

# VISUALISER LES DONNÉES SPATIALES

**3**

Qu'est ce qu'une carte ?

Les matériaux du cartographe

**Le langage cartographique**

La mise en scène

Les outils du cartographe

Les « nouveaux visages »

Les 10 règles du cartographe

# Le langage cartographique

Langage **graphique** et **visuel** permettant l'expression des messages cartographiques.

- Alphabet : **signes graphiques élémentaires** (point, ligne, surface)
- Vocabulaire : **variables visuelles**
- Syntaxe : **sémiologie graphique** (règles de la perception visuelle)

La sémiologie graphique utilise les propriétés de l'image visuelle pour faire apparaître des **relations de différence, d'ordre ou de proportionnalité** entre les objets représentés.

La sémiologie graphique permet :

- De **traiter** les données pour **comprendre** le phénomène et en tirer de l'information ;
- De **communiquer** cette information

# Les variables visuelles

« Façon de faire varier les figurés graphiques dans le but de retranscrire visuellement la variation d'une donnée statistique »

(Lambert N., Zanin C., 2016)

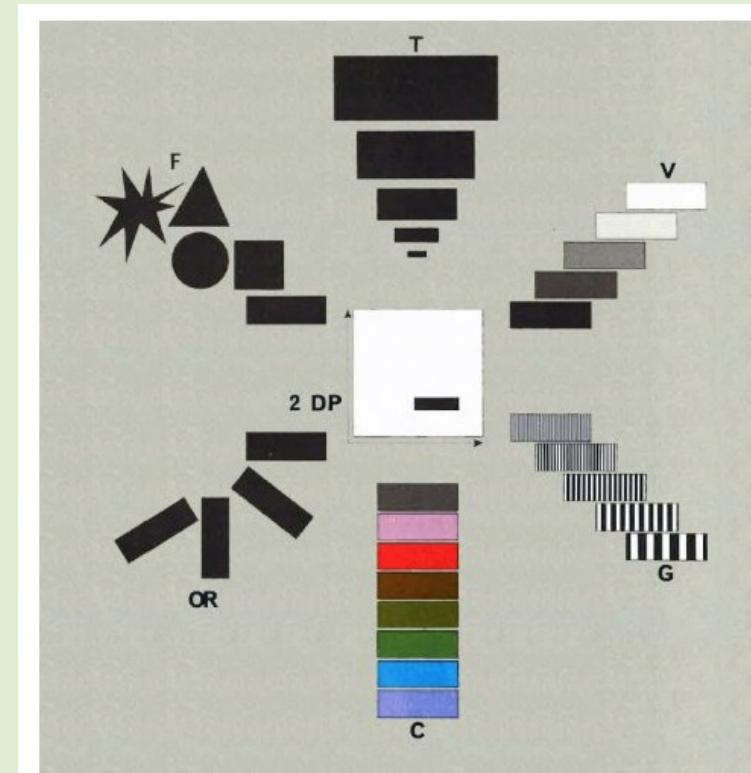
Permettent des variations de forme, de dimension, de valeur, d'orientation et de couleur.

Nommées « variables rétiniennes » par Jacques Bertin (1967, 1973) qui en décrit 6 : la **taille**, la **valeur**, la **couleur**, la **forme**, l'**orientation** et le **grain**.

Chaque variable visuelle possède ses propres caractéristiques. Le **choix** de la variable à utiliser se fait **en fonction** de la **nature** et de l'**implantation\*** de la donnée qui va être cartographiée.

On peut regrouper les variables selon qu'elles permettent de représenter :

- des **différences** : forme, couleur, orientation, texture-structure
- un **ordre** : taille, valeur, couleur, grain, texture-structure
- une **quantité** : taille



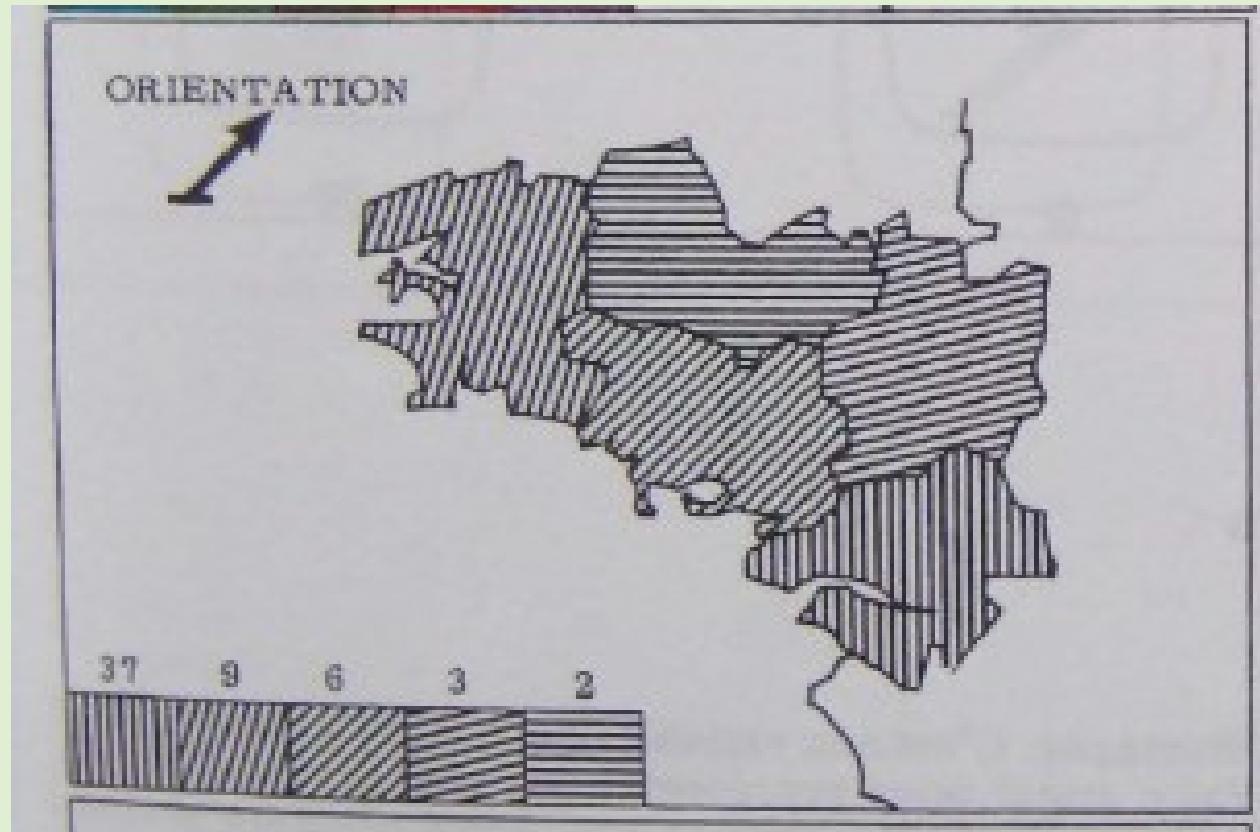
Les variables visuelles : taille, valeur, grain, couleur, orientation, forme.

