

LA RÉDACTION CARTOGRAPHIQUE DES SPATIOCARTES

Jean-Paul DONNAY et Bernard CORNÉLIS

I. INTRODUCTION

A. Rôle de la rédaction cartographique

Les spatiocartes en composition colorée et les spatiocartes d'occupation du sol résultent tout d'abord d'une série de traitements menés en mode image dont les chapitres précédents rendent compte. Au terme de ces opérations, on dispose d'une image présentant des qualités géométriques et sémantiques qui déterminent l'échelle et la facture de la spatiocarte envisagée.

Cependant, à ce stade l'image est muette, sinon pour son concepteur, et l'information qu'elle véhicule n'est pas explicite. Pour permettre une interprétation rapide et correcte du contenu, il faut compléter l'image par une série d'indications sous forme graphique ou littérale. Pour être efficace et ne pas corrompre l'image, ce complément d'information doit être introduit selon certaines règles. C'est le rôle de la rédaction cartographique. Ce n'est qu'au terme de cette étape de rédaction que l'image pourra vraiment être assimilée à une spatiocarte.

Les règles qui président à la rédaction de cartes topographiques sont relativement bien établies, bien qu'il existe des nuances sur les standards utilisés par les différentes agences. Cependant, les spatiocartes relèvent plutôt de la cartographie thématique, vis-à-vis de laquelle une plus grande latitude est laissée au concepteur, dans les limites des normes de la sémiologie graphique. En outre, les spatiocartes sont des images, ce qui se traduit par le fait que l'information géographique est signifiante en tout point de son champ, contrairement aux cartes traditionnelles au trait qui ne renseignent que sur une petite partie du champ. Ces considérations posent le problème de la rédaction cartographique des spatiocartes dans un cadre bien particulier, qui justifie qu'un chapitre de cet ouvrage lui soit consacré.

B. Décomposition en couches d'information

Bien que la spatiocartographie puisse revendiquer l'usage de techniques et de conventions spécifiques, la rédaction cartographique d'une spatiocarte passe par des étapes identiques à celles requises par une carte classique.

Il est de coutume, en cartographie traditionnelle, de regrouper sur une même planche les éléments de même nature constituant la carte. Celle-ci apparaît ainsi comme la combinaison de planches distinctes, relatives par exemple aux traits, aux teintes, aux écritures, etc.

Le même principe peut être conservé dans l'élaboration de la spatiocarte. La notion de planche de rédaction cartographique est simplement remplacée par celle de couche d'information numérique. L'image satellite traitée, qui constitue le fond de la carte et couvre la totalité du champ principal, occupe à elle seule une ou plusieurs couches (trois couches correspondant aux couleurs RVB par exemple). Les informations graphiques et littérales qui viennent compléter l'image durant la phase de rédaction sont à leur tour transcrites dans une ou plusieurs couches, généralement définies en mode vectoriel. Tout comme les planches traditionnelles, les couches ne se limitent pas au champ principal de la carte. Elles couvrent la totalité du support, selon le format choisi pour l'édition de la spatiocarte. Les planches de rédaction doivent être repérées avec exactitude, de manière à garantir leur superposition parfaite. De la même manière, les couches d'information numérique doivent être géoréférencées exactement sur la ou les couches images.

En principe, on devrait réserver trois couches pour figurer les trois catégories d'information apportées par la rédaction cartographique :

- la couche de la planimétrie reportée regroupant les éléments vectoriels de planimétrie, dans les divers modes d'implantation, et qui sont solidaires du champ de la carte;
- la couche des écritures regroupant, d'une part, les toponymes figurant dans le champ et, d'autre part, les écritures participant à l'habillage en dehors du champ;
- la couche de l'habillage, où apparaissent les divers éléments graphiques figurant autour du champ.

Cette rapide subdivision est rarement suffisante dans la pratique. La rédaction proprement dite peut réclamer des couches supplémentaires, pour figurer l'orographie par exemple, ou des couches intermédiaires, telles que des masques. Les exigences du logiciel utilisé sont aussi à prendre en considération. Ainsi, certains logiciels demandent à ce

que les éléments de la planimétrie soient séparés dans des couches distinctes selon le mode d'implantation. Quoi qu'il en soit, le principe de la décomposition en couches demeure, et l'image satellite traitée reste inaltérée durant toute la phase de rédaction cartographique.

II. LES COMPLÉMENTS DE PLANIMÉTRIE

A. Sélection des éléments reportés

Les éléments de la planimétrie figurant sur une carte relèvent de l'une des trois catégories suivantes : la planimétrie naturelle, la planimétrie rapportée (ou anthropique) ou la planimétrie abstraite. Il est évident que les éléments appartenant à cette dernière catégorie, telles que les frontières et limites administratives, ne figurent pas sur les images satellite. D'autre part, de nombreuses entités linéaires naturelles et anthropiques sont mal résolues en télédétection. Les chemins et les ruisseaux, ou les routes et les rivières, selon l'échelle et la taille des pixels, présentent sur l'image des solutions de continuité ou sont imperceptibles. Enfin, comme sur une photographie aérienne, quantité d'affectations surélevées (végétation, bâtiments divers) ou de perturbations atmosphériques (nuages, brouillard, etc.) sont capables de cacher tout ou partie de détails planimétriques étroits ou de petite taille, ou d'en altérer la visibilité par leur ombre portée.

Or, les éléments planimétriques dont il vient d'être question confèrent à la carte une structure indispensable à sa compréhension. La première étape de la rédaction cartographique consiste donc à sélectionner les éléments de la planimétrie qu'il est nécessaire de reporter sur l'image, soit parce qu'ils en sont absents, soit parce qu'ils sont mal restitués. La source d'information est constituée par une carte numérique ou analogique, à une échelle au moins aussi grande que celle de la spatio-carte en cours de réalisation.

La sélection n'est pas simple à effectuer. Elle dépend de l'échelle, de la densité d'occupation du sol et du type de spatio-carte réalisée. En première analyse, on peut considérer qu'elle utilise, a contrario, les règles de sélection **qui président à la généralisation cartographique** (durant cette opération, en effet, la sélection consiste à supprimer des détails jugés superflus ou gênants à une échelle déterminée). On peut en rappeler brièvement quelques principes (Donnay, 1995).

- Le réseau routier et celui de chemin de fer sont hiérarchisés sur la carte de référence, d'une manière telle qu'une sélection des voies les plus importantes est relativement aisée. On s'efforce en outre de retenir un certain nombre de voies secondaires lorsqu'elles ferment des circuits du réseau ou lorsqu'elles relient d'autres détails

planimétriques, tels que des zones bâties par exemple. À grande échelle, les réseaux intraurbains sont limités aux grandes voies de traversée.

- Les fleuves sont généralement suffisamment larges pour être bien visibles sur l'image. Les autres cours d'eau sont sélectionnés en fonction de leur longueur, du modelé du relief (perceptible au moins sur la carte de référence) et, éventuellement, de leur rôle économique (canaux, exutoires de barrages, etc.).
- Les limites administratives suivent une hiérarchie qui dicte leur sélection. Elles peuvent s'appuyer partiellement sur des détails naturels ou anthropiques déjà sélectionnés, auquel cas ces derniers se substituent aux détails abstraits.

Comme on l'a signalé, l'image fournit une information géographique sur la totalité du champ. D'autre part, chaque pixel de l'image correspond à une superficie au sol. Par conséquent, tous les détails, planimétrie abstraite exclue, qui, sur une carte conventionnelle, apparaissent en implantation zonale et dont la taille est compatible avec l'échelle, devraient figurer dans l'image. Pour la même raison, le modèle de données géographiques que forme l'image n'est pas compatible, par construction, avec des détails en implantation ponctuelle.

