angew. Geol. Vol. 22/2, 2017 S. 49-54

Données nouvelles sur les circulations karstiques du Jura valdo-neuchâtelois

Aurèle-Jean Parriaux[1]

Résumé
La Commune de Ste-Croix possède une ancienne décharge dans la région de l'Auberson. L'évaluation des impacts de cette décharge sur les eaux souterraines a nécessité un grand essai de traçage. Selon les connaissances scientifiques acquises jusqu'alors, les eaux de la décharge devaient s'écouler en direction du village de Butte au Val-de-Travers en suivant un synclinal bordé de deux barrières anticlinales. La surprise a été de voir la source de l'Areuse colorée massivement 7 jours après le déversement. Alors que les sources dans l'axe des plis restaient vierges. Vu ce résultat paradoxal, un essai de vérification a été effectué qui a confirmé cette liaison. L'étude des cheminements possibles du traceur pour expliquer cette communication met en évidence le rôle du décrochement de la Vraconne, de direction SE-NO, qui permet de by-passer deux barrières anticlinales. Ce résultat est riche en conséquences sur l'évaluation de la dangerosité de la décharge, sur les zones de protection de la source de l'Areuse mais aussi sur la connaissance des cheminements karstiques dans cette grande région du Jura vaudois et neuchâtelois.

Zusammenfassung
Die Gemeinde St. Croix verfügt über eine alte Deponie in der Region Auberson. Die Beurteilung der Auswirkungen dieser Deponie auf das Grundwasser erforderte einen grossen Tracer-Test. Nach den bisherigen geologischen Kenntnissen über den Untergrund sollte das Wasser aus der Deponie in Richtung des Dorfes Butte in Val-de-Travers fließen, indem es einer Synklinale folgt, die durch zwei Antiklinalen begrenzt werden. Zur Überraschung wurde jedoch festgestellt, dass die Areusequelle sieben Tage nach Beginn des Markierversuchs massiv gefärbt war, während die Quellen entlang der Faltenachse nicht auf den Farbstoff reagierten. Aufgrund dieses unerwarteten Ergebnisses wurde ein weiterer Test zur Überprüfung des Befundes durchgeführt, der das erste Ergebnis bestätigte. Die Beurteilung der möglichen Pfade des Markierstoffs zur Erklärung dieser Verbindung zeigt die Rolle der Vraconne-Verschiebung in Richtung SE-NO. Sie ermöglicht es, die beiden antiklinalen Barrieren zu umgehen. Das Ergebnis zeigt die zahlreichen Konsequenzen für die Beurteilung der Gefährlichkeit der Deponie und der Schutzgebiete der Areuse-Quelle. Es ist aber auch wichtig für die Kenntnisse über die Karstwege in dieser großen Region des Jura Waadt und Neuchâtel.

[1] EPFL, ENAC, Géologue et hydrogéologue conseil

1 Introduction

Dans le cadre d'une étude sur l'influence de l'ancienne décharge de Combe-de-Ville (Commune de Ste-Croix, Jura vaudois), des investigations hydrogéologiques importantes ont été menées. Elles apportent un regard nouveau sur les écoulements souterrains de cette région à cheval entre les cantons de Vaud et Neuchâtel. En particulier, le modèle conceptuel de l'alimentation de la source de l'Areuse s'en trouve fortement modifié. C'est l'objet du présent article.

2 Contexte géologique et hydrologique

La décharge de Combe-de-Ville appartient à la partie supérieure du bassin hydrologique du Ruisseau de Noirvaux, qui pend le nom de Butte dans le canton de Neuchâtel (Fig. 1).

Le site se trouve dans un étroit synclinal pris entre l'anticlinal du Chasseron et celui de La Vraconne (Fig. 2). Ce synclinal se pince en direction du Val de Travers en raison du chevauchement par le premier anticlinal.
La décharge repose sur des dépôts glaciaires locaux puis sur les calcaires et marnes du Crétacé inférieur.

Le ruisseau qui passe sous la décharge et qui reçoit des eaux polluées par celle-ci s'infiltre par une perte au travers d'une mince couche d'alluvions quelques centaines de mètres du pied de la décharge. Cette perte est totale mais uniquement à basses eaux. A hautes eaux, le ruisseau continue et rejoint le ruisseau de Noirvaux (Fig. 1).

