

1 - SITUATION DU BASSIN DE REFERENCE

Le secteur de référence de VILLERS-STONCOURT couvre le bassin de l'ELVON situé à environ 20 km au sud-est de METZ (annexe A1). Il intéresse les communes de :

VILLERS-STONCOURT

BAZONCOURT

SERVIGNY-LES-RAVILLE

ANCERVILLE

2 - LE MILIEU NATUREL

2.1 Géologie

La Zone considérée peut être subdivisée schématiquement en deux ensembles séparés par une ligne passant par VAUCREMONT, STONCOURT, VILLERS-STONCOURT et la vallée amont de l'ELVON.

Au sud, les terrains appartiennent au Keuper complexe marneux imperméable.

Au nord, les terrains appartiennent au Lettenkohle, terme de passage entre le Keuper et le Muschelkalk constitué de deux bancs dolomitiques séparés par des argiles imperméables.

2.2. Pédologie

Le bassin de l'ELVON, constitué par les reliefs mamelonnés du Keuper, est caractérisé par des sols lourds où dominent les phénomènes de ruissellement.

Les sols sur alluvions sont également argileux et très humides.

Le Bassin du Cherisey choisi comme bassin témoin se présente différemment ; les formations argileuses du Rhétien apparaissent à la faveur d'une échancrure dans le plateau liasique avec apparition de mouillères. Bien que les formations calcaires du Sinémurien aient un pouvoir d'absorption des eaux pluviales plus élevé que les sols lourds du Keuper, les zones humides du bassin de Cherisey apparaissent non négligeables.

2.3. Topographie

Le bassin de l'ELVON présente deux bassins distincts :

- en rive gauche, le relief est accidenté sur le Keuper avec des pentes de 10 % sur la côte au Sud et de 3 % au pied de la côte,
- en rive droite, les formes sont plus douces avec une pente moyenne de l'ordre de 2 %.

La pente moyenne de la vallée ressort à environ 9 %.

Le point culminant atteint 335 m alors que la cote la plus basse se situe à 218 m.

2.4 Hydrographie

L'ELVON, affluent de rive droite de la NIED FRANCAISE, présente un tracé ramifié et dense. Le réseau hydrographique principal s'étend sur environ 20 km au sein d'un bassin versant de 1580 ha de superficie.

3 - AMENAGEMENTS REALISES

3.1 Aménagement foncier

La totalité du périmètre a fait l'objet d'opération de remembrement de terres agricoles :

- VILLERS-STONCOURT en 1963
- SERVILE-LES-RAVILLE en 1964
- BAZONCOURT en 1979
- ANCERVILLE en cours

3.2 Aménagement de cours d'eau

Le réseau hydraulique a été remis en état à l'occasion des opérations connexes au remembrement sur les communes précitées. Des travaux de curage ont été entrepris en juin 1981 sur le territoire d'ANCERVILLE.

3.3 Drainage

En fin 1982, la surface drainée s'élevait à 417 ha soit plus de 25 % de la surface totale du bassin dont 116 ha drainés en 1981 et 40 ha drainés antérieurement.

Le détail des surfaces drainées par sous-bassin est réparti sur le tableau A2.

4 - PRESENTATION DU PROTOCOLE DE MESURES

Le protocole de mesures prévoit l'étude de l'influence du drainage sur les débits d'une part et sur la qualité d'autre part.

4.1 Mesures de débits

Un limnigraphe a été installé à l'aval du bassin en 1981 et est régulièrement relevé et jaugé depuis lors.

Par suite du curage du lit, les enregistrements du 20 Juin 81 au 13 Août 81 sont inexploitable.

Un limnigraphe a été par ailleurs installé en 1982 sur un bassin voisin devant servir de témoin. Le bassin choisi a été celui de CHERISEY.

4.2 Qualité des eaux superficielles du bassin de l'ELVON

Protocole d'étude

Le suivi de la qualité des eaux superficielles se décompose en deux parties :

4.2.1 Contrôle au point aval du bassin : ANCERVILLE

La méthode de prélèvement actuelle consiste à effectuer des prélèvements d'eau de l'ELVON trois fois par semaine. Ces prélèvements sont effectués depuis le 22 Janvier 1981.

Début 1983, l'installation d'un préleveur automatique devra permettre un suivi plus fin et surtout plus lié aux variations de débit.

4.2.2 Suivi de la qualité sur l'ensemble du bassin

Dix stations de prélèvements réparties sur l'ensemble du bassin versant, sont visitées quatre fois par an. Elles doivent permettre de juger de l'évolution de la qualité des différents secteurs du bassin.