JB, 1967.

\* implantation : localisation géographique des données. C'est la façon de disposer un élément graphique ou un figuré sur une image cartographique. Il existe 3 modes d'implantation : ponctuel, linéaire ou zonal.

# Variables visuelles de différenciation - ORIENTATION

**La variable ORIENTATION consiste à faire varier l'angle d'un figuré**



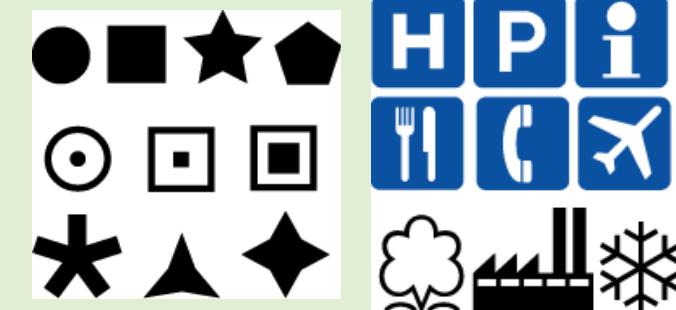
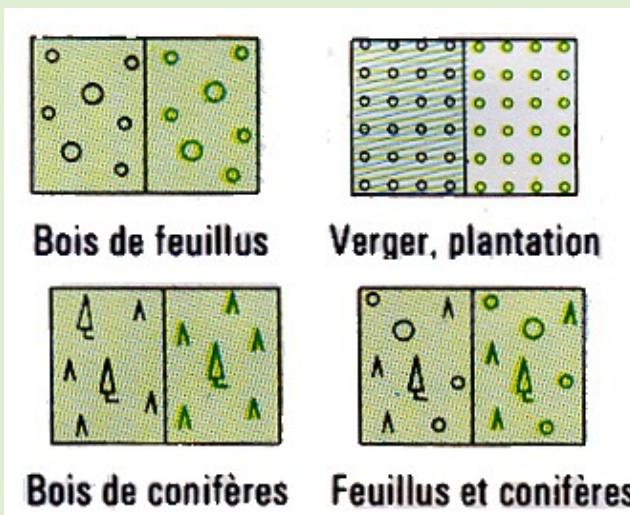
Bertin J., 1999 (ré-ed.),  
Sémiologie graphique

- Permet de traduire des **relations d'association et de différence**
- **Peu efficace** visuellement, elle s'utilise principalement en **implantation surfacique** et selon **4 directions** (verticale, horizontale et à 45° dans les 2 sens)
- Pratique pour les cartes en noir et blanc

# Variables visuelles de différenciation - FORME

**La variation de FORME est la variation des contours d'un figuré**

- La FORME permet de traduire des relations de **différence** ou **d'équivalence**
- Elle s'utilise avec des données qualitatives nominales
- Plutôt en implantation ponctuelle ou linéaire
- En implantation zonale, on parle de **TEXTURE-STRUCTURE** ou Trame



Objet	Existant	Projets
Transports développés...	avec la Russie	sans la Russie
Axe multimodal	=====	=====
Voie ferrée	---	---
Voie maritime	-----	-----

# Variables visuelles de différenciation – COULEUR (teinte)

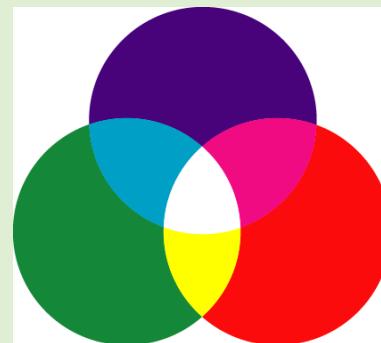
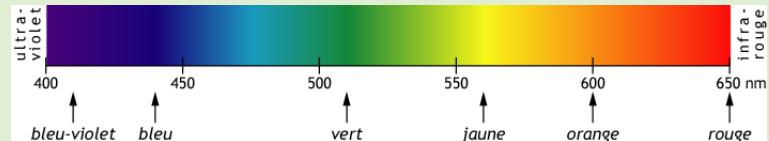
**Sensation physiologique résultant de l'ensemble des radiations perçus par l'œil**

