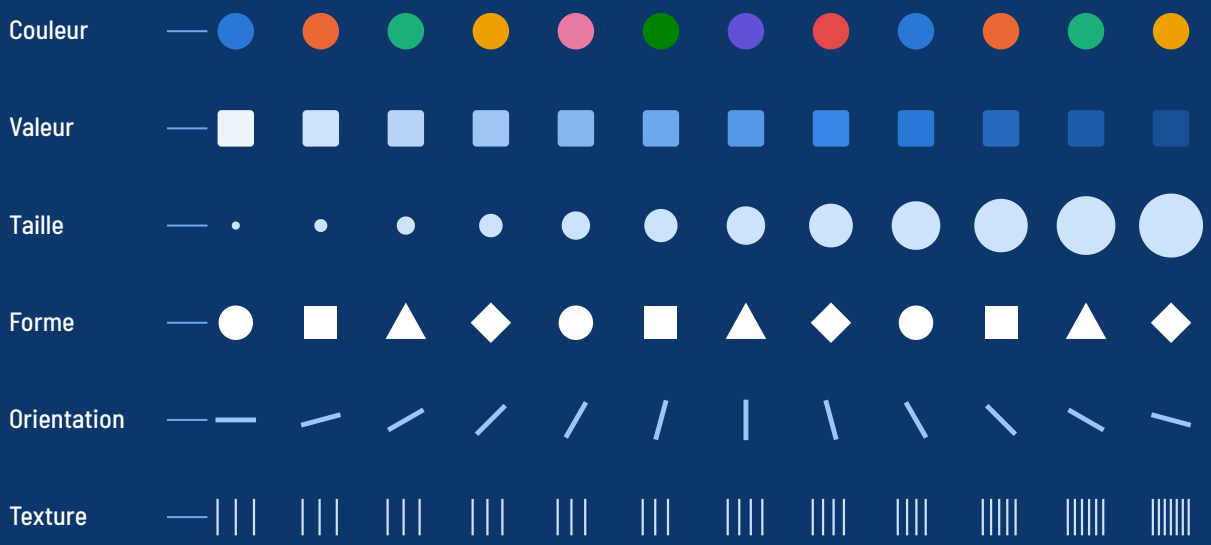
Support de révision, master 1

Cartographie, sémiologie graphique et conception cartographique

L'essentiel à maîtriser pour l'examen, en huit chapitres et six fiches.



D'après les cours de S. Mustière, J. Gautier, O. Plessis et L. Wenclik, et deux diaporamas ENSG-DCAIG

Édition du 17 novembre 2026

Sommaire

1	La carte est un message	3
2	La sémiologie graphique	6
3	Trois décisions qui font la carte	10
4	La géovisualisation	13
5	Conduire un projet de carte	18
6	La généralisation cartographique	23
7	La représentation du relief	27
8	Les écritures cartographiques	33

Fiches de révision

A	Les définitions à connaître	38
B	Les vingt notions incontournables	41
C	Mécanismes et formules	43
D	Les pièges d'examen	45
E	Entraînement : quinze questions corrigées	46
F	Fiche de dernière minute	49

Comment lire ce support

● **Indispensable** : à apprendre et à maîtriser.

○ **Important** : à connaître pour approfondir et éviter les erreurs.

La priorité est une donnée ordonnée. Elle est donc codée par la valeur, du foncé au clair, comme le recommande le cours.

Dans la marge, quatre repères : Définition, À retenir, Exemple, Piège. La mention « Hors cours » signale une explication ajoutée, absente des documents des professeurs.

D'où viennent les priorités

Aucun document ne dit ce qui tombera à l'examen. Est classé indispensable ce que les professeurs soulignent eux-mêmes : les diapositives « À retenir », le résumé officiel du cours, le schéma récapitulatif et la conclusion de chaque cours, et les notions reprises dans plusieurs documents. Les chapitres 6 à 8 viennent de trois diaporamas sans diapositive « À retenir » : y est classé indispensable ce qui structure chaque diaporama (définitions, plan, synthèses).

Sources : « Introduction à la représentation cartographique » et son résumé (S. Mustière), « (Géo-)Visualisation de données » (J. Gautier), « Conception cartographique » (O. Plessis) ; diaporamas « Introduction à la généralisation » (L. Wenclik), « Relief » et « Les écritures » (ENSG-DCAIG), notes de diapositives comprises. Tous les schémas ont été redessinés pour ce support.

1 La carte est un message

Les mêmes données peuvent raconter deux histoires selon la façon de les dessiner. Le cours apprend à choisir la représentation qui transmet le bon message, sans le déformer.

- L'objet du cours : l'efficacité des choix graphiques
- Les fondateurs et le modèle de communication
- Repères historiques
- À quoi sert une carte : onze objectifs

Indispensable

L'objet du cours : l'efficacité des choix graphiques

Le cours ne traite pas de la collecte des données, mais de la façon de les dessiner : couleurs, symboles, écritures.

Définition

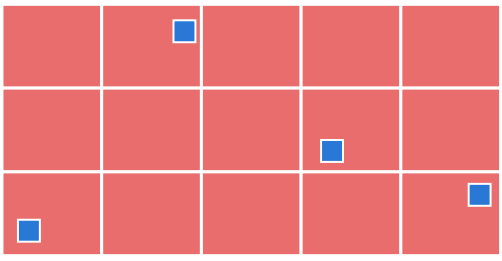
> **Cartographie** (au sens du cours) : représentation graphique du monde par le dessin. On étudie les choix de représentation faits sur une carte et on questionne leur efficacité.

La question centrale. Les choix graphiques permettent-ils au lecteur d'appréhender **efficacement** le message que le cartographe a voulu faire passer ?

Définition

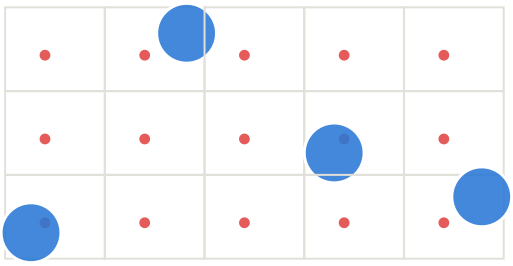
> **Efficacement** : rapidement, facilement, sans interprétation erronée et sans biais, que ce biais soit volontaire ou non.

En aplats par zone



La surface domine : le territoire paraît presque entièrement rouge.

En cercles proportionnels au nombre de votants



Le nombre de votants domine : le bleu des zones peuplées réapparaît.

Figure 1 Mêmes données, deux messages. Schéma simplifié de l'exemple d'ouverture du cours : les élections américaines de 2016 par comté. « Land doesn't vote, people do. »

À retenir

Tout élément graphique est signifiant. Le rôle du cartographe est de définir une symbologie qui facilite l'interprétation de la carte et la biaise le moins possible.

Piège

Au sens commun, « cartographier un territoire » désigne tout le processus : choix des informations, collecte, organisation des données, puis représentation. Le cours ne porte que sur cette dernière étape.

Indispensable

Les fondateurs et le modèle de communication

L'efficacité n'est traitée comme une question scientifique, et non d'esthétique, qu'après la Seconde Guerre mondiale. Deux travaux fondateurs paraissent à la même période.

Arthur H. Robinson

États-Unis, 1952, *The Look of Maps*

Fonde le **Map Design**. Il plaide pour des **expérimentations scientifiques** sur l'efficacité des composantes graphiques.

Jacques Bertin

France, 1967, *Sémiologie graphique*

Fonde la **sémiologie graphique**. Il **recense les bonnes pratiques** du cartographe et pose le cadre des variables visuelles.

Tous deux voient la carte comme un **médium porteur d'un message** entre un émetteur et un récepteur, selon le modèle de la communication de **Shannon et Weaver (1948)**.

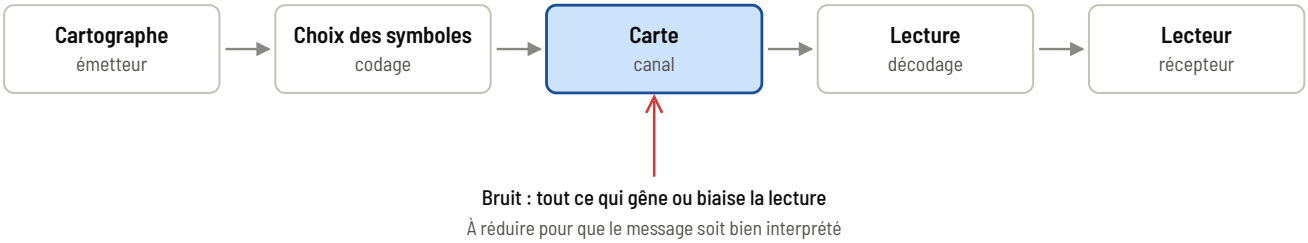


Figure 2 Le modèle de Shannon et Weaver appliqué à la carte.

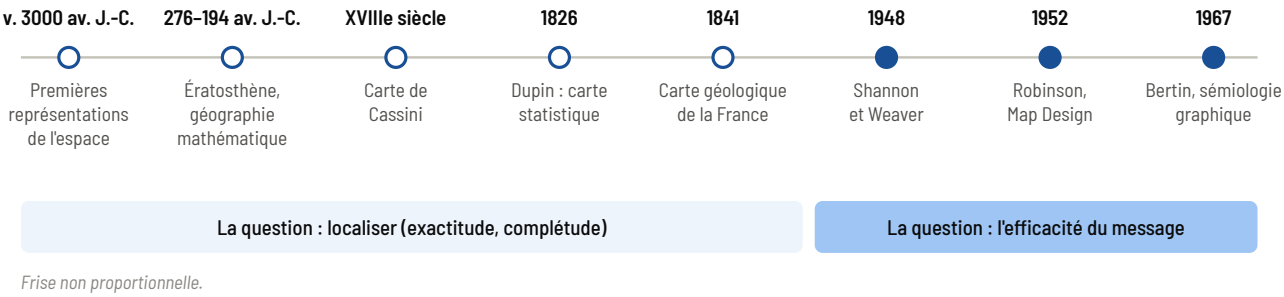
À retenir

La question de l'efficacité du message est récente dans l'histoire de la cartographie, à l'inverse des questions d'exactitude et de complétude. Les travaux de Bertin et de Robinson sont discutés, mais font toujours référence.

Important

Repères historiques

Jusqu'au milieu du XX^{e} siècle, la cartographie est une affaire d'astronomes-mathématiciens : mesures d'angles et de distances, projections, pour localiser précisément. Les premières cartes que l'on dirait aujourd'hui **thématiques ou statistiques** apparaissent au **début du XIX^{e} siècle**.



Frise non proportionnelle.

Figure 3 Des premières représentations de l'espace à la question de l'efficacité.

Important

À quoi sert une carte : onze objectifs

Une carte se juge toujours par rapport à son objectif. Le cours en illustre onze.

inventorier | se déplacer | analyser | présenter le résultat d'une analyse | situer | informer | interpeller | illustrer | rire | revendiquer | discuter, servir de support de médiation

Rappels essentiels

- Le cours porte sur les **choix graphiques** et leur **efficacité** : rapidement, facilement, sans erreur, sans biais.
- **Tout élément graphique est signifiant** : les mêmes données donnent des messages différents selon la représentation.
- **Robinson** (1952, expérimentation) et **Bertin** (1967, bonnes pratiques) fondent la réflexion sur l'efficacité.
- La carte est un message entre un émetteur et un récepteur ; il faut en réduire le bruit (**Shannon et Weaver, 1948**).
- Avant les années 1950, la question dominante est la localisation : exactitude et complétude.

La sémiologie graphique

2

Chaque réglage graphique parle au lecteur avant même la légende. La sémiologie graphique apprend à choisir celui qui dit exactement ce que contiennent les données.

- Définition, statut et principes
- Le cadre d'analyse en quatre notions
- De la nature des données à la variable visuelle
- Les quatre relations à montrer
- Les six variables visuelles
- Implantation, combinaisons et lectures de la quantité
- La méthode : quatre questions

Indispensable ●

Définition, statut et principes

Définition

> **Sémiologie graphique** : ensemble de règles régissant la construction de systèmes de symboles ou de langages permettant la transcription graphique d'informations (C. Domingues, 2008, citée en cours).

C'est un **recueil de bonnes pratiques.** Il assure un niveau minimal de qualité, mais doit être confronté aux expérimentations et revu pour les cartes dynamiques et interactives. C'est **surtout un cadre de réflexion**.

1. **Il n'existe pas de meilleure représentation dans l'absolu.** Tout part du message : pour quoi et pour qui la carte est-elle conçue ?
2. **Tout élément graphique est signifiant** et influence le décodage de la carte.
3. **Ce n'est pas au lecteur de faire l'effort de comprendre**, c'est au cartographe de transmettre un message clair et non biaisé.

Exemple

Des zones de danger en vert et des zones sûres en rouge : même expliqué en légende, le risque de mauvaise interprétation est fort.

À retenir

Le test à appliquer à toute carte : que comprend-on sans en lire la légende ?

Indispensable ●

Le cadre d'analyse en quatre notions

Pour juger une représentation, on met en regard ce qu'il y a à montrer et les moyens graphiques disponibles.



Figure 4 Les quatre notions du cadre d'analyse : nature des données, relations, implantation, variables visuelles.

Indispensable

De la nature des données à la variable visuelle

Deux questions suffisent à classer une donnée. La règle donne ensuite la relation à montrer, puis la variable la plus efficace.

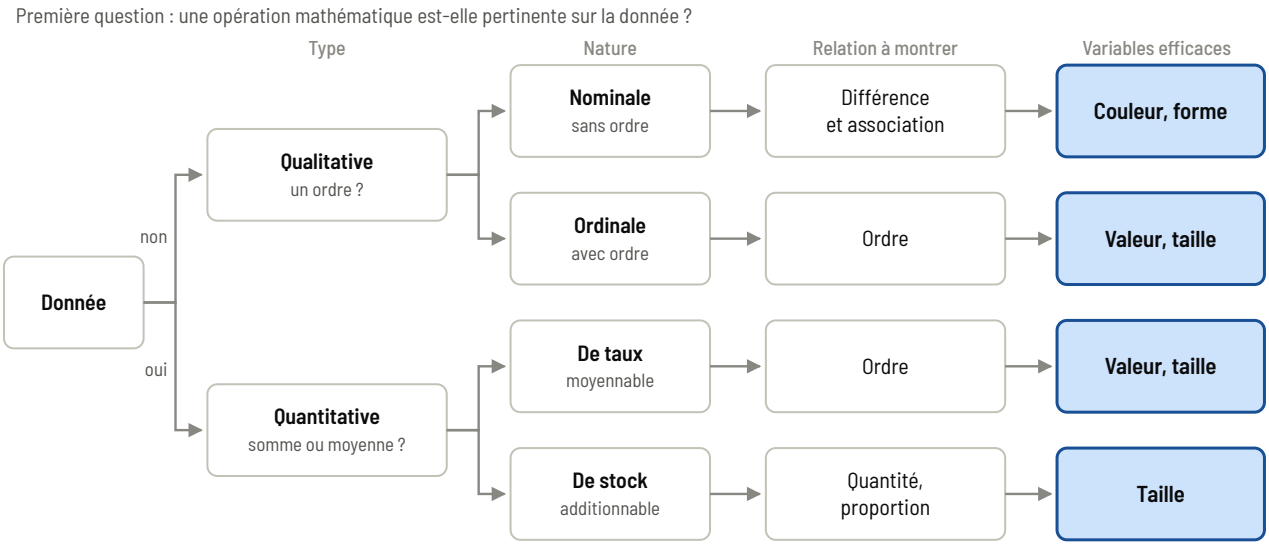


Figure 5 Les grandes lignes des règles de sémiologie, d'après le schéma de synthèse du cours.

