



Arborescence des zones hydrographiques

First Written on January 8, 1998 by Christophe GERMAIN, Michel LACAZE (Ifen)
Updated on January 19, 2001 by Michel LACAZE (Ifen)

1. OBJECTIF	2
2. MÉTHODOLOGIE.....	2
2.1. MÉTHODE AUTOMATIQUE.....	2
2.2. MÉTHODE SPÉCIFIQUE	2
3. TABLE DES RELATIONS AVAL → AMONT.....	2
4. ELABORATION DE L'ARBORESCENCE.....	3
4.1. TYPOLOGIE DES ZONES (AVAL → AMONT).....	3
4.2. GÉNÉRATION DES NIVEAUX D'ARBORESCENCE.....	4
4.3. GÉNÉRATION DES CLÉS D'ARBORESCENCE	4
5. EXPLOITATION	5
6. LIMITES	5
7. PERSPECTIVES	6
8. ANNEXES	7
8.1. QUELQUES CHIFFRES	7
8.2. PRINCIPALES INFORMATIONS PRODUITES.....	7
8.3. PROGRAMME SAS POUR GÉNÉRER LES « ARBORESCENCES » HYDROGRAPHIQUES	8

☞ Droits et restrictions d'usage :

Les informations contenues dans ce document ont été élaborées par l'IFEN, à partir de la base géographique Bd_Carthage, pour répondre à ses propres besoins d'étude et d'analyse à l'échelle nationale. Elles n'ont pas fait l'objet de validations externes. Leur utilisation, les méthodes et outils présentés dans dossier devront donc mentionner explicitement la source (cf ci-dessous - bas de page) et indiquer les « précautions d'usage » définies dans ce document. La base géographique Bd_Carthage utilisée ici est la propriété du MATE (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement) et de l'IGN (Institut Géographique National). Elle est protégée par copyright.

Sources : © MATE et agences de l'eau -BD Carthage® (1997)

1. Objectif

Ce projet de détermination de la filiation des zones hydrographiques a été réalisé par l'Ifen dès 1998 dans le but de répondre dans un premier temps à la nécessité de déterminer les surfaces drainées aux stations de qualité des eaux. En effet, cette information n'est actuellement (début 1998) disponible dans la base des stations de qualité fournie par l'OIEau que pour les zones hydrographiques des agences Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée-Corse. D'où la nécessité de généraliser à tout le territoire.

De façon plus générale, la constitution de l'arborescence des zones hydrographiques permet de connaître pour chaque zone celles qui sont à son amont par l'établissement de filiations Aval → Amont. On peut ainsi déterminer la surface drainée en amont mais également estimer toute autre « donnée connue » sur les zones hydrographiques correspondantes. Ainsi toute donnée administrative (population par communes, données du Recensement Agricole par cantons, ...) peut être estimée par un traitement géographique préalable d'intersection avec ces zones amont. Les techniques de clé d'affectation sont multiples : pro rata surfacique, proportionnalité en termes de types de couvertures des terres issus de CORINE land cover,...

2. Méthodologie

2.1. Méthode automatique

Dans la base géographique des zones hydrographiques de Bd-Carthage v2.4, il y a deux champs :

- « Drainppal » -code hydrographique générique du drain principal de cette zone,
- « Pkmexut » -point kilométrique (Pk traduisant la distance à l'embouchure) à l'exutoire de cette zone.

Rappel : La codification hydrographique d'un cours d'eau est une clé de 8 caractères (cf. Dictionnaire de données SANDRE du référentiel hydrographique) : ZzzzCccM : Zone hydrographique - Cours d'eau - Milieu.

L'exploitation dans un premier temps du code du drain principal, permet de regrouper toutes les zones hydrographiques traversées par un même drain, le Pk des zones permettant de classer les zones d'un même groupe dans le sens amont-aval.

La seconde étape consiste à résoudre le problème des confluences. Chaque zone ne peut posséder qu'un seul drain principal telle qu'est conçue Bd_Carthage. Or, afin d'effectuer les raccordements entre cours d'eau principaux et affluents (eux-mêmes drains principaux pour les zones hydrographiques qu'ils drainent), il faut connaître pour les zones où existe une confluence, le code de tous ces différents drains. La résolution de cet aspect peut être effectué avec un SIG (ArcInfo ou MapInfo) en déterminant sur quelles zones les différents drains principaux « s'intersectent ».