**Variable forte, immédiatement et intensément perceptible, lui donnant un fort pouvoir différentiel**

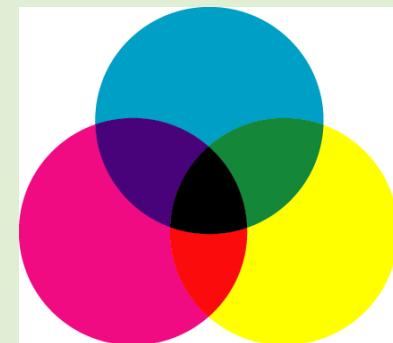
- Mais utilisation complexe du fait
  - de choisir le bon **mode colorimétrique** en fonction du media
  - des dimensions **symboliques** et **culturelles** différentes
  - des **anomalies** de perception visuelle

Symbolique des couleurs par civilisations					
	ROUGE	BLEU	VERT	JAUNE	BLANC
Chine	Joie Mariage	Paradis Légèreté	Dynastie Ming Paradis Légèreté	Naissance Santé Force	Mort Pureté
Egypte	Mort Méchanceté Désert	Vertu Vérité Fidélité Immortalité	Fertilité Force Islam	Joie Prosperité	Joie Fête
Etats-unis	Danger	Masculinité	Sécurité	Lâcheté	Pureté
France	Anarchisme Communisme	Liberté Paix Royauté	Criminalité	Temporalité	Monarchie Neutralité
Inde	Vie Créativité	...	Prospérité Fertilité	Succès	Mort Pureté
Japon	Colère Danger	Méchanceté Bassesse	Futur Jeunesse Énergie	Grâce Noblesse	Mort

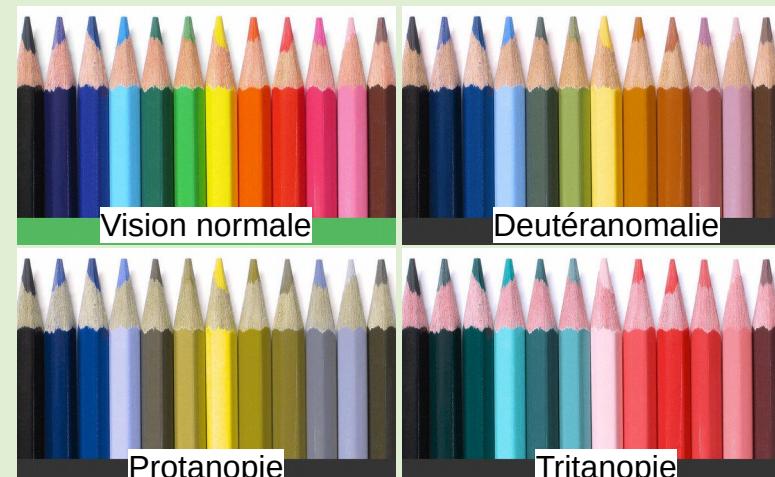
Source : CRIM formation - Ecole polytechnique de Montréal



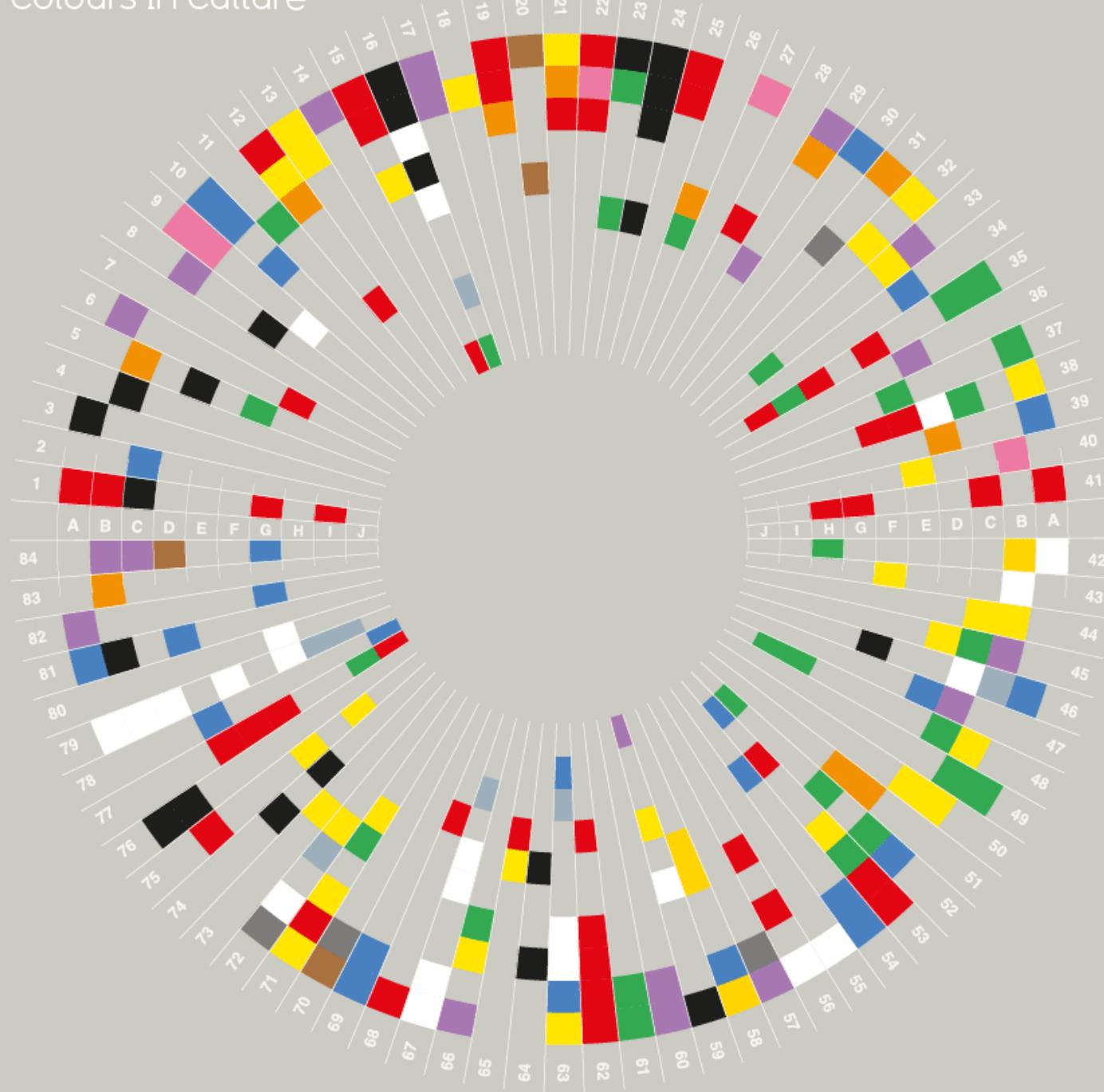
Synthèse additive  
RVB  
Affichage écran