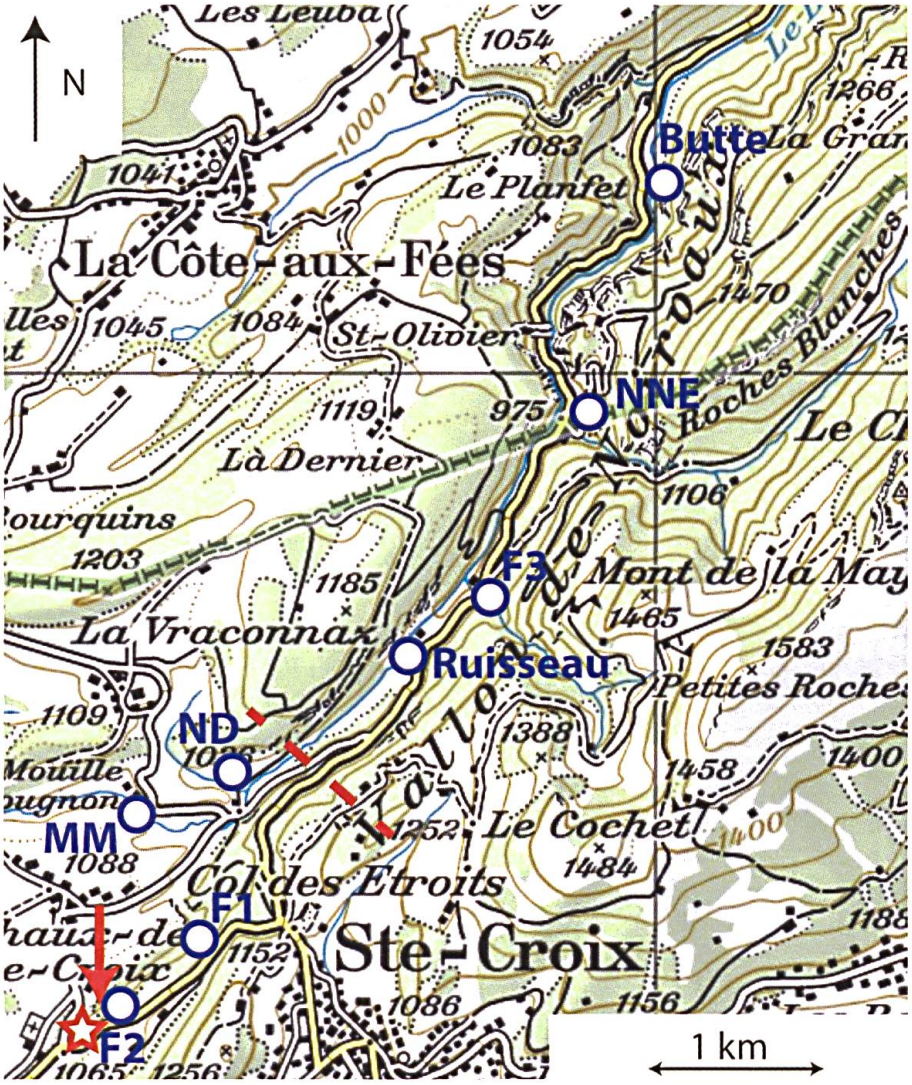

Fig. 1: Carte de situation. Etoile rouge: décharge. Flèche rouge: déversement des traceurs au pied de la décharge. Cercles bleus: points d'échantillonnage de l'essai de traçage (F1, F2 et F3: forages profonds, MM: Source de Mouille-Mougnon, ND: source Noirvaux dessus, NNE: source non captée Noirvaux-Neuchâtel, Butte: source de la Longeaigue du village de Butte. Traitillé rouge: profil géologique de la figure 2. Reproduit avec l'autorisation no JA110138 de Swisstopo.

Le vallon de Noirvaux présente quelques sources qui sortent essentiellement sur la rive droite, au voisinage du chevauchement (Fig. 2). L'une d'elles est captée par la Commune de Val-de-Travers en amont du village de Butte (source Butte ou de la Longeaigue).