Cette première méthode d'approche qui présentant l'avantage d'être automatisable, a vite été abandonnée du fait que les champs drain principal et Pk exutoire ne sont renseignés dans la base Bd_Carthage que pour les zones hydrographiques des agences Adour-Garonne et Rhin-Meuse (où d'ailleurs, le code n'est pas toujours correctement renseigné. Principalement le code cours d'eau).

Il a donc fallu développer une seconde méthode, plus longue, reposant sur un traitement manuel.

2.2. Méthode spécifique

Elle a consisté à repérer visuellement sous MapInfo les relations entre zones hydrographiques. Ce repérage a été réalisé après avoir superposé les couches des zones hydrographiques de la Bd_Carthage et des cours d'eau issus des cartes linéaires de qualité des cours d'eau publiées par le RNDE.

3. Table des relations Aval → Amont

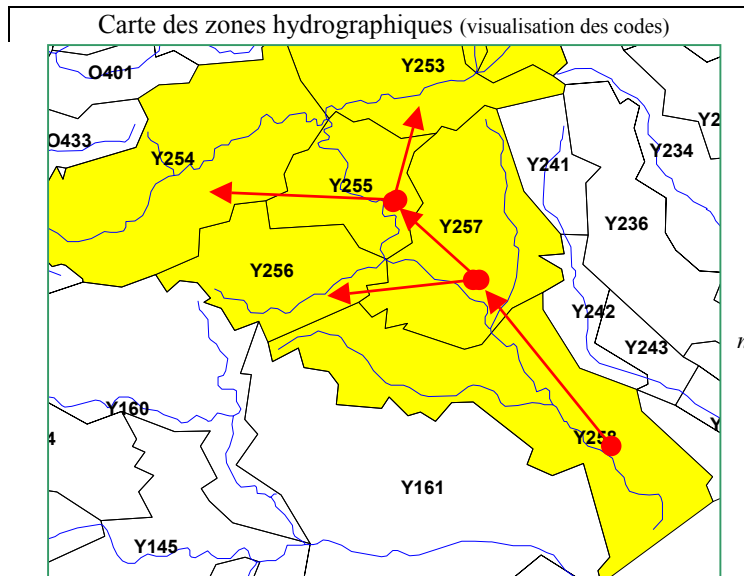
A partir du repérage des liaisons entre zones hydrographiques, une table sous ACCESS 97 a été construite (by C. Germain / IFEN en 1998 – elle est également au format *.DBF). Elle est constituée d'un premier champ contenant le code

des zones possédant au moins une zone hydrographique amont, dont les codes sont regroupés dans un second champ. Cette structure implique qu'une zone est dupliquée dans le premier champ autant de fois qu'elle possède des zones amont (cf. **Tab-1**).

Table		Niveau
Aval	Amont	
Y258	Y257	1
Y257	Y255	2
Y257	Y256	2
Y255	Y253	3
Y255	Y254	3
Y253	Y251	4
Y253	Y252	4
Y251	Y250	5

Tab-1

5816 lignes



Matérialisation de l'arborescence (niveau 1 à 3 sur cet exemple)

Fig-1 : Production du fichier arborescence des zones hydrographiques

NB. Cette étape « manuelle » est relativement simple à réaliser (< semaine y a été consacré par l'IFEN) mais demande beaucoup d'attention. Il faut en effet créer la table en même temps que l'on « travaille » sur les cartes et « lever » les ambiguïtés d'affectation de certains amonts.

La table obtenue est « un classique » de toute relation type : père - fils, entreprise - établissements, aval - amonts.

4. Elaboration de l'arborescence

La table initiale des Aval Amont (cf. Table **Tab-1**) se prête facilement à des traitements automatisés de type résolution de réseau. Dans le cas présent c'est un programme SAS qui a été développé pour constituer l'arborescence des zones hydrographiques (cf. Table **Tab-2**) et produire des statistiques correspondantes. Il est donc « facile et rapide », suite à des modifications ou corrections dans cette table initiale (expertise par exemple, mise à jour,) de réitérer l'ensemble du processus arborescent (Le programme SAS annexé s'exécute en moins d'une mn de traitement sur un Pentium 500).