Cette surveillance se répartit sur 10 points de mesures implantés sur l'ELVON et ses principaux émissaires (annexe A3) :

Point 1 : sur l'ELVON à 10 m à l'aval de la confluence du Malroy (station limnimétrique d'ANCERVILLE)

Point 2 : sur le ruisseau de BERLIZE, à l'amont immédiat de sa confluence avec l'ELVON (en bordure de la D.75.d)

Point 3 : sur le ruisseau de MALROY à l'amont immédiat de la confluence avec l'ELVON au point de la D.75.d

Point 4 : sur le ruisseau de BERLIZE (aval de BERLIZE) au pont de la D.70

Point 5 : sur le ruisseau affluent du ruisseau de BERLIZE, au pont de la D.70

Point 6 : sur le ruisseau de l'ELVON au pont de la D.75

Point 7 : sur le ruisseau affluent rive droite du ruisseau le Goulot à l'aval de STONCOURT en bordure de la D.75

Point 8 : sur le ruisseau le GOULOT affluent rive gauche de l'ELVON au lieu-dit La Houtte à l'aval de VILLERS-STONCOURT

Point 9 : sur le ruisseau le GOULOT à l'amont de VILLERS-STONCOURT.

En ces différents points, l'analyse physico-chimique est accompagnée d'une mesure de débit.

Le tableau A2 récapitule certaines caractéristiques des sous-bassins.

5 - RAPPEL DES CONDITIONS CLIMATIQUES EN 1981 ET 1982

L'interprétation des mesures de débit et de qualité est essentiellement liée à la climatologie observée sur les périodes correspondantes (pluies et températures). Il importe donc de préciser les conditions climatologiques des années 1981 et 1982.

- En 1981 après un hiver assez classique, et un début de printemps assez sec, le printemps a été marqué par une période relativement froide et pluvieuse qui s'est poursuivie jusqu'en Juillet. Ce n'est qu'aux alentours du 25 Juillet que s'est installé un été dont les températures sont normales.

La fin de l'été est marquée en Octobre par une période de pluies qui culmine les 14 et 15 par des précipitations très intenses (plus de 70 mm en 24 H). Cet épisode marque le retour de températures beaucoup plus fraîches.

- L'année 1982 commence par une vague de froid intense.

Le printemps a été marqué par une pluviométrie assez faible avec installation dès la deuxième décade de Mai d'un temps assez chaud devenant rapidement très chaud.

L'été a été chaud et peu arrosé. Le début du mois d'Octobre voit réapparaître des pluies intenses suivies assez rapidement d'un abaissement de la température.

6 - HYDROLOGIE

Les appareillages installés pour le suivi du bassin et du bassin témoin comprennent :

- un pluviographe de type précis-mécanique à VILLERS-STONCOURT, installé le 26 Novembre 1980, avec une surface réceptive de 2 000 cm²,
- un limnigraphe de type R 16 à BAZONCOURT, installé le 26 Novembre 1980 sur le ruisseau de l'ELVON, environ 600 m en amont du confluent avec la Nied Française. Le limnigraphe fonctionne avec un coefficient de réduction 1/10 et une rotation mensuelle,
- un limnigraphe à CHERISEY, installé le 25 Février 1982 sur le bassin du ruisseau de VERNY, choisi comme bassin témoin. Le coefficient de réduction est 1/10, la rotation mensuelle.

6.1 Station pluviographique

On trouvera en annexe B, les tableaux de pluies journalières mesurées au pluviographe avec quelques tableaux des pluies horaires.

Les faits les plus marquants sont la pluie des 14 - 15 Octobre 1981 (70 mm en 18 Heures) et quelques orages assez violents dont celui du 2 Juin 1982 (33 mm en 2 Heures environ).

Le fonctionnement de la station s'avère par ailleurs très satisfaisant.

6.2 Station limnigraphique de BAZONCOURT

La station a été installée le 26 Novembre 1980 sur le ruisseau de l'ELVON, les annexes B1 montrent les limnigrammes enregistrés à la station, ainsi que les résultats des jaugeages effectués.

Il faut signaler que la courbe de tarage a subi plusieurs perturbations importantes :

- le ruisseau de l'ELVON a été curé le 17 Juin 1981,
- un premier seuil a été installé début Août 1981 mais a été endommagé au cours de l'hiver, rendant les tarages d'étiage en particulier très aléatoires,
- une plaque de mesure destinée à améliorer la sensibilité et la stabilité des mesures en basses eaux a été installée le 18 Mai 1982 en remplacement du premier seuil.

Par ailleurs il n'y a pas eu d'enregistrements entre le 19 juin et le 13 Août 1981.

C'est pourquoi 3 courbes de tarage ont été tracées sur la période considérée.(annexe B2).

La courbe jusqu'au 17.6.1981 (étendue jusqu'au 19 par translation du limnigramme) ne présente malheureusement pas de points en hautes eaux.

Il en est de même de la seconde courbe. Mais une extrapolation a été tentée en fonction des résultats après installation de la plaque de mesure. En effet on admettra que, en hautes eaux, la plaque crée une légère perte de charge ce qui entraîne que, à cote égale, les débits avant le 18 Mai 1982 doivent être supérieurs aux débits après installation de la plaque de mesure.