Qualitative nominale
Donnée non numérique quelconque. *Type de commerce, usage d'un bâtiment.*

Qualitative ordinale
Donnée non numérique mais ordonnée. *Petit, moyen, grand.*

Quantitative de stock
Valeur absolue issue d'un comptage, qu'il est pertinent d'**additionner** quand on fusionne deux objets. *Nombre d'habitants.*

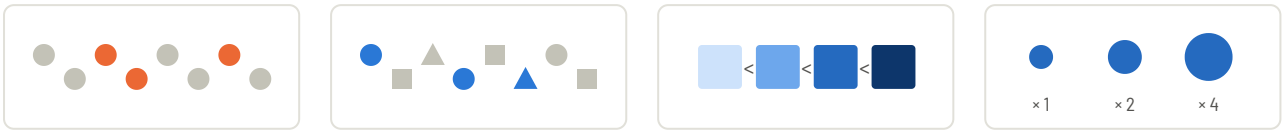
Quantitative de taux
Proportion, qu'il est généralement pertinent de **moyenner** quand on fusionne deux objets. *Taux de chômage, densité de population.*

À retenir Le test de la fusion : si deux zones fusionnent et que la nouvelle valeur est la somme, c'est un stock ; si c'est une moyenne, c'est un taux.

Piège Stock, valeur absolue et donnée brute sont synonymes. Taux et valeur relative aussi.

Indispensable

Les quatre relations à montrer



Dissocier
isoler un groupe parmi les autres

Associer
retrouver des éléments apparentés

Ordonner
traduire une hiérarchie sans ambiguïté

Quantifier
traduire des rapports : « x fois plus »

Figure 6 Dissocier se dit aussi différencier, ou « sélection » chez Bertin. Quantifier va plus loin qu'ordonner : on lit un rapport, pas seulement un rang.

Indispensable

Les six variables visuelles

Un symbole se définit en faisant varier six variables. Chacune fait percevoir certaines relations, et pas les autres.

		Dissocier, associer	Ordonner	Quantifier
Couleur	la teinte des objets	●		
Valeur	la clarté, du clair au foncé	○	●	
Taille	la dimension, la superficie		○	●
Forme	la silhouette des objets	●		
Orientation	la direction, par paliers de 45°	●	○	
Texture	l'aspect des motifs de remplissage	●		

Figure 7 Disque plein : ce que la variable montre le mieux. Cercle vide : usage secondaire. D'après le cours et le mémo de F. Dhée et N. Payet (ENSG, 2018).

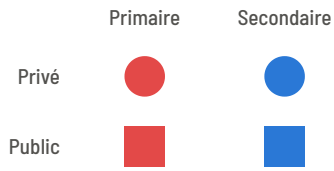
À retenir **La valeur ne doit pas être utilisée pour quantifier. Seule la taille est directement proportionnelle à une quantité.**

Important

Implantation, combinaisons et lectures de la quantité

Un symbole a une **implantation** ponctuelle, linéaire ou surfacique. Le mémo ajoute une variable **dynamique** (apparition, mouvement, déformation), d'emploi marginal.

Combiner deux variables donne deux niveaux d'association. Pour des écoles, la forme distingue privé et public, la couleur distingue primaire et secondaire : on regroupe d'un coup d'œil toutes les écoles publiques, ou toutes les écoles primaires.



Une quantité se lit de deux façons. **Approche absolue** : on compare l'objet à un élément de référence. **Approche relative** : on compare les objets entre eux, « deux fois plus ici que là ».

Indispensable

La méthode : quatre questions

1. Quelle est la **nature** de mes données ?
2. Quelle **relation** est-ce que je peux ou veux mettre en évidence ?
3. Quelle **variable visuelle** est pertinente pour montrer cette relation ?
4. À l'inverse, quelles relations mes choix graphiques font-ils **percevoir**, à tort ou à raison ?

Exemple

La densité de population d'une région est un taux. On veut montrer un ordre. On joue donc sur la valeur, en aplats.

Rappels essentiels

- La sémiologie graphique est un **recueil de bonnes pratiques** et surtout un **cadre de réflexion**.
- Trois principes : pas de meilleure représentation dans l'absolu ; tout élément graphique est signifiant ; c'est au cartographe de faire l'effort.
- Quatre notions : nature des données, relations, implantation, variables visuelles.
- Nominale : **couleur ou forme**. Ordinale et taux : **valeur ou taille**. Stock : **taille**.
- La valeur ordonne ; seule la taille quantifie.

3 Trois décisions qui font la carte

Colorier une zone, c'est dire « c'est vrai partout ici ». Poser un cercle, c'est dire « voilà combien il y en a ». Confondre les deux fabrique un message faux.

- Carte choroplèthe ou symboles proportionnels ?
  - Quand on veut montrer un stock et un taux
- Choisir une gamme colorée
- Dimensionner les symboles proportionnels

Indispensable

Carte choroplèthe ou symboles proportionnels ?

Symboles proportionnels

Jouent sur la **taille**, qui montre la quantité.

Sous-entendent que la valeur concerne la zone prise comme un tout.

Font ressortir les grands symboles, quelle que soit la surface de la zone.

Adaptés aux données de stock.

Carte choroplèthe

Joue sur la **valeur ou la couleur** des zones, qui montre l'ordre.

Sous-entend que la valeur a du sens en tout point de la zone.

Fait ressortir les zones foncées et étendues.

Adaptée aux taux relatifs à la surface.

Hors de ce cadre, la carte dépend fortement du découpage et risque de tromper.

À retenir

La question à se poser : le message perçu sera-t-il différent si on change artificiellement le découpage sans changer les données réelles ? Si oui, la représentation est mauvaise.

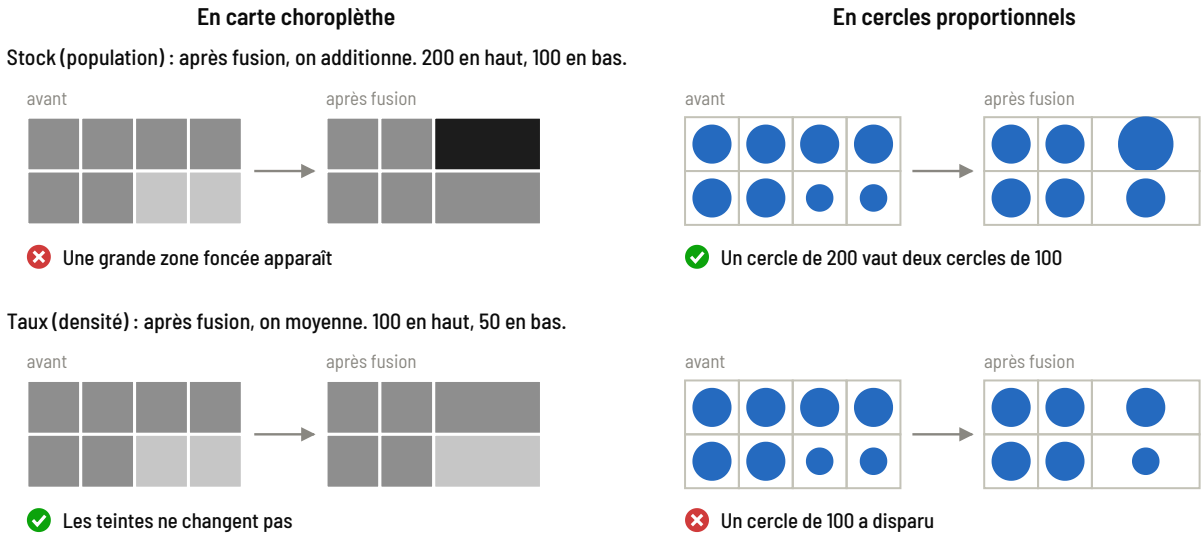


Figure 8 La résistance au découpage. Huit zones ; les deux zones de droite de chaque ligne fusionnent, sans que rien ne change sur le terrain. Chaque représentation n'est fiable que pour un type de donnée.

Important

Quand on veut montrer un stock et un taux

Le cours montre plusieurs pistes, à manier en connaissance de cause.

- cercles dont la couleur porte un taux
- points comptables
- anamorphose
- plusieurs cartes
- grille régulière artificielle

Le pseudo 3D, où les zones sont extrudées, figure aussi parmi les exemples ; le cours appelle à s'en méfier.

Indispensable

Choisir une gamme colorée

La teinte sépare, la valeur ordonne. Trois types de gammes répondent à trois besoins.

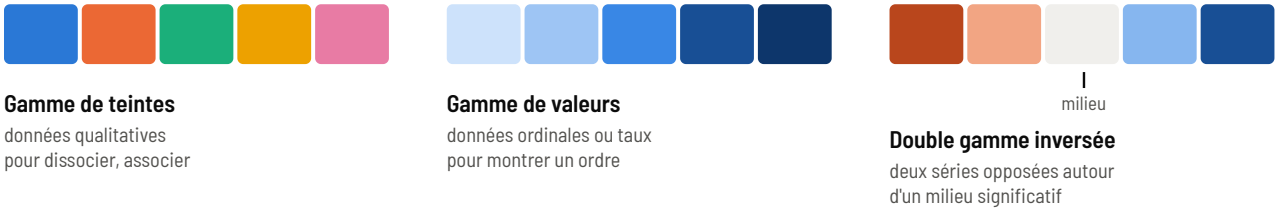


Figure 9 Les trois types de gammes colorées.

1. **Toujours discrétiser** : regrouper les valeurs en un petit nombre de classes.
2. Pour montrer un ordre, privilégier une **gamme de valeurs** ; la valeur seule suffit s'il y a peu de classes.
3. Jouer sur la teinte pour accentuer l'ordre seulement avec une gamme « naturelle », et **impérativement** en jouant aussi sur la valeur.
4. Réserver la **double gamme inversée** aux cas où le milieu est significatif et bien placé.
5. Vérifier l'impression en noir et blanc, la qualité d'affichage et la lisibilité pour les **daltoniens**.

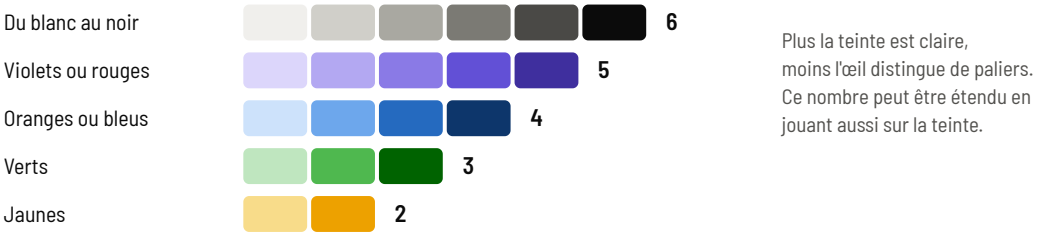


Figure 10 Limite du nombre de paliers perçus, selon la diapositive du cours. Le mémo joint au résumé donne 4 verts et 3 jaunes : ces chiffres sont indicatifs.

Exemple

Vaccination contre le Covid. Avec deux teintes de part et d'autre d'un seuil, un journal titre sur « le retard de l'Afrique ». Avec un seul dégradé, un autre titre sur des inégalités « au sein d'un même continent ». Le type de gamme fabrique le message.

Piège Une double gamme sans milieu significatif invente une opposition. Une gamme unique sur des données qui ont un vrai centre, comme une hausse et une baisse, l'efface.

Indispensable

Dimensionner les symboles proportionnels

Le cerveau interprète les rapports de **surface**.

À retenir La surface du symbole doit être proportionnelle à la quantité cartographiée, et donc pas le rayon, la largeur ou la hauteur.



Figure 11 Une quantité quatre fois plus grande demande un rayon deux fois plus grand, pas quatre.

Hors cours *Pour un cercle, la surface vaut πr^2. Le rayon doit donc suivre la racine carrée de la quantité :*

$$r = r_{\text{réf}} \times \sqrt{\frac{Q}{Q_{\text{réf}}}}$$

- **Ne pas discrétiser** : à une quantité correspond une taille de symbole.
- Mettre quelques **tailles-repères** dans la légende.
- Éviter les symboles 3D, se méfier du pseudo 3D et des symboles figuratifs.

Rappels essentiels

- **Stock : symboles proportionnels. Taux relatif à la surface : carte choroplèthe.**
- Le test du découpage : le message change-t-il si on redécoupe sans changer les données ?
- Gamme colorée : on **discrétise toujours** ; teintes pour le qualitatif, valeurs pour l'ordre, double gamme seulement avec un centre significatif.
- Symboles proportionnels : **surface** proportionnelle, **pas de discrétisation**, tailles-repères en légende.
- Conclusion du professeur : la sémiologie graphique est un cadre de pensée ; la légende doit être choisie pour être non trompeuse ; place à la créativité, en connaissance de cause.

4 La géovisualisation

Visualiser, c'est remplacer un effort de réflexion par de la perception. La carte devient un médium parmi d'autres, au service d'une tâche et d'un utilisateur.

- Visualisation et géovisualisation
- Quatre objectifs, du connu vers l'inconnu
- Les domaines voisins
- Le classement de Munzner
- L'interaction
- 3D et animation : à justifier
- Concevoir pour un utilisateur
- Échelles arc-en-ciel et choix des outils

Indispensable

Visualisation et géovisualisation

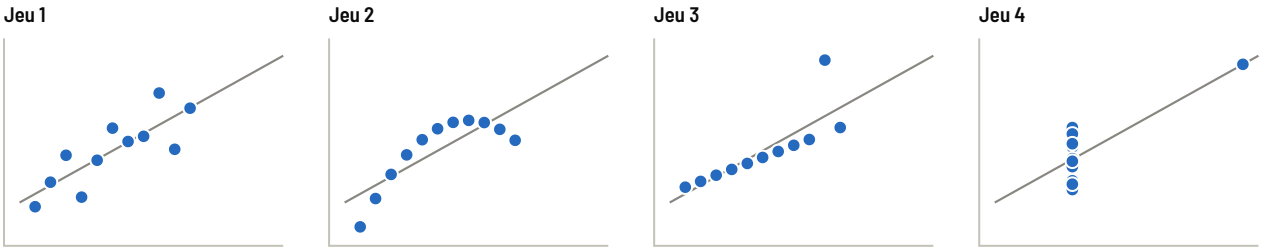
Définition

> **Visualisation** : ensemble de méthodes, basées sur des moyens informatiques, permettant d'aider des utilisateurs à effectuer différents types de tâches de manière plus efficace, au moyen de représentations visuelles de données (adapté de Munzner, 2014).