Synthèse soustractive  
CMYK  
Impression papier



# Colours In Culture

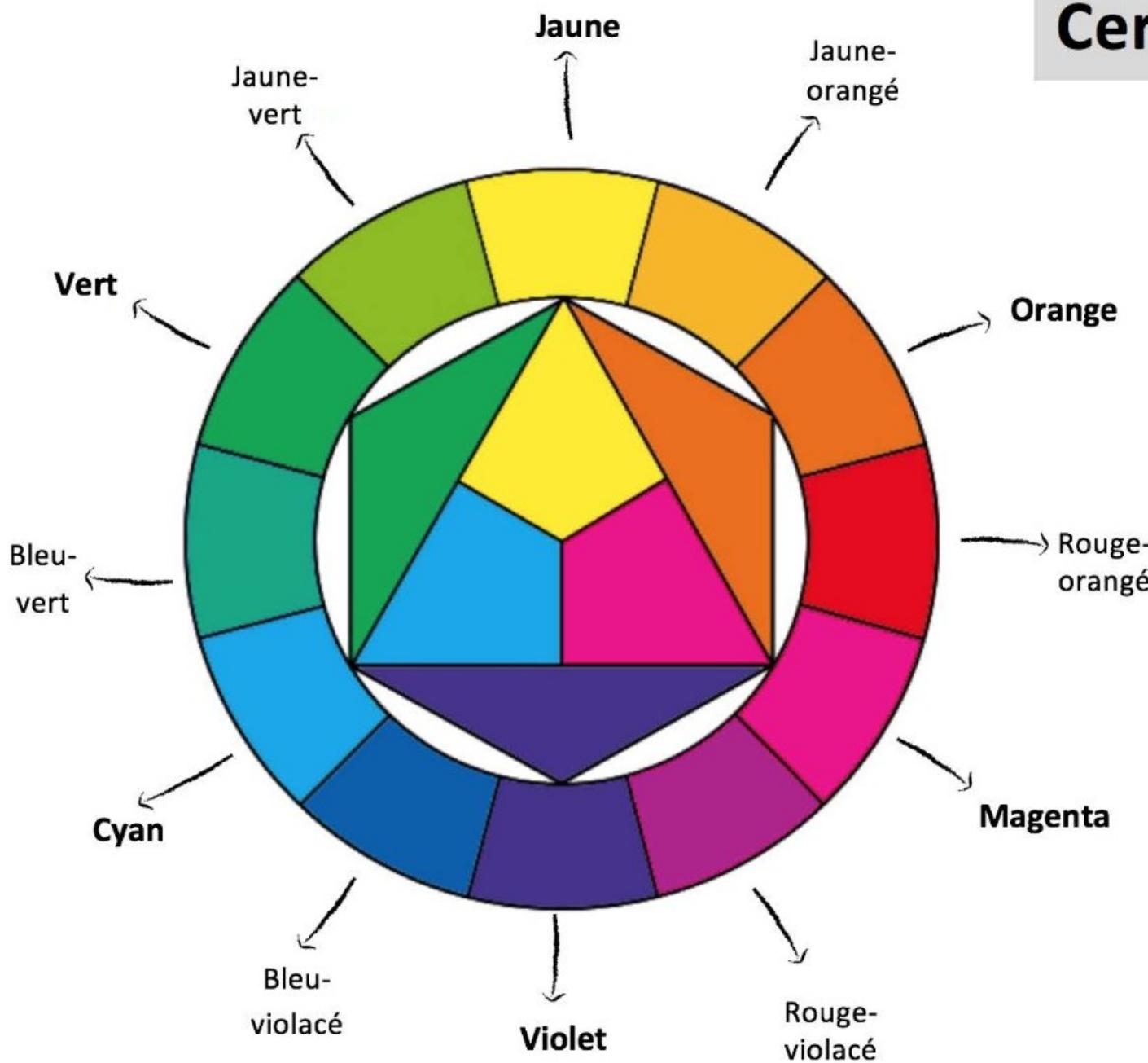


A Western / American	1 Anger
B Japanese	2 Art / Creativity
C Hindu	3 Authority
D Native American	4 Bad Luck
E Chinese	5 Balance
F Asian	6 Beauty
G Eastern European	7 Calm
H Muslim	8 Celebration
I African	9 Children
J South American	10 Cold
19 Desire	11 Compassion
20 Earthy	12 Courage
21 Energy	13 Cowardice
22 Erotic	14 Cruelty
23 Eternity	15 Danger
24 Evil	16 Death
25 Excitement	17 Decadence
26 Family	18 Deceit
27 Femininity	
28 Fertility	
29 Flamboyance	
30 Freedom	
31 Friendly	
32 Fun	
33 God	
34 Gods	
35 Good Luck	
36 Gratitude	

37 Growth	55 Luxury	73 Royalty
38 Happiness	56 Marriage	74 Self-cultivation
39 Healing	57 Modesty	75 Strength
40 Healthy	58 Money	76 Style
41 Heat	59 Mourning	77 Success
42 Heaven	60 Mystery	78 Trouble
43 Holiness	61 Nature	79 Truce