6.3 Station de CHERISEY

La station a été implantée en Février 1982. Un léger curage du ruisseau a eu lieu en Août 1982 mais qui ne semble pas avoir eu d'influence sur la courbe de tarage. Une seule courbe de tarage a été tracée depuis son implantation(annexe B2).

6.4 Débits journaliers - Etiages

a) Station de BAZONCOURT

Ils sont reportés aux annexes B4 et B5.

Le débit moyen en 1981, à BAZONCOURT, mesuré sur une période d'environ 10 mois, s'établit à 260 l/s soit environ 16 l/s/km². en 1982, le débit moyen est beaucoup plus faible, de l'ordre de la moitié.

Ces valeurs sont à rapprocher de la pluviométrie annuelle, respectivement de 935 mm (valeur par défaut) et 777 mm.

En ce qui concerne les étiages, ils sont peu marqués en 1981, on remarque un premier étiage de printemps de l'ordre de 40 l/s (2,46 l/s/km²) et un deuxième étiage en début septembre d'environ 20 l/s (soit 1,23 l/s/km²). En 1982 l'étiage est plus sévère.

b) Station de VERNY

En 1982, le débit moyen sur le ruisseau de CHERISEY s'élève pour les 10 mois mesurés, à environ 130 l/s, soit environ 7 l/s/km²(annexe B6).

L'étiage le plus bas se situe en Septembre avec quelques journées à moins de 5 l/s.

6.5 Débits de crues

On trouvera en annexe B7,8 et 9 quelques hydrogrammes caractéristiques avec les pluies correspondantes. Le temps de concentration du bassin de l'ELVON s'avère être d'environ 6 heures. On n'observe pas de variation significative ni de la forme des hydrogrammes, ni du temps de concentration entre 1981 et 1982.

Le temps de concentration du ruisseau de CHERISEY à VERNY semble légèrement plus élevé de l'ordre d'une dizaine d'heures. Toutefois, pour les crues

d'orage, en été, ce bassin se comporte assez différemment avec l'apparition de pointes de débits successives.

Le tableau suivant récapitule les caractéristiques de quelques uns sur les deux bassins.

Date	ELVON				Ruisseau de CHERISEY			
1982	Heure du maxi	Débit maximum	Temps de montée	Durée	Heure du maxi	Débit maximum	Temps de montée	Durée
02/03	8 h	0,6	4 h	15 h	14 h	0,4	10 h	24 h
11/03	1 h	1,22	8 h	7 h	8 h	1,29	16 h	12 h
07/10	18 h	0,6	-	16 h	19 h	0,3	-	23 h
11-12/10	23 h	1,28	8 h	8 h	2 h	0,53	-	18 h
13/10	15 h	1,72	6 h	6 h	18 h	1,26	10 h	16 H
10/12	7 h	1,72	6 h	7 h	13 h	1,78	10 h	12 h
12/12	14 h	1,00	6 h	6 h	17 h	1,36	9 h	14 h
16/12	21 h	3,90	6 h	5 h	24 h	5,00	7 h	10 h

On constate sur ce tableau une bonne similitude de comportement des deux bassins en ce qui concerne les réponses en débit, avec toutefois une réponse un peu plus rapide du bassin de l'ELVON en ce qui concerne l'heure du maximum, le temps de montée et la durée de la crue (mesurée pour le débit égal à la moitié du débit maximum).

On ne constate pas là non plus, de différence sensible entre le début et la fin de l'année.

6.6 Conclusion sur l'hydrologie

Le suivi des deux années sur le ruisseau de l'ELVON et d'une année sur le ruisseau témoin de CHERISEY ne fait pas apparaître de modifications sensibles du bassin de l'ELVON.

Toutefois, la comparaison devra porter sur une période plus longue pour détecter des effets éventuels sur les débits moyens, les étiages ou les crues.

7 - LA QUALITE DES EAUX A L'AVAL DU BASSIN

7.1 Tableaux et résultats

Les annexes C montrent les tableaux de résultats des analyses effectuées en 1981 et 1982 concernant l'ensemble des paramètres mesurés, c'est-à-dire : pH, conductivité électrique, NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , débit. Au moment où cette note a été rédigée, le dépouillement des limnigrammes de 1982 n'était pas définitif.

On a également reporté le débit de la veille ainsi que les pluies du jour et des deux jours précédents.

7.2 Graphiques d'évolution

Pour essayer de mettre en évidence certaines liaisons avec le temps ou avec le débit ou la pluie, on a dessiné l'évolution des principaux paramètres pour les deux années de mesures (graphiques D1 à D10) en y superposant soit le débit mesuré, soit la pluie mesurée. Les remarques suivantes peuvent être formulées au vu de ces courbes.

CONDUCTIVITE

On observe très nettement un cycle annuel sur les deux années avec de très fortes valeurs en été (de 1200 à 1500 et au-delà) et des valeurs plus faibles en hiver (généralement inférieures à 1200).