Définition

> **Géovisualisation** : représentation graphique (interactive) visant à aider un utilisateur à accomplir une tâche (analyse, prise de décision, sensibilisation), appliquée à des données géospatiales. La carte y est un médium graphique parmi d'autres.

La cartographie, la cartographie interactive et le **webmapping** (cartographie interactive via les langages web) sont des moyens de faire de la géovisualisation.



Quatre jeux de données : même moyenne, même variance, même droite de régression.

Figure 12 Pourquoi représenter les données plutôt que des indicateurs statistiques : le quartet d'Anscombe.

À retenir Visualiser directement les données permet d'éviter la perte d'information, de confirmer des structures suspectées et d'en identifier d'insoupçonnées.

Indispensable ●

Quatre objectifs, du connu vers l'inconnu

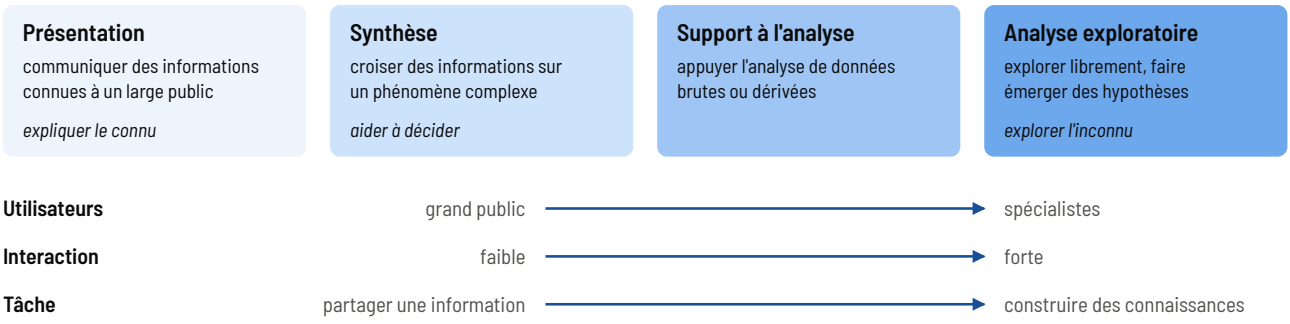


Figure 13 Les fonctions de la géovisualisation, d'après le schéma repris en cours. Plus on va vers l'exploration, plus l'utilisateur est expert et l'interaction forte.

Important ○

Les domaines voisins

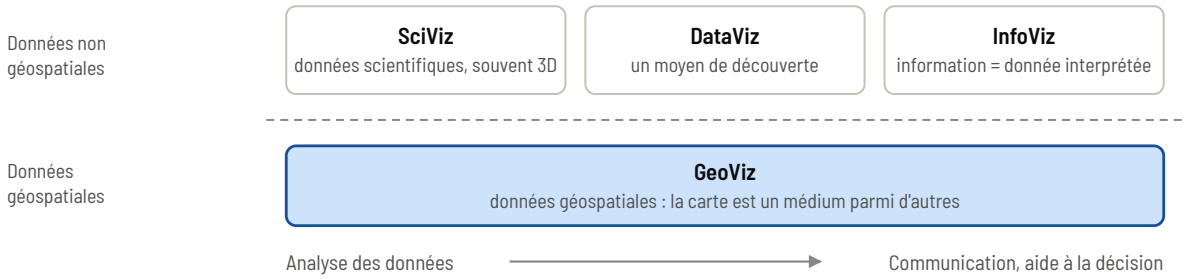


Figure 14 SciViz, DataViz et InfoViz viennent de l'informatique. La GeoViz vient de la cartographie, des SIG, du webmapping et de la géographie.

Indispensable ●

Le classement de Munzner

La sémiologie de Bertin a été prolongée par des travaux expérimentaux. Munzner (2014) classe les « canaux » visuels selon leur efficacité.

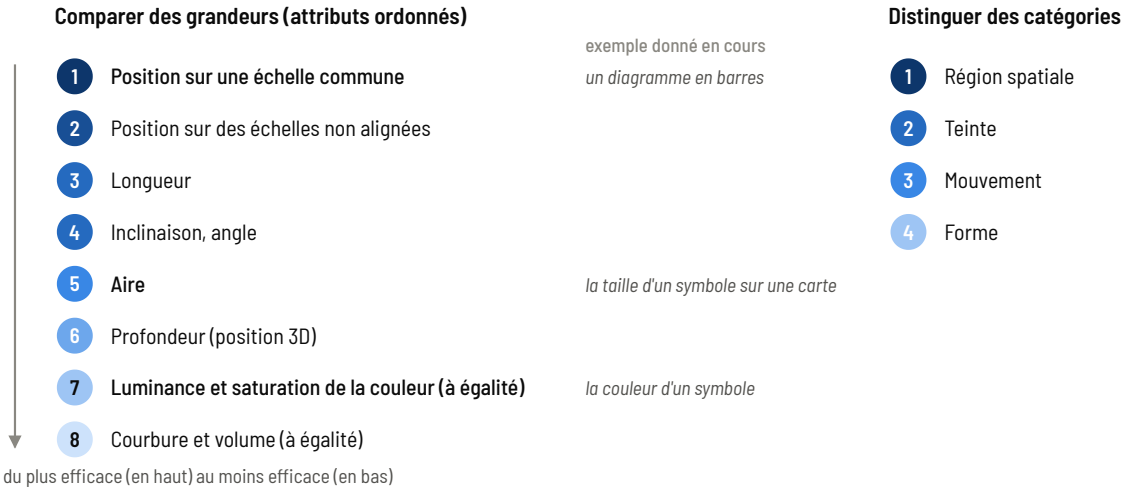


Figure 15 Les canaux visuels classés par efficacité, d'après Munzner (2014). En italique : les exemples donnés en cours.

1. Dans une carte, il est plus facile de comparer des quantités par l'**aire** que par la **couleur** d'un symbole.
2. Il est plus facile encore de les comparer par la **position** ou la taille de symboles alignés dans un diagramme en barres.

À retenir La question à se poser : la composante spatiale de la donnée est-elle l'information la plus importante ? Si non, un diagramme peut valoir mieux qu'une carte.

Indispensable ●

L'interaction

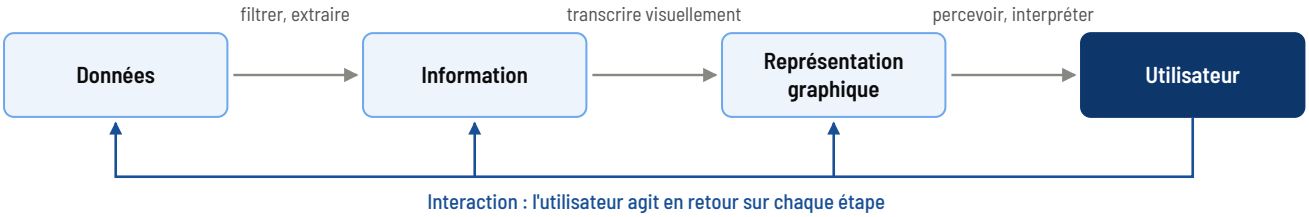


Figure 16 Le cadre de la visualisation : des données à l'utilisateur, et retour.

Pour des données massives, impossibles à montrer d'un coup, on suit le mantra de Shneiderman (2003) : **overview first, zoom and filter, details on demand.** D'abord la vue d'ensemble, puis le zoom et le filtre, puis le détail à la demande.

La réactivité est requise. Le **temps de latence** est le temps que met l'ordinateur à réagir à une action. Le **feedback** est le message qui avertit l'utilisateur que son action est prise en compte.

Piège Trop de fonctionnalités, ou des fonctionnalités trop complexes, nuisent à la manipulation, surtout pour un public non expert.

Indispensable ●

3D et animation : à justifier

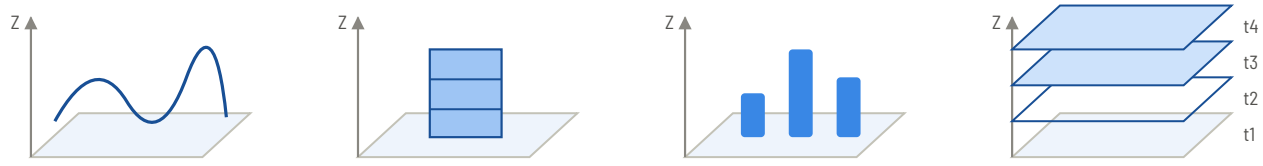


Figure 17 Quatre façons d'utiliser l'axe Z.

- La **2D est souvent préférable** à la 3D.
- La 3D est justifiée quand il y a un bénéfice à percevoir des formes ou des distributions dans un espace 3D.

- Pour des données statistiques, elle est controversée : une variable de plus et un fort impact, mais de la complexité, des distorsions de perspective et de l'occlusion.

L'**animation temporelle** est efficace pour interpréter la dynamique d'un phénomène. Elle l'est peu pour comparer deux états ou pour une analyse globale, car la mémoire de travail est limitée. Pour comparer, mieux valent des vues côte à côte.

Small multiples : série de petites vues comparables, peu efficace au-delà d'un certain nombre. **Dashboard** : vues cartographiques ou statistiques synchronisées, où chaque interaction dans une fenêtre affecte les autres.

Indispensable

Concevoir pour un utilisateur

Efficacité
Les utilisateurs arrivent à effectuer les tâches attendues, en fonction de leurs besoins.

Efficience
Ils y arrivent avec moins d'efforts ou dans un délai raisonnable.

Satisfaction
Confort, évaluation subjective des résultats.

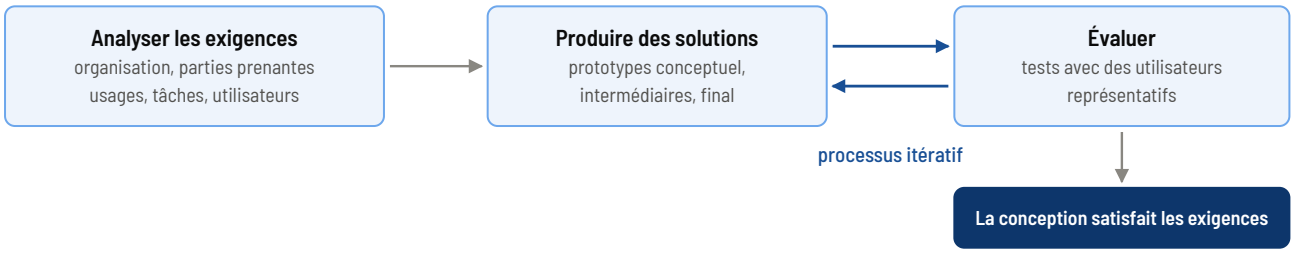


Figure 18 La conception centrée utilisateur (*user-centered design*) est un processus itératif.

Ne jamais supposer qu'une visualisation est utilisable par tout le monde. Les utilisateurs diffèrent par leurs capacités, leur âge, leur culture, leurs handicaps : une carte en rouge, jaune et vert est illisible pour un daltonien.

À retenir Toujours partir du but, des besoins et des habitudes de travail de l'utilisateur : « Function first, form next » (Munzner, 2014).

Important

Échelles arc-en-ciel et choix des outils

Les échelles « arc-en-ciel », très utilisées en météorologie, sont très critiquées en cartographie. Les échelles divergentes, qui combinent luminance et teintes opposées, sont plus efficaces (Stauffer et al., 2015). Les experts font pourtant davantage confiance aux échelles arc-en-ciel, et leur contraste aide à repérer les valeurs extrêmes (Ware et al., 2023).

Il n'y a pas de solution technique générale. Le choix dépend de l'objectif, de la complexité du phénomène et de l'expertise de l'utilisateur, puis du temps disponible et de la capacité à programmer. De D3 à Vega puis Vega-Lite, le code se simplifie, mais les possibilités diminuent. Les environnements clé en main (Tableau, kepler.gl, Magrit) s'adressent aux non-développeurs.

Rappels essentiels

- Visualiser évite la **perte d'information** et remplace la cognition par la **perception**.
- En géovisualisation, la carte est **un médium parmi d'autres**.
- Quatre objectifs : présentation, synthèse, support à l'analyse, exploration.
- Munzner : la **position** compare mieux que l'**aire**, qui compare mieux que la **couleur**.
- Interaction : overview first, zoom and filter, details on demand.
- La 3D et l'animation se justifient ; la 2D est souvent préférable.
- Efficacité, efficience, satisfaction, par une conception centrée utilisateur : « Function first, form next ».

5 Conduire un projet de carte

Une carte ne commence pas par un dessin, mais par des questions. On analyse le besoin, on prépare, on réalise, puis on fait valider et on livre.

- Projet et acteurs
- La vie d'un projet
- Analyser le besoin
- Spécifier le produit
- L'étude technique
- Planifier : PERT et Gantt
- Réaliser, puis terminer
- Une bonne carte : la grille MAPS

Indispensable

Projet et acteurs

Définition

> **Projet** (norme X50-106) : il est mis en œuvre pour répondre à un besoin de l'utilisateur. Il implique un objectif, des actions à entreprendre avec des ressources définies, dans des délais donnés.

Un projet est **unique, temporaire, fortement irréversible et mesurable**. La **production**, elle, suit un procédé validé, fiable et reproductible.



Figure 19 Les acteurs d'un projet.

Piège

Le demandeur n'est pas forcément l'utilisateur. Dans l'exemple du cours, une sous-direction demande la carte ; les participants à un webinaire l'utilisent.

Indispensable

La vie d'un projet

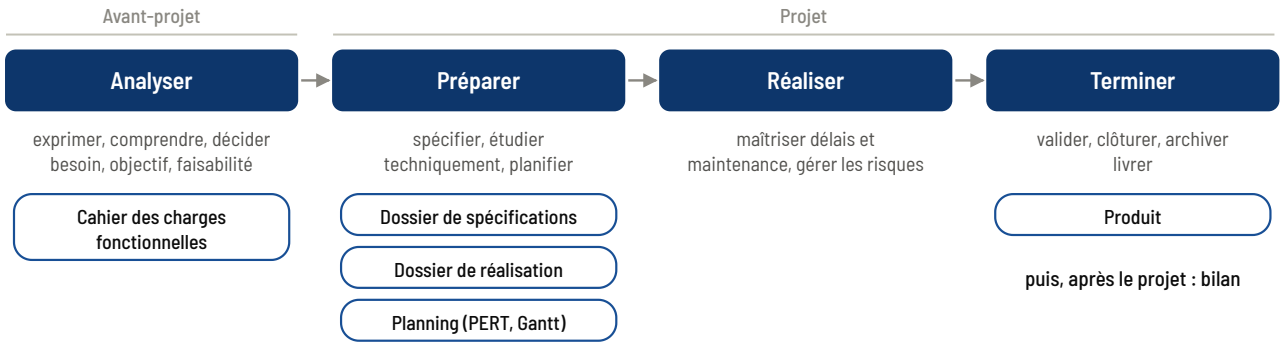


Figure 20 Le schéma récapitulatif du cours : quatre phases, et dans les cadres bleus ce que chacune produit.