Ces observations sont cependant à moduler en fonction du type de spatio-carte envisagé. S'il s'agit d'une composition colorée, il est vrai que tous les détails pertinents à une échelle précise devraient être discernables dans l'image. Dans ce cas, le report de détails exogènes en implantation zonale, et a fortiori en implantation ponctuelle, ne peut répondre qu'à une volonté du concepteur d'orienter le lecteur vers une thématique particulière : localisation de sites remarquables ; identification du rôle fonctionnel d'une portion du territoire à des fins économiques, touristiques ou autres ; etc.

Si la spatio-carte rend compte de l'occupation du sol, issue d'une classification de l'image satellite, le report des éléments de planimétrie est beaucoup plus considérable dans tous les modes d'implantation. La question a été évoquée dans le chapitre consacré à ce type de spatio-carte et nous invitons le lecteur à s'y reporter. Les détails de la planimétrie ont toujours pour but d'introduire une structuration de l'espace, d'autant plus nécessaire que l'information géographique est figurée par des aplats effaçant toute texture. Mais en plus, la planimétrie reportée est là pour corriger ou plus exactement pour cacher certaines imperfections dans les résultats de la classification, le long des entités linéaires tout particulièrement. Enfin, c'est aussi à travers la planimétrie reportée que le concepteur introduit l'aspect fonctionnel du sol, souvent mélangé à l'aspect strictement physique

d'occupation du sol dans les légendes de ces spatiocartes.

Accessoirement, la planimétrie peut aussi servir à masquer certaines parties du territoire, même dans une composition colorée. Ce sont surtout les plans d'eau qui font l'objet d'une telle opération, lorsque leur identification est compromise par une variabilité radiométrique jugée insignifiante (irisation, charges diverses, etc.). Leurs limites planimétriques servent à construire des masques qui viendront se superposer à l'image en garantissant une teinte uniforme sur toute leur surface.

B. Représentation de la planimétrie

Une fois sélectionnés, les détails de la planimétrie sont transcrits dans leurs formes graphiques définitives au sein d'une ou plusieurs couches numériques géoréférencées sur l'image. La planimétrie étant disponible sous forme vectorielle, l'exercice semble se ramener à la rédaction d'une carte conventionnelle. Pourtant, la présence de l'image sous la planimétrie change les données du problème.

1. Problèmes de sémiologie graphique

Chaque pixel de l'image correspond à une surface au sol qui, sur la spatiocarte, est représentée en projection horizontale, en vraie grandeur à l'échelle (les variations de l'échelle locale dans le champ de la carte ne sont pas considérées ici pour simplifier la discussion). Au contraire, les dimensions des objets de la planimétrie sont exagérées puisqu'ils sont précisément reportés sur l'image parce que celle-ci ne pouvait les restituer en vraie grandeur. Dans bien des cas, d'ailleurs, ce n'est plus dans leur projection horizontale que les détails planimétriques sont figurés, mais en recourant à des symboles conventionnels dont la taille sur la carte est sans commune mesure avec la dimension réelle des objets qu'ils représentent sur le terrain.

D'autre part, les seules variables rétinienne utilisées pour figurer l'attribut des pixels de l'image sont la couleur et/ou la valeur graphique. La taille, la forme et l'orientation des pixels sont invariables et leur faible dimension ne permet pas de jouer sur une variation du grain. L'image n'exploite donc que de façon très restrictive les possibilités offertes par la sémiologie graphique. À l'inverse, toutes les variables rétinienne peuvent être mobilisées pour figurer des objets géographiques décrits en mode vectoriel, sous contrôle de l'échelle de la carte. Mais leur superposition sur l'image réduit considérablement la longueur ou l'étendue (le nombre de paliers) des variables graphiques. De plus, la plupart des détails reportés sur l'image sont en disposition linéaire et présentent un caractère qualitatif ce qui limite encore la gamme des possibilités graphiques.

Enfin, l'image couvrant la totalité du champ, la disposition de la planimétrie se fera toujours au détriment d'une partie de l'image. Si le problème ne soulève pas de difficultés particulières dans le cas d'une spatiocarte d'occupation du sol, qui peut être assimilée à une carte choroplèthe, par contre, dans une carte en composition colorée, les conflits potentiels entre image et vecteurs sont omniprésents.

2. Taille des symboles

La première difficulté consiste à maîtriser la taille des symboles utilisés pour figurer les détails de la planimétrie. Seuls seront considérés ici les éléments linéaires de la planimétrie correspondant, soit à des objets géographiques en implantation linéaire, soit au pourtour des objets en implantation zonale, les deux types de détails étant transcrits par des traits en mode vectoriel. La variation de taille correspond donc à une variation d'épaisseur, et celle-ci s'exprime en unités de dessin, en l'occurrence en millimètres, et non en unités de terrain. Cela signifie qu'à ce stade de la rédaction, les questions d'échelle et de format d'édition sont définitivement réglées.

Les règles de visibilité définissent un seuil de discrimination et un seuil de séparation qui se traduisent par une épaisseur minimale des traits de 0,1 mm et un espacement entre les deux bords d'un trait double de 0,2 mm. Aux échelles habituelles des spatiocartes, ces dimensions correspondent à des emprises de plusieurs mètres ou dizaines de mètres sur le terrain (Tableau 1). Ces valeurs sont applicables dans des conditions idéales de vision et de contraste, ce qui signifie qu'en pratique, elles sont sensiblement relevées (touret, 1989).




	Carte (mm)	Terrain (m)		
		1/25 000	1/50 000	1/100 000
	0,1	2,5	5	10
	0,4	10	20	40
	1,4	35	70	140

Tableau 1. Dimensions minimales de quelques signes linéaires conventionnels

Sur un fond coloré non uniforme, tel celui fourni par le parcellaire d'affectation d'une carte d'occupation du sol, et a fortiori sur une image en demi-teintes comme la composition colorée, il faut augmenter la visibilité des traits. Ils sont épaissis dans des proportions variables selon les symboles, mais ils sont aussi souvent détournés. Le détournement, dont le principe est expliqué plus loin, augmente encore l'épaisseur d'au moins 0,2 mm. Au total, on constate qu'il est

pratiquement nécessaire de reporter les éléments linéaires avec des épaisseurs proches ou supérieures au millimètre, ce qui, à l'échelle, correspond généralement à plusieurs fois la taille du pixel de l'image.

Une telle consommation d'espace est souvent excessive dans une composition colorée, ce qui renforce le principe de limiter les reports de planimétrie dans ce type de spatiocarte. Vis-à-vis d'une carte d'occupation du sol, au contraire, une telle épaisseur peut s'avérer adaptée au masquage des artefacts de la classification. Rappelons que ces artefacts affectent souvent plusieurs pixels voisins puisqu'ils apparaissent non seulement sur le trajet des affectations linéaires mais aussi de part et d'autre de celles-ci (présence de mixels). Il reste que ces dimensions, très supérieures à la taille réelle des objets représentés à l'échelle, interfèrent sur la qualité géométrique des spatiocartes incorporant ces symboles.

3. Forme et couleur des symboles

Une autre difficulté consiste à distinguer la nature des objets de la planimétrie reportés sur l'image. La carte traditionnelle emploie pour ce faire plusieurs variables graphiques, telles que la couleur et la forme pour traduire une distinction nominale, éventuellement combinées avec le grain ou la taille pour traduire une notion d'ordre. Tant pour la couleur que pour la forme, certaines conventions doivent être respectées (l'hydrographie toujours en bleu par exemple), tandis que d'autres sont recommandées (chemins de fer de préférence en noir) pour faciliter l'interprétation.

Sur la spatiocarte, il faut pouvoir distinguer les détails linéaires de la planimétrie par rapport au fond de l'image et garantir la perception de leur continuité. Cela impose, d'une part, l'usage de graphismes simples et, d'autre part, une sélection attentive des couleurs. En outre, comme on l'a indiqué ci-dessus, il faudra très souvent détourer les symboles, par un filet blanc de part et d'autre, pour les distinguer du fond.