4.1. Typologie des zones (aval → amont)

A partir de la table ci-dessus (cf. **Tab-1**) on détermine pour chaque ZH ses amonts et Avals « éventuels ». Ceci permet de créer une nouvelle table (cf. **Tab-2**) qui contient pour chaque Zone hydrographique :

ZH : Le code de la Zone Hydrographique
 Av Am : Typologie « aval amont »
 00 Isolé (pas aval - pas amont)
 01 Pas d'aval - Au moins un Amont
 10 Au moins un Aval - Pas d'amont
 11 Au moins un Aval - Au moins un Amont

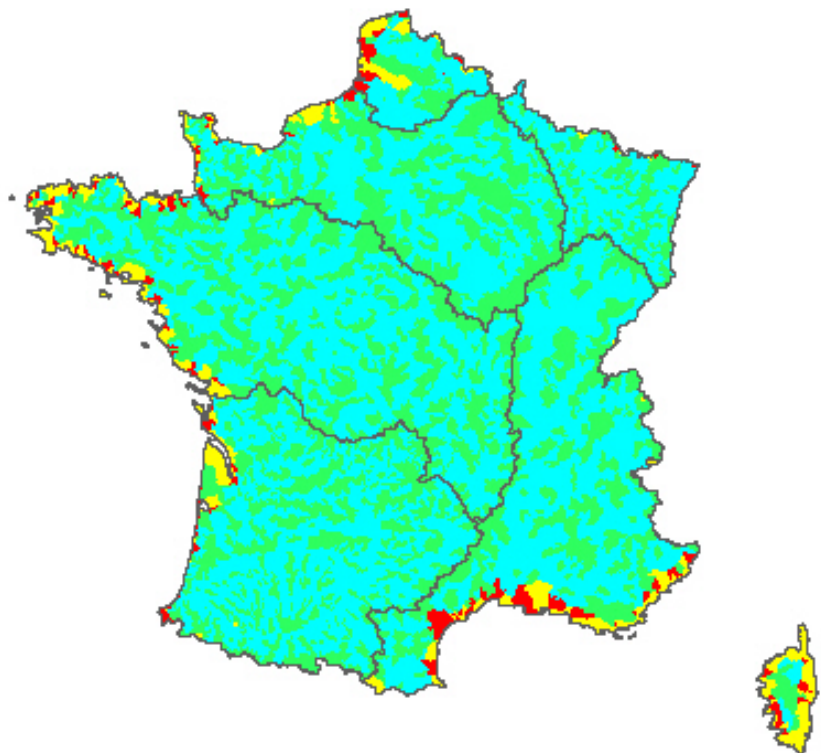
ZH	Av Am	CLE	LONG	Niveau
Y258	01	Y258-	5	0
Y257	11	Y258-1	6	1
Y255	11	Y258-11	7	2
Y253	11	Y258-111	8	3
Y251	11	Y258-1111	9	4
Y250	10	Y258-11111	10	5
Y252	10	Y258-1112	9	4
Y254	10	Y258-112	8	3
Y256	10	Y258-12	7	2

Tab-2 : Typologie et clés d'arborescence

CLE : Clé de l'arborescence des zones Amont
 Long : Longueur totale de la clé (y compris les 5 caractères de la Racine)
 Niveau : Indicatif du niveau atteint par rapport à la Racine

La constitution de la typologie des zones hydrographiques est l'étape la plus importante de ce traitement puisqu'elle permet de déterminer les racines (« les têtes de réseau » du réseau hydrographique, c'est à dire les zones qui n'ont pas d'aval mais au moins un amont. La détermination des niveaux et rangs d'arborescence qui suivent « part » des ces « racines » ; ce sont donc elles qui conditionnent tout « le reste ».

Zones hydrographiques Typologies		
00 Isolé	(282)	
01 Amont seul	(143)	
10 Aval seul	(2107)	
11 Aval et Amont	(3780)	



L'arborescence des zones hydrographiques part des racines (typologie 01 = zones le plus en aval) pour conduire à l'autre extrémité aux zones « sources » (typologie 10). Entre les deux, les zones 11 sont des nœuds intermédiaires. Les zones 00, sans aucune liaison avec quelque zone que ce soit, sont des zones isolées.

Fig- 2 : Typologie des zones hydrographiques

4.2. Génération des niveaux d'arborescence

On part des « ZH Racine » (sélection des typologies 01) qui constituent le niveau 1 de l'arborescence (ici Y258). Chacune de ces racines a un ou plusieurs amonts « directs » (Rang : 1 à 5 dans le cas des ZH étudiées ici). Elles constitueront le préfixe des clés d'arborescence (cf : Y258- dans Tab- 2).

Partant du niveau 1, on réitère le processus pour chercher ses Amonts qui constitueront ainsi le niveau 2. Le processus boucle ainsi jusqu'aux nœuds terminaux (plus d'amont) qui constituent les feuilles. Chaque zone hydrographique se voit ainsi attribuer une Racine et un niveau.