Les hautes valeurs d'été sont toutefois entrecoupées de valeurs basses. Ces valeurs sont liées (ceci est très net en 1981 et la chute d'octobre 1982 s'y rattache) à des pointes de débits.

AMMONIAQUE

Le niveau de valeurs de NH_4^+ est généralement inférieur à 1. On observe toutefois quelques pointes isolées.

Une série de valeurs très élevées a été en particulier observée du 9 au 18 janvier 1982. Ces valeurs semblent essentiellement dues à la vague de froid à cette époque, avec blocage de la nitrification, l'ammoniaque étant d'origine domestique.

Les pointes de printemps (23 mai 1981, 6 mai 1982) associées à des pluies sensibles pourraient être dues à l'entraînement d'engrais ou à un début de minéralisation, les autres pointes n'ont pas reçu d'explication *à priori*.

Les flux annuels peuvent être estimés à 2 kg/ha environ.

NITRITES

Les valeurs en nitrites, bien que généralement faibles, montrent une évolution très fluctuante. On distingue toutefois une tendance générale à des valeurs plus élevées au printemps et en été avec toutefois un creux très significatif en août-septembre 1982, probablement dû à la faiblesse particulière des pluies à cette période.

Les pointes semblent liées à des épisodes pluvieux, sans que la liaison soit toutefois très forte.

NITRATES

L'évolution des nitrates montre également des fluctuations importantes. Toutefois, le niveau général semble accuser un cycle décalé par rapport aux nitrites avec des valeurs moyennes plus élevées en fin d'hiver et printemps (mars à mai-juin), ainsi qu'en automne ; cette "crue" d'automne est nettement plus marquée en 1982. Le niveau moyen des concentrations en nitrates n'est pas négligable puisqu'il se situe aux environs de 20 mg/l.

Ce phénomène est cohérent avec la bibliographie générale sur ce sujet, la "crue" de printemps étant probablement due aux épandages d'engrais et la "crue" d'automne au lessivage des terres par les pluies.

L'observation plus fine montre une corrélation assez nette des pointes de nitrates avec les occurrences de pluie. Toutefois, la corrélation avec la hauteur de précipitations reste moyenne. Ainsi par exemple : les pluies exceptionnelles du 15 octobre 1981 n'induisent que des concentrations relativement faibles, un lessivage important ayant eu lieu depuis le 24 septembre (ou 22 septembre si l'on se réfère aux pluies).

On peut remarquer également que l'été 1981, plus pluvieux a induit des concentrations plus fortes qu'en 1982, ceci étant compensé par un moindre lessivage à l'automne.

Les flux annuels exportés peuvent être estimés à environ 75 kg/ha exprimés en NO_3 , soit 18 kg/ha exprimés en N.

PHOSPHATES

La comparaison des chroniques des teneurs en phosphates en 1981 et 1982 montre nettement un niveau général plus faible en 1982, phénomène qu'on ne retrouve pas pour les autres paramètres. Les pointes sont également plus marquées en 1981.

En 1981, on observe une "crue" de phosphates en mai-juin-juillet ainsi que moins nettement en octobre et décembre. En 1982, les phénomènes sont moins nets.

En ce qui concerne les fluctuations, elles sont liées aux occurrences de pluies, à quelques exceptions difficilement explicables (26 février 1981 ; 4 août 1981).

En première approximation, les flux annuels exportés sont environ 3,9 tonnes soit sensiblement 2,5 kg/ha exprimés en PO_4 .

CONCLUSION

L'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés montrent des cycles annuels auxquels se superposent des pointes de concentration. Ces pointes de concentration sont, dans la plupart des cas, liées à l'occurrence d'évènements pluviométriques plus ou moins importants le jour ou les deux jours précédents la mesure.

Toutefois, le niveau même des pointes ne semble pas au niveau des précipitations. Le tableau de corrélations suivant a été établi en sélectionnant les événements tels que la pluie du jour cumulée à la pluie de la veille dépasse 10 mm soit 45 événements :

Corrélation entre la pluie (Racine Carrée)
et les concentration des éléments
pour $P > 10$ mm

éléments	r
NH 4	- 0,162
NO 2	- 0,047
NO 3	0,146
PO 4	0,054

7.3 Analyse globale

7.3.1 Rappel de la méthode d'analyse en composantes principales

L'analyse des résultats au cours du temps et en fonction de la pluviométrie ayant été faite, il est intéressant d'effectuer une analyse globale de l'ensemble des paramètres.

Pour cela nous utiliserons la méthode de l'analyse en composantes principales.

Sans entrer dans les détails de cette méthode, rappelons qu'il s'agit simplement d'étudier globalement le tableau des données figuré en annexe où l'on désigne par variable chacune des colonnes et par observation chacune des lignes.

Ainsi on va rechercher les proximités entre colonnes et les proximités entre lignes.