Voirie	Hydrographie	Chemin de fer
		

Tableau 2. Variantes simples de la ligne continue pour figurer les éléments linéaires de la planimétrie

La forme simple à privilégier correspond à la ligne continue, formée d'un ou plusieurs traits parallèles. Elle garantit la perception continue des éléments linéaires, permet de distinguer assez aisément la couleur et peut subir des variations de largeur pour traduire des paliers ordonnés. De plus, les lignes

peuvent suivre les sinuosités telles qu'elles apparaissent à la résolution de l'image. L'hydrographie et les voies de communication devraient pouvoir être traitées au moyen de ce graphisme simple (Tableau 2). Sont par contre à éviter autant que possible, les variations de formes et de grains, traits parallèles exceptés. Les signes adventifs, tels que barbules et croisillons, consomment plus de place au détriment du fond. En outre, leur dessin requiert une généralisation préalable du trait, ce qui n'est pas concevable si le trait doit se superposer exactement à des éléments de l'image. Les traits discontinus ou ponctués ne peuvent assurer la perception continue des éléments linéaires lorsqu'ils sont reportés, en particulier sur une composition colorée, et, de plus, le détourage de chaque signe isolé est inesthétique. Seule la planimétrie abstraite pourrait recourir à ces types de traits, plus efficacement sur le fond d'une image d'occupation du sol et préférentiellement sans effectuer de détourage.

La couleur est la variable graphique utilisée par l'image pour visualiser les variations des attributs des pixels. Les détails de l'hydrographie reportés en vectoriel utilisent d'habitude la même couleur que celle attribuée aux plans d'eau dans l'image. Pour le reste, les teintes dédiées à la planimétrie devraient être sélectionnées en dehors de la gamme utilisée par l'image. L'usage du noir, du blanc et de certains gris pour la planimétrie peut souvent résoudre le problème. Sinon, le détourage constitue la seule solution efficace pour distinguer les traits colorés du fond de la spatiocarte.

4. Détourage des symboles

Le détourage consiste à délimiter le contour du symbole par effacement du fond sur une largeur de 0,1 à 0,2 mm. Cette réserve, au sens graphique du terme, est pratiquée dans une couche spécifique, au sein de laquelle ont été reportés les axes de tous les éléments vectoriels concernés. On procède alors à une dilatation, au départ des axes, sur une largeur légèrement supérieure à celle des symboles utilisés.

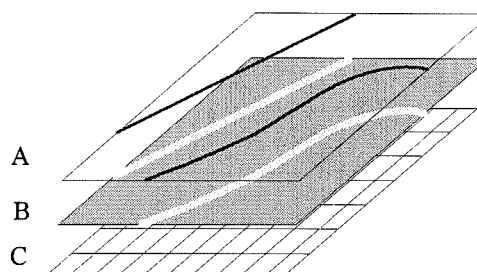


Figure 1. Détourage des symboles
A. Couche de planimétrie vectorielle.
B. Masque de détourage (fond transparent).
C. Couche image.

Le masque ainsi constitué vient s'intercaler entre la couche vectorielle de la planimétrie et la ou les couches images constituant le fond de la spatiocharte (Fig. 1). Il est imprimé en blanc à l'endroit des réserves de sorte qu'un fin liseré blanc apparaît de part et d'autre des symboles pour les séparer du fond.

III. LES ÉCRITURES

Les écritures apparaissant sur la spatiocharte sont traitées distinctement selon qu'elles figurent dans le champ ou en marge de celui-ci. Dans le champ, elles désignent presque exclusivement les toponymes, tandis qu'en marge, elles constituent les commentaires participant à l'habillage de la spatiocharte.

Comme pour les éléments de planimétrie reportée, les écritures sont rassemblées dans une ou plusieurs couches d'informations distinctes. Les couches d'écritures peuvent d'ailleurs être considérées comme d'autres couches vectorielles puisque les polices de caractères utilisées aujourd'hui sont définies en mode vectoriel (polices *TrueType* ou *PostScript*). Cependant, les couches d'écritures ont la priorité sur toutes les autres couches, ce qui signifie qu'elles viendront se superposer à la planimétrie et à l'image au moment de l'impression.

A. Règles générales des écritures cartographiques

Toutes les règles s'appliquant à la forme et à la disposition des écritures en cartographie, sont aussi d'application en spatiochartographie (Keates, 1989 ; Robinson et al., 1995). Le traitement réservé aux écritures de l'habillage ne diffère pas entre une carte et une spatiocharte. Cependant, quelques précautions supplémentaires sont à prendre pour les écritures du champ qui se superposent à l'image.

Sur une carte conventionnelle, les écritures sont très nombreuses et sont susceptibles de rentrer en conflit avec les éléments de la planimétrie. Ceci explique qu'en cartographie moderne, les formes d'écritures consommant peu d'espace sont favorisées. Le même souci d'encombrement prévaut en spatiochartographie, où toute imposition d'écritures se fait au détriment de l'image. Par conséquent, les mêmes formes dépouillées sont d'usage sur une spatiocharte. En pratique, cela signifie :

- l'emploi d'une police sans empattement, de forme bâton (*sans serif* des Anglo-Saxons), telle que Helvetica ou Arial ;
- le recours fréquent à la forme condensée pour la largeur et l'espacement des caractères ;
- l'usage du noir, à quelques exceptions près, soit la couleur assurant la meilleure lisibilité à taille égale.

Les principales règles générales fixant la forme des écritures sont rappelées ci-dessous.

- L'usage des capitales est réservé aux noms d'états ou de grands ensembles régionaux, administratifs ou géographiques et, éventuellement, aux lieux habités les plus importants.
- Les caractères italiques sont réservés aux noms se rapportant aux objets de la planimétrie naturelle (hydrographie, orographie, forêts, régions géographiques, etc.), toutes les autres écritures étant traitées en caractères droits.
- La hiérarchie des lieux habités se traduit par une variation du corps (hauteur) des caractères si l'ordre est basé sur un critère quantitatif (le nombre d'habitants par exemple), ou sur la graisse des caractères s'il s'agit d'une simple hiérarchie administrative.
- Les écritures de l'hydrographie sont traitées en bleu, comme la planimétrie qu'elles désignent.

B. Disposition des écritures

Les règles de disposition des écritures sont distinctes selon le mode d'implantation des objets auxquels elles se rapportent. On parle de noms à position, pour les toponymes attachés à des objets ponctuels, ou de noms à disposition linéaire ou zonale dans les autres cas.

On a eu l'occasion de rappeler dans les pages précédentes que le modèle de données géographiques constitué par l'image ne recèle pas d'objets ponctuels. Ce n'est que par un effort de généralisation conceptuelle qu'un pixel ou un petit groupe de pixels peut être assimilé à un objet ponctuel, ou qu'un alignement de pixels peut être considéré comme un objet linéaire. Les toponymes susceptibles de documenter l'image sont donc essentiellement à disposition zonale, ce qui offre théoriquement une beaucoup plus grande liberté dans la disposition des écritures. Il y a cependant deux raisons de considérer les autres modes d'implantation :

- d'une part, les détails de la planimétrie reportée doivent aussi être documentés, et ils peuvent se présenter dans tous les modes d'implantation, surtout en linéaire ;
- d'autre part, les ensembles contigus de pixels formant des objets zonaux dont la superficie ne permet pas de contenir le toponyme doivent être identifiés par des noms à position.

Pour le reste, les règles cartographiques habituelles s'appliquent. Les noms à position, soumis aux contraintes les plus sévères, sont disposés en premier lieu, suivis par les noms à disposition linéaire, puis ceux à disposition zonale. Sans entrer dans le détail, décrit dans la littérature (Imhof, 1975 ; Robinson et al., 1995), les règles essentielles de disposition selon les modes d'implantation sont brièvement rappelées ci-dessous.