4.3. Génération des clés d'arborescence

Au cours de chacune des itérations (donc à chaque niveau) on génère une clé unique d'arborescence pour la zone hydrographique en cours de traitement (c'est un des amonts ou une feuille).

La clé est constituée pour chaque niveau atteint n par : le code racine suivi du n° de rang r :

		Niveau					
		Racine	1	2	3	4	5
Rangs	↑	Y258-	Y258-1	Y258-11	Y258-111	Y258-1111	Y258-11111
		Y258	Y257	Y255	Y253	Y251	Y250
						Y258-1112	
				Y258-12	Y254		
	↓			Y256			
		R1 N1	R1 N2	R1 N3	R1 N4	R1 N5	
			R2 N2	R2 N3	R2 N4		

Exemple pour la zone Y252 de clé : Y258-1112

Rang 1 au niveau 1 ,

Rang 1 au niveau 2 ,

Rang 1 au niveau 3 ,

Rang 2 au niveau 4

Nb : Le niveau maximal atteint dans Bd_Carthage est 87 pour la zone M842 (ceci correspond à 1018 zones en amont)

5. Exploitation

Par l'exploitation de la clé d'arborescence, il est possible de connaître pour n'importe quelle zone toutes les zones amont en remontant jusqu'aux sources par une simple requête SQL. Il « suffit » de sélectionner toutes les zones ayant comme clé le préfixe de celle de la zone étudiée.

Left\$(CLE,4)= ''Y258''

Sélection des zones Amont de Y258
soit Y257 Y255 Y256 ... Y2250

Left\$(CLE,8)= ''Y258-111''

Sélection des zones Amont de Y253

Arborescence Racine Y258-...	
	Y258 (Racine)
	Y258-1 (Niveau 1 - Rang 1)
	Y258-11 (Niveau 2 - Rang 1)
	Y258-111 (Niveau 3 - Rang 1)
	Y258-1111 (Niveau 4 - Rang 1)
	Y258-11111 (Niveau 5 - Rang 1)
	Y258-11112 (Niveau 4 - Rang 2)
	Y258-112 (Niveau 3 - Rang 2)
	Y258-12 (Niveau 2 - Rang 2)
	Zones hydrographiques

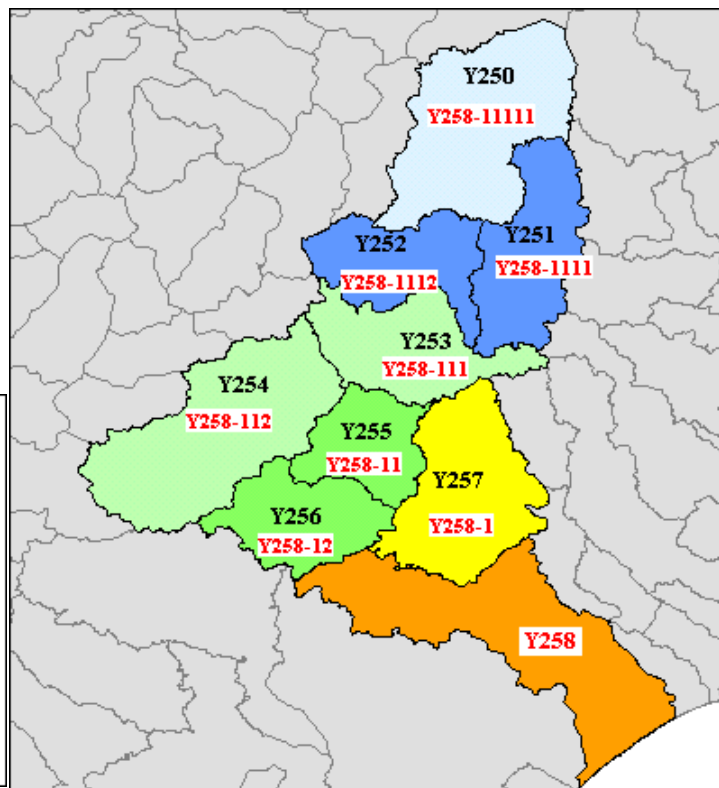


Fig- 3 : Codes d'arborescence des zones hydrographiques (depuis Y258)
Table MapInfo \$Data\MapInfo\Hydro\Zoneh.Arborescence.Tab

6. Limites

L'arborescence ainsi élaborée par l'IFEN vise à répondre d'abord à ses besoins d'élaboration de statistiques à l'échelle nationale. Elle est « manuelle » en ce sens qu'elle affecte d'abord à chaque zone un ou n amont à partir de la visualisation d'éléments géographiques (zones, cours d'eau). Il faut donc pouvoir valider certains amonts « ambigus » (on l'affecte à telle ou telle zone ?) ou confluences intra zonales (on part à gauche ou à droite ?). Ces cas tiennent à la fois à la géographie des zones hydrographiques elles même mais aussi à la connaissance précise « du terrain ».