3 Modèle hydrogéologique a priori

Nous avons repris le modèle hydrogéologique invoqué jusqu'ici dans cette région: à cause des crêtes anticlinales marquées faisant culminer les marnes de l'Argovien, circulation selon l'axe du synclinal de Noirvaux depuis l'Auberson vers le Val-de-Travers (voir Fig. 2). Mais la source de Butte, qui se trouve au débouché de cette ligne de circulation, n'a jamais présenté de traces de pollution chimique. Afin de tester ce modèle hydrogéologique, nous avons décidé de procéder à des forages profonds et à un grand essai de traçage.

4 Investigations par forages profonds

L'étude de l'impact de la décharge sur les eaux souterraines a commencé par la réalisation de trois forages profonds, afin d'identifier la présence éventuelle d'un panache de pollution dans les calcaires du Valanginien (Fig. 1). Ces forages de plus de 100 m de profondeur ont été équipés de piézomètres pour pouvoir prendre des échantillons d'eau. Le

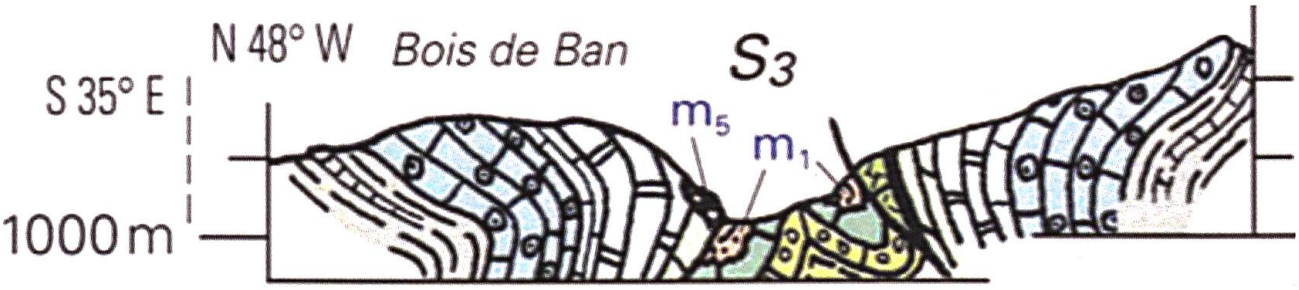

Fig. 2: Profil géologique en aval de la décharge. Situation du profil: voir figure 1. En gris, marnes de l'Argovien. En bleu, calcaires du Malm. En vert et olive, Crétacé. En rose, molasse. Extrait de la notice explicative de la feuille 1182 de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25'000, Rigassi 2011.

forage F2 est au pied de la décharge, légèrement en amont de la perte. Le forage F1 est quelque 500 m en aval. Le forage F3 est nettement plus loin, en direction du Val-de-Travers. Ces forages ont rencontré le Valanginien saturé en eau. Les deux forages à l'amont témoignent d'une pollution au fluor et à l'antimoine. Le troisième est vierge.

5 Essai de traçage

Plusieurs essais de traçage avaient été faits dans les décennies précédentes depuis la décharge, indiquant des réponses faiblement positives de la source de Butte dans le Val de Travers, mais aussi vers la source de la Covatannaz, à travers l'anticlinal du Mont-des-Cerfs. Mais un examen critique de ces anciens essais a montré que les signaux devaient être considérés comme douteux. Ce doute provenait de quantités de traceurs insuffisantes et surtout de méthodes analytiques de fluorescence pas suffisamment discriminantes. C'est la raison pour laquelle nous avons voulu tester la communication vers Butte de manière massive et avec les meilleures techniques analytiques.

Le 28.6.2016, ce sont 10 kg d'uranine qui ont été déversés dans le ruisseau en aval de la décharge, en amont de la perte. Un réseau d'observation complet a été surveillé pendant 9 mois (Fig. 1). Sept jours après le déversement, nous étions avertis que la source de l'Areuse était fortement colorée en vert fluorescent. Il s'agissait bien d'uranine à une dose d'environ 10 ppb. Dès ce jour, l'Areuse a été incluse dans le réseau d'observation. Le calcul de restitution a montré que ce sont environ 4.7 kg d'uranine qui sont sortis à l'Areuse, soit un taux de restitution de 47%, sans compter le traceur détecté dans les forages F1 et F2 (Fig. 3).