Indispensable

Analyser le besoin

Une demande d'une phrase cache des objectifs et des contraintes. On la questionne méthodiquement.

Qui ?	Quoi ?	Où ?	Quand ?	Comment ?	Combien ?	Pourquoi ?
demande, utilise	produit, données	contexte, emprise	délais, date des données	format, expertise	exemplaires, moyens	objectifs, intérêts

Figure 21 QQOQCCP, l'hexamètre de Quintilien.

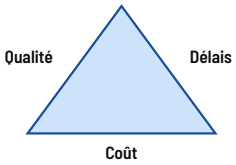
On distingue les objectifs **essentiels** et **secondaires**, **affichés** (explicites) et **cachés** (implicites).

	Objectifs essentiels	Objectifs secondaires
Affichés	Présenter dans leur géographie les 40 pays bénéficiaires	Montrer les pays les plus et les moins servis
Cachés	Réussir l'organisation du webinaire	Montrer la réussite de la politique d'aide

Exemple

La matrice ci-dessus reprend l'exemple du cours : une carte des pays bénéficiaires d'une aide alimentaire, demandée pour un webinaire.

Faisabilité. Peut-on atteindre les objectifs avec les moyens disponibles : coûts, délais, compétences, technique, données, autorisations ? Le contexte du projet se résume au triangle **coût, délais, qualité.**



Analyse fonctionnelle. On décrit le produit par ses fonctions : d'**usage** (essentielles), d'**estime**, d'**adaptation** et **techniques**.

À retenir

Face à un besoin, raisonner en fonctions à remplir, jamais en solutions. Le résultat de l'analyse est le cahier des charges fonctionnelles.

Indispensable

Spécifier le produit

Définition

> **Spécifications** : définir de manière très précise et exhaustive le produit.

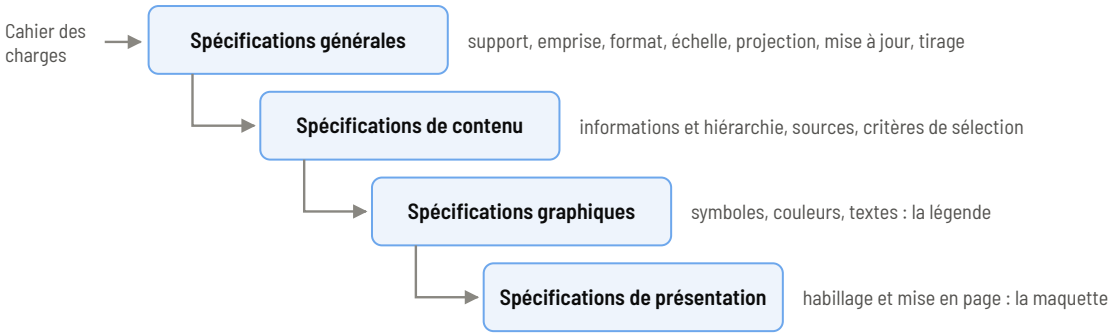


Figure 22 Quatre étapes successives et interdépendantes. Elles aboutissent à un dossier de spécifications et à une maquette, que l'on compare au cahier des charges avant de continuer.

La sémiologie graphique du chapitre 2 s'applique dans les spécifications graphiques.

Important

L'étude technique

Après le « quoi », le « comment ». L'étude technique produit le **dossier de réalisation** : le processus et une proposition de planning. Elle fixe les traitements (géométriques, sémantiques, géographiques), les ressources (matériel, logiciels, personnel, sauvegardes) et le **manuel opérateur**, description complète des opérations à réaliser.

Piège

Sauvegarder n'est pas enregistrer. Et les données en entrée ont des biais à vérifier, notamment quand une IA intervient.

Indispensable

Planifier : PERT et Gantt

Définition

> **PERT** (*Program Evaluation and Review Technique*) : méthode d'étude du planning de réalisation d'un projet et de contrôle de son exécution, par représentation graphique. Elle vient de l'US Navy (1958).

Sept phases : analyse logique, liste des activités, analyse quantitative (charges et délais), enchaînement des tâches, tableau fonctionnel, schéma d'enclenchement, chemin critique.

Définition

> **Chemin critique** : chemin le plus long en termes de délai entre le début et la fin. La somme de ses délais donne le délai de réalisation du travail.

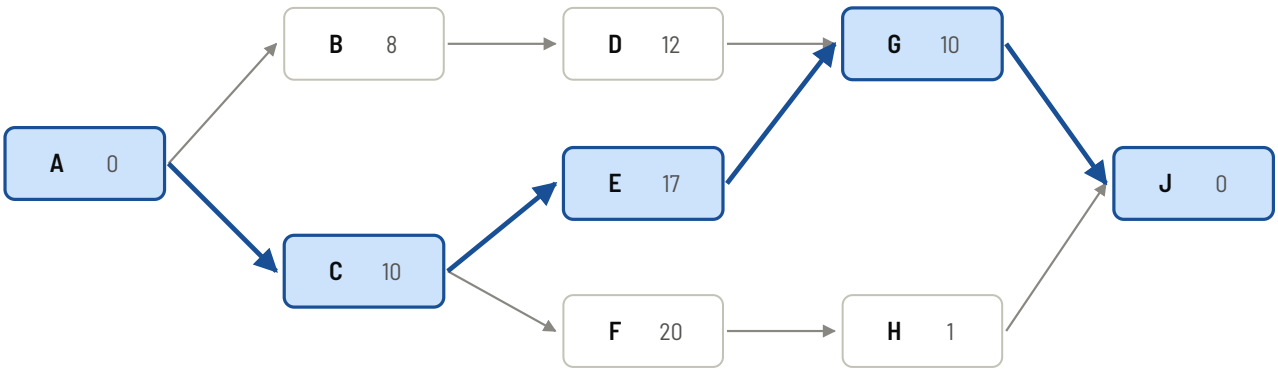


Figure 23 Le réseau de l'exemple du cours : chaque case porte une activité et son délai. A, B, D, G, J vaut 30 ; A, C, F, H, J vaut 31 ; A, C, E, G, J vaut 37 : c'est le chemin critique.

À retenir Pour réduire le délai, on agit sur le chemin critique. Pour le tenir, on surveille ses activités en priorité.

Définition

> **Diagramme de Gantt** : représentation en barres de la répartition temporelle de l'activité, avec les activités en ordonnée et le temps en abscisse. Il se déduit du PERT.

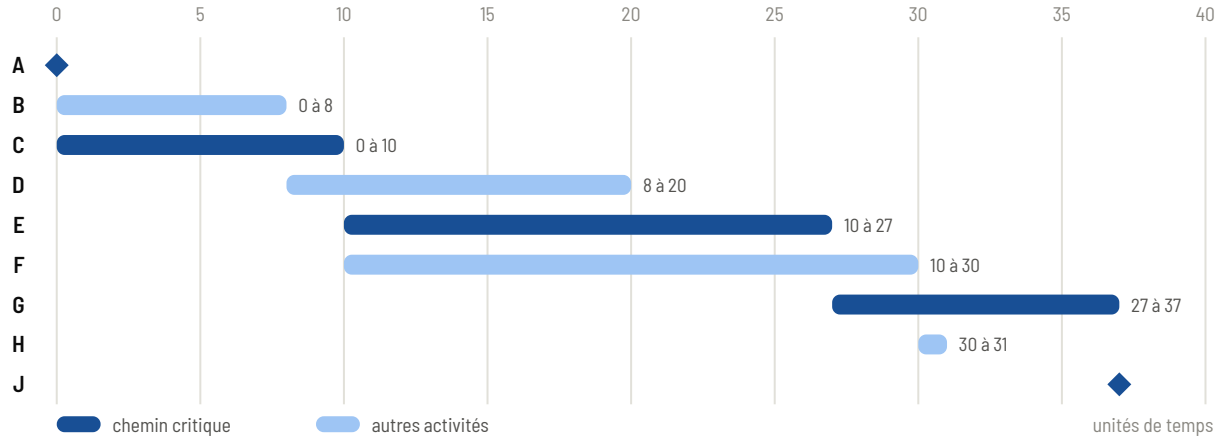


Figure 24 Le Gantt du même projet. Illustration construite pour ce support à partir des délais du réseau, chaque activité démarrant au plus tôt.

Le diagramme porte le nom d'Henry L. Gantt, qui l'a décrit en 1910 ; la méthode avait été mise au point par Karol Adamiecki dès 1890-1896.

Indispensable

Réaliser, puis terminer

Gérer le risque : identifier les risques, les mesurer (criticité), puis transformer les aléas en contraintes, en supprimant le risque, en diminuant ses effets ou en changeant le projet.

Aléa

Ne peut être **ni prévu ni planifié**.

Maladie, panne, grève.

Contrainte

Peut être **anticipée et planifiée**.

Congés, jours fériés, disponibilité du matériel.

Suivre : tracer son travail, communiquer et documenter, pour que rien ne s'arrête en cas d'absence.

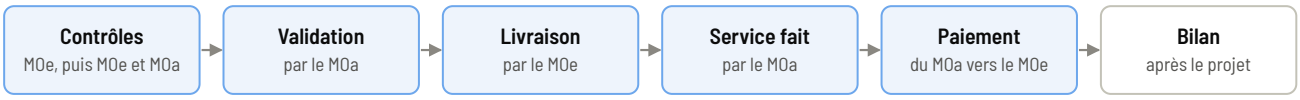


Figure 25 La fin du projet. Le bon à tirer (BAT) est le contrôle final ; après lui, le maître d'œuvre n'intervient en théorie plus.

Indispensable

Une bonne carte : la grille MAPS

M

Message

Une intention, un message construit, clair et intelligible.

A

Artistique ou attractive

L'esthétique.

P

Public

Un objectif précis : à qui s'adresse la carte ?

S

Scientifique

Un outil de travail, des règles strictes, ne pas tordre la réalité.

Rappels essentiels

- Un projet répond à un **besoin** : un objectif, des actions, des ressources, des délais.
- Le **MOa** demande, le **MOe** réalise, l'**utilisateur** se sert du produit.
- Analyser (cahier des charges fonctionnelles), préparer (spécifications, étude technique, planning), réaliser, terminer.
- Quatre spécifications : générales, de contenu, graphiques, de présentation.
- PERT : le **chemin critique** est le plus long et donne le délai. Le Gantt s'en déduit.
- Un aléa est imprévisible ; une contrainte se planifie.
- MAPS : message, artistique, public, scientifique.

6 La généralisation cartographique

Une carte ne se réduit pas comme une photo. Quand l'échelle diminue, tout ne tient plus : il faut choisir ce que l'on garde et adapter le dessin.

- ● Lire une échelle
- ● Pourquoi il faut généraliser
- ● Ce que veut dire généraliser
- ● Les opérateurs de généralisation
- ○ Les cartes multi-échelles
- ○ Deux cartes historiques
- ○ La saillance

Indispensable ●

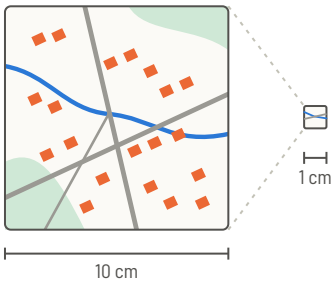
Lire une échelle

Définition

> **Carte topographique** : carte à moyenne ou grande échelle, qui représente une zone géographique de manière détaillée et rigoureuse.

Grande échelle
1/25 000, carte de randonnée

1 cm sur la carte
= 250 m sur le terrain



Petite échelle
1/250 000, carte routière

1 cm sur la carte
= 2,5 km sur le terrain

Le même carré de terrain, 2,5 km de côté,
doit tenir dans une surface cent fois plus petite.

Figure 26 Les deux échelles données en exemple par le cours. Le dessin n'est pas à taille réelle : seul le rapport de un à dix entre les deux carrés est respecté.

Le calcul derrière ces deux exemples : la distance sur le terrain est la distance sur la carte multipliée par le dénominateur de l'échelle.

$$1 \text{ cm} \times 25\ 000 = 25\ 000 \text{ cm} = 250 \text{ m}$$

Piège « Grande échelle » ne veut pas dire « grande zone ». Le 1/25 000 est une grande échelle : le terrain y est dessiné en grand, avec beaucoup de détails. Le 1/250 000, qui couvre une zone plus vaste, est une petite échelle.

Indispensable ●

Pourquoi il faut généraliser

La diapositive « Des problèmes de lecture » montre deux cartes de Paris. Sur la première, tout le détail a été conservé : vue de loin, on n'y distingue plus rien. Sur la seconde, les symboles et les noms, très gros, se disputent la place. La cause est physique. Le cours parle des **limites de la physiologie humaine** : c'est l'œil qui perçoit l'information, et il ne lit plus un dessin trop petit ou trop serré.

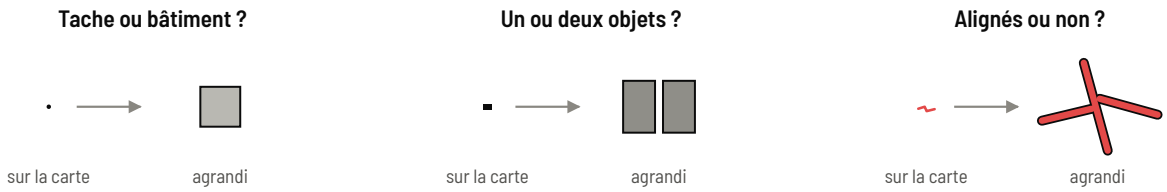


Figure 27 Les trois questions posées par le cours. À la taille de la carte, l'œil ne peut plus y répondre.

Hors cours *En cartographie, ces limites sont habituellement appelées seuils de lisibilité.*

Indispensable

Ce que veut dire généraliser

Définition

> **Généralisation cartographique** : simplification et/ou adaptation de l'information géographique pour répondre à un besoin donné, à une échelle donnée.

Deux mots comptent. **Le besoin** : comme au chapitre 2, il n'y a pas de bonne représentation dans l'absolu. **L'échelle** : elle fixe la place disponible, donc ce qui restera lisible.

Indispensable

Les opérateurs de généralisation

Le cours montre neuf opérations, chacune par un dessin « avant » et un dessin « après ». On les appelle couramment des opérateurs de généralisation ; le mot ne figure pas sur la diapositive. Leurs noms y sont en anglais, et plusieurs se traduisent mot à mot (sélection, déplacement, agrégation, simplification, typification).