Les contrôles réalisés en interne par l'IFEN, les traitements programmés et les résultats obtenus, permettent de considérer que cette arborescence est globalement « correcte » et permet de dresser sans biais notable des statistiques à l'échelon national.

Il faut donc, avant toute utilisation, bien prendre en compte les limites que l'on peut décliner en 3 ensemble.

- ✓ La première limite est liée, comme on l'a décrit, à la méthode elle même qui repose sur une étape manuelle pouvant introduire, malgré les précautions prises, des incohérences dans l'affectation de certaines zones.
- ✓ La deuxième limite est inhérente à la conception même de Bd-Carthage puisque les cours d'eau transfrontaliers ne sont pas munis d'aires en dehors des frontières. C'est le cas en particulier, pour ne citer que les plus connus, des cours d'eau : Rhône - Doubs - Bidassoa - Garonne - Semois Franco-Belge.
- ✓ La troisième limite tient à la précision maximale possible. Le calcul des surfaces aux points RNB ne peut être déterminé qu'à la dernière zone près. Dans le cas des points intra zonaux, on a supposé que le code hydrographique du point de mesure respectait la syntaxe pour l'Agence de l'Eau considérée.

7. Perspectives

Partant de la table des zones qui ont un amont, la méthode pour constituer l'arborescence est totalement automatisée et peut être appliquée à tout type de réseau bâti sur le même principe (routier, électrique, ...). Ceci offre de nombreuses perspectives d'études sur les zones dont on connaît leur « amont drainé »

- ✓ La table des arborescences devrait faciliter la codification des drains principaux, rendant ainsi automatisable (ou presque) la liaison des zones hydrographiques (cf. § 2-1).
- ✓ La constitution de cette arborescence trouve tout son intérêt dans le calcul et le cumul de données propres à des cours d'eau, à des zones, sous-secteurs, secteurs et régions hydrographiques : flux de matière d'amont en aval, surfaces drainées aux stations de qualité (cf. **fig- 4**) ...
- ✓ Les traitements de toute nature réalisés à partir de la table des arborescences peuvent de façon directe être associés à la cartographie des zones mises en jeu. Ainsi la sélection de zones sur critères pré définis (vérifiant telle propriété) permet celle de ses zones amont et donc leur cartographie (au sens de l'arborescence définie ici).