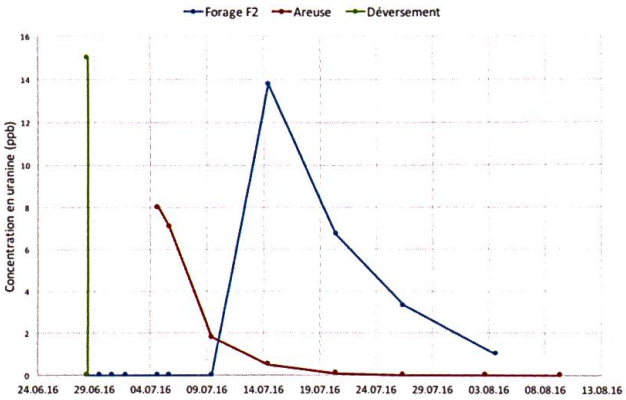

Fig. 3: graphique des arrivées d'uranine dans la source de l'Areuse et dans le forage F2.

L'Areuse n'avait pas été suspectée d'être en liaison avec ce bassin hydrogéologique. Tous les travaux de recherche jusque-là (Schardt 1905, Burger 1959, Tripet 1973, Kiraly 1973, Pasquier 2006, Schürch et al. 2006) attribuaient son alimentation en provenance du nord-est et de l'ouest (Fig. 4).

Une enquête a été faite pour savoir si d'autres déversements d'uranine avaient été faits dans le bassin de l'Areuse au même moment. Aucune indication dans ce sens n'a été trouvée.