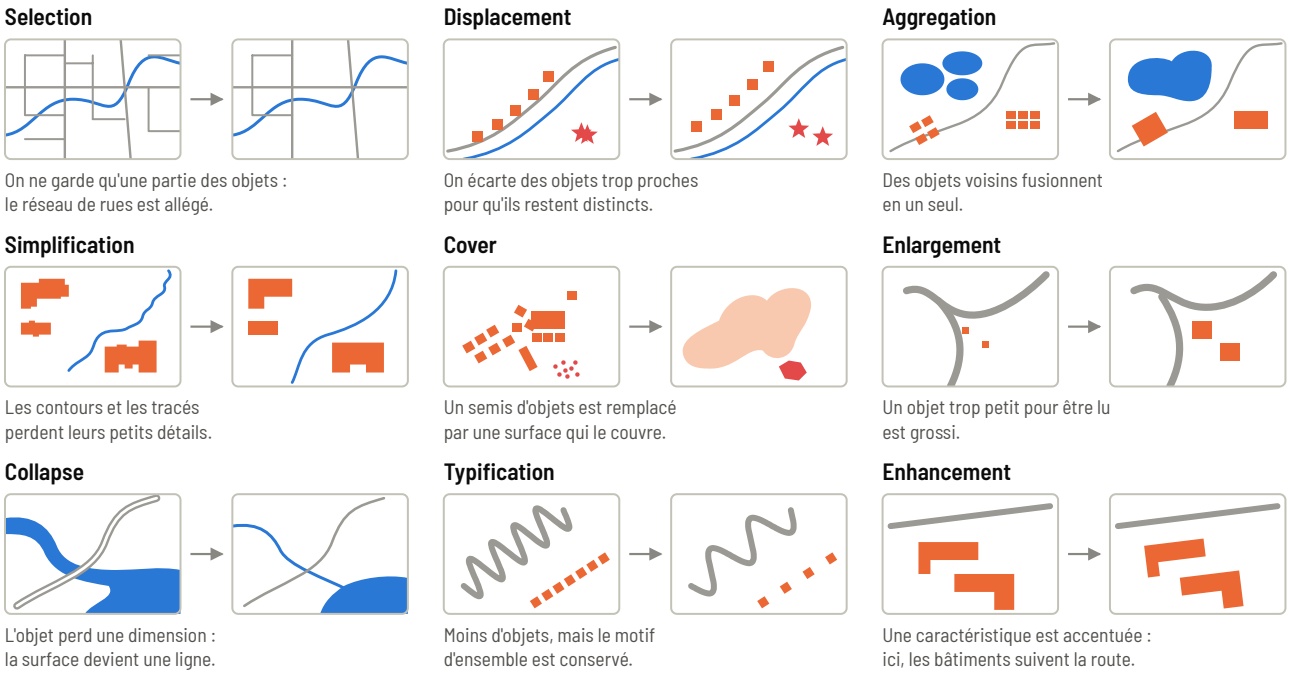


Figure 28 Les neuf opérateurs de la diapositive « La généralisation », redessinés. Les phrases décrivent ce que montre chaque dessin.

À retenir

Généraliser, ce n'est pas seulement supprimer. On sélectionne, mais on déplace, on fusionne, on grossit et on schématise aussi : la carte généralisée s'écarte de la réalité du terrain pour rester lisible.

Le cours déroule ensuite un exemple sur le plan d'un village. À chaque étape, les zones retouchées sont entourées en rouge : de petits bâtiments isolés, le contour d'un bâtiment et celui d'un bois, l'espace entre deux îlots, des groupes de bâtiments. Les diapositives ne nomment pas l'opérateur appliqué à chaque étape : complétez avec vos notes.

Important

Les cartes multi-échelles

Une carte en ligne s'affiche à plusieurs niveaux de zoom, et chaque niveau correspond à une échelle. Le cours reprend le tableau du wiki OpenStreetMap.

Zoom	Échelle à l'écran	Mètres par pixel
0	1:500 000 000	156 543
1	1:250 000 000	78 272
15	1:15 000	« 4 777 »
16	1:8 000	« 2 389 »
17	1:4 000	« 1 194 »

D'un niveau au suivant, l'échelle double et la taille du pixel sur le terrain est divisée par deux.

Hors cours

Incohérence à connaître : en divisant 156 543 par deux à chaque niveau, on arrive au niveau 15 à 4,777 m par pixel, et non 4 777 m. Les trois dernières valeurs de la diapositive sont donc des nombres à virgule : 4,777, 2,389 et 1,194.

Important

Deux cartes historiques

La **carte de Cassini** est la première carte détaillée du royaume de France ; elle compte 181 feuilles. La **carte d'état-major**, au 1/80 000, lui succède parce que le territoire avait beaucoup changé.

	Diaporama « Généralisation »	Diaporamas « Relief » et « Écritures »
Cassini	1754-1815 ; échelle notée « 1/84 »	1747-1812 ; levés de 1756 à 1789 selon les notes
État-major	« 1818 et 1866 » ; 1/80 000	1818-1881 ; 1/80 000 ; utilisée jusqu'en 1945

Piège — Les diaporamas ne donnent pas les mêmes dates. En cas de question, citez celles du cours concerné. L'échelle « 1/84 » semble tronquée.

Hors cours — *L'échelle habituellement citée pour la carte de Cassini est le 1/86 400.*

Important ○

La saillance

Le cours la présente comme une « notion supplémentaire ». La diapositive montre une fleur et, à côté, la même image en noir où seule la zone qui attire le regard reste claire. C'est un **mécanisme de pré-attention**, qui joue en 300 millisecondes environ.

Rappels essentiels

- **1/25 000** : grande échelle, 1 cm vaut 250 m. **1/250 000** : petite échelle, 1 cm vaut 2,5 km.
- L'œil a des limites : tache ou bâtiment, un ou deux objets, alignés ou non.
- **Généraliser** : simplifier et/ou adapter l'information géographique pour un besoin donné, à une échelle donnée.
- Neuf opérateurs : selection, displacement, aggregation, simplification, cover, enlargement, collapse, typification, enhancement.
- Généraliser ne se résume pas à supprimer.

7 La représentation du relief

Le terrain a trois dimensions, la feuille en a deux. Chaque mode de représentation règle ce conflit à sa manière, et aucun ne suffit seul.

- Un phénomène continu sur un support plat
- Quatre critères pour juger une représentation
- Les représentations classiques
- Lire les courbes de niveau
- Estompage : d'où vient la lumière ?
- Combiner les modes
- Les représentations anciennes ou marginales
- MNT, MNS, MNE
- Ce que l'on tire d'un MNT

Indispensable

Un phénomène continu sur un support plat

Le relief est un **phénomène à variation spatiale continue** : il a une valeur connue en tout point. Sa représentation s'est toujours heurtée au plan. Les modes de représentation varient selon trois choses.

- les techniques de mesure et d'acquisition
- les moyens de reproduction
- la destination de la carte

Le relief cartographié permet une liaison rapide entre ce que l'on voit sur la carte et le paysage. C'est un très bon moyen de repère : il se voit de loin, et c'est un obstacle naturel au franchissement.

Indispensable

Quatre critères pour juger une représentation

Définition géométrique	Fidélité des structures	Inter-lisibilité	Effet plastique

Les notes du diaporama précisent trois attentes, sans les rattacher une à une aux critères : déterminer une altitude ; percevoir immédiatement l'image du modèle ; ne pas masquer les autres thèmes cartographiques.

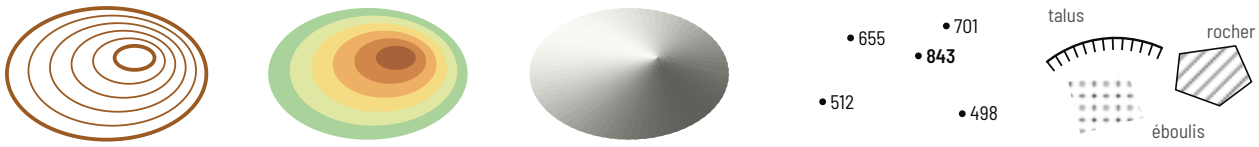
Hors cours

Lecture proposée : la première attente correspond à la définition géométrique, la deuxième à l'effet plastique, la troisième à l'inter-lisibilité. La fidélité des structures n'est pas commentée.

Indispensable

Les représentations classiques

Le cours classe les représentations en trois familles : les **anciennes ou marginales**, les **classiques**, et les **dérivées autour du MNT**. Voici les cinq classiques.



Courbes de niveau
ligne reliant tous les points de même altitude

Teintes hypsométriques
aplats de couleur, un par intervalle d'altitude

Estompage
ombrage en teintes fondues, sous un éclairement fictif

Points cotés
points placés sur les éléments caractéristiques

Figurés spéciaux
dessin schématique des petits accidents de terrain

Figure 29 Les cinq représentations classiques, dessinées sur la même colline. Schéma de principe : les altitudes sont inventées.

	Atouts	Limites	Emploi
Courbes de niveau	Bonne définition géométrique. Bonne perception de la structure du relief. Faciles à obtenir.	Demandent une certaine habitude.	Tous les types de cartes, et d'abord les cartes topographiques.
Teintes hypsométriques	Évaluation immédiate des masses. Appréciation rapide de l'altitude moyenne. Bel effet plastique.	Traduction par paliers. Inefficaces aux moyennes et grandes échelles. Tout l'espace est coloré.	Toutes les cartes à partir du 1/250 000. En combinaison avec les autres modes.
Estompage	Impression « saisissante » du modelé. Très bel effet plastique. Obtention facile à partir d'un MNT.	Pas de définition géométrique. Noircissement des versants. Complexe en traditionnel. Ombre inverse de celle du terrain.	Cartes de toutes échelles, sauf conflit.
Points cotés	Définition géométrique excellente. Faciles à obtenir, par photogrammétrie ou levé topographique.	Aucun effet plastique. Pas d'aperçu global du relief.	Tout type de carte, en combinaison avec d'autres représentations.
Figurés spéciaux	Pour les petits accidents et les formes très particulières : talus, failles, crevasses, dolines, rochers, glaciers, éboulis, dunes. Un complément des autres modes.	Pas de notion d'altitude. Difficiles à réaliser.	Surtout les cartes topographiques, jusqu'au 1/100 000.

À retenir Aucun mode ne réunit tout. Les courbes et les points cotés apportent la géométrie ; l'estompage et les teintes apportent l'effet plastique.

Indispensable

Lire les courbes de niveau

Selon les notes, c'est le mode de représentation le plus utilisé. Deux mesures le décrivent.

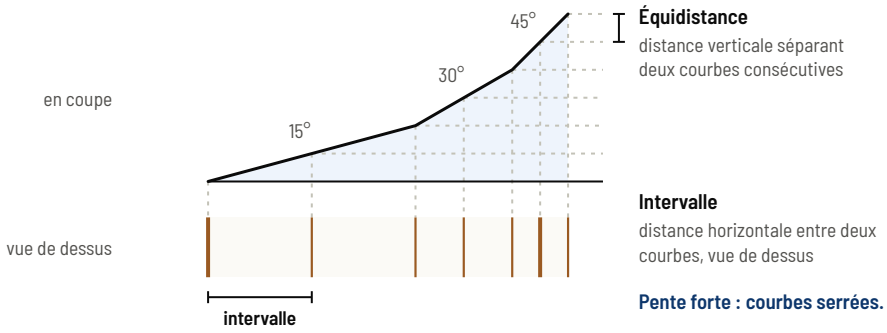


Figure 30 L'équidistance est la même partout sur la carte ; c'est l'intervalle qui change avec la pente. Schéma d'après le « diapason » du cours.

- L'équidistance varie selon l'échelle et le type de relief : **5 à 10 m au 1/25 000, 10 à 40 m au 1/100 000.**
- Une courbe sur cinq est une **courbe maîtresse**.
- Une courbe **intercalaire**, en tireté, marque un accident du terrain.
- La cote est orientée dans le sens de la pente ; une cuvette est signalée par une flèche.
- La couleur renseigne : bistre pour le cas ordinaire, noir ou gris pour la roche, bleu pour les glaciers et l'hydrographie.

Indispensable

Estompage : d'où vient la lumière ?

Définition

> **Estompage** : effet d'ombrage en teintes fondues, obtenu en imaginant un éclairement fictif oblique et zénithal. Les notes l'appellent aussi simili ou demi-teinte.

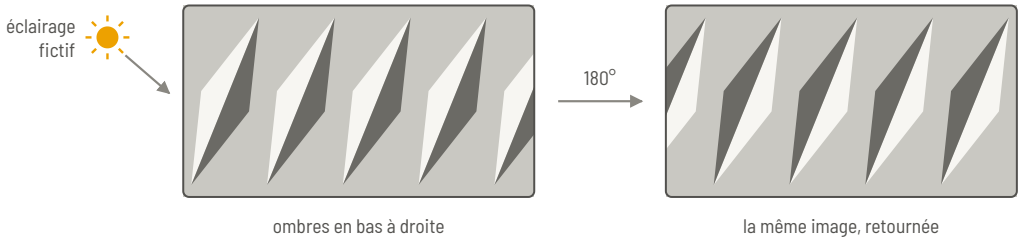


Figure 31 Le diaporama s'ouvre sur un « test » : la même carte estompée, montrée dans deux sens. Note du cours : l'orientation de l'ombre influe sur la vision du relief.

- Le soleil fictif est placé au **nord-ouest, à 45° de hauteur**. Sur un MNT, trois soleils sont possibles : nord-ouest, nord-est, zénith.
- Il faut ajouter un éclairement zénithal pour éclaircir l'ensemble et traiter les autres thématiques.
- Le noircissement des versants inverse la hiérarchie des autres thèmes de la carte.
- L'éclairage fictif au nord-ouest est déconseillé pour la navigation aérienne.

Hors cours

L'œil suppose une lumière qui vient du haut de l'image. Si les ombres changent de côté, les creux et les bosses semblent s'échanger.

Indispensable

Combiner les modes

Pour obtenir un relief satisfaisant, la plupart des cartes combinent plusieurs méthodes.

Les deux combinaisons les plus courantes

Courbes et estompage.

Courbes et teintes hypsométriques.

Les compléments

Points cotés et figurés spéciaux complètent les autres modes.

Le mariage de l'estompage et des teintes hypsométriques est difficile à manier, surtout en quadrichromie. Tout est affaire d'équilibre entre représentation géométrique et représentation plastique, selon le but, l'échelle et les moyens disponibles.

Important

Les représentations anciennes ou marginales



Perspective cavalière
le relief tel qu'on le voit à partir du sol

Hachures
segments suivant les lignes de plus grande pente

Lignes structurales
seulement les lignes de crête et le chevelu des thalwegs

Figure 32. Trois représentations anciennes ou marginales.

	Atouts	Limites	Emploi
Perspective cavalière	La plus ancienne, car la plus naturelle. Bel effet plastique, perception directe.	Pas de valeur géométrique. Parties masquées.	Tout produit où le rendu plastique prédomine ; vues 3D à l'écran. Notes : cartes anciennes, publications touristiques, tables d'orientation.
Hachures	Historiquement le premier mode sur les cartes topographiques. Imprimables, expressives.	Mauvaise définition géométrique. Noircissement important de la carte. Très longues à réaliser.	Exemples du cours : cartes de Cassini et d'état-major.
Lignes structurales	La plus élémentaire, car schématique. Synthétique, d'une grande clarté.	Pas de valeur géométrique. Peu expressives.	Cartes à très petites échelles. Délimitation de bassins versants.