En fait, et pour optimiser les effets explicatifs, l'étude a porté sur un tableau légèrement modifié avec les variables suivantes :

- conductivité (racine carrée)
- NH_4^+ (racine carrée)
- NO_2^- (racine carrée)
- NO_3^- (logarithme)
- P04^{---} (racine carrée)
- débit du jour + débit du jour précédent (racine carrée)
- pluie des 2 ou 3 jours précédents (racine carrée).

Des essais avec introduction des variables supplémentaires telles que température de l'eau et température de l'air pourraient être envisagés pour tenter d'améliorer le caractère explicatif de l'analyse.

L'ensemble de ces sept variables est caractérisé par un tableau de corrélation des variables 2 à 2 figurant les proximités entre variables. Il est intéressant de rechercher des variables transformées (par rotation dans l'espace à sept dimensions, ou autrement dit par combinaisons linéaires entre les sept variables de départ) indépendantes entre elles. Ces variables transformées sont en fait les vecteurs propres de la matrice et ils ont un "pouvoir explicatif" (pourcentage de variance expliquée) proportionnel aux valeurs propres correspondantes.

Ainsi l'axe lié à la plus grande valeur propre λ_1 explique la variance totale du système dans le rapport $\lambda_1 / \sum \lambda_i$; c'est l'axe qui explique le mieux l'ensemble du nuage de points ; selon les conventions habituelles, on appelle cet axe F1.

De même l'axe F2 est celui, orthogonal à F1 (= coefficient de corrélation nul) qui explique le mieux l'ensemble du nuage de points dans le "plan" perpendiculaire à F1.

Les variables de départ ainsi que les observations (à un facteur près) peuvent être représentées dans les différents plans définis par les axes F1, F2, F3 (soit F1-F2, F1-F3, F2-F3).

La façon dont se projettent les vecteurs et les observations peut alors trouver une explication rendue plus "visible" par cette transformation.

En général, on se contente de rechercher un caractère explicatif avec les trois premiers axes.

7.3.2 Application de la méthode aux variables simples

Les débits n'étant pas actuellement disponibles, une première analyse a été effectuée en excluant cette variable, soit avec six variables.

Les premiers essais ont montré l'influence anormale de la période de froid en janvier 1982 (du 7 au 18) sur les composantes et les points ont été éliminés pour le calcul : ils sont toutefois reportés sur les graphiques. On peut d'ailleurs remarquer que l'évolution générale des points reste malgré tout peu modifiée.

Le tableau des moyennes, écarts types et coefficients de corrélation est reporté en annexe E1. On y trouvera également les valeurs propres ainsi que les composant des vecteurs propres.

Ans les deux premières composantes expliquent 54 % de la variance totale et ce pourcentage monte à 70 % avec trois composantes. Ce pourcentage reste tout à fait moyen, nous verrons que les phénomènes pluviométriques peuvent expliquer ce fait.

L'examen détaillé des projections (annexes E 2 à E 5) amène les conclusions suivantes :

le premier axe F1 peut être appelé axe "de temps sec". On verra en effet que l'on retrouve sur la partie positive de cet axe toutes les observations correspondant à un temps sec et que la partie négative semble très liée, sinon aux valeurs absolues des pluies, du moins à leur occurrence qui se traduit pas des perturbations systématiques dans les résultats physicochimiques.

On peut vérifier que la conductivité est liée positivement à cet axe, mais que tous les autres éléments introduits y sont liés négativement et de façon élevée, ce qui traduit très vraisemblablement l'effet de "lessivage" plus ou moins intense lors des épisodes pluvieux. Autrement dit, les valeurs négatives le long de cet axe sont très liées aux phénomène de ruissellement.

Le deuxième axe F2 peut être appelé axe "d'activité biologique". En effet on y retrouve de façon assez nette la variable N02 (0,8111) et P04 (0,348). On verra également sur les observations que cet axe est très lié à l'opposition automne-hiver $\longleftrightarrow$ printemps-été (en périodes humides).

L'axe 3 est quant à lui très lié négativement à l'intensité pluviométrique avec une légère influence de N02 et N03.

L'axe 4 semble également intéressant en ce qu'il est essentiellement lié à l'azote avec opposition NH4 (0,608) et N02 - N03 (-0,381 - 0,290).

En se reportant aux graphiques de projection des observations dans le plan F1 - F2 on constate de plus une évolution annuelle (cf annexe).

EN 1981

L'hiver 1981 (du 24 janvier au 9 mars) présente une pluviosité faible et les températures basses entraînant une activité biologique nulle. Les points sont concentrés avec des valeurs de F2 négatives. On notera quelques courtes période de faibles pluies mais qui décalent les points vers $F1 < 0$, qui s'accompagnent de poussées de nitrates ainsi qu'une remontée des points sur l'axe F1 en février lors d'un épisode sec (10 au 17 février).

Au printemps 1981 (du 23 mars au 28 mai), la saison est globalement peu humide, la température est douce, les points sont légèrement décalés sur F1 négatives et centrés sur F2 avec quelques perturbations épisodiques qui décalent les points vers des valeurs négatives de F1 (ex. 27 avril, 4 et 6 juin). L'activité biologique se met rapidement en route, production de N02 et P04 (hydrolyse des phosphates organiques).