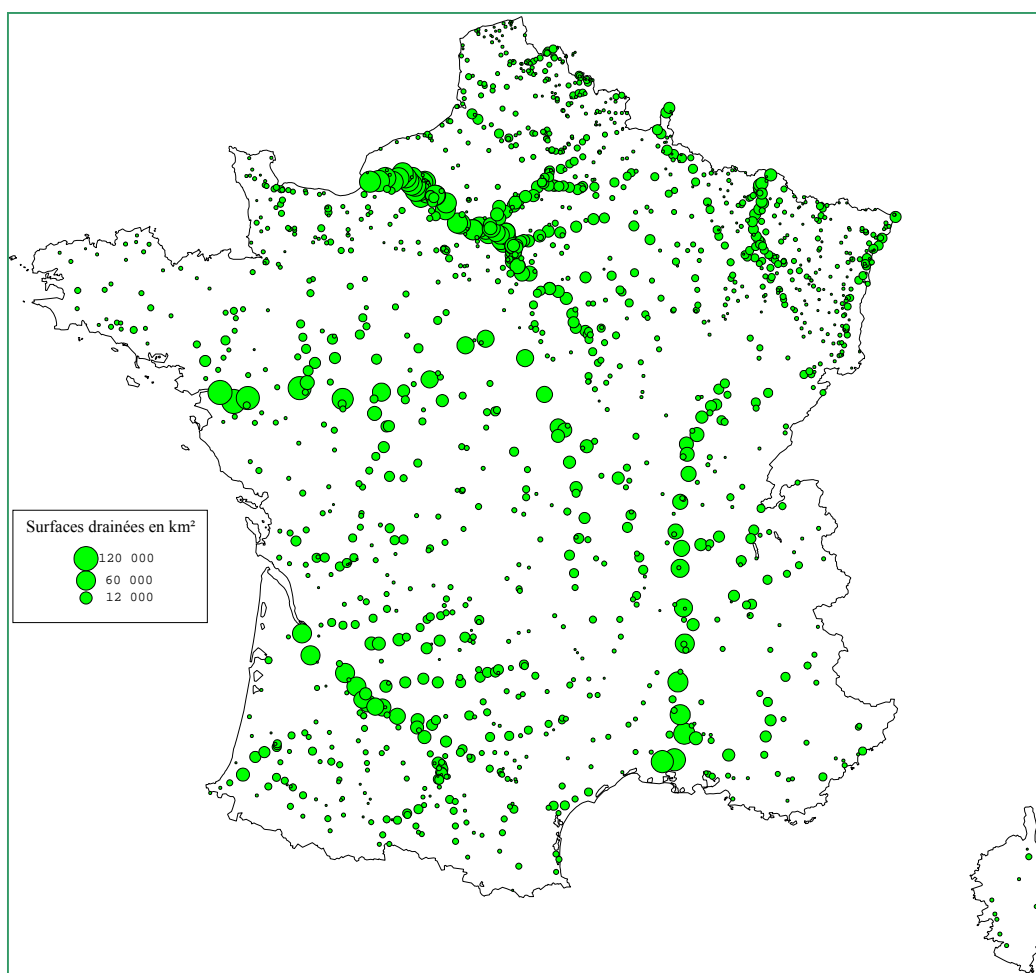


fig- 4 : Surfaces drainées aux stations de Qualité

8. Annexes

8.1. Quelques chiffres

Typologies de zones	Signification	Nombre de zones	Zones Bd_Carthage correspondantes (une zone peut être multi polygonale)	
00	Isolé (pas aval - pas amont)	268	282	4%
01	Pas d'aval - Au moins un Amont	127	143	2%
10	Au moins un Aval - Pas d'amont	2080	2107	33%
11	Au moins un Aval - Au moins un Amont	3714	3780	60%
		Σ 6189	6312	100%

Racines 127 (soit 143 polygones Zh en Bd_Carthage). La plus grande M842 « draine » 1028 zones

Niveaux 87 au maximum - atteint pour la zone racine « M842 »

Rangs C'est le nombre d'amonts qui sont présents à chaque niveau » (1 à 5 dans notre cas)

1	1959	1959
2	1810	3620
3	68	204
4	7	28
5	1	5

dernière colonne = rang * nombre de zones

Σ 3845 5816 On retrouve le nombre de lignes de la table Aval_Amont (ci-dessous)

Nombre maximum de Zones amont Nombre de zones que l'on trouve en amont de la racine qui a l'ascendance la plus grande.
1018 zones maximum pour la « racine M842 » (une grande partie du Bassin L.B)

Durées Une semaine de travail « manuel » pour constituer la table des « Aval - Amonts »
1 minute CPU sur Pentium 500 pour générer les clés d'arborescence

8.2. Principales informations produites

Toute l'information produite se résume à deux tables.

Table initiale des Aval - Amont

Aval	Amont
Y258	Y257
Y257	Y255
Y257	Y256
Y255	Y253
Y255	Y254
Y253	Y251
Y253	Y252
Y251	Y250

Arbo_Aval_Amont.Dbff 5816 lignes

Réalisée par l'IFEN (1998 ; C. Germain)
« manuellement » à partir des couches :
zones hydrographiques Bd_Carthage -
cours d'eau des cartes linéaires de qualité
des cours d'eau publiées par le RNDE

→ Table finale des Arborescences

ZH	Av_Am	CLE	LONG	Niveau
Y258	01	Y258-	5	0
Y257	11	Y258-1	6	1
Y255	11	Y258-11	7	2
Y253	11	Y258-111	8	3
Y251	11	Y258-1111	9	4
Y250	10	Y258-11111	10	5
Y252	10	Y258-1112	9	4
Y254	10	Y258-112	8	3
Y256	10	Y258-12	7	2

Zoneh_Arborescence.Dbff 6189 lignes

Réalisée par l'IFEN en développant les
méthodologies et les modules (programmation
SAS) de traitement correspondants.
Processus entièrement « automatisé »