44 Illness	62 Passion	80 Trust
45 Insight	63 Peace	81 Unhappiness
46 Intelligence	64 Penance	82 Virtue
47 Intuition	65 Power	83 Warmth
48 Religion	66 Personal power	84 Wisdom
49 Jealousy	67 Purity	
50 Joy	68 Radicalism	
51 Learning	69 Rational	
52 Life	70 Reliable	
53 Love	71 Repels Evil	
54 Loyalty	72 Respect	

█ Yellow    █ Grey  
█ Gold    █ Silver

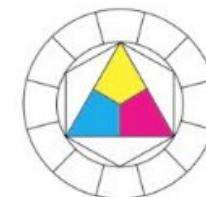
# Variables visuelles de différenciation - COULEUR (teinte)



## Cercle Chromatique

### Les couleurs primaires

- sont à la source de toutes les autres;
- elles ne peuvent pas être reproduites par le mélange d'autres couleurs.



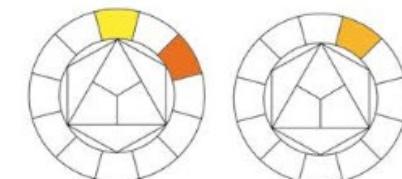
### Les couleurs secondaires

sont créées par le mélange de deux couleurs primaires.



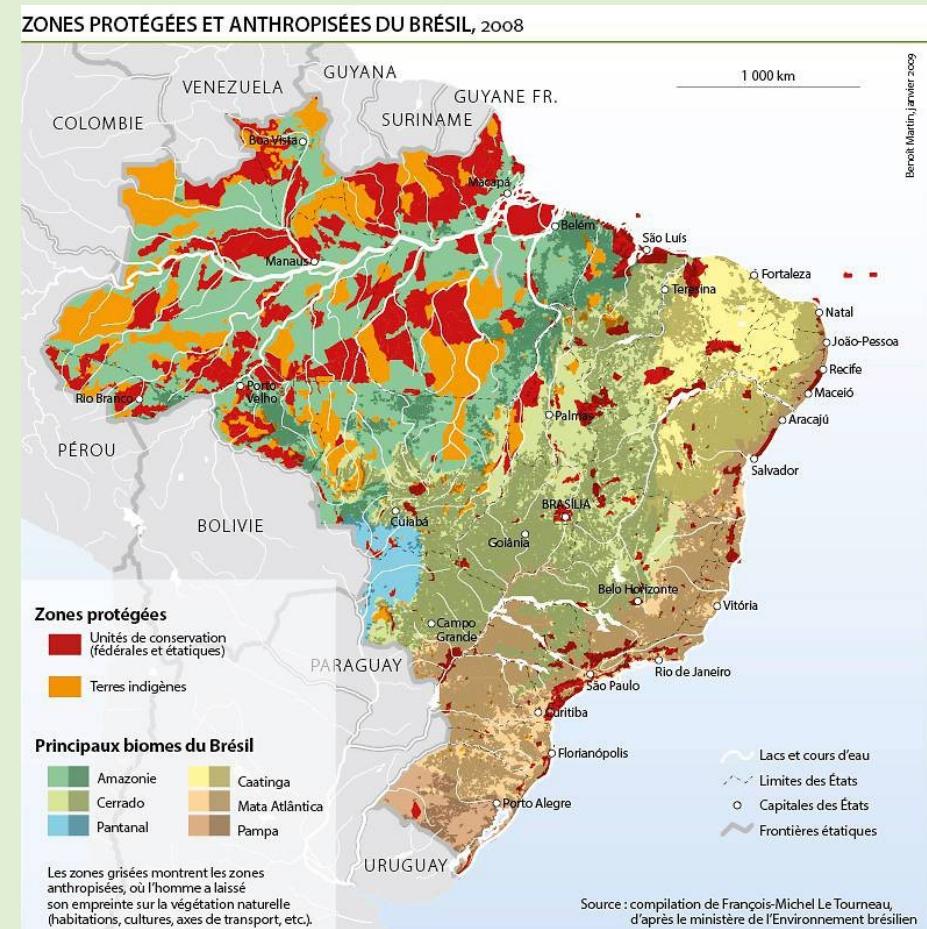
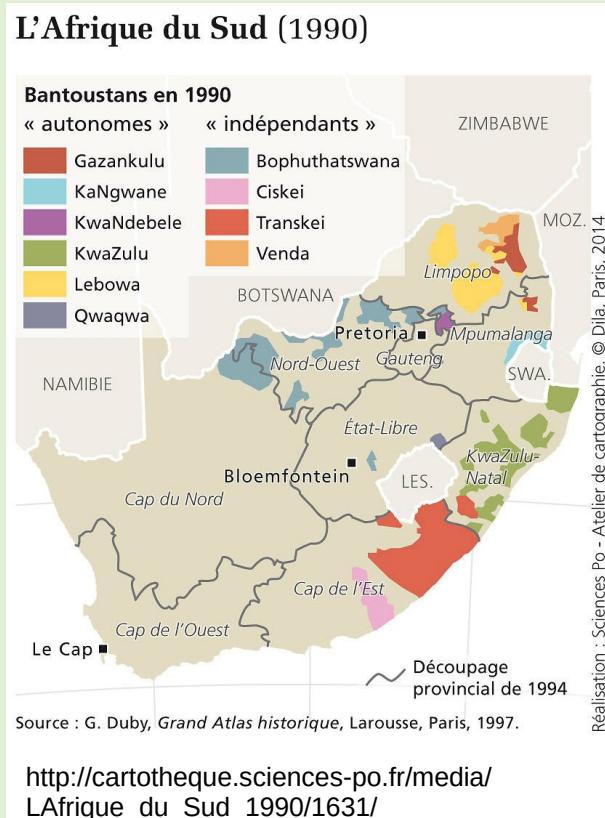
### Les couleurs tertiaires