Nom à position : disposition horizontale, en haut à droite de l'objet ou, dans l'ordre décroissant de

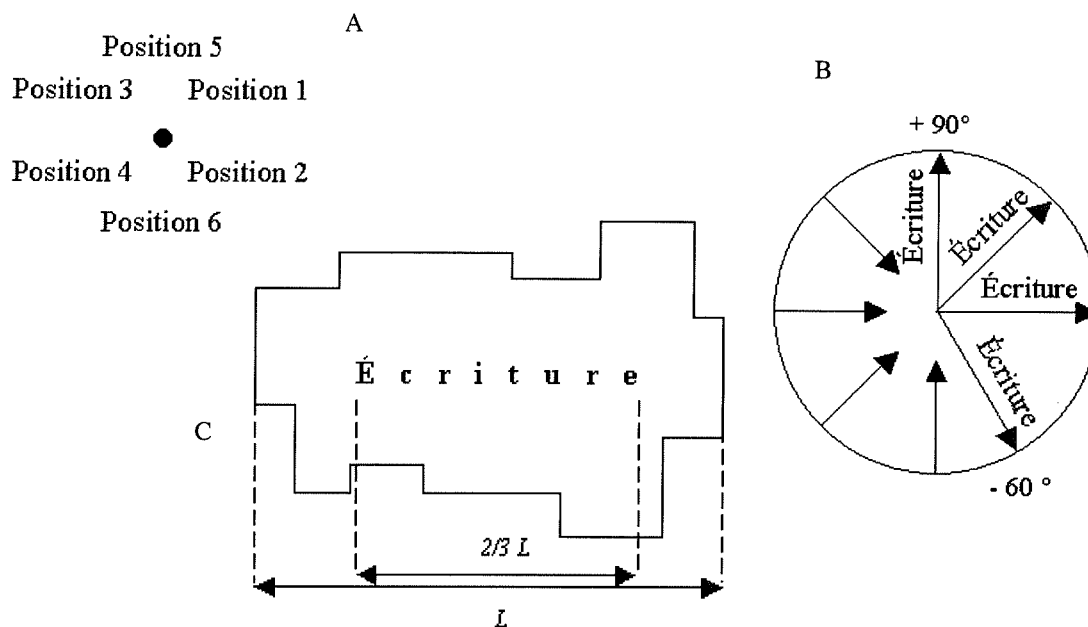


Figure 2. Principales règles de disposition des écritures selon le mode d'implantation
 A. À position. B. À disposition linéaire. C. À disposition zonale.

préférence, selon les autres positions permises (Fig. 2 A) ; situé du même côté d'une ligne planimétrique que l'objet.

- Disposition linéaire : selon un angle qui assure la lisibilité (Fig. 2 B) ; en suivant les sinuosités majeures de l'objet ; sans tenir compte du mouvement ; sans laisser d'ambiguïté sur la désignation des différents tronçons ; en espaçant éventuellement les mots mais pas les lettres à l'intérieur d'un mot.
- Disposition zonale : disposition horizontale, sur une ou plusieurs lignes, ou disposition le long d'un arc de cercle selon la forme de l'objet ; utilisation des $2/3$ de la largeur de l'objet, en espaçant les lettres à l'intérieur des mots et, le cas échéant, des $2/3$ de la hauteur en espaçant les lignes (Fig. 2 C).

En cartographie, ces règles ont notamment pour objet d'éviter ou de limiter les conflits entre les écritures et la planimétrie. En spatiocartographie, de tels conflits entre écritures et planimétrie devraient être minimes, d'une part, parce que celle-ci est généralement peu envahissante et, d'autre part, parce que les noms à disposition zonale, les plus fréquents sur la spatiocarte, offrent beaucoup de souplesse. Par contre, le conflit avec l'image est inévitable et doit toujours être géré de façon empirique. Il faut s'efforcer de positionner les toponymes au sein de plages uniformes, soit par leur teinte (cartes d'occupation du sol), soit par leur contraste (compositions colorées). Au contraire, on évitera de cacher par les écritures, un petit groupe de pixels tranchant, par sa couleur ou son contraste, avec son voisinage. Comme en

cartographie, on veillera à ne pas disposer les toponymes à l'endroit de sites susceptibles de constituer des repères aisés pour le lecteur, tels que confluences, carrefours importants, etc.

C. Usage des masques alourdis

La lisibilité des écritures est très sensible à la qualité du fond sur lequel se détachent les caractères. Quelle que soit sa nature, l'image satellite ne favorise certainement pas la lecture des écritures qui lui sont superposées. Au contraire, le contact des pixels du fond peut détruire la forme des caractères et les éventuels conflits avec la planimétrie reportée ne font qu'aggraver le problème. La solution consiste à détourner les écritures. Il s'agit en fait d'une technique ancienne, réalisée par voie photographique en cartographie classique, et utilisée pour régler les problèmes de superposition des écritures sur la planimétrie (Curran et al., 1988).

Dans une filière numérique, la solution est similaire à celle évoquée pour le détournement de la planimétrie. Les écritures sont copiées dans une couche spécifique, où elles subissent une légère dilatation. Le masque *alourdi* ainsi constitué sera intercalé entre la couche des écritures et celle de la planimétrie, et imprimé en réserve.

La mise en oeuvre de la dilatation des écritures peut cependant s'avérer délicate, les polices de caractères vectorielles ne se laissant pas manipuler aisément (Suret-Canale, 1995). Notons qu'il ne s'agit pas de construire le masque en utilisant un caractère d'un

corps supérieur, car les axes du caractère et de son masque doivent coïncider pour garantir un détournage uniforme autour du caractère. L'usage de réserves de forme rectangulaire entourant les toponymes est également à proscrire car elles gommement une trop grande partie de l'image et sont totalement inesthétiques. Une solution consiste à travailler en mode image, à la résolution d'impression, sur la forme matricielle des caractères (*bitmap*). Le fait d'utiliser des fontes de forme bâton facilite la correspondance avec les polices vectorielles, et les caractères matriciels sont aisément soumis à l'algorithme de dilatation en mode image (Fig. 3).

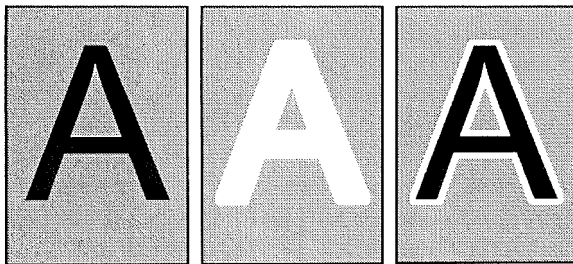


Figure 3. Construction d'un masque alourdi par dilatation du caractère sous forme matricielle

IV. L'HABILLAGE

L'habillage d'une spatiocarte s'inspire des règles en usage en cartographie thématique (Dahlberg, 1993 ; Ormeling, 1995). On y retrouve les mêmes indications indispensables et les possibilités de composition sont très similaires. La principale spécificité de la spatiocarte provient de la légende, parfois absente, mais souvent, au contraire, encombrante au point de rendre difficile la mise en page.

A. Élaboration des légendes

Les deux types de spatiocartes examinés tout au long de cet ouvrage renvoient à des légendes totalement distinctes. Un point commun cependant ; si les spatiocartes admettent des compléments de planimétrie, ceux-ci doivent faire l'objet d'une légende propre (Fig. 4). De même, si le jeu d'écritures dépasse le simple rôle d'identification, pour signifier une hiérarchie des lieux habités par exemple, ses variations doivent être explicitées dans un tableau d'écritures en légende.

1. Légendes des spatiocartes d'occupation du sol

La spatiocarte d'occupation du sol illustre tout d'abord les résultats d'une classification d'images satellite. Le nombre de modalités de couvertures qu'il est possible de discriminer par traitement automatique ou supervisé des signatures spectrales varie généralement d'une dizaine à une vingtaine, selon l'échelle, la richesse radiométrique de l'image et la précision sémantique de la classification.

