

EXTRAIRE, VISUALISER ET ARCHIVER UNE CARTE AVEC LEICA

(François DELCLAUX & Claudio LAWIRA)

RESUME - *Au départ* : des fichiers de données cartographiques mondiales (frontières, rivières, lacs, mers, etc.), sans possibilité de les exploiter, ni de les visualiser. *A l'arrivée* : LEICA, logiciel d'extraction interactif pour la cartographie appliquée, logiciel assurant les trois fonctions d'extraction, de visualisation et d'affichage en clair (ASCII) de données cartographiques sélectionnées par l'utilisateur.

Le chemin parcouru : de l'analyse à la programmation, nous avons été amenés à aborder systématiquement les points suivants :

- définition des critères de sélection des données cartographiques par l'utilisateur (choix de la zone et du type de contours, quelle résolution/densité de points ? quel type de projection cartographique ?
- jusqu'où pousser la convivialité du logiciel : menu, aide en ligne, gestion de fichiers "profile" ?
- optimisation de l'exploration des fichiers de la banque en testant différents algorithmes ;
- portabilité et maintenance du logiciel (sur quelle machine ? quel langage ? quelle norme graphique ?)
- intégration de ces fichiers cartographiques ASCII dans l'organisation plus générale des fichiers de travail standard (FTS) mise en place au Laboratoire d'hydrologie.

Toutes ces questions n'ont pas forcément reçu de réponse adéquate, notamment au niveau de la portabilité. Mais leur prise en compte aux différentes étapes de l'élaboration de LEICA a permis la réalisation d'un logiciel relativement "propre" :

- sur le plan de sa conception informatique ;
- sur le plan de son utilisation à des fins cartographiques.

1. INTRODUCTION(S)

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il est bon de préciser certains points qui seront autant de points de repéré, notamment pour ceux qui ont une expérience plus ou moins approfondie de la cartographie.

1.1. Une cartographie très, très appliquée

Dans ce qui suit, ce que nous appelons pompeusement "cartographie" correspond en fait à une gestion très simplifiée de données cartographiques :

- pas de gestion au sens "banque/base" de données (aucune fonction d'alimentation ni de modification) ;
- zonage non pris en compte (mais possible par une voie détournée) ;
- fichiers cartographiques "grossiers" (séquentiels ASCII) accessibles sous éditeur.

1.2. Les besoins cartographiques au Laboratoire d'hydrologie

Une part croissante des programmes de recherche en hydrologie fait appel à la représentation spatiale de données telles que la pluie ou le relief. Les outils de traitement et de représentation sont en cours de développement, et le besoin apparaît alors de superposer à ces visualisations de phénomènes physiques (iso-valeurs, par exemple) des fonds de carte géographiques de pays, bassins versants, rivières, villes, stations de mesure. Il est donc nécessaire de mettre à la disposition des utilisateurs des modules de fabrication, de visualisation et d'utilisation de fichiers fond de carte.

Ceci nous a amené à définir des standards de fichiers, à créer différents logiciels de traitement cartographiques et à intégrer le tout dans la structure informatique du Laboratoire. (voir figures 1 et 2)

1.3. Contexte de réalisation de LEICA

Suite à la mise à disposition d'une bande magnétique contenant des données cartographiques mondiales, nous nous sommes trouvés face à des fichiers trop importants (12 Mo pour l'Afrique) et peu pratiques à traiter (codage binaire IBM). Nous avons décidé de mettre en place un outil, LEICA, Logiciel d'Extraction Interactif pour la Cartographie Appliquée, permettant l'extraction de ces données selon certains critères, la visualisation de ces données et leur archivage dans des fichiers ASCII "FTS" (Fichier Travail Standard).

Le logiciel a été écrit en FORTRAN 77 et tourne sur station de travail APOLLO.

2. FONCTIONNALITES DE LEICA

Un certain nombre de problèmes se sont posés avant, pendant et après la réalisation de ce logiciel. Cependant, avant de décrire comment ceux-ci ont été abordés, nous allons expliciter les principales fonctionnalités de LEICA.