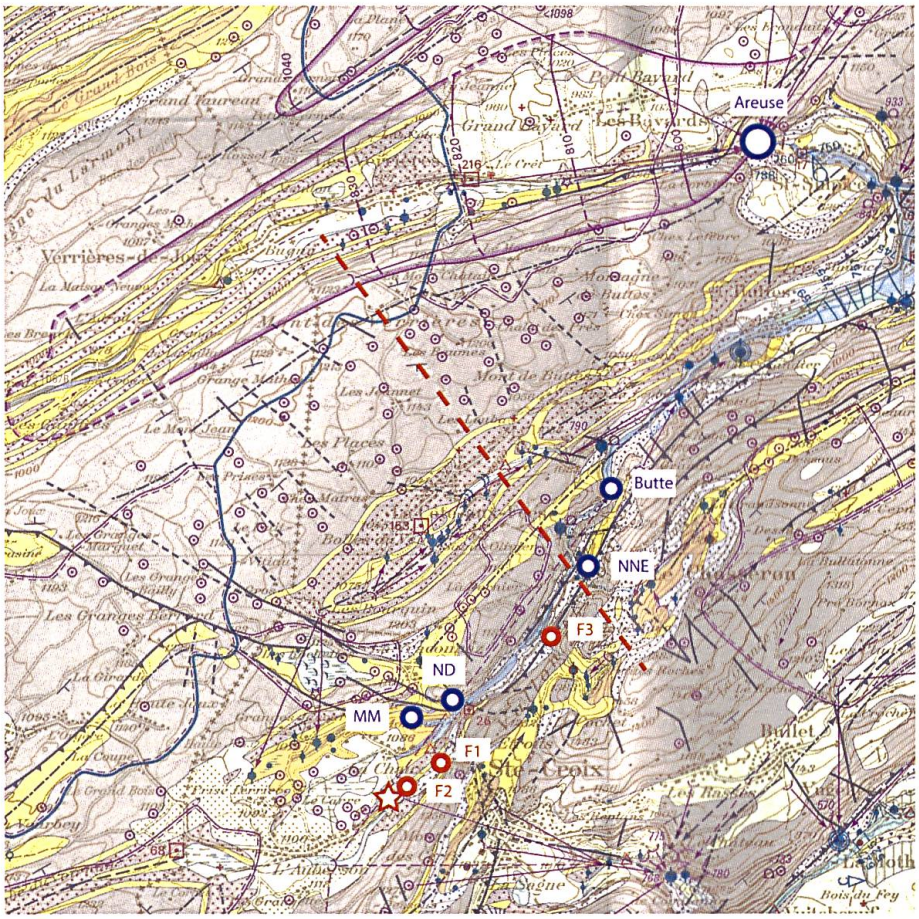

Fig. 4: Carte des points d'observation des essais de traçage sur fond hydrogéologique. Etoile rouge: point de déversement des traceurs. Cercles rouges: forages profonds. Cercles bleus: sources échantillonnées (voir figure 1). Traitillé rouge: profil géologique de la figure 7. Périmètre violet: bassin versant de la source de l'Areuse selon la littérature. Les vecteurs violets indiquent les liaisons issues d'essais de traçage. Extrait de la carte hydrogéologique de la Suisse, Feuille Vallorbe – Léman nord (Pasquier 2006).

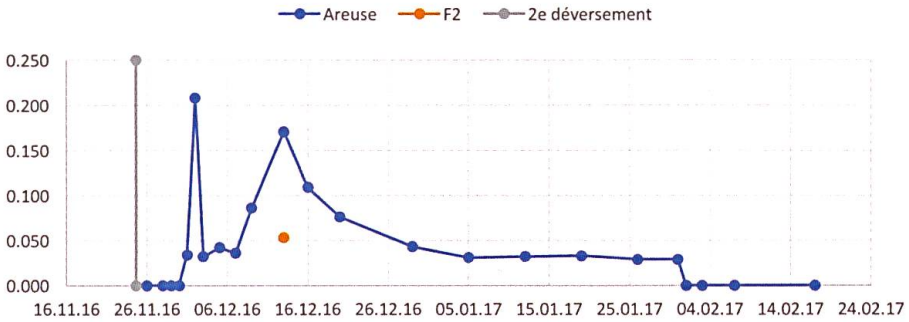

Fig. 5: Courbe de restitution sur la base des analyses en laboratoire (en bleu). En orange, analyse d'un prélèvement dans la forage F2.

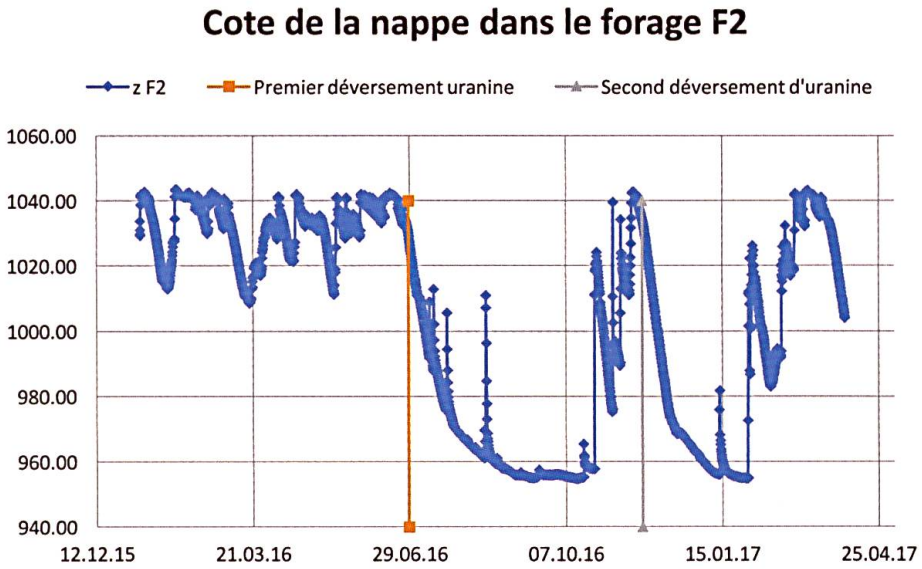

Fig. 6: Enregistrement du niveau de l'eau dans la nappe du Valanginien au forage F2 au moment du déversement des traceurs.