Mais il est fréquent qu'au-delà de cette nomenclature strictement bio-physique, le concepteur de la carte ajoute ou spécialise des modalités. Plusieurs raisons peuvent justifier cette pratique :

- l'examen de la structure et de la morphologie des plages d'affectation : une classe d'habitat peut être spécialisée en habitat groupé, dispersé ou linéaire ;
- l'examen de la texture et de l'agencement des plages d'affectation les unes vis-à-vis des autres : un lotissement résidentiel juxtapose habitat et espaces verts ;
- la prise en compte de la situation relative des affectations : un espace vert intraurbain est qualifié de parc ou de pelouse, alors qu'il est identifié comme bois ou prairie en milieu rural ;
- l'apport d'une information exogène : une surface bâtie est distinguée en surface résidentielle, industrielle ou de service selon les valeurs de différentes statistiques relevées sur la zone ;
- la volonté de se rapprocher d'une nomenclature standard, technique ou administrative, au risque de perdre en exactitude ce que l'on semble gagner en précision.

On pourrait multiplier les exemples, et on constate bien souvent, qu'il s'agit pour le concepteur d'introduire une valeur d'usage dans la nomenclature, plus en rapport avec le rôle technique qu'est censée jouer la spatiocarte. Cette pratique est poussée à son comble lorsque des plages entières de la classification sont cachées par un zonage fonctionnel ou juridique (limites de parcs d'activités, réserves diverses, zones militaires, etc.) totalement indécélable par télédétection.

Il n'est pas facile de construire une légende reprenant des catégories aussi diverses : nominales et ordinales, bio-physiques et fonctionnelles, issues de l'image et reportées par planimétrie. Le nombre de postes atteint vite quelques dizaines, et il est nécessaire d'organiser la légende, soit de manière hiérarchique, soit en plusieurs sous-groupes (Nadasdi et al., 1988). La multiplication du nombre de postes impose un développement en rapport des commentaires qui y sont associés, car des catégories plus finement classées doivent être justifiées par des critères plus nombreux. Enfin, au-delà d'une dizaine de postes, les aplats de couleurs ne suffisent plus pour figurer les affectations, et le recours aux trames et surcharges diverses s'impose (cf. le chapitre sur les spatiocartes d'occupation du sol). Ces graphismes réclament des caissons suffisamment grands pour percevoir la structure des trames et les détails des poncifs. Tout cela concourt à augmenter la place prise par la légende sur la spatiocarte. L'échelle ayant été fixée à l'avance sur base d'autres critères, et le support n'étant pas élastique, il est impératif de prévoir une maquette pour garantir une disposition harmonieuse de tous les éléments de la spatiocarte et la lisibilité de la légende.



Figure 4. Légende des modes d'occupation du sol et légende planimétrique d'une spatiocarte

2. Légendes des spatiocartes en composition colorée

Le problème de la légende d'une composition colorée peut être réglé de façon très simple ou, au contraire, très complexe.

Lorsque la spatiocarte couvre un champ réduit à grande échelle et est réalisée en couleurs dites naturelles, elle présente une facture similaire à celle d'une photocarte aérienne à haute altitude. Tous les détails attendus à l'échelle en question sont aisément interprétables par le lecteur. L'image ne requiert quasiment aucun report de planimétrie, sauf éventuellement quelques limites abstraites, et les écritures sont réduites au minimum. Dans ces conditions, la spatiocarte ne nécessite pas de légende particulière. C'est aussi sous cette forme simple et à grande échelle que sont présentées à un public plus compétent des images monochromes (une orthoimage panchromatique par exemple) et des compositions colorées en fausses couleurs infrarouges.

Si la spatiocarte résulte de la mosaïque de plusieurs images en composition colorée, couvrant un vaste champ présenté à petite échelle, elle a des chances d'être plus spectaculaire, mais moins explicite. Le lecteur profane est peu accoutumé à visualiser un territoire à petite échelle autrement que sur les cartes très simplifiées des atlas. La multiplicité des paysages engendre une grande variété de couleurs et des textures locales très différentes, encore accentuées par les variations de dénivelées et les ombres qu'elles procurent. L'oeil se perd parmi cette profusion d'informations et il est nécessaire de guider le lecteur au moyen d'une légende adéquate. Il n'est plus question cette fois d'expliquer l'usage d'une teinte ou d'une trame. Il faut sélectionner dans la spatiocarte des extraits exemplatifs des différents paysages présents, ce qui pose deux questions : comment juger de la significativité des paysages, et comment les faire figurer en légende ?

Trois critères peuvent orienter le choix des extraits. La superficie couverte par les étendues de texture relativement homogène (ce qui ne signifie pas uniforme) est un premier indicateur. Les régions les plus vastes attireront inmanquablement le regard et il est utile de renseigner le lecteur sur les raisons de cette homogénéité de texture (grandes régions de cultures, régions montagneuses, conurbations importantes, etc.). La deuxième catégorie de sites remarquables est constituée par les zones plus réduites, mais très contrastées vis-à-vis de leur entourage. Ici encore les causes de ces singularités sont intéressantes à mentionner. Le danger est évidemment de verser dans une énumération sans fin, et il faut se restreindre aux causes génériques partagées par plusieurs sites (zones urbaines, estuaires, bocages, marais, etc.). Enfin, il est utile de représenter en légende des extraits figurant des régions supposées bien connues du lecteur. En considérant la manière dont sont restitués les paysages connus, il devient possible d'interpréter le document par comparaisons.

Ces critères sont évidemment très empiriques, et on constate que l'identification et la sélection des paysages représentatifs se confondent avec une véritable segmentation de la spatiocarte. Celle-ci ne peut être entreprise sans une bonne connaissance de la géographie régionale, d'une part, et du processus de composition colorée, d'autre part (Donnay et al., 1998). On notera encore que la légende sera d'autant plus simple que la spatiocarte est largement complétée par des détails planimétriques et des toponymes adéquats. Ceux-ci n'expliquent pas les textures ni les gammes de couleurs, mais ils peuvent éviter certaines banalités en légende.

Les différents extraits sélectionnés doivent apparaître en légende dans des caissons suffisamment vastes pour percevoir les variations caractéristiques de couleurs et de textures. Cela signifie que les caissons

de la légende correspondent à de véritables cartons, à la même échelle et à la même définition (RVB 24 bits par exemple) que le champ principal, mais exempts des reports de planimétrie et de toponymie. Par définition, les commentaires associés à ces cartons sont généralement longs, puisqu'ils sont censés expliciter les raisons de la spécificité des paysages représentés. Des causes géologiques, humaines et économiques peuvent être évoquées et ces différents arguments peuvent servir à établir plusieurs sous-catégories de légende.

De nouveau, la construction de la légende de la spatiocarte risque de consommer une partie importante de la surface de la planche. La présence de la légende justifie, pour la composition colorée comme pour la carte d'occupation du sol, l'élaboration d'une maquette précise et complète.

B. Autres éléments d'habillage

En plus de la légende, l'habillage comporte plusieurs éléments indispensables, tels que le titre, l'échelle, l'orientation et les sources, et il peut admettre d'autres informations secondaires, comme un carroyage par exemple. On n'abordera ici que les quelques indications traitées de manière spécifique sur la spatiocarte.

La composition colorée ne privilégiant pas de thème a priori, son titre peut se limiter à décrire l'extension de la coupure géographique, comme pour une carte topographique. Selon l'échelle, on sélectionne d'habitude le toponyme du lieu habité le plus important ou celui de la région, politique ou naturelle, couverte par la spatiocarte. Dans le cas d'une spatiocarte d'occupation du sol, le titre mentionne explicitement cette thématique, à moins que la carte ne s'inscrive dans une série disposant d'une identification propre. Généralement, l'extension géographique de la spatiocarte d'occupation du sol complète le titre.