sont créées par le mélange d'une couleur  primaire et d'une secondaire.



# Variables visuelles de différenciation - COULEUR (teinte)

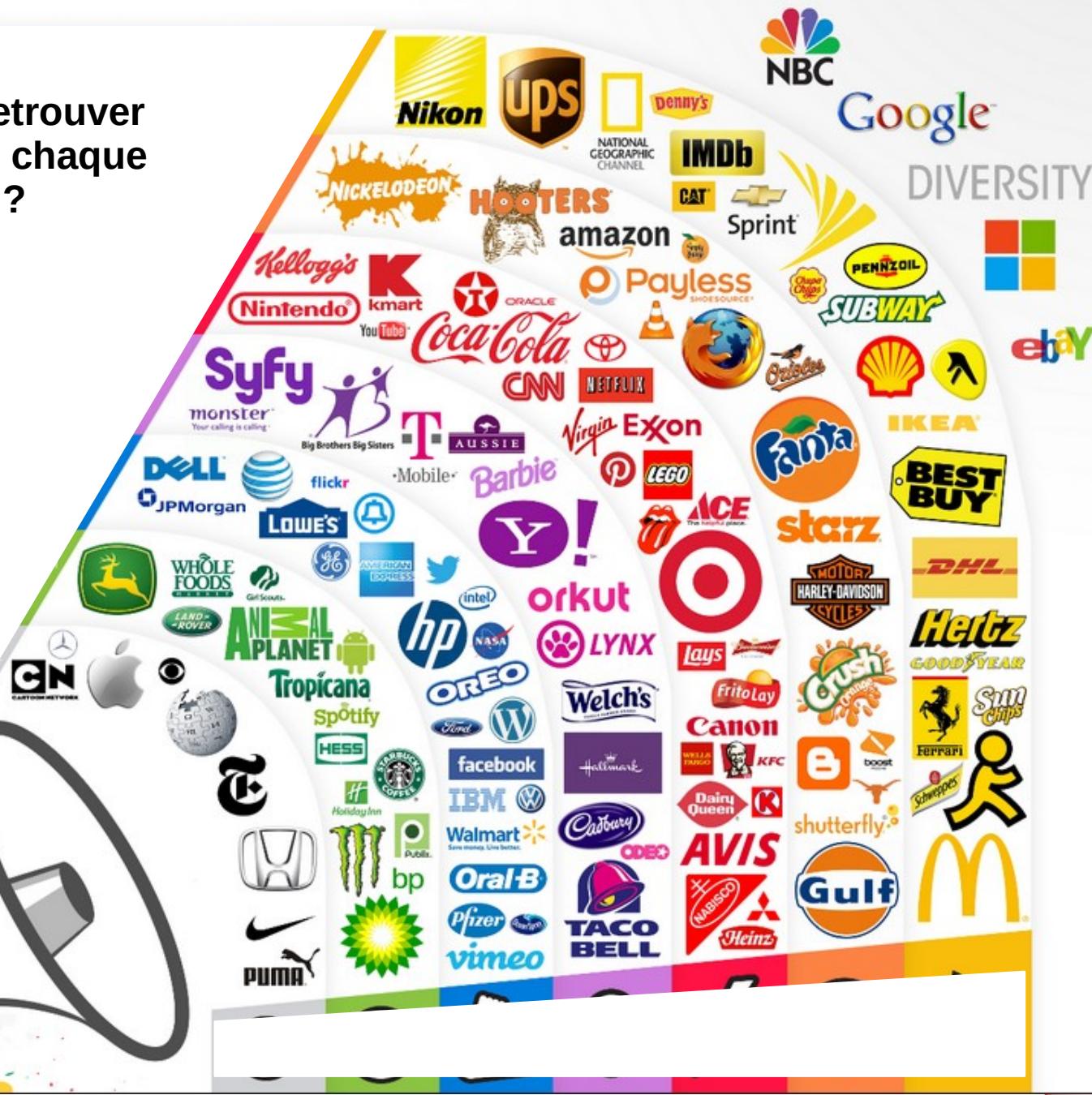
- Utilisée en choisissant des **teintes différentes**, la variable couleur permet de transcrire l'information **qualitative nominale**
  - En utilisant des **couleurs évocatrices**
  - En créant un fort contraste entre les teintes choisies...
  - ... sans introduire de notion d'ordre