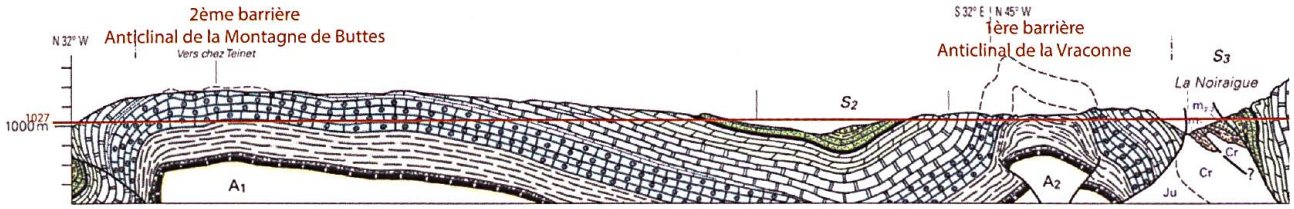

Fig. 7: Liaison Combe-de-Ville – source de l'Areuse en ligne droite. Effet des deux barrières anticlinales. En bleu: calcaires du Malm. En gris traitillé: marnes de l'Argovien peu perméable. En rouge: niveau dans la nappe du Valanginien au forage F2. Situation du profil: voir figure 4. Profils géologiques de la Carte géologique de la Suisse au 1:25'000 feuille Sainte-Croix.

Afin qu'il ne subsiste aucun doute sur cette liaison, nous avons procédé à un essai de vérification. Le 24.11.16 à 15h30, ce sont 3 kg d'uranine qui ont été déversés au même endroit, dans des conditions de plus basses eaux. Une réponse nettement plus discrète a été obtenue à l'Areuse, avec le même temps de parcours, soit 166 heures (Fig. 5). Le taux de restitution était cette fois de l'ordre de 10%.
La communication entre la décharge et la source de l'Areuse était donc prouvée. De même qu'aucune des sources de Vallon de Noirvaux n'avait été influencée pendant les neuf mois de surveillance du réseau.

6 Cheminement du traceur dans le karst

Etudions comment cette nouvelle liaison est possible étant donné la structure tectonique de cette région. Entre le site de la décharge et la source de l'Areuse, il y a deux barrières hydrogéologiques anticlinales: les anticlinaux de la Vraconne et de la Montagne de Butte. La figure 6 montre que le niveau piézométrique lors des déversements de traceurs était aux environs de 1027 msm.
Si l'on reporte ce niveau sur une coupe géologique perpendiculaire aux structures plissées dans cette zone intermédiaire, on voit que deux barrières anticlinales sont difficiles à franchir en raison de la présence des marnes de l'Argovien (Fig. 7).
En revanche, le décrochement SE – NO de la Vraconne permet de by passer ces barrières (Fig. 8). Selon cette hypothèse, le traceur a dû envahir les calcaires du Valanginien par la perte voisine du forage F2. Il aura cheminé dans l'axe des plis jusqu'au décrochement de la Vraconne, en laissant en passant des traces dans le forage F1. Il aura ensuite suivi cette structure tectonique en direction du NO. En arrivant au droit du synclinal des Verrières, il aura repris la direction des axes de plis pour arriver à la source de l'Areuse.

Lors du second essai, nous avons vérifié l'absence de connexion avec la source Martin de Pontarlier (Fig. 8) qui aurait pu, elle aussi, vidanger l'eau de la partie occidentale de ce décrochement.

7 Conclusion

La mise en œuvre d'essais de traçage effectués avec les techniques les plus récentes et les plus sûres apporte des résultats scientifiques incontestables, qui contredisent parfois certains résultats anciens aux réponses douteuses. Le double-test en aval de la décharge de Combe-de-Ville en est la démonstration. Le modèle d'écoulement classique vers le Val-de-Travers en suivant l'axe des plis peut être maintenant rejeté. Le bassin d'alimentation de la célèbre source de l'Areuse doit être étendu beaucoup plus au sud. Ceci nécessitera de revoir les bilans hydriques de cet exutoire. Sur le plan pratique, il faudra redéfinir les zones de protection de la source, zones qui deviendront intercantonales. Ce résultat va influencer également la gestion de l'ancienne décharge.