8.3. Programme SAS pour générer les « arborescences » hydrographiques

```

/*=====*/
/*= ZONES HYDROGRAPHIQUES (Bd_Carthage) Traitements =====*/
/*-----*/
/*
/* Arborescence des zones hydrographiques
/*
/* On part de la table "manuelle" qui associe AVAL-AMONT pour chaque ZH
/* On part de la table des zones hydrographiques (extrait. de la base géographique)
/*
/* On crée la typologie de zones suivante :
/* 00 ZH isolée (pas d'AVAL ni d'AMONT)
/* 01 ZH sans AVAL - au moins un AMONT
/* 10 ZH sans AMONT - au moins un AVAL
/* 11 ZH au moins un AVAL - au moins un AMONT
/*
/* On sélectionne les ZH Racine :
/* Celles qui ont la typologie 01 (ce sont les têtes de réseau : Pas d'Aval)
/*
/* On crée pour chaque ZH sa clé d'arborescence :
/* ABCD-11212... où ABCD est la racine
/* 11212 ... Rang de la ZH (à chaque Niveau 1... 87)
/* Nb. Le niveau maximal traité est de 87 (la feuille se trouve au niveau 87)
/* Nb. Le rang maximal traité est de 5 (nombre d'AMONT maxi. pour une ZH)
/*
/*-----*/
/*@Ifen Dstat/Si - Méthodes & Techniques • Arborescence de Zones Hydrographiques • */
/* M. Lacaze 19 janvier 1998 - 24 Janvier 2001
/*=====*/

/*=1=====*/
/*= Listes des zones hydrographiques extraites de la base géographique Bd_Carthage =*/
/*=====*/

proc access dbms=dbf;
create work.NT.access;
path='T:\Eau\Zones\Liste_ZH.Dbf';
assign=yes;
create work.NT.view;
select all;

run;
Data Lis_ZH (Keep=Aval);
Length Aval $ 4.;
Set NT;
Aval=ZH;

Run;
Proc Summary Data=Lis_ZH Nway;
Class Aval;
Output out=Lis_ZH;

run;

Proc sort data=Lis_ZH; by Aval; Run;
Proc print data=Lis_ZH; run;

/*=2=====*/
/*= Tab0 Table AVAL AMONT créée manuellement par C. GERMAIN en 1998 =*/
/*= XTab0 Table AVAL AMONT Mais où on a inversé AVAL et AMONT par rapport à TAB0 =*/
/*=====*/

proc access dbms=dbf;
create work.NT.access;
path='T:\Eau\Zones\Arbo_Aval_Amont.Dbf';
assign=yes;
create work.NT.view;
select all;

run;
Data Tab0 (Keep=Aval Amont);
Length Aval Amont $ 4.;
Set NT;

Run;

Data XTab0 (Keep=Aval Amont); /* Meme table où on inverse AVAL et AMONT */
Retain X_Sav '----';
Set Tab0;
X_Sav=Amont;
Amont=Aval;
Aval=X_Sav;

Run;

Proc Summary Data=tab0 Nway;

```



```

        Class Aval;
        Output out=tab00;
run;

Proc Summary Data=Xtab0 Nway;
    Class Aval;
    Output out=Xtab00;
run;

/*=2.1=====*/
/*= Typologies 01 et 11                                     =*/
/*=     AVAL (de TAB0) a forcément un AMONT      --> Av_AM = 01      =*/
/*=     Si AVAL (de TAB0) est aussi en AMONT (i.e AVAL de XTAB00)    --> Av_AM = 01      =*/
/*=====*/

Proc sort data=Tab00; by Aval; run;
Proc sort data=XTab00; by Aval; run;

Data Z_0 (Keep=Aval Av_AM);
    Retain Av_AM '00';
    Merge Tab00 (in=a) Xtab00 (in=b); By Aval;
    Av_AM='01';
    If a then do;
        If b then Av_AM='11';
    End;
    If a;
Run;

Proc Summary Data=Z_0;
    Class Av_AM;
    Output out=XY;
run;
Proc print; Run;

/*=2.2=====*/
/*= Typologies 10                                           =*/
/*=     Si AVAL de XTAB00 (i.e AMONT de TAB00) n'est pas dans Z_0 c'est donc qu'il =*/
/*=     a un AVAL et pas d'AMONT  --> Av_AM = 10           =*/
/*=====*/

Data Z_00 (Keep=Aval Av_AM);
    Merge Z_0 (in=a) Xtab00 (in=b); By Aval;
    If a then do;
        Output;
    End;
    Else do;
        If b then do;
            Am_n=0;
            Av_AM='10';
            Output;
        End;
    End;
Run;

Proc Summary Data=Z_00;
    Class Av_AM;
    Output out=XY;
run;
Proc print; Run;

/*=2.3=====*/
/*= Typologies 00                                           =*/
/*=     La fusion entre la liste des ZH (LIS_ZH) et la table Z_00 permet de déterminer=*/
/*=     le cas des ZH isolées --> Av_AM = 00               =*/
/*=====*/

Data ZH (Keep=Aval Av_AM);
    Retain Av_AM;
    Merge Lis_ZH (in=a) Z_00 (in=b); By Aval;
    If a & ^b Then do;
        Av_AM='00';
    End;
    If a;
Run;

Proc Summary Data=ZH;
    Class Av_AM;
    Output out=XY;
run;
Proc print; run;

/*=3=====*/
/*= Racines (ZH terminales) = Tête de réseau hydrographique (a des Amonts, pas Aval)=*/
/*=====*/
Proc sort data=Tab0; by Aval; run;
Data Racines;