[http://cartotheque.sciences-po.fr/media/  
Zones\\_protegees\\_et\\_anthropisees\\_du\\_Bresil\\_2008/1422/](http://cartotheque.sciences-po.fr/media/Zones_protegees_et_anthropisees_du_Bresil_2008/1422/)

# Symbolique des couleurs en marketing...

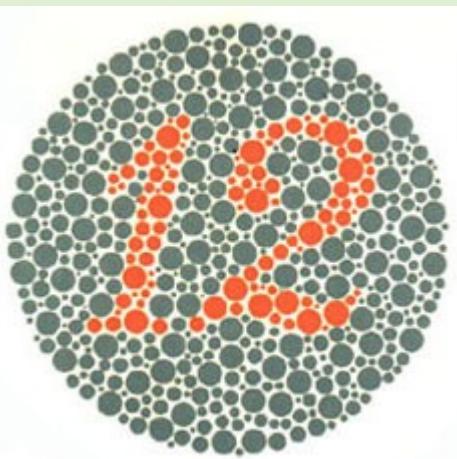
# Sauriez-vous retrouver ce que signifie chaque couleur ?



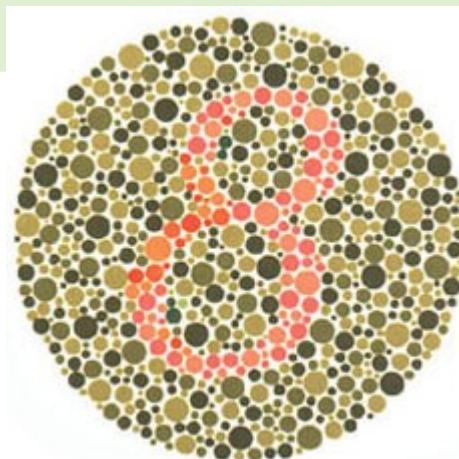
# Symbolique des couleurs en marketing...



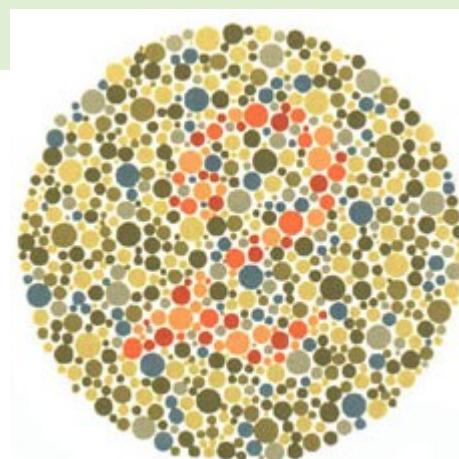
## Petit test de vision...