En été 1981 (28 mai au 22 août environ). En règle générale on notera des pluies assez soutenues jusqu'en fin juillet ce qui, malgré une température plus froide que la moyenne, entraîne des valeurs élevées sur l'axe 2. En août les points sont plus dispersés ; on remarquera l'effet perturbant des fortes pluies du 8 et 9 août qui bouleversent la composition chimique de l'eau (N03, NH4, N02, P04), c'est un lessivage de terrain sec et des matières organiques déposées dans le lit en amont du bassin (collectivités). Cet épisode est suivi par une nouvelle période sèche (24 août $\rightarrow$ 10 septembre), les points reviennent alors vers les $F1 > 0$ "caractéristique de temps sec", l'eau est de meilleure qualité. Du 10 au 20 septembre, on assiste à une période chaude (température eau ≈ 20) avec activité biologique intense (valeur de F2 plus élevée) avec quelques perturbations dû à des lessivages par pluies (10 et 12 septembre).

Automne 1981 : à partir du 26 septembre, on retrouve des valeurs de pluies et des températures plus basses qui vont déplacer les points vers les valeurs négatives de F2. Les variations sont beaucoup plus réduites. Les points sont assez bien groupés. Les teneurs en NH4 sont les plus significatives, N02 et N03 sont faibles.

Quelques épisodes pluvieux induisent toutefois quelques valeurs très négatives de F1 (15 octobre 1981). La position du point représentatif du 17 octobre 1981 semble toutefois très anormale. Il s'agit sans doute du contrecoup du lessivage du 15 octobre 1981.

EN 1982

Pour l'année 1982, les observations sont semblables. Le cycle annuel demeure le même. Sa projection sur l'axe F2 est identique : l'activité biologique a évolué de façon identique : mais la projection sur F1 est beaucoup plus étalée vers les valeurs négatives en octobre, novembre, décembre 1982 et vers les temps secs du 10 juillet au 30 septembre 1982 ; cette dernière remarque s'explique par un été relativement chaud et sec. On remarquera de même les perturbations engendrées par les fortes pluies, capables d'entraîner un écart important entre deux échantillons successifs, et donc de modifier profondément la composition chimique de l'eau (ex : observation du 7 octobre 1982).

Les valeurs du printemps ont quant à elles des valeurs plus fortes sur l'axe F1 qu'en 1981.

De plus, une perturbation importante a été enregistrée du 7 au 16 janvier 1982, elle est due à de grands froids (-10° , -20°) qui a complètement bloqué l'activité biologique du cours d'eau.

En conclusion, les analyses effectuées sur deux années à l'aval du bassin versant de l'ELVON amènent à distinguer nettement un cycle annuel avec un certain nombre de saisons pour lesquelles les analyses montrent un comportement très particulier récapitulé ci-dessous.

a) Fin d'hiver, début de printemps (février, mars, avril et éventuellement début mai) :

- conductivité et teneurs en nitrites en hausse
- teneurs en NH_4 assez fortes
- teneurs en nitrates élevées
- teneurs en phosphates faibles à moyennes.

b) Printemps, début de l'été (fin mai, juin, juillet et éventuellement début août)

Le début de cette saison semble essentiellement lié aux premières fortes chaleurs du mois de mai ; la fin de la saison pourrait être liée à une baisse significative des nappes ou même de l'humidité du sol. On constate

- conductivité et teneurs en nitrites élevées
- teneurs en ammoniacque et en nitrates en baisse avec toutefois quelques pointes pour les dernières
- teneurs en phosphates élevées.

c) Été (août - septembre)

L'été "physico-chimique" peut être plus ou moins long. Il a été particulièrement marqué en 1982. Il se termine avec les premières fortes pluies d'automne (septembre ou octobre). On distingue :

- conductivité encore élevée
- baisse des teneurs en nitrites, nitrates et phosphates (particulièrement marquées pour les nitrites et les phosphates en 1982)
- teneurs en ammoniacque assez moyennes.

Ainsi, malgré les faibles débits, on semble retrouver une nette amélioration de la qualité physicochimique peut être due à une prépondérance des débits de nappe.

d) Automne - hiver

Le début de cette saison correspond aux premières fortes pluies d'automne et particulièrement marqué par :

- conductivité en hausse
- ammoniacale : teneurs moyennes
- pour les nitrites le phénomène a été très différent en 1981 et 1982 et il est difficile de conclure
- fortes remontées des nitrates avec des pointes importants (particulièrement en 1982)
- remontée des phosphates.

e) On observe de plus que les fortes pluies sur les 48 heures avant la mesure (5 à 10 mm minimum) engendrent des perturbations très nettes dans la composition physicochimique de l'eau. Le seuil d'effet semble naturellement plus élevé en été qu'en hiver.