Les notes distinguent les hachures **de pente**, à effet zénithal, dont l'écartement est inversement proportionnel à la pente, et les hachures **d'ombre**, à effet oblique, où seule l'épaisseur du trait change. Elles citent deux règles de construction, les « diapasons » de Benoît (1818, loi du quart) et de Hossard (1853).

Indispensable

MNT, MNS, MNE

MNT, modèle numérique de terrain
Donne l'altitude du sol nu.

MNS, modèle numérique de surface
Le MNT plus le sursol : bâtiments, arbres.

MNE, modèle numérique d'élévation
Terme ambigu : la diapositive demande « MNS ou MNT ou MNA ? ». À ne pas confondre avec le MNH, qui vaut MNS − MNT.

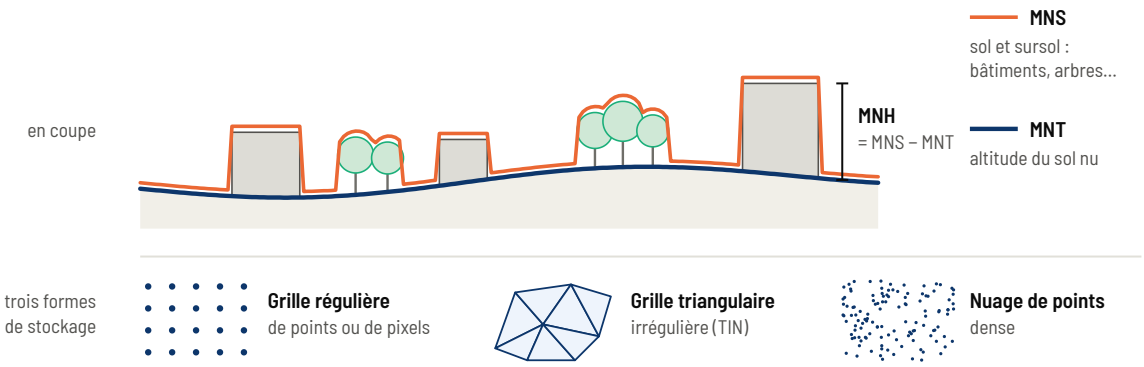


Figure 33 MNT et MNS en coupe, puis les trois formes de MNT citées par le cours.

- Le **pas** du MNT est l'écart entre deux nœuds de la grille. Notes : 25 m aujourd'hui, 1 m visé sur tout le territoire, 5 m en haute montagne.
- Trois sources : la corrélation automatique de photos stéréoscopiques, le **lidar** (laser aéroporté) et l'achat de données radar.
- En anglais : DTM pour le terrain, DSM pour la surface, DEM pour l'élévation.

Hors cours

La diapositive ne développe pas MNH ni MNA. On lit en général « modèle numérique de hauteur » et « modèle numérique d'altitude ».

Important

Ce que l'on tire d'un MNT

estompage | vues en perspective et en 3D | carte des pentes | carte d'orientation | calcul de profil | analyses : servitudes aériennes, bruit | carte en relief thermoformée | anaglyphe

Les notes ajoutent deux précisions. Une carte en relief ne tient pas compte de la courbure de la Terre, et son échelle des hauteurs est indépendante de l'échelle planimétrique (facteur 2 à 10). Les MNT servent aussi à rectifier les images satellites et à réaliser les orthophotographies.

Rappels essentiels

- Le relief est un phénomène continu, que l'on doit ramener au plan.
- Quatre critères : **définition géométrique, fidélité des structures, inter-lisibilité, effet plastique**.
- Cinq modes classiques : courbes de niveau, teintes hypsométriques, estompage, points cotés, figurés spéciaux.
- **Équidistance** verticale, **intervalle** horizontal ; pente forte, courbes serrées.
- Estompage : soleil fictif au nord-ouest ; bel effet plastique, pas de géométrie.
- On combine : courbes et estompage, ou courbes et teintes hypsométriques.
- **MNT** : sol nu. **MNS** : sol et sursol. **MNH** = MNS – MNT.

8 Les écritures cartographiques

Un nom sur une carte fait deux choses : il renseigne, et son dessin suggère. Sa forme et sa place obéissent à des règles.

- Le rôle des écritures
- Trois classes d'écritures sur une carte
- Le vocabulaire de la typographie
- Trois relations, traduites par les lettres
- Placer les noms : à position ou à disposition
- Les règles générales de choix
- La langue des noms
- Blocs d'écritures et placement automatique

Indispensable

Le rôle des écritures

Informatif

Les toponymes précisent le nom de l'information géographique.

Les textes « compléments » précisent la nature, la fonction ou la valeur d'une entité.

Identifier, localiser, expliciter en marge.

Suggestif

Le graphisme véhicule le caractère.

La langue unifie l'information.

Créer une ambiance, unifier la langue.

Définition

> **Toponymie** : du grec *topos*, « lieu », et *onuma*, « nom ». Le terme est généralisé à l'ensemble des écritures de l'espace cartographique.

À retenir

Le diaporama s'ouvre sur une devinette : reconnaître un territoire à ses seuls noms. La toponymie induit la nature de l'objet, l'échelle et l'orientation.

Exemple

Le cours montre la même carte écrite dans quatre styles de lettres : l'impression change à chaque fois. Note associée : la densité et l'intensité des toponymes donnent une qualité à la carte.

Indispensable

Trois classes d'écritures sur une carte

Les dénominations
L'appellation originale des objets : le Marais, la Butte-aux-Cailles.

Les désignations
Elles précisent la nature de l'objet, souvent en abrégé : Stèle, Chât. d'eau, Carr., Camp.

Les renseignements complémentaires
Ils associent une information sémantique : cote, kilométrage, chiffre de population.

Ordre de grandeur donné par les notes : la légende d'une carte au 1/25 000 compte plus de 400 types d'objets, et la carte de France à cette échelle porte 1 700 000 noms.

Indispensable

Le vocabulaire de la typographie

Famille
Regroupement selon les modèles historiques et d'usage : réales, mécanes, linéales, scriptes.

Style
Trois réglages : l'**inclinaison**, ou genre (droit, italique) ; la **largeur**, ou chasse (étendu, condensé) ; l'**épaisseur du trait**, ou graisse (gras, maigre).

Nature
La **forme** (capitale, bas-de-casse) et le **corps** (grand, petit).

Caractéristiques diverses
La couleur ; le surlignement, l'encadrement, la valeur.

Piège

Trois mots se ressemblent. Le **corps** est la taille de la lettre, la **graisse** l'épaisseur de son trait, la **chasse** sa largeur.

Pour les familles, le cours montre la classification de Maximilien Vox (1952), en dix classes.

humanes · garaldes · réales · didones · mécanes · linéales · incises · scriptes · manuaires · fractures

Deux précisions des notes. Dans les logiciels, un point typographique vaut 0,352 mm, soit un pouce divisé par 72. Et « une police regroupe tous les corps et graisses d'une même famille ».

Indispensable

Trois relations, traduites par les lettres

Le cartographe transcrit les relations entre les objets par les propriétés propres aux lettres. C'est la même logique qu'au chapitre 2 : à chaque relation ses moyens graphiques.

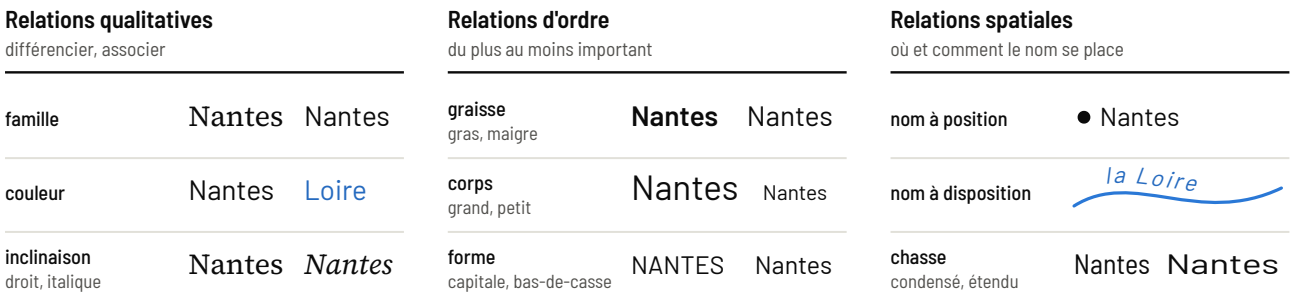


Figure 34 Les neuf propriétés listées par le cours, classées selon la relation qu'elles traduisent. Les mots servent seulement d'échantillons.

Pour la relation d'ordre, le cours donne un exemple complet : la hiérarchie administrative.

Niveau	Graisse	Corps	Forme	Résultat
Régions	gras	12	majuscules	**EXEMPLE**
Départements	normal	12	majuscules	EXEMPLE
Cantons	normal	12	minuscules	Exemple
Communes	normal	10	minuscules	Exemple
Lieux-dits	normal	8	minuscules	Exemple

À retenir On descend la hiérarchie en ne changeant qu'une propriété à la fois : la graisse, puis la forme, puis le corps.

Piège Le cours donne un contre-exemple : « EXEMPLE » en corps 12 à côté de « Exemple » en corps 14. La diapositive ne le commente pas. Lecture proposée : les capitales en corps 12 pèsent autant que les minuscules en corps 14, et l'ordre ne se lit plus.

Indispensable ●

Placer les noms : à position ou à disposition

Noms à position

Tous les lieux-dits habités.

Les phénomènes surfaciques peu étendus.

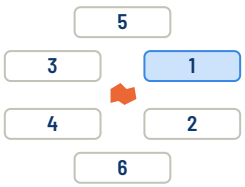
Les désignations.

Noms à disposition

Tous les objets linéaires.

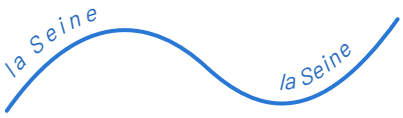
Les lieux-dits non habités.

Nom à position



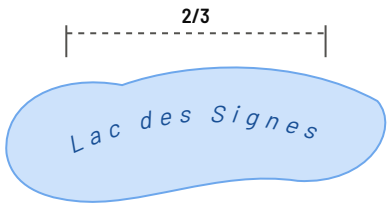
Horizontal, une seule fois, à côté de l'objet. Ordre préférentiel de 1 à 6.

Nom à disposition, objet linéaire



Le nom épouse la forme, peut être répété, et reste toujours du même côté du trait.

Nom à disposition, lieu-dit non habité



Le nom occupe l'espace de l'objet, à l'horizontale ou en arc de cercle, une seule fois.

Figure 35 Les trois cas de placement. L'ordre de 1 à 6 est celui de la diapositive ; les notes l'appellent « ordre IGN ».

- **Nom à position.** Le nom est d'autant plus près de l'objet que celui-ci est petit, et l'on cherche à minimiser l'information perdue. « Horizontal » est entre guillemets dans le cours : le nom peut suivre les lignes de la projection.
- **Objet linéaire.** Le schéma du cours barre deux cas : le nom coupé de part et d'autre du trait, et le nom vertical écrit de haut en bas (il doit se lire de bas en haut). Les notes parlent d'une « règle de 12 h 25 », sans la détailler.
- **Lieu-dit non habité.** Règle générale d'occupation des deux tiers. Pour étirer un nom, les maximums sont de **20 fois le corps entre les mots** et de **5 fois le corps entre les lettres**.

Indispensable

Les règles générales de choix

1. **Éviter de multiplier les familles.** L'esthétique passe par la sobriété. Notes : en édition, pas plus de trois familles, ou deux polices d'une même famille.
2. **Respecter les règles orthographiques.** Orthographe officielle ou conventionnelle, majuscules et minuscules, conservation des accents, traits d'union et césures, abréviations.
3. **Éviter les flèches de rappel.**

- Les signes diacritiques (accents, tréma, cédille) se conservent.
- La majuscule change le sens : La Fontaine n'est pas la Fontaine.
- À la césure, la préposition reste avec son complément et le trait d'union est répété : « Voray- » puis « -sur-l'Ognon ».
- En abrégeant, on conserve les consonnes doubles : Passerelle devient Plle, Passage devient Pass.



Figure 36. Les six couples texte / fond montrés par le cours. Consigne des notes : éviter les contrastes simultanés, c'est-à-dire les couleurs complémentaires.

Important

La langue des noms

La Constitution pose deux principes : « la langue de la République est le français » (article 2) et les langues régionales « appartiennent au patrimoine de la France » (article 75-1). La loi Toubon du 4 août 1994 prolonge une politique ouverte par l'ordonnance de Villers-Cotterêts, en 1539.

À retenir

Conséquence pour la carte : la partie générique d'un nom de lieu (la rue, le lac, le château) est officialisée en français. La partie spécifique peut l'être en français ou en langue régionale.

Les noms officiels des communes viennent de la liste de l'INSEE et du Journal officiel. Pour fixer les autres noms, l'**état justificatif des noms** (EJN) rassemble dix éléments.

- documents cadastraux
- cartes déjà publiées
- administrations publiques
- habitants et guides
- prononciation locale
- formes anciennes
- étymologie
- signification
- nature du détail nommé
- forme adoptée ou proposée

Exemple

Les homonymes sont un risque réel : il existe neuf La Plagne en France. En 2015, un car belge mal guidé par son GPS a fait un détour de 1 200 km.

Important

Blocs d'écritures et placement automatique

Un **bloc d'écritures** réunit un toponyme et des informations complémentaires : information administrative, chiffre de population, pictogrammes. Le procédé est courant en aéronautique. La position des éléments entre eux est systématique.

Le **placement automatique** reste difficile. Les règles générales des SIG répondent mal au besoin ; quelques logiciels s'y consacrent (WinPat, Maplex, ToolBox, Mapublisher). Le placement des noms à disposition est encore du domaine de la recherche.

Rappels essentiels

- Deux rôles : **informatif** et **suggestif**.
- Trois classes : dénominations, désignations, renseignements complémentaires.
- Corps = taille, graisse = épaisseur du trait, chasse = largeur.
- Qualitatif : famille, couleur, inclinaison. Ordre : graisse, corps, forme. Spatial : position, disposition, chasse.
- **Nom à position** : horizontal, une fois, à côté de l'objet, ordre préférentiel.
- **Nom à disposition** : il épouse le linéaire ou occupe les deux tiers de la surface.
- Peu de familles, orthographe et accents respectés, pas de flèches de rappel.

A Les définitions à connaître

Disque plein : indispensable. Cercle vide : important.

La carte est un message

● **Cartographie** (au sens du cours). Représentation graphique du monde par le dessin ; étude des choix graphiques et de leur efficacité.

● **Efficacement.** Rapidement, facilement, sans interprétation erronée, sans biais.

○ **Map Design.** Approche fondée par Robinson (1952), qui plaide pour l'expérimentation.

La sémiologie graphique

● **Sémiologie graphique.** Ensemble de règles régissant la construction de systèmes de symboles ou de langages permettant la transcription graphique d'informations.