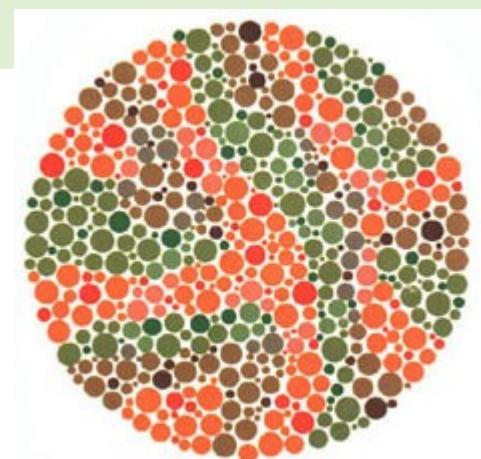
Tout le monde doit  
voir le chiffre 12



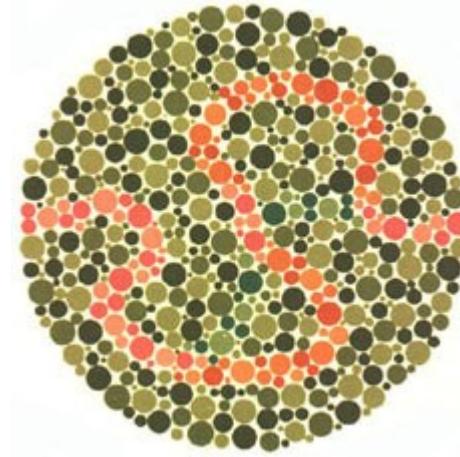
Vision normale = 8  
Déficience R-V = 3



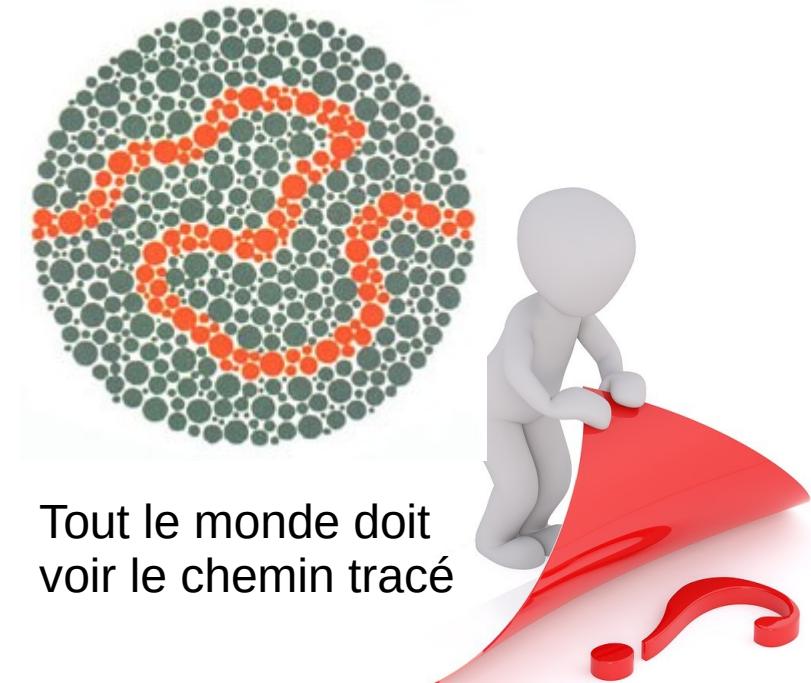
Vision normale = 2  
Dischromates = rien



Vision normale = rien  
Déficience R-V = 73



Vision normale = tracé pourpre et orange  
Déficience R-V = tracé bleuâtre-vert et pourpre

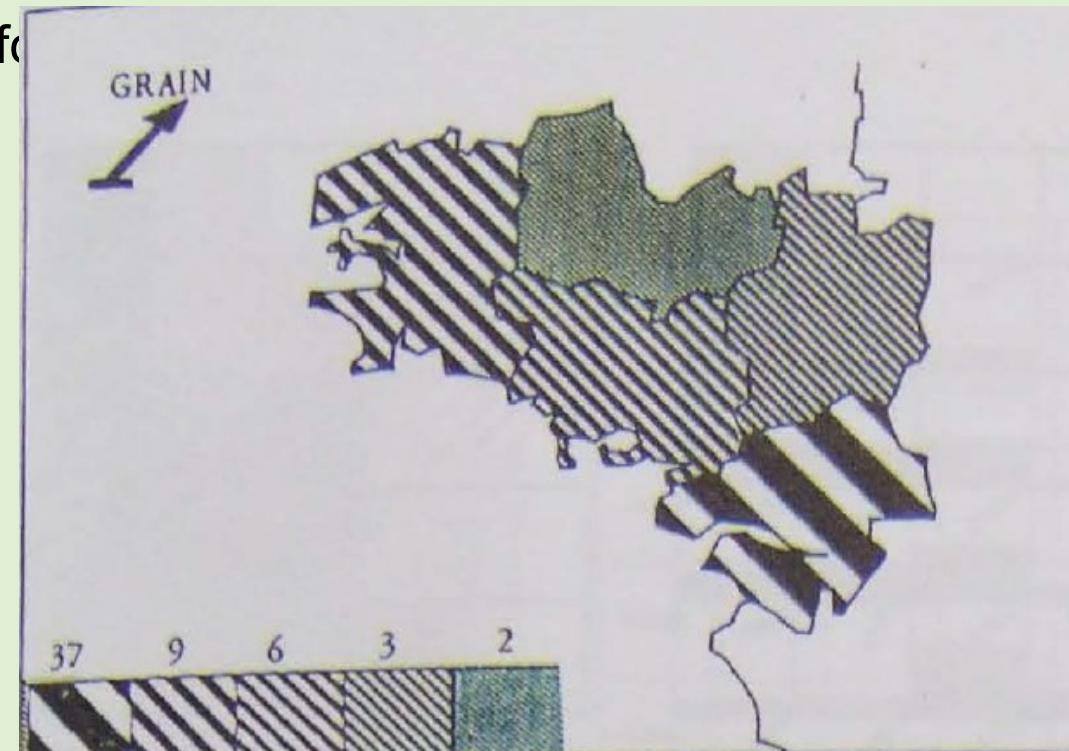
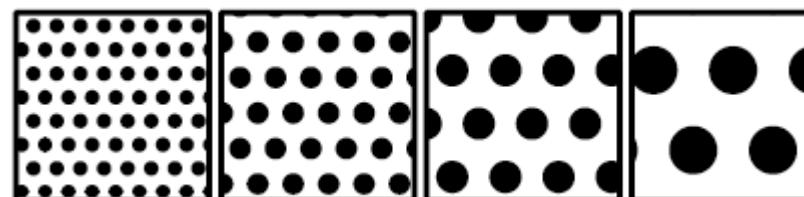
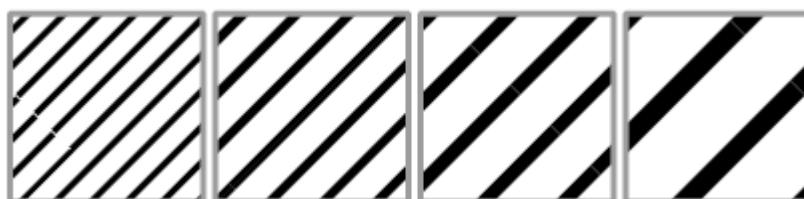


Tout le monde doit  
voir le chemin tracé

# Variables visuelles d'ordre - GRAIN

**La variation de GRAIN s'obtient en diminuant ou grossissant une trame (à la manière de la réduction ou de l'agrandissement d'une photocopieuse)**

- Conserve un **rappor constant** entre la quantité de noir et de blanc par unité de surface
- Permet de retranscrire une information ordonnée (quantitative ou qualitative)
- n'est efficace qu'en implantation zonale
- Plus vraiment utilisée du fait de l'info