La projection des vecteurs sur le plan F1-F3 montre bien que l'intensité pluviométrique n'est pas liée directement à l'axe 1. IL s'agit donc bien plutôt de l'effet perturbation de la pluie sur la qualité des eaux, effet variable selon les saisons et les conditions prévalant avant la pluie.

7.3.3 Application de la méthode aux variables cumulées

Le schéma annexe E6 montre un cycle type tel qu'il apparaît en 1981 et 1982. Une manière mathématique de dévoiler ce cycle et d'effectuer l'analyse en composantes sur les variables centrées cumulées. Ceci a pour effet de lisser les variations aléatoires d'une mesure à la suivante.

Les cycles d'une année à l'autre sont différents, il est apparu nécessaire d'effectuer le calcul sur une seule année. On a choisi l'année 1981 ce qui a permis d'ajouter les débits à l'analyse.

F1 représente un axe appelé "temps sec", il est déterminé par la pluie et les débits (- 1,80) dans sa partie négative (- 1,35) et les P04 (1,77) dans sa partie positive, les N03 (1,73) et les N02 (1,84).

F2 est expliqué de façon plus nette par les NH4 (1,16) et la pluie (- 0,98).

La projection des observations (individus) fait apparaître de façon très nette un cycle annuel tournant dans le sens trigonométrique inverse, étiré sur l'axe "temps sec". Les positions des caractères pluies et débits apparaissent décalées dans le temps. Les fortes pluies d'octobre n'ont pas d'influence continue directe sur les débits puisque les débits soutenus n'apparaissent qu'en janvier, février et mars.

8 - CAMPAGNES D'ANALYSE DE LA QUALITE

8.1 Dates des analyses et présentation des points

L'examen des dates d'analyses peut être fait en se référant aux saisons définies ci-dessus. On constate alors :

- en saison hivernale
22 janvier 1981 - 5 janvier 1982
26 octobre 1982 (légèrement perturbé)
- en début de printemps
24 mars 1981 et 29 mars 1982
- en fin de printemps ou été
21 mai 1981 (transitoire avec la période précédente)
4 août 1981
29 juin 1982 (mais fortes perturbations par les pluies).

La situation des points d'examens est reportée en annexe A2 et leurs caractéristiques sur l'annexe A4. Les remarques suivantes peuvent être effectuées :

- les points 4, 7, 8 sont en aval d'habitation et seront donc plus ou moins influencés par les rejets domestiques. Les bassins versants contrôlés sont à dominante herbagère particulièrement pour le point 8. Le point 4 réagit peu aux influences des rejets domestiques,
- le point 9 en amont du point 8 contrôle un petit bassin amont qui semble à priori essentiellement herbagère.
- les points 5 et 6 contrôlent des sous-bassins davantage orientés vers la culture ; l'essentiel du drainage actuel étant réalisé en 1980 sur le sous-bassin 5 alors qu'il a été poursuivi en 1981 et 1982 sur le sous-bassin 6,
- le point 3 contrôle un sous-bassin dont le drainage a essentiellement été réalisé en 1982,
- les points 2 et 10 contrôlent des sous-bassins plus importants et le point 1 contrôle l'ensemble du bassin.

Soulignons que malgré l'importance du sous-bassin 2, le ruisseau s'assèche périodiquement en été. Il en est de même sur le sous-bassin 5.

8.2 Analyses des résultats bruts

Les annexes présentent les tableaux des résultats analytiques. et les graphiques d'évolution le long du cours d'eau. On peut y observer pour les différents paramètres :

- OXYGENE DISSOUS

le taux général d'oxygénation est assez moyen. Les principales anomalies sont observées au printemps.

- des sursaturations (mai et août 1981, mars 1982).

- des déficits importants sur les points à l'aval d'agglomération (stations 7 et 8 en mai et août 1981, mais il y a sursaturation concomittante sur le point 4)..

- AMMONIAQUE ET NITRITES

Les valeurs générales en NH_4^+ et NO_2^- sont faibles à moyennes à l'exception des points en aval d'agglomérations qui accusent des pointes très marquées pour les stations 7 et 8 et plus moyennes pour la station 4 mais les débits lors des pointes (en particulier en mai et août 1981) sont très faibles .

Les stations 3, 5, 6 et 9 revèlent des valeurs faibles. Les points 1 et 10 intégrant plusieurs sous-bassins revèlent des valeurs plus élevées et la pollution reste sensible jusqu'à l'aval du bassin.

- NITRATES

Les valeurs de NO_3^- sont moyennes à élevées. Les pluies qui ont précédé la mesure du 29 juin ont entraîné une pointe des teneurs en NO_3^- sur plusieurs stations.