● **Donnée qualitative nominale.** Donnée non numérique quelconque.

● **Donnée qualitative ordinale.** Donnée non numérique mais ordonnée.

● **Donnée quantitative de stock.** Valeur absolue issue d'un comptage, que l'on additionne quand on fusionne deux objets.

● **Donnée quantitative de taux.** Proportion, que l'on moyenne quand on fusionne deux objets.

● **Dissocier.** Isoler un groupe d'éléments parmi les autres.

● **Associer.** Retrouver des phénomènes apparentés.

● **Ordonner.** Traduire une hiérarchie sans ambiguïté.

● **Quantifier.** Traduire des rapports de quantités ou des quantités absolues.

● **Variables visuelles.** Couleur, valeur, taille, forme, orientation, texture : ce que l'on fait varier pour définir un symbole.

● **Valeur.** Variation de la clarté, du clair au foncé.

○ **Implantation.** Dimension du symbole : ponctuelle, linéaire ou surfacique.

Trois décisions qui font la carte

● **Symboles proportionnels.** Symboles dont la taille montre la quantité.

● **Carte choroplèthe.** Carte qui joue sur la valeur ou la couleur de remplissage des zones.

● **Discrétiser.** Regrouper les valeurs en classes.

● **Gamme de teintes.** Teintes différentes, de valeurs proches, pour des données qualitatives.

● **Gamme de valeurs.** Du clair au foncé, pour montrer un ordre.

● **Double gamme inversée.** Deux gammes opposées, pour deux séries ordonnées autour d'un milieu significatif.

La géovisualisation

● **Visualisation.** Méthodes informatiques aidant des utilisateurs à effectuer des tâches plus efficacement, au moyen de représentations visuelles de données.

● **Géovisualisation.** Représentation graphique (interactive) aidant un utilisateur à accomplir une tâche sur des données géospatiales ; la carte y est un médium parmi d'autres.

○ **Webmapping.** Cartographie interactive via les langages web.

● **Efficacité.** Les utilisateurs arrivent à effectuer les tâches attendues.

● **Efficience.** Ils y arrivent avec moins d'efforts ou dans un délai raisonnable.

● **Satisfaction.** Confort, évaluation subjective des résultats.

● **Conception centrée utilisateur.** Processus itératif : analyser les exigences, produire des solutions, les évaluer avec des utilisateurs représentatifs.

○ **Temps de latence.** Temps que met l'ordinateur à réagir à une action de l'utilisateur.

○ **Feedback.** Message avertissant l'utilisateur que son action a été prise en compte.

○ **Small multiples.** Série de petites vues comparables.

○ **Dashboard.** Combinaison synchronisée de vues cartographiques ou statistiques.

○ **2.5D, 3D, 2D+1.** Z porte une seule altitude par point ; plusieurs altitudes ; une donnée autre que spatiale, par exemple le temps.

Conduire un projet de carte

● **Projet.** Réponse à un besoin de l'utilisateur : un objectif, des actions, des ressources, des délais.

● **Maîtrise d'ouvrage (MOa).** Le demandeur ; il exprime le besoin, on lui rend des comptes.

● **Maîtrise d'œuvre (MOe).** Celui qui fait le travail ; il apporte la solution technique et la met en œuvre.

● **Utilisateur.** Celui à qui est destiné le résultat du projet et qui l'utilisera.

● **Cahier des charges fonctionnelles.** Document issu de l'analyse, qui exprime le besoin en fonctions à remplir.

● **Spécifications.** Définition très précise et exhaustive du produit : générales, de contenu, graphiques, de présentation.

○ **Dossier de réalisation.** Document final de l'étude technique : processus et proposition de planning.

○ **Manuel opérateur.** Description complète des opérations à réaliser pour mettre en œuvre le processus.

● **PERT.** Méthode d'étude du planning d'un projet et de contrôle de son exécution, par représentation graphique.

● **Chemin critique.** Chemin le plus long en délai entre le début et la fin ; il donne le délai de réalisation.

● **Diagramme de Gantt.** Barres représentant la répartition temporelle des activités ; activités en ordonnée, temps en abscisse.

● **Aléa.** Événement qui ne peut être ni prévu ni planifié.

● **Contrainte.** Élément qui peut être anticipé et planifié.

○ **Bon à tirer (BAT).** Contrôle final ; après lui, le maître d'œuvre n'intervient en théorie plus.

La généralisation cartographique

● **Carte topographique.** Carte à moyenne ou grande échelle d'une zone géographique, détaillée et rigoureuse.

● **Grande échelle.** Exemple du cours : le 1/25 000, où 1 cm vaut 250 m.

● **Petite échelle.** Exemple du cours : le 1/250 000, où 1 cm vaut 2,5 km.

● **Généralisation cartographique.** Simplification et/ou adaptation de l'information géographique pour répondre à un besoin donné, à une échelle donnée.

● **Opérateur de généralisation.** Opération élémentaire appliquée aux objets de la carte ; le cours en montre neuf (le mot n'est pas sur la diapositive).

○ **Niveau de zoom.** Palier d'échelle d'une carte en ligne ; l'échelle double d'un niveau au suivant.

○ **Saillance.** Notion supplémentaire du cours : mécanisme de pré-attention, environ 300 ms.

La représentation du relief

● **Courbe de niveau.** Ligne reliant tous les points de même altitude.

● **Équidistance.** Distance verticale séparant deux courbes consécutives.

● **Intervalle.** Distance horizontale entre deux courbes, vue de dessus.

● **Teintes hypsométriques.** Aplats de couleur correspondant chacun à un intervalle d'altitude.

● **Estompage.** Effet d'ombrage en teintes fondues, obtenu en imaginant un éclairement fictif oblique et zénithal.

● **Point coté.** Point correspondant à un élément caractéristique ; il apporte une information complémentaire.

● **Figurés spéciaux.** Représentation schématique des petits accidents de terrain ou des formes géomorphologiques très particulières.

● **MNT.** Modèle numérique de terrain : il donne l'altitude du sol nu.

● **MNS.** Modèle numérique de surface : le MNT plus le sursol (bâtiments, arbres).

○ **MNH.** MNS – MNT.

○ **Pas du MNT.** Écart entre deux nœuds de la grille.

○ **Hachures.** Segments matérialisant les lignes de plus grande pente.

○ **Lignes structurales.** Les lignes de crête et le chevelu des thalwegs, seuls.

○ **Perspective cavalière.** Le relief tel que vu à partir du sol.

Les écritures cartographiques

- **Toponymie.** Du grec *topos*, lieu, et *onuma*, nom ; terme généralisé à l'ensemble des écritures de l'espace cartographique.
- **Dénomination.** Appellation originale de l'objet.
- **Désignation.** Écriture qui précise la nature de l'objet.
- **Renseignement complémentaire.** Information sémantique associée : cote, kilométrage, chiffre de population.
- **Famille.** Regroupement typographique selon les modèles historiques et d'usage.
- **Corps.** Taille de la lettre (grand, petit).
- **Graisse.** Épaisseur du trait (gras, maigre).
- **Chasse.** Largeur de la lettre (étendu, condensé).
- **Nom à position.** Nom placé à côté de l'objet, à l'horizontale, une seule fois.
- **Nom à disposition.** Nom qui épouse un objet linéaire ou occupe l'espace d'un lieu-dit non habité.
  - **Bloc d'écritures.** Un toponyme et ses informations complémentaires, en positions relatives fixes.
  - **État justificatif des noms (EJN).** Dossier qui réunit les éléments servant à fixer un nom.

B

Les vingt notions incontournables

Si vous ne deviez garder que vingt idées de tout le cours.

1. **La carte est un message.** Tout élément graphique est signifiant.
2. **Efficacement** : rapidement, facilement, sans erreur d'interprétation, sans biais.
3. **Robinson, 1952** : Map Design, expérimentation. **Bertin, 1967** : sémiologie graphique, bonnes pratiques.
4. **Shannon et Weaver, 1948** : un émetteur, un récepteur, du bruit à réduire.
5. La sémiologie graphique est un recueil de bonnes pratiques et **surtout un cadre de réflexion**.
6. **Pas de meilleure représentation dans l'absolu** : pour quoi, pour qui ?
7. Le cadre d'analyse en quatre notions : **nature des données, relations, implantation, variables visuelles**.
8. Quatre natures de données : nominale, ordinale, stock, taux. Un stock s'additionne, un taux se moyenne.
9. Quatre relations : **dissocier, associer, ordonner, quantifier**.
10. Six variables visuelles : couleur, valeur, taille, forme, orientation, texture.
11. La chaîne : nominale, **couleur ou forme** ; ordinale et taux, **valeur ou taille** ; stock, **taille**.
12. **La valeur ne quantifie pas.** Seule la taille est proportionnelle à une quantité.
13. **Stock en symboles proportionnels, taux en carte choroplèthe.** Le test : le message change-t-il si on redécoupe ?
14. Trois gammes colorées ; on **discrétise toujours** ; la double gamme exige un centre significatif.
15. Symbole proportionnel : **surface** proportionnelle à la quantité, pas de discrétisation.
16. En géovisualisation, la carte est **un médium parmi d'autres**. Quatre objectifs, de la présentation à l'exploration.
17. Munzner : la **position** compare mieux que l'**aire**, qui compare mieux que la **couleur**.
18. Interaction, 3D et animation se justifient par la tâche et l'utilisateur : efficacité, efficience, satisfaction ; **function first, form next**.
19. La vie d'un projet : **analyser, préparer, réaliser, terminer**. Le MOa demande, le MOe réalise, l'utilisateur utilise.
20. PERT et **chemin critique** (le plus long), Gantt, aléa et contrainte, grille MAPS.

Chapitres 6 à 8 : dix notions de plus

21. **L'échelle.** 1/25 000 : grande échelle, 1 cm vaut 250 m. 1/250 000 : petite échelle, 1 cm vaut 2,5 km.
22. **Généraliser** : simplifier et/ou adapter l'information géographique pour un besoin donné, à une échelle donnée. L'œil impose ses limites.
23. Neuf opérations : selection, displacement, aggregation, simplification, cover, enlargement, collapse, typification, enhancement. **Généraliser n'est pas seulement supprimer.**
24. Le relief : un **phénomène continu** heurté au plan. Quatre critères : définition géométrique, fidélité des structures, inter-lisibilité, effet plastique.
25. **Courbes de niveau** : bonne géométrie, mais elles demandent de l'habitude. Équidistance verticale, intervalle horizontal.
26. **Teintes hypsométriques** (paliers, à partir du 1/250 000) et **estompage** (effet plastique, pas de géométrie, soleil fictif au nord-ouest).
27. La plupart des cartes **combinent** : courbes et estompage, courbes et teintes. MNT : sol nu. MNS : sol et sursol.
28. Les écritures ont un rôle **informatif** et un rôle **suggestif**. Trois classes : dénominations, désignations, renseignements complémentaires.
29. Les propriétés des lettres traduisent trois relations. **Qualitative** : famille, couleur, inclinaison. **Ordre** : graisse, corps, forme. **Spatiale** : position, disposition, chasse.
30. **Nom à position** : horizontal, une fois, à côté de l'objet. **Nom à disposition** : le long du linéaire, ou dans la surface aux deux tiers.

C

Mécanismes et formules

Les raisonnements à savoir dérouler sans hésiter.

Classer une donnée	Une opération mathématique est-elle pertinente ? Non : qualitative, puis ordre ou non (ordinale, nominale). Oui : quantitative, puis somme (stock) ou moyenne (taux).
Choisir la variable	Nominale : couleur ou forme. Ordinale et taux : valeur ou taille. Stock : taille.
Les quatre questions	Quelle nature ? Quelle relation ? Quelle variable ? Et que font percevoir mes choix, à tort ou à raison ?
Test de la légende	Que comprend-on de la carte sans lire la légende ?
Test de la fusion	Deux zones fusionnent : si la valeur est la somme, c'est un stock ; si c'est une moyenne, c'est un taux.
Test du découpage	Le message change-t-il si on redécoupe sans changer les données ? Si oui, la représentation est mauvaise.
Choisir le type de carte	Stock : symboles proportionnels, non discrétisés. Taux relatif à la surface : carte choroplèthe, discrétisée.
Choisir une gamme	Qualitatif : teintes. Ordre : valeurs. Deux séries opposées autour d'un centre significatif : double gamme inversée.
Dimensionner un cercle	La surface est proportionnelle à la quantité. Hors cours : $r = r_{\text{réf}} \times \sqrt{Q \,/\, Q_{\text{réf}}}$. Quantité multipliée par 4, rayon multiplié par 2.
Carte ou diagramme ?	La position compare mieux que l'aire, et l'aire mieux que la couleur. Si la composante spatiale n'est pas l'information principale, préférer un diagramme.
Explorer des données massives	Overview first, zoom and filter, details on demand.
Concevoir une visualisation	Analyser les exigences, produire des prototypes, les évaluer avec des utilisateurs représentatifs, recommencer.
Mener un projet	Analyser (cahier des charges fonctionnelles), préparer (spécifications, étude technique, planning), réaliser, terminer, puis bilan.
Trouver le chemin critique	Lister les chemins du début à la fin, additionner les délais de chacun, retenir le plus long : $D = \max\left(\sum d_i\right)$.
Gérer un risque	Identifier, mesurer la criticité, transformer l'aléa en contrainte : supprimer le risque, diminuer ses effets ou changer le projet.

Chapitres 6 à 8 : huit mécanismes de plus

Convertir une échelle	Distance sur le terrain = distance sur la carte × dénominateur. Au 1/25 000, 1 cm vaut 250 m ; au 1/250 000, 1 cm vaut 2,5 km.
Généraliser	Partir du besoin et de l'échelle, repérer ce que l'œil ne lira plus, puis transformer : sélectionner, déplacer, fusionner, simplifier, grossir, schématiser.
Lire des courbes de niveau	L'équidistance est constante ; l'intervalle se resserre quand la pente augmente. Une courbe maîtresse sur cinq.
Choisir un mode de relief	Pour la géométrie : courbes de niveau, points cotés. Pour l'effet plastique : estompage, teintes hypsométriques. Puis combiner, selon le but, l'échelle et les moyens.
Passer du MNS au MNT	MNS = MNT + sursol. La différence MNS – MNT donne le MNH.
Hiérarchiser des noms	Jouer sur la graisse, le corps et la forme. Exemple du cours : gras 12 majuscules pour les régions, normal 8 minuscules pour les lieux-dits.
Placer un nom	Lieu-dit habité, petite surface, désignation : à position, selon l'ordre de 1 à 6. Linéaire : le long du trait, du même côté. Lieu-dit non habité : dans l'objet, aux deux tiers.
Étirer un nom à disposition	Au maximum 5 fois le corps entre les lettres et 20 fois le corps entre les mots.

D

Les pièges d'examen

Les confusions les plus faciles à commettre.