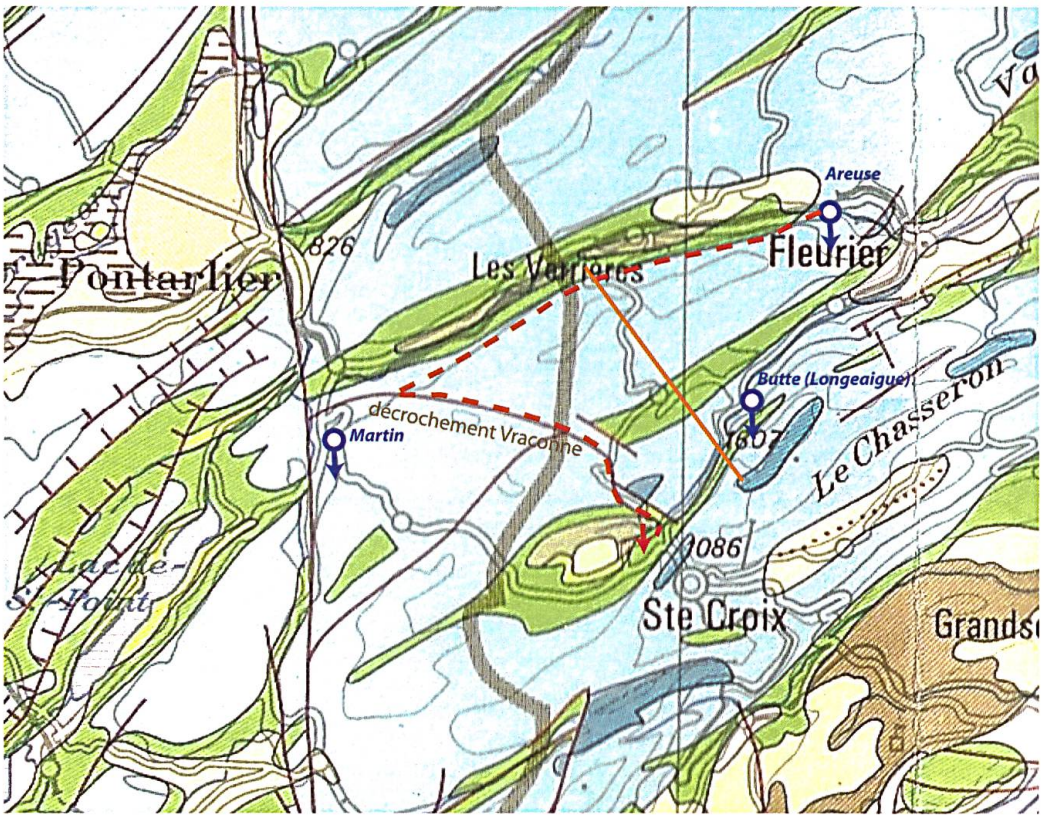

Fig. 8: Le cheminement le plus probable après le second essai pour connecter Combe-de-Ville à la source de l'Areuse (traitillés rouges). Flèche rouge: déversement du traceur. Cercles bleus avec flèche: source de l'Areuse, source de la Longeaigue, source Martin. En bleu: Malm en croupes anticlinales. En vert et jaune: Crétacé et Tertiaire des synclinaux. En brun foncé: décrochements de la Vraconne (N300) et de Pontarlier (N-S). Trait orange: profil de la figure 7. Base géologique de la Carte géologique de la Suisse au 1:500'000.

Bibliographie

Burger A., 1959: Hydrogéologie du bassin de l'Areuse, Université de Neuchâtel

Kiraly L., 1973: Carte hydrogéologique du Canton de Neuchâtel au 1/50'000, avec notice explicative, Supplément du Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles, Département des travaux publics Neuchâtel

Pasquier F., Bichet V. & Zwahlen F., 2006: Carte hydrogéologique de la Suisse au 1/100'000, feuille no 8 Vallorbe – Léman Nord, Office fédéral de l'environnement, Berne

Rigassi D. & Jaccard, M., 1995: Atlas géol. Suisse 1:25'000, feuille 1182 Ste-Croix (n°95), avec notice explicative 2011. Swisstopo.

Schardt H., 1905: Origine de la source de l'Areuse, Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, 5/XXV. Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat 32.

Schürch M., Kozel R. & Pasquier F., 2006: Observation of groundwater resources in Switzerland – Example of the krast aquifer of the Areuse spring, Proceedings of the 9th Conference on limestone hydrogeology, Neuchâtel

Tripet J. P., 1973: Etude hydrogéologique du bassin de la source de l'Areuse, Matériaux de la géologie de la Suisse, Hydrologie no 21, Commission géotechnique suisse, Zurich