Les mentions de l'échelle et de l'orientation présentent une importance particulière en spatiocartographie. Toutes deux témoignent de la qualité géométrique de la spatiocarte et sont souvent complétées par plusieurs indications sur le système de référence et la procédure de correction effectuée. Il est cependant inutile de traiter graphiquement l'échelle et l'orientation comme en cartographie topographique ; le talon de l'échelle graphique ou les différents diagrammes de déclinaison ne sont tout simplement pas compatibles avec la précision géométrique atteinte par les spatiocartes. Ce sont plutôt les symboles simples d'usage en cartographie thématique qui sont ici d'application (Dent, 1996 ; Slocum, 1999).

La mention du nom de l'auteur ou des auteurs de la spatiocarte est rarement omise. Elle est même souvent excessivement voyante. Par contre, les sources ne sont

pas toujours suffisamment explicites. Il faut, d'une part, renseigner le lecteur sur les images satellite effectivement utilisées et, d'autre part, satisfaire aux mentions légales. La date de prise de vue et le numéro de chaque image participant à la spatiocarte doivent être spécifiés. S'il s'agit d'une mosaïque faite de nombreuses images, ces informations sont facilement associées à un carton d'assemblage, montrant les limites des couvertures de chaque image (cf. le chapitre relatif aux mosaïques). Les distributeurs d'images imposent une mention légale relative au copyright. En outre, l'auteur d'une publication utilisant des images satellite doit, en théorie, s'acquitter du paiement d'un droit auprès du distributeur, comme c'est le cas d'ailleurs avec les autres données cartographiques. Le montant est éminemment variable et les publications à caractère scientifique en sont souvent exemptes. Il est cependant nécessaire de régler la question avec le distributeur avant la publication.

Une carte ou une spatiocarte est considérée comme une publication à part entière. Par conséquent, les mentions d'auteur et de date de publication doivent apparaître sur le document. En outre, la spatiocarte peut faire l'objet d'un dépôt légal auprès des instances adéquates et les droits d'auteurs peuvent être protégés par un enregistrement approprié. Le cas échéant, ces mentions figurent également sur la spatiocarte.

C. Disposition générale de la spatiocarte

L'image étant par définition un tableau de nombres, formé de lignes et de colonnes, son format est toujours rectangulaire. Cela incite sans doute à définir le champ des spatiocartes comme une coupure rectangulaire. Cette forme offre plusieurs avantages. L'orle, entourant le champ, supporte aisément des amorces coordonnées du quadrillage ou du carroyage de référence, tandis que la disposition autour du champ des titre, légende et cartouches divers s'en trouve facilitée. La coupure rectangulaire se prête en outre à une publication à bords francs sur deux côtés ou plus, ce qui peut faciliter les assemblages éventuels de plusieurs spatiocartes voisines. Enfin, la coupure rectangulaire est aussi la forme de découpage des cartes topographiques et techniques à grandes et à moyennes échelles, de sorte que les spatiocartes qui suivent le même cadrage géographique peuvent s'y superposer. Les spatiocartes en composition colorée à grande échelle, qui se veulent des cartes d'inventaire sans orientation thématique marquée, s'accommodent parfaitement d'une telle coupure rectangulaire (Fig. 5 A).

Par contre, dans les autres situations, la coupure rectangulaire ne peut pas toujours être préservée. Lorsque la spatiocarte est dressée à petite échelle, il est rare que la zone d'intérêt couvre précisément un

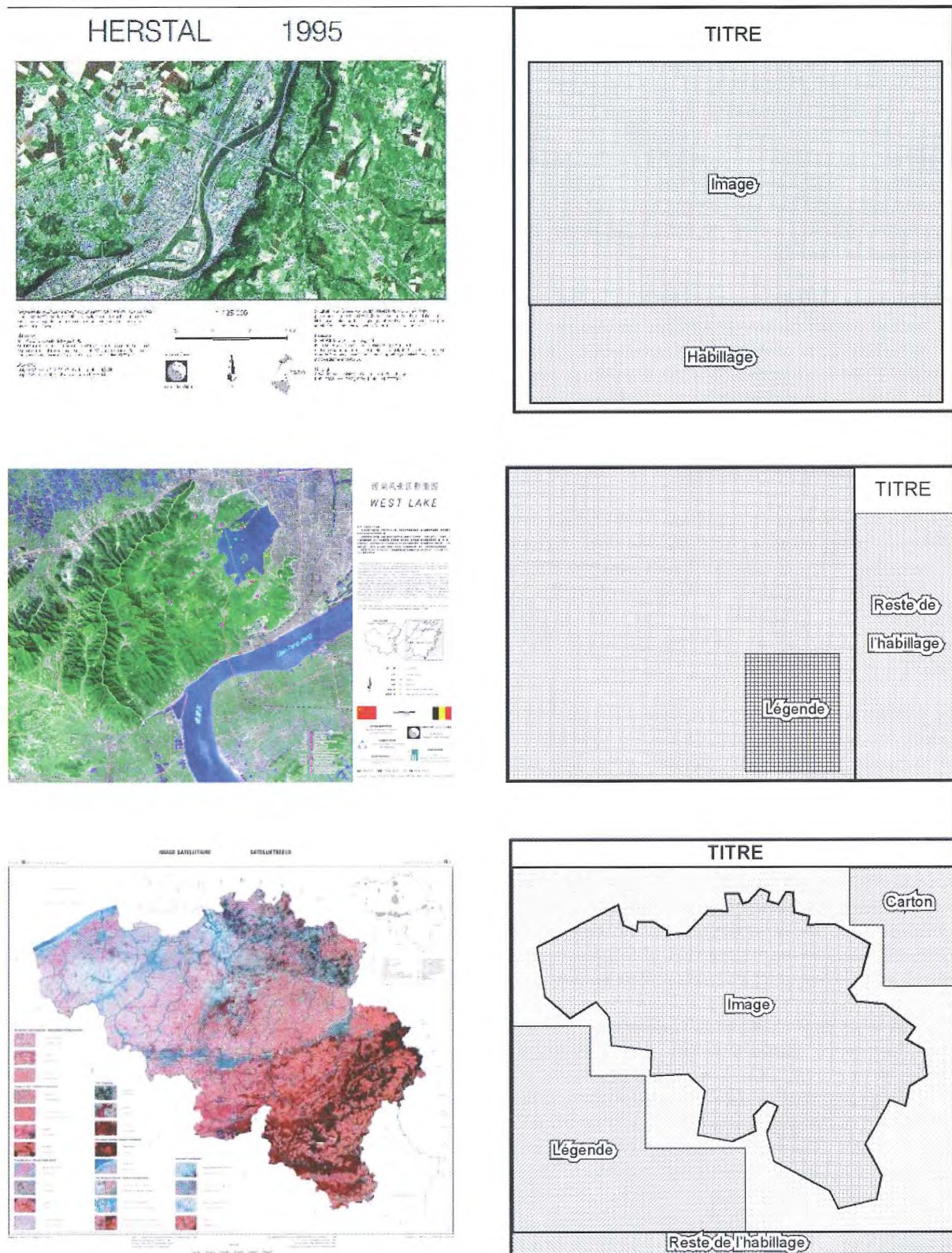


Figure 5. Exemples de dispositions courantes en spatioscartographie
 Haut (A). Coupure rectangulaire standard.
 Milieu (B). Coupure rectangulaire, avec éléments d'habillage dans le champ.
 Bas (C). Coupure géographique, avec habillage réparti autour du champ.

champ rectangulaire. Ainsi, lorsqu'il s'agit d'une carte couvrant de vastes territoires, elle laisse en marges des espaces marins vides de toute information. Ou encore, la spatiocarte est limitée à une frontière politique ou régionale, ce qui est un cas fréquent des cartes d'occupation du sol, quelle que soit leur échelle. Or, ce sont précisément ces types de spatiocartes, à petite échelle et / ou d'occupation du sol, qui réclament des légendes étendues, ce qui justifie la restriction du champ. Deux dispositions courantes sont alors observées.