- Représenter un **stock** par une carte choroplèthe.
- Représenter un **taux** par des cercles proportionnels.
- Rendre le **rayon** proportionnel à la quantité, au lieu de la surface.
- **Discrétiser** des symboles proportionnels, ou ne pas discrétiser une gamme colorée.
- Utiliser la **valeur** pour quantifier.
- Utiliser des teintes sans ordre pour des données ordonnées.
- Employer une double gamme sans milieu significatif, ou une gamme unique quand un centre existe.
- Multiplier les classes ou laisser un dégradé continu.
- Compter sur la légende pour rattraper un choix contre-intuitif.
- Oublier les daltoniens et l'impression en noir et blanc.
- Présenter la sémiologie comme des règles absolues, et non comme un cadre de réflexion.
- Confondre les dates : 1948, 1952, 1967.
- Confondre « ordonner » (plus que) et « quantifier » (x fois plus).
- Croire que la carte est toujours la meilleure forme : un diagramme compare mieux des quantités.
- Utiliser la 3D ou l'animation sans justification ; utiliser l'animation pour comparer deux états.
- Confondre 2.5D (une seule altitude par point) et 3D (plusieurs).
- Confondre MOa et MOe, ou demandeur et utilisateur.
- Raisonner en solutions au lieu de raisonner en fonctions.
- Prendre le chemin critique pour le plus court : c'est le plus **long**.
- Confondre aléa (imprévisible) et contrainte (planifiable).
- Appeler « grande échelle » une carte qui couvre une grande zone : le 1/25 000 est une plus grande échelle que le 1/250 000.
- Réduire la généralisation à une suppression : on déplace, on fusionne et on grossit aussi.
- Confondre **équidistance** (verticale) et **intervalle** (horizontal).
- Attendre une altitude d'un estompage ou d'une perspective cavalière : ils n'ont pas de définition géométrique.
- Employer les teintes hypsométriques à grande échelle : elles sont inefficaces aux moyennes et grandes échelles.
- Confondre **MNT** (sol nu) et **MNS** (sol et sursol).
- Confondre **corps** (taille), **graisse** (épaisseur) et **chasse** (largeur).
- Couper un nom de part et d'autre d'un objet linéaire, ou incliner un nom à position.
- Supprimer les accents ou multiplier les familles de caractères.
- Citer sans précaution les dates de Cassini et de l'état-major : les diaporamas ne donnent pas les mêmes.

Entraînement : quinze questions corrigées

Questions construites à partir du cours ; aucun document ne contient de sujet d'examen. Répondez à voix haute avant de lire la réponse.

---

1 **Quelle est la question centrale du cours, et que signifie « efficacement » ?**

Les choix graphiques permettent-ils au lecteur d'appréhender efficacement le message voulu par le cartographe ? Efficacement veut dire rapidement, facilement, sans interprétation erronée et sans biais, volontaire ou non.

2 **Présentez les deux travaux fondateurs et le modèle qu'ils partagent.**

Robinson (États-Unis, 1952, *The Look of Maps*) fonde le Map Design et plaide pour l'expérimentation. Bertin (France, 1967, *Sémiologie graphique*) recense les bonnes pratiques et pose les variables visuelles. Tous deux voient la carte comme un message entre un émetteur et un récepteur, dont il faut réduire le bruit (Shannon et Weaver, 1948).

3 **Pourquoi dit-on que la sémiologie graphique est avant tout un cadre de réflexion ?**

Elle date d'une époque de cartes papier et de dessin manuel ; ses règles doivent être confrontées aux expérimentations et adaptées aux cartes interactives. Ce qui reste, ce sont ses principes (pas de meilleure représentation dans l'absolu, tout élément graphique est signifiant, c'est au cartographe de faire l'effort) et ses quatre questions.

4 **Classez ces données : nombre de médecins par commune ; taux de chômage ; type d'occupation du sol ; risque faible, moyen ou fort.**

Nombre de médecins : quantitative de stock, on l'additionne. Taux de chômage : quantitative de taux, on le moyenne. Occupation du sol : qualitative nominale. Niveau de risque : qualitative ordinale.

5 **Quelle variable visuelle pour chacune de ces quatre données ?**

Médecins : la taille, seule à quantifier. Chômage et risque : la valeur (ou la taille), pour montrer un ordre. Occupation du sol : la couleur ou la forme, pour dissocier et associer.

6 **Pourquoi la valeur ne doit-elle pas servir à quantifier ?**

La valeur fait percevoir un ordre : plus foncé veut dire « plus ». Elle ne permet pas de lire « deux fois plus ». Seule la taille est directement proportionnelle à une quantité. Le classement de Munzner va dans le même sens : l'aire passe avant la luminance.

7 **Vous cartographiez des écoles privées ou publiques, primaires ou secondaires. Quels choix graphiques ?**

Les deux informations sont nominales : il faut dissocier et associer. On combine deux variables, par exemple la forme pour le statut et la couleur pour le niveau. Le lecteur regroupe alors d'un coup d'œil toutes les écoles publiques, ou toutes les écoles primaires.

8 **Un planisphère colore chaque pays du clair au foncé selon son nombre total de cas d'une maladie. Critiquez et proposez.**

Un nombre de cas est un stock ; or la carte choroplèthe met en avant les zones foncées et étendues et dépend du découpage. Deux corrections possibles : des cercles de surface proportionnelle au nombre de cas, ou le passage à un taux (cas par habitant) en aplats discrétisés. Elles ne répondent pas à la même question.

9 **Expliquez la résistance au découpage.**

Si deux zones de 100 habitants fusionnent, la zone unique vaut 200. En aplats, elle devient plus foncée alors que rien n'a changé : le message dépend du découpage. En cercles, un cercle de 200 remplace deux cercles de 100 : le message est conservé. Pour une densité, c'est l'inverse.

10 **Quand utiliser une double gamme inversée ? Faut-il discrétiser ?**

La double gamme est réservée à deux séries ordonnées en opposition, avec un milieu significatif et bien placé, par exemple zéro entre une hausse et une baisse. Une gamme colorée se discrétise toujours ; des symboles proportionnels, jamais.

11 **La ville B compte 100 000 habitants et son cercle a un rayon de 5 mm. Quel rayon pour la ville A, 400 000 habitants ?**

La surface doit être proportionnelle à la quantité. A est 4 fois plus peuplée : sa surface doit être 4 fois plus grande, donc son rayon 2 fois plus grand, soit 10 mm. Avec 20 mm, la surface serait 16 fois plus grande.

12 **La carte est-elle toujours le meilleur moyen de représenter des données localisées ?**

Non. Elle fait voir une répartition spatiale, mais selon Munzner la position sur une échelle commune compare mieux des quantités que l'aire d'un symbole. En géovisualisation, la carte est un médium parmi d'autres. La question à poser : la composante spatiale est-elle l'information la plus importante ?

13 **Quelles sont les limites de l'animation temporelle et de la 3D ?**

L'animation montre une dynamique, mais compare mal deux états et se prête mal à une analyse globale, car la mémoire de travail est limitée. La 3D n'est justifiée que s'il y a un bénéfice à percevoir des formes ou des distributions dans un espace 3D ; sinon elle ajoute distorsion, occlusion et complexité.

14 **On vous demande « une carte des pistes cyclables pour le bulletin municipal ». Que faites-vous avant de dessiner ?**

J'analyse la demande avec QQOQCCP, j'identifie le demandeur (MOa) et les utilisateurs (les habitants), je distingue objectifs affichés et cachés, je vérifie la faisabilité (coût, délais, qualité). Je raisonne en fonctions et je rédige le cahier des charges fonctionnelles, puis les quatre spécifications et le planning.

15 **Tâches : A (2 jours) ; B (3) et C (5) après A ; D (4) après B ; E (1) après C ; F (2) après D et E. Quel est le chemin critique ? Et si C prend 2 jours de plus ?**

A, B, D, F vaut 2 + 3 + 4 + 2 = 11 jours. A, C, E, F vaut 2 + 5 + 1 + 2 = 10 jours. Le chemin critique est le plus long : A, B, D, F, et le délai est de 11 jours. Si C passe à 7 jours, le second chemin vaut 12 : il devient critique et le délai passe à 12 jours.

Chapitres 6 à 8 : sept questions de plus

16 **Sur une carte au 1/25 000, deux refuges sont distants de 6 cm. Quelle distance sur le terrain ? Quelle longueur sur une carte au 1/250 000 ?**

Au 1/25 000, 1 cm vaut 250 m : 6 cm valent 1 500 m, soit 1,5 km. Au 1/250 000, 1 cm vaut 2,5 km : 1,5 km mesurent 0,6 cm, soit 6 mm. La même distance occupe dix fois moins de longueur.

17 **Définissez la généralisation cartographique. Pourquoi est-elle nécessaire ? Citez quatre des opérations montrées en cours.**

C'est la simplification et/ou l'adaptation de l'information géographique pour répondre à un besoin donné, à une échelle donnée. Elle est nécessaire parce que l'œil a des limites : trop petit ou trop serré, le dessin ne permet plus de dire si c'est une tache ou un bâtiment, s'il y a un ou deux objets, s'ils sont alignés. Par exemple : selection (on garde une partie des objets), displacement (on écarte), aggregation (on fusionne), simplification (on allège les contours).

18 **Comparez courbes de niveau et estompage avec les critères du cours. Pourquoi les combine-t-on ?**

Les courbes ont une bonne définition géométrique et donnent une bonne perception de la structure du relief, mais elles demandent de l'habitude. L'estompage donne une impression saisissante du modelé et un très bel effet plastique, mais il n'a pas de définition géométrique et noircit les versants. Chacun apporte ce qui manque à l'autre : c'est l'une des deux combinaisons les plus courantes.

19 **Quelle différence entre un MNT et un MNS ? Que représente MNS – MNT ?**

Le MNT donne l'altitude du sol nu. Le MNS ajoute le sursol : bâtiments, arbres. Leur différence est le MNH : c'est la part due au sursol. Le terme MNE est ambigu selon le cours.

20 **Vous devez écrire sur une carte le nom d'un hameau, celui d'une rivière et celui d'un bois. Comment placez-vous chacun ?**

Le hameau est un lieu-dit habité : nom à position, horizontal, écrit une seule fois, à côté de l'objet, en suivant l'ordre préférentiel. La rivière est un objet linéaire : nom à disposition, qui épouse la forme, peut être répété et reste du même côté du trait. Le bois est un lieu-dit non habité : nom à disposition, qui occupe l'espace de l'objet aux deux tiers, à l'horizontale ou en arc de cercle, une seule fois.

21 **Comment faire sentir, par l'écriture seule, qu'une région compte plus qu'un département, et un département plus qu'une commune ?**

C'est une relation d'ordre : elle se traduit par la graisse, le corps et la forme. Exemple du cours : régions en gras, corps 12, majuscules ; départements en normal, corps 12, majuscules ; communes en normal, corps 10, minuscules. La famille, la couleur et l'inclinaison servent aux relations qualitatives, pas à l'ordre.

22 **Une carte de randonnée montre le relief par un estompage seul. Que lui reprocher, et que proposer ?**

L'estompage n'a pas de définition géométrique : on ne peut pas y déterminer une altitude, alors que c'est l'une des attentes citées par le cours. Il noircit aussi les versants, ce qui gêne les autres thèmes. On ajoute des courbes de niveau, qui apportent la géométrie, et des points cotés sur les éléments caractéristiques.

Fiche de dernière minute

Tout le cours en neuf blocs, à relire juste avant l'épreuve.

1. La carte est un message

Tout élément graphique est signifiant.

Efficacement : vite, facilement, sans erreur, sans biais.

Robinson 1952, expérimentation. Bertin 1967, bonnes pratiques.

Shannon et Weaver 1948 : émetteur, récepteur, bruit.

2. La sémiologie graphique

Un cadre de réflexion ; pas de meilleure représentation dans l'absolu.

Quatre notions : nature, relations, implantation, variables.

Nominale : couleur, forme. Ordinale, taux : valeur, taille. Stock : taille.

La valeur ordonne, la taille quantifie.

3. Trois décisions

Stock : symboles proportionnels. Taux : carte choroplèthe.

Test du découpage.

Gammes : teintes, valeurs, double inversée avec centre significatif.

Aplats : toujours discrétiser. Symboles : jamais, et surface proportionnelle.

4. La géovisualisation

La carte, un médium parmi d'autres.

Présenter, synthétiser, analyser, explorer.

Munzner : position, puis aire, puis couleur.

Overview first, zoom and filter, details on demand.

2D souvent préférable ; l'animation montre, elle ne compare pas.

Efficacité, efficience, satisfaction. Function first, form next.

5. Le projet de carte

Le MOa demande, le MOe réalise, l'utilisateur utilise.

Analyser, préparer, réaliser, terminer.

QQOQCCP ; des fonctions, pas des solutions ; cahier des charges fonctionnelles.

Spécifications : générales, de contenu, graphiques, de présentation.

Chemin critique : le plus long. Aléa imprévisible, contrainte planifiable. MAPS.

6. La généralisation

1/25 000, grande échelle : 1 cm = 250 m. 1/250 000, petite échelle : 1 cm = 2,5 km.

L'œil a des limites : tache ou bâtiment, un ou deux objets, alignés ou non.

Généraliser : simplifier et/ou adapter, pour un besoin donné, à une échelle donnée.

Neuf opérations ; généraliser n'est pas seulement supprimer.

7. Le relief

Critères : définition géométrique, fidélité des structures, inter-lisibilité, effet plastique.

Classiques : courbes, teintes hypsométriques, estompage, points cotés, figurés spéciaux.

Équidistance verticale, intervalle horizontal.

Estompage : soleil fictif au nord-ouest, pas de géométrie.

Combiner : courbes et estompage, courbes et teintes. MNT sol nu, MNS sol et sursol.

8. Les écritures

Informatif et suggestif. Dénominations, désignations, renseignements complémentaires.

Qualitatif : famille, couleur, inclinaison. Ordre : graisse, corps, forme. Spatial : position, disposition, chasse.

Position : horizontal, une fois, ordre de 1 à 6. Disposition : le long du linéaire, ou aux deux tiers de la surface.

Peu de familles, accents conservés, pas de flèches de rappel.

9. Dates et chiffres

1826 Dupin ; 1948 Shannon et Weaver ; 1952 Robinson ; 1967 Bertin.

1958 PERT ; 1910 Gantt ; 2003 Shneiderman ; 2014 Munzner.

6 variables, 4 natures, 4 relations, 3 implantations, 3 gammes.

Paliers perçus : 6 gris, 5 violets ou rouges, 4 oranges ou bleus, 3 verts, 2 jaunes.

7 phases du PERT, 4 spécifications, 4 phases du projet.

9 opérations ; 4 critères et 8 modes de relief ; 3 relations et 6 positions des noms.

1539 Villers-Cotterêts ; 1952 Vox ; 1994 loi Toubon.

Ce support s'appuie uniquement sur les quatre documents du cours et, pour les chapitres 6 à 8, sur les trois diaporamas ajoutés (texte, images et notes des diapositives). Sont ajoutés, et signalés comme tels : la formule du rayon, le diagramme de Gantt du chapitre 5, les remarques « Hors cours » et les schémas, tous redessinés. Les priorités reflètent ce que les professeurs soulignent dans leurs documents, pas une connaissance du sujet d'examen.