```

```

Merge Tab0 ZH (in=b); By Aval;
If b;
  If Av_Am = '01';
Run;
Proc print; run;

Proc summary data=Racines;
  Class Aval;
  Output out=xx;
Run;

Title 'Tetes de zones Hydro.';
Proc print; run;

/*=====*/
/* Cle d'arborescence pour chaque ZH (qui a au moins un AMONT) */
/* On Travaille par niveaux en partant de la RACINE */
/* Niveau 1 = AMONT(s) de la Racine - Rangs 1 à n */
/* Niveau 2 = AMONT(s) du Niveau 1 - Rangs 1 à n */
/* ... */
/* Niveau 87= AMONT(s) du Niveau 86 - Rangs 1 à n */
/* Nb Dès le dernier niveau atteint le processus n'en génère plus de nouveaux */
/*=====*/
Data N1 (Keep=Niveau Rang Aval Amont CAval);
  Length Caval $ 110.;
  Retain Rang 0 Niveau 1;
  Set Racines; By Aval;
  Rang=Rang+1;
  Substr(Caval,Niveau,1)=Put(Rang,Z1.);
  Output;
  If Last.aval then do;
    Rang=0;
  End;
Run;

%Let Debut=2;
%Let Fin=87;
%Macro Niveaux;
  %Do Niveau = &Debut %to &Fin;
    Data N&Niveau (Keep=Niveau Rang Aval Amont CAval);
      Retain Premier Dernier Arret I R_Aval 0 Npoint Lect 1;
      Retain Rang 0 Niveau &Niveau;
      Retain Camont ' ';
      Set N%Eval(&Niveau-1);
      Camont=Amont;
      Sav_Av=Aval;
      Output N&Niveau;
      If Niveau = &Niveau - 1;
      Premier=_N_;
      If Amont < Aval then do;
        premier = 1;
      end;
      Rang=0;
      R_Aval=0;
      Do i=Premier to Dernier while (R_Aval=0);
        Set Tab0 point= i Nobs=Dernier;
        Npoint=Npoint+1;
        If Aval=Camont then do; /* On a trouvé !!!! */
          Rang=Rang+1;
          Niveau=&Niveau;
          Substr(Caval,&Niveau,1)=Put(Rang,Z1.);
          Aval=Sav_Av;
          Output N&Niveau;
        End;
        Else do;
          If Aval > Camont then R_Aval=-1; /* on ne trouvera jamais */
        End;
      End; /* DO i = Premier to Dernier ... */
    End;
  %Mend Niveaux;

%Niveaux

Proc sort data=N&Fin; By Amont; Run;
Proc print data=N&Fin ; run;

/*=====*/
/* Cle Génération de la clé et de sa longueur */
/*=====*/
Data Arbo (Keep= Aval ZH CLE LONG);
  Length Cle $ 100;
  Retain ZH ' ' Long 0;
  Set N&Fin;
  ZH=AMONT;

```

```

    CLE=Aval|| '-' || Substr(CAval,1,Niveau);
    Long=Niveau+5;
    Aval=Amont;
Run;

Proc print; run;

/*=4.1=====*/
/*= Intégration de toutes les ZH (y.c celles qui sont hors arborescence) =*/
/*=====*/
Proc sort data=Arbo; by aval; run;
Data ZH1 (Keep=Av Am ZH CLE LONG);
    Merge ZH (in=a) Arbo (in=b); By Aval;
    If a & ^b then do;
        Zh=Aval;
        CLE=Aval;
        Long=4;
    End;
    If a;
Run;

Proc Summary Data=ZH1;
    Class Av_Am;
    Output out=CF;
run;
Proc print; run;

%Let DBF      = T:\Eau\Zones\Zoneh_Arborescence.Dbfc.DBF;
Proc dbload dbms= dbf data=ZH1;
    Errlimit=0;
    Limit=0;
    Path="&DBF";
    Version= 4;
    Load;
Run;

```