- Le champ principal peut conserver une forme rectangulaire, mais doit supporter, en surcharge, certains éléments de l'habillage. Ce sont généralement le titre et l'échelle qui sont positionnés à proximité des bords du champ, en dehors de la zone d'intérêt. Mais on peut aussi retrouver d'autres éléments de l'habillage dans le champ, y compris certaines sous-catégories de la légende comme la légende planimétrique par exemple (Fig. 5 B). Le fait de conserver un champ rectangulaire, même amputé de plusieurs surcharges, permet de positionner facilement les amorces du quadrillage et d'équilibrer l'ensemble de la disposition. Ainsi, la légende principale et le reste des indications de l'habillage occupent sur la feuille un ou deux côtés du champ. Enfin, dans ce cas de figure, pour mieux distinguer la zone d'intérêt du reste de la coupure rectangulaire, il est possible de faire subir à ces deux parties du champ des traitements différenciés. Le cas d'une classification des affectations du sol, au centre de la coupure, entourée d'une composition colorée hors de la zone d'intérêt a été décrit dans le chapitre consacré aux spatiocartes d'occupation du sol.
- Lorsque l'habillage est particulièrement gourmand, il faut se résoudre à réduire le champ à l'extension de la zone d'intérêt. Titre, légende, échelle et cartons éventuels sont alors répartis en profitant des espaces libérés par la réduction du champ principal (Fig. 5 C). Étant donné la forme irrégulière de la zone d'intérêt, la difficulté réside ici dans la recherche d'une disposition équilibrée. Le titre doit conserver une position dominante, la légende ne peut être scindée en de multiples parties et les indications secondaires doivent être rassemblées en un nombre minimum de cartouches. C'est évidemment face à une telle configuration que l'établissement préalable d'une maquette est indispensable. Elle doit être conçue le plus tôt possible car l'agencement correct du champ et de l'habillage peut forcer un changement de format de la feuille voire, à la limite, une réduction de l'échelle de la spatiocarte avec toutes ses conséquences. Cela montre qu'il ne faut pas mésestimer la phase de rédaction cartographique, trop souvent considérée comme une étape de finition dans l'élaboration d'une spatiocarte.

V. UN EXEMPLE D'APPLICATION

Pour illustrer certaines des techniques évoquées dans les pages précédentes, nous clôturons ce chapitre en présentant un extrait de spatiocarte d'occupation du sol. Il s'agit du même extrait que celui utilisé dans le chapitre relatif à ce type de spatiocartes, mais amené ici dans son état définitif.

Pour rappel, une image Landsat 5 TM de 1993, couvrant la région transfrontalière Euregio Meuse-Rhin, a été redressée puis a fait l'objet d'une classification supervisée en 11 modalités d'occupation du sol. L'identification de certains postes a en outre été spécialisée par interprétation visuelle assistée par ordinateur. L'image classée a ensuite été soumise à des procédures de filtrage et de généralisation afin d'éliminer certains artefacts et de l'amener à l'échelle de publication. D'autre part, des compléments planimétriques et divers toponymes ont été sélectionnés sur carte. Ces détails ont été positionnés dans une couche vectorielle géoréférencée sur l'image, mais ils n'ont pas encore été présentés dans leur forme graphique définitive.

La planimétrie reportée est très riche, puisque l'on y trouve toutes les catégories de voies de communication (rivières, chemins de fer, routes et autoroutes), plusieurs limites abstraites, mais aussi bon nombre de détails en implantation zonale. Parmi ceux-ci, certains ont pour but d'assigner une valeur fonctionnelle aux zones délimitées (les terrains industriels par exemple), tandis que d'autres sont là pour uniformiser quelques affectations (en particulier les plans d'eau). Les différents éléments linéaires ont été traités selon les conventions mentionnées ci-dessus. Des lignes continues formées d'un ou plusieurs traits parallèles sont utilisées pour la planimétrie naturelle et rapportée. Les largeurs sont suffisantes pour couvrir les pixels correspondant de l'image, tout en conservant une échelle propre aux symboles, proche de celle de la spatiocarte. Seules les lignes de la planimétrie abstraite sont figurées en traits discontinus. Les détails en implantation zonale sont couverts par des aplats de couleurs, sans trames ni poncifs. Les couleurs utilisées pour la planimétrie reportée sont distinctes de celles, relativement peu nombreuses, présentes dans l'image classée. Les toponymes sont à disposition linéaire et zonale. Toutes les conventions mentionnées précédemment quant à la forme et à la disposition ont été appliquées. La figure 6 présente le résultat de cette mise en forme graphique. L'extension importante des éléments zonaux de la planimétrie reportée a engendré quelques conflits avec les écritures. Le détournement des caractères et des détails de la planimétrie ont été réalisés dans deux masques, respectivement intercalés entre la couche d'écritures et la couche de planimétrie, et entre cette dernière et la couche image (Fig. 7).

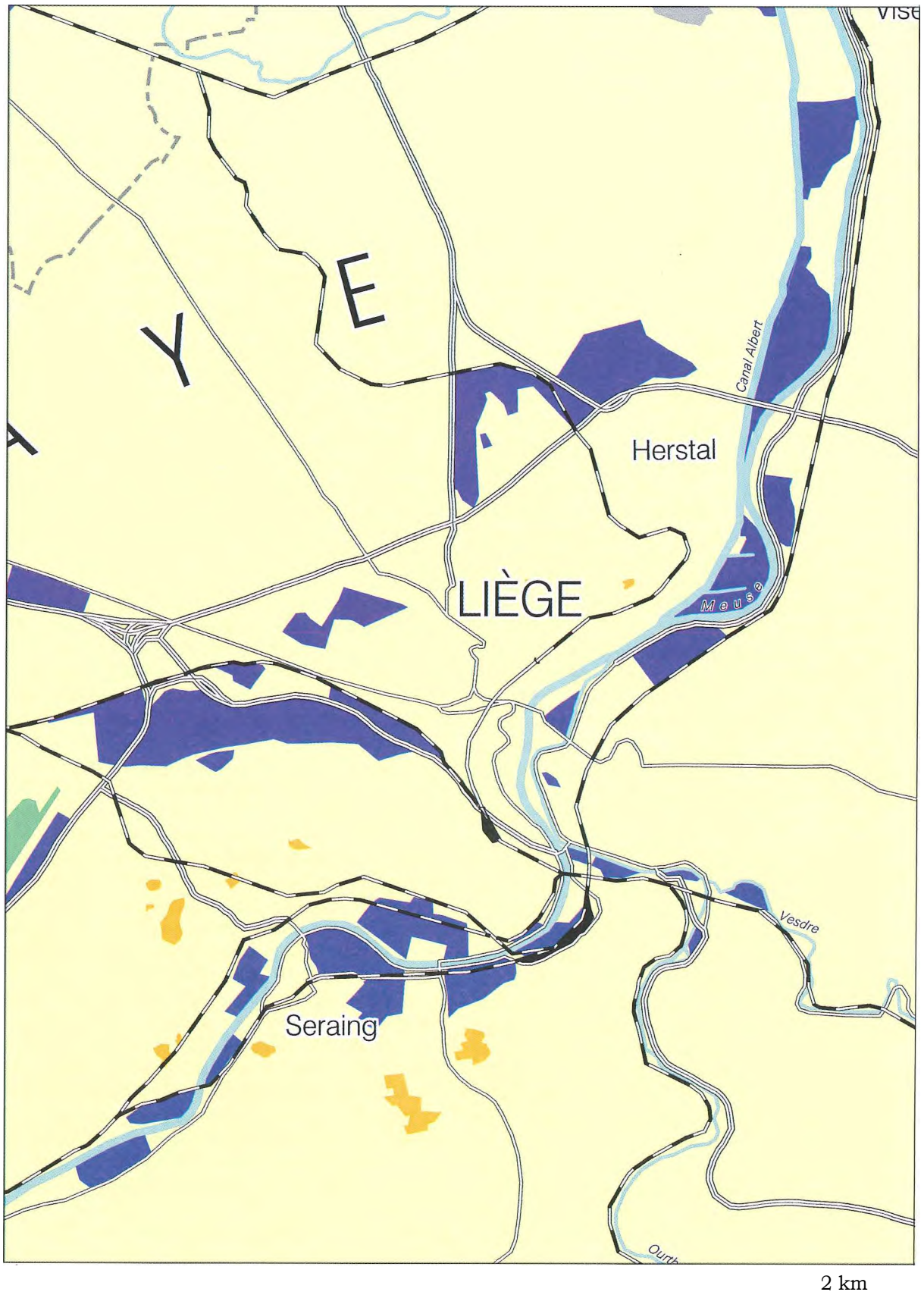


Figure 6. Compléments de planimétrie et de toponymie dans leur mise en forme graphique définitive (SURFACES, 1993).