On remarque :

- pour le point 9 amont, des teneurs assez faibles et régulières,
- sur les points 7 et 8 soumis à influences domestiques, des valeurs un peu plus élevées et plus irrégulières ; curieusement le 29 juin 1982 n'y montre pas de valeurs particulières,
- sur les points 4, 5 et 6 où les surfaces labourées sont plus importantes, les teneurs en nitrates sont plus élevées avec une pointe très marquée le 29 juin 1982. Les valeurs sont particulièrement élevées sur le point 5,
- sur le point 3, les six premières valeurs sont faibles mais on observe une montée sensible pour les deux derniers points ; ceci paraît relié au drainage de superficie importante de ce secteur au printemps et à l'été 1982,
- enfin, sur les points 1, 2 et 10, on observe en quelque sorte des valeurs moyennes pondérées des résultats précédents.

- PHOSPATES

Le comportement général est relativement analogue à celui observé sur l'ammoniaque et les nitrites.

- DBO5

Les résultats en DBO dénotent une forte sensibilité de ce paramètre aux pollutions domestiques du moins en ce qui concerne les stations 7 et 8.

- DEBITS

Les débits observés lors des campagnes de mesures sont très variables. Deux campagnes ont été effectuées avec des débits très faibles (mars et mai 1981) ce qui explique certaines concentrations relevées signalées ci-dessus. Les débits les plus élevés ont été observés presque partout en janvier 1982.

Les graphiques d'évolution des valeurs moyennes aux différentes stations confirment en grande partie les conclusions énoncées ci-dessus. Ils confirment l'influence très nette des rejets domestiques sur les stations 7 et 8.

8.3 Corrélations

Des calculs de corrélations ont été effectués pour chaque paramètre entre les valeurs observées sur tous les points à l'exception des points 2 et 5 où tous les prélèvements n'ont pu être effectués.

De même les valeurs propres et les vecteurs propres ont été calculés, ce qui permet d'apprécier l'organisation globale du nuage de points dans l'espace des variables.

POURCENTAGE D'OXYGENATION DISSOUS

On observe quelques coefficients de corrélation significatifs. La bonne corrélation positive entre les points 7 et 8 est de toute évidence due à la pollution qui affecte ces deux points ; par contre-coup, ces deux points sont liés négativement au point 9 représentatif d'un secteur non pollué, ainsi qu'au point 3 à un moindre degré toutefois.

Pour le reste les explications des coefficients semblent moins claires. Ainsi, le point 4 qui semble légèrement pollué est corrélé négativement avec les points 7 et 8.

En ce qui concerne le nuage de points dans l'espace, sa variance est expliquée à 71 % par les deux premières composantes et à 85 % par les trois premières (sur 8 variables). Malgré la faiblesse du nombre d'observations, ce résultat indique toutefois un nuage très typé.

AMMONIAQUE

On ne distingue pas de corrélation très marquée si ce n'est entre les stations 7 et 8 ce qui est dû à leur caractère "pollution domestique".

Il existe également une liaison globale moyenne entre les points 3, 6 et 9 qui sont des affluents non pollués respectivement : 0,07 ($\sigma = 0,04$), 0,08 ($\sigma = 0,04$) et 0,07 ($\sigma = 0,02$).

En ce qui concerne le nuage de points, sa variance est expliquée à 71 % par les deux premières composantes et à 87 % par les trois premiers résultats pratiquement équivalent à celui observé pour l'oxygène dissous.

NITRATES

Pour les teneurs en nitrates, le point 1 aval de l'ELVON est très bien corrélé avec l'ensemble des points du bassin versant sauf avec les points 7 et 8 qui sont fortement influencés par les rejets domestiques et le point 9 amont du bassin où la pollution est absente. IL en est de même pour le point 10, point au centre du bassin versant sur l'ELVON.

La station 7 ne présente aucune corrélation avec les autres points de mesure, ce qui traduit son caractère particulier dû à l'influence de la commune.

E ce qui concerne l'analyse globale du nuage, on remarquera une excellente explication par les trois premières composantes (97 % de la variance expliquée) et qui reste bonne (85 %) si l'on se limite à deux composantes.

Ceci indique un comportement d'ensemble très semblable qui n'est perturbé que par deux variables (7 et 8).

8.4 Conclusions

Les campagnes de prélèvements effectuées au rythme de quatre par an donnent une bonne image de la structure des différents types de pollution physicochimique sur le bassin.

On retrouve de façon nette l'impact des zones habitées de VILLERS et de STONCOURT ; toutefois l'effet de BAZONCOURT est très estompé ce qui pourrait être dû à une forte oxygénation entre les rejets et le point de prélèvement : en effet BAZONCOURT est situé sur une colline assez marquée.

On vérifie également que les zones herbagères réagissent beaucoup moins aux fortes pluies et relarguent moins de nitrates que les zones cultivées. Ainsi les effets éventuels du drainage ne pourront être dissociés des effets dus à la mise en culture des terres qui accompagne généralement le drainage. Il semble d'ailleurs qu'un tel effet soit dès à présent perceptible sur les deux dernières mesures effectuées au point N° 3 ce qui reste toutefois à vérifier et à préciser.

On constate également que le point 1, à l'aval du bassin est bien représentatif des variations générales observées sur le bassin.