2.1. Fonction Extraction

Cette fonction, point de départ de LEICA, permet à l'utilisateur d'extraire un fond de carte, c'est à dire un groupe de segments constitués chacun d'un ensemble de couples de coordonnées (x,y), en sélectionnant les paramètres suivants (voir liste détaillée sur le tableau 3) :

- continent ;
- fenêtre géographique (couple latitude/longitude, minimales et maximales) ;
- nature du contour et du sous-contour ;

L'INFORMATIQUE ET L'HYDROLOGIE

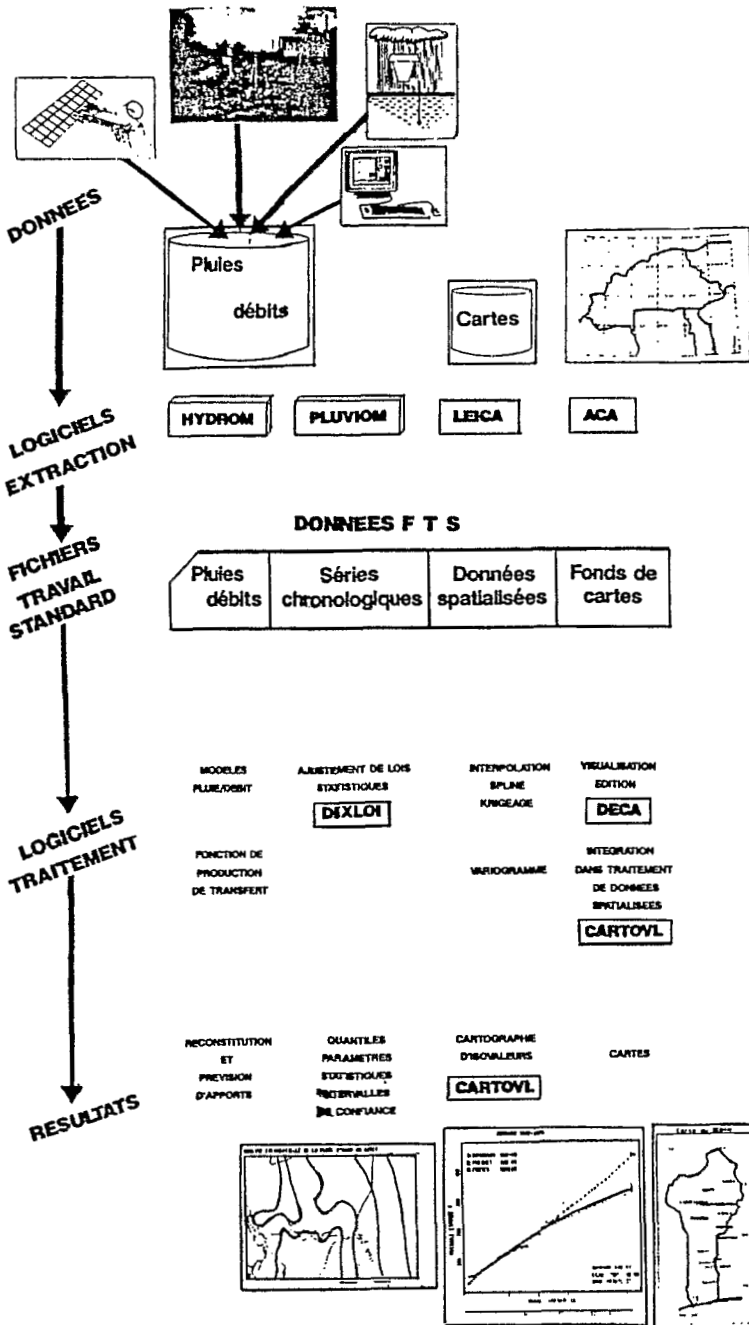


Figure 1 L'Informatique au Laboratoire d'Hydrologie

9101	BURKINA-FASO									0	EN-TÊTES	
26	(10F8.2)									0		
DD	0degre_dec	0.00	0.00	8	MERCATOR	EQUIDISTANTE	DIRECTE			3	0	
	0.1274200000E+09	0.0000000000E+00	0.0000000000E+00								0	
	-0.6000000000E+01	0.3000000000E+01	0.9000000000E+01	0.1600000000E+02							0	
1	4	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	COORDONNEES DES POINTS DE CHAQUE CONTOUR
	-5.99	15.70	-5.82	15.70	-5.65	15.69	-5.49	15.69			0	
2	3	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	
	-5.49	15.69	-5.45	15.87	-5.43	16.00					0	
3	8	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	
	-2.68	9.52	-2.67	9.41	-2.70	9.33	-2.70	9.26	-2.76	9.18	0	
	-2.76	9.08	-2.65	9.05	-2.65	9.01					0	
4	23	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	
	-2.69	9.53	-2.74	9.44	-2.82	9.50	-2.89	9.58	-2.93	9.67	0	
	-2.98	9.76	-3.08	9.79	-3.12	9.88	-3.18	9.94	-3.23	9.93	0	
	-3.30	9.92	-3.36	9.96	-3.47	9.98	-3.59	9.97	-3.67	9.99	0	
	-3.77	9.97	-3.90	9.93	-3.98	9.87	-4.08	9.86	-4.16	9.84	0	
	-4.26	9.79	-4.28	9.71	-4.31	9.64					0	
...											0	
...											0	
...											0	
...											0	
24	2	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	
	2.79	9.09	2.78	9.00							0	
25	3	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	
	2.79	9.09	2.90	9.11	2.99	9.10					0	
26	3	102	CONTOUR 3, SOUS-TYPE 1								0	
	2.84	12.49	2.92	12.42	3.00	12.37					0	

EXEMPLE DE FICHER CARTOGRAPHIQUE DE TYPE "CONTOUR" (FTS91)

9299	Stations pluviometriques du Burkina Faso										0	EN-TÊTES
10	(2F8.2,1X,A30,I3)										0	
DD	0degre_dec	9.00	-5.00	8	MERCATOR	EQUIDISTANTE	DIRECTE			3	0	
	0.1274200000E+09	0.0000000000E+00	0.0000000000E+00								0	
	-0.5500000000E+01	0.2800000000E+01	0.9300000000E+01	0.1550000000E+02							0	
	-1.52	12.35	OUAGADOUGOU AERO								111	COORDONNEES ET CARACTERISTIQUES DE CHAQUE POINT
	-0.87	14.23	ARIBINDA								111	
	-3.30	11.75	BAGASSI								111	
	-5.42	10.53	BAGUERA								111	
	-1.50	13.33	BAM (TOURCOING)								111	
	-4.77	10.62	BANFORA AGRICULTURE								111	
	-1.85	14.22	BARBOULE								111	
	-2.92	9.88	BATIE								111	
	-3.68	11.62	BEREBA								111	
	-3.98	13.05	BOMBOROKUY								111	

EXEMPLE DE FICHER CARTOGRAPHIQUE DE TYPE "POINT" (FTS92)

FIG. 2 : Fichiers Cartographiques
(Fichiers de travail standard)

- résolution associée à chaque sous-contour choisi (pourcentage de points sélectionnés) ;

- projection géographique et paramètres associés.

L'ensemble de ces paramètres est modifiable et visible à chaque instant. De plus, l'utilisateur peut mémoriser ses choix dans un fichier "profil", permettant ainsi un travail plus rapide au cours d'une session ultérieure.

Les données extraites sont stockées dans des fichiers intermédiaires.

2.2. Fonction Visualisation

Ce module, utilisant des routines graphiques propres à Apollo, permet de visualiser les contours extraits. (voir exemple sur figure 4). Par ailleurs, il est possible de superposer à ces contours des données cartographiques de type "point" (villes, stations de mesure, etc.), stockées dans un fichier FTS92. Ceci permet de comparer des données géographiques d'origine différente, ce qui pose assez souvent des problèmes délicats.

Après visualisation, l'utilisateur peut effectuer une nouvelle extraction, ou au contraire, archiver définitivement ses données.

2.3. Fonction Archivage

Le programme crée un fichier ASCII séquentiel (FTS91), selon des caractéristiques définies par l'utilisateur ; puis, il récupère les données stockées dans les fichiers intermédiaires, et les écrit dans le fichier utilisateur.

3. CONCEPTION DE LEICA

Nous présentons ici les problèmes rencontrés au cours de la réalisation de LEICA, sous les aspects techniques et méthodologiques, tout en les situant par rapport à une politique globale de l'informatique au Laboratoire d'hydrologie et à l'ORSTOM.

3.1. La période avant LEICA

Il y a deux ans, les premiers besoins en fonds de carte s'exprimèrent au Laboratoire ;

1^{ère} solution. Bricoler des fichiers de couples (x,y) et tracer des lignes joignant ces points.

2^{ème} solution. Utiliser ce qui pouvait déjà exister ailleurs (CNUSC, Maison de la Géographie, ORSTOM).

La première solution étant, à coup sûr, source de complications ultérieures, la deuxième solution révélant peu de choses, -ce "peu" étant impossible à récupérer pour diverses raisons-, nous avons démarré notre propre "cuisine" cartographique ce qui a abouti à :

- créer nos standards de fichiers cartographiques, FTS91 et FTS92, points de passage obligés de tout logiciel du Laboratoire utilisant des fonds de carte ;

BURKINA-FASO (Resol:10% Stereopolaire Ell.)

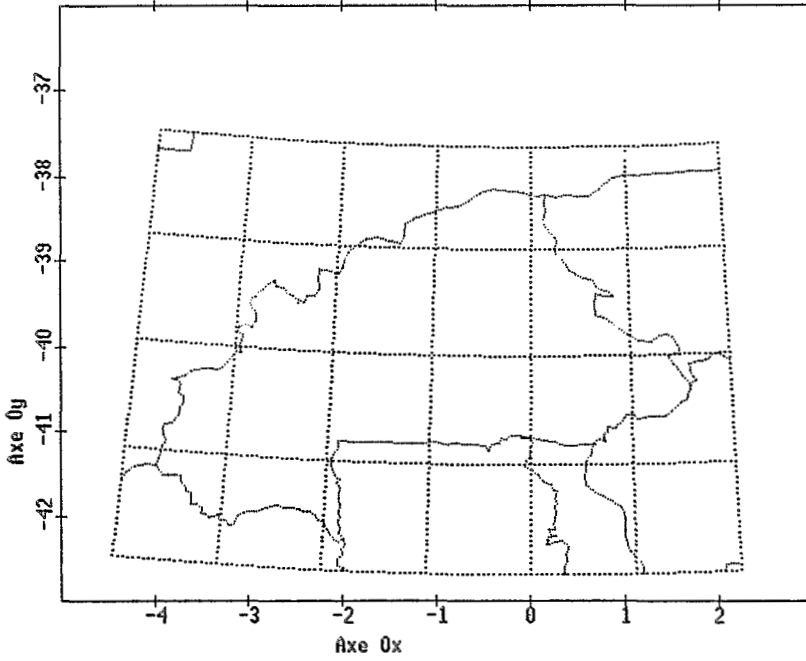


FIG. 4 : VISUALISATION DE DONNEES EXTRAITES

- réaliser un logiciel d'acquisition de carte, ACA, à l'aide d'une table à digitaliser.

Ainsi, à cette époque, après avoir constaté un manque de coordination et d'information à l'ORSTOM face à un besoin qui semblait général, nous avons été amenés à faire des choix techniques sur le mode de représentation des données cartographiques et à les figer pour mieux structurer leur gestion.

3.2. L'analyse de LEICA

L'analyse de LEICA repose en fait sur deux types de choix :

a) *des choix précis et clairs*, qui correspondent à des problèmes posés explicitement, écrits noir sur blanc :

- conversion des fichiers initiaux (codage IBM), définition des fichiers intermédiaires, optimisation de l'accès aux données ;

- choix des critères de sélection d'une carte par l'utilisateur (voir paragraphe 2.1 et tableau 3) ;

- convivialité du logiciel. La gestion des menus est réalisée par un "moteur" qui stocke dans une pile les informations relatives à chaque action de l'utilisateur et qui permet un déplacement rapide dans l'arborescence des choix. Les messages d'erreur sont systématiques. Enfin, l'utilisateur garde une trace de son travail (fichier profil) ;

- maintenance du logiciel. Conception modulaire et bonne documentation technique.

b) *des choix imprécis*, fondus dans un flou artistique et basés sur des réponses à des problèmes, soit trop complexes, soit apparemment trop simples, soit trop longs à résoudre :

- limites du logiciel (on ne peut modifier les fichiers originaux) ;

- utilisation du logiciel (celle-ci est limitée au Laboratoire d'hydrologie) ;

- portabilité (celle-ci est liée au choix de standard de langage et de représentation graphique).

Une partie est résolue par l'adoption du FORTRAN 77, et la partie graphique serait à faire (GKS).

A ce niveau, un manque très net se fait sentir quant à l'utilisation d'un outil d'analyse adapté à la réalisation de programmes scientifiques de moyenne importance. Entre le bricolage individuel de l'utilisateur qui résout une équation différentielle et le cahier des charges (flux et dictionnaire de données, etc.) d'un outil de gestion de l'envergure d'HYDROM/PLUVIOM, il ne reste qu'un ensemble de recommandations plutôt basées sur le bon sens : faire des programmes modulaires, éviter les GOTO, mettre des commentaires.

3.3. La programmation de LEICA

Aucun problème à signaler !

3.4. L'après LEICA

Mis à part quelques petites modifications qu'on pourrait apporter au logiciel, l'utilisation de celui-ci pose immédiatement la question de la qualité des données (on aurait pu s'en douter !).

Celles-ci semblent bonnes, mais :

- certains fleuves n'apparaissent pas !
- lorsqu'on pointe une station pluviométrique à Dakar, celle-ci se retrouve en pleine mer à cause d'une erreur de 15mn sur la longitude du Cap Vert !

Et nous n'avons pas de solution immédiate pour remédier à ce genre de problème.

4. CONCLUSION

En guise de conclusion, il nous semble intéressant de poser deux questions carto-informatiques, tant aux utilisateurs qu'aux animateurs et responsables informaticiens :

- en matière de diffusion de fonds de carte informatisés à l'ORSTOM, peut-on envisager un outil centralisé (ou réparti) permettant d'obtenir des fichiers cartographiques fiables, sous un format standard pour tel ou tel pays ?
- en matière de méthode d'analyse, existe-t-il ou est-il possible d'acquérir, des outils ou une formation permettant de fabriquer du logiciel "intelligemment" sans être obligé de passer par des méthodes complexes nécessitant un investissement trop important ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERNARDET, X. (1989). La Cartographie et l'informatique. Mémoire BTS, ORSTOM, Montpellier.
- DELCLAUX, F. (1989). Les fichiers FTS. ORSTOM Hydrologie, Montpellier.
- LAWIRA, C. (1988). Notice d'utilisation de LEICA. ORSTOM Hydrologie, Montpellier.

PARAMETRE	CHOIX POSSIBLE
Continent	Afrique
Fenêtre géographique	Couple de longitude/latitude maximum et minimum (exprimées en d°mn sec)
Contour sous-contour	<p>Iles, cotes et lacs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principaux cotes et lacs - Principaux îles, cotes et lacs supplémentaires - Îles et lacs intermédiaires - Îles et lacs mineurs - Principaux lacs intermittents - Lacs intermittents secondaires - Récifs - Principaux marais salants - Marais salants secondaires - Principales calottes glaciaires - Calottes glaciaires secondaires - Glaciers <p>Les cours d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principaux fleuves ou rivières permanents - Principaux fleuves ou rivières supplémentaires - Fleuves ou rivières intermédiaires - Fleuves ou rivières mineurs - Principaux fleuves ou rivières intermittents - Fleuves ou rivières intermittents intermédiaires - Fleuves ou rivières intermittents mineurs <p>Les frontières d'état</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frontières stables - Frontières instables - Autres lignes de démarcation <p>Les frontières internes des pays</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séparation interne dans un pays (USA)
Résolution	0.1 à 100% pour chaque contour/sous-contour
Projection géographique	<p>Stéréopolaire (sphérique ou elliptique)</p> <p>Lambert sécante</p> <p>Mercator équatoriale</p> <p>Mercator transverse universelle</p> <p>Mercator équidistante directe</p> <p>Lambert conforme</p>

Tableau 3 : Liste des paramètres d'extraction de fonds de carte.