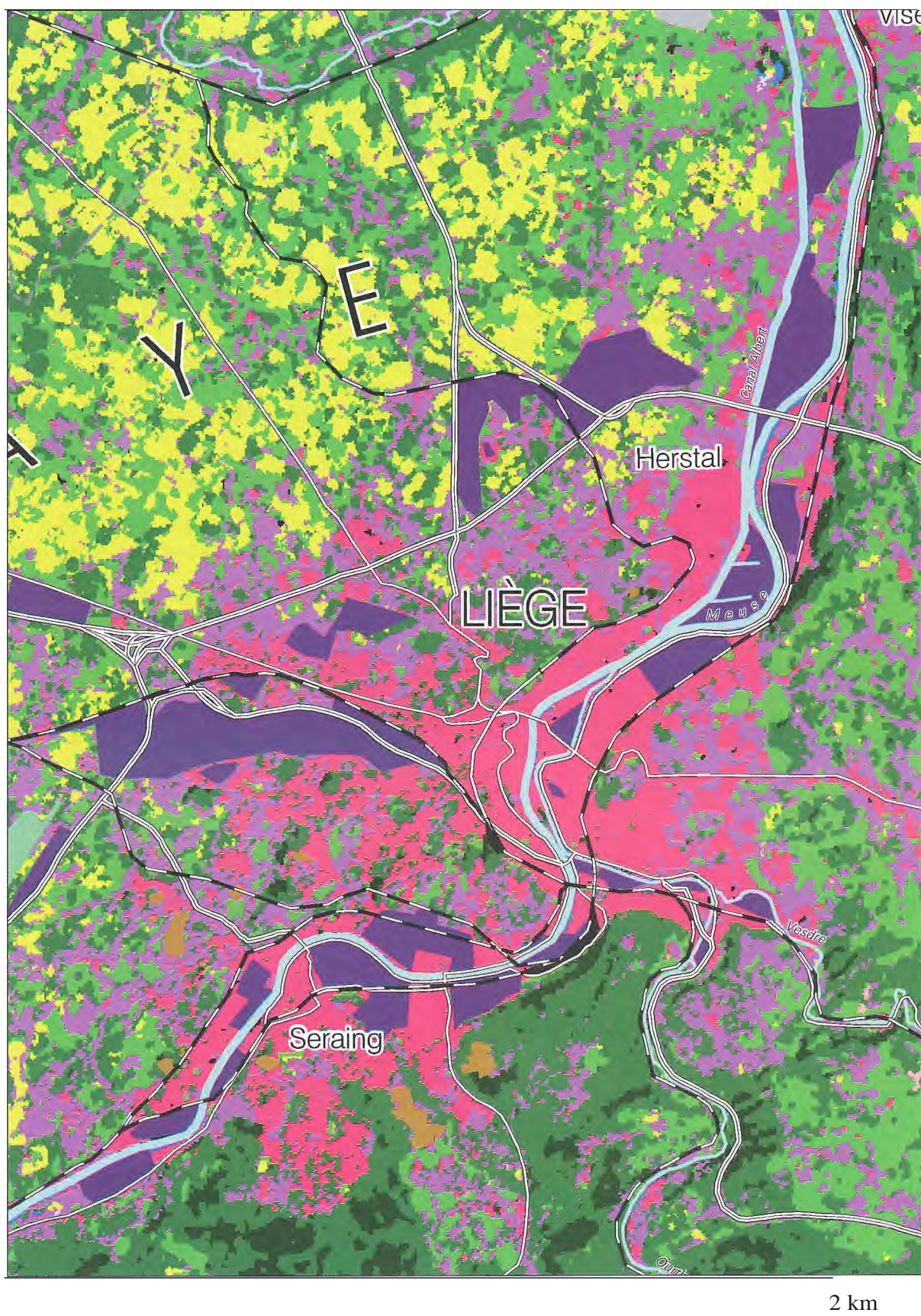


Figure 7. Extrait de la spatiocarte d'occupation du sol incorporant la planimétrie et les écritures, avec leur détournement respectif (SURFACES, 1993).

Pour information, le champ principal de la spatio-carte s'inscrit dans une coupure rectangulaire, que le format de la présente publication ne permet pas de restituer. Les marges du champ principal sont occupées par divers cartons et par la légende en plusieurs langues. C'est la version française de cette légende qui est présentée à la figure 4 de ce chapitre.

BIBLIOGRAPHIE

- CURRAN J.P., BURMESTER K., KERS A.J. & SPIESS E. (Éds), 1988. *Compendium of cartographie techniques*. International Cartographie Association, Elsevier Applied Science, Barking.
- DAHLBERG R.E., 1993. The design of photo and images maps. *Cartographie Journal*, 30(2), 112-118.
- DENT B.D., 1996. *Cartography : Thematic Map Design*. 4^e édition, WCB, Dubuque (IA).
- DONNAY J.P., 1995. *Cartographie topographique*. Série SURFACES, 1, Université de Liège, Liège.
- DONNAY J.-P., CORNÉLIS B., NADASDI I. & BINARD M., 1998. Élaboration d'une carte satellitaire de la Belgique. *Acta Geographica Lovaniensia*, 37, 1-12.
- IMHOF E., 1975. Positioning names on map. *American Cartographer*, 2(2), 129-144.
- JOURET B., 1989. La nouvelle carte topographique de base à 1 : 10 000 : aspects conceptuels. *Notules de cartographie numérique, Journée d'étude du 7 novembre 1989*, Institut Géographique National, Bruxelles, 67-92.
- KEATES J.S., 1988. *Cartographic design and production*. 2^e édition, Longman, Harlow.
- NADASDI I., BAUDOT Y. & DONNAY J.-P., 1988. Une carte-pilote de l'affectation du sol à Liège et des produits dérivés issus des traitements satellitaires SPOT. *Les cahiers de l'urbanisme*, 4, 51-60.
- ORMELING F., 1995. Map documentation. *Proceedings of the seminar on : Teaching conventional and digital map production lines*. ICA Commission on Map Production, Enschede, 23-30.
- ROBINSON A.H., MORRISON J.L., MUEHRCKE P., KIMERLING A.J. & GUPTILL S.C., 1995. *Elements of Cartography*. 6^e édition, Wiley, New York.
- SLOCUM, T.A., 1999. *Thematic Cartography and Visualization*. Prentice Hall, Upper Saddle River (NJ).
- SURET-CANALE N., 1995. Les polices de caractères. Collection Marabout Informatique, Marabout, Allier.
- SURFACES, 1993. *Land use of the urban part Maastricht - Hasselt - Aachen - Liège : MHAL of the Euregio Meuse-Rhin* (+ 4 cartons) (quadrilingue). 1/100.000, 80 x 120 cm, photogravure et impression De Schutter, Bruxelles-Anvers, Provincie Nederlands-Limburg, Hoofdgroep R.O.V., Afd. A-Z provincie Limburg, Université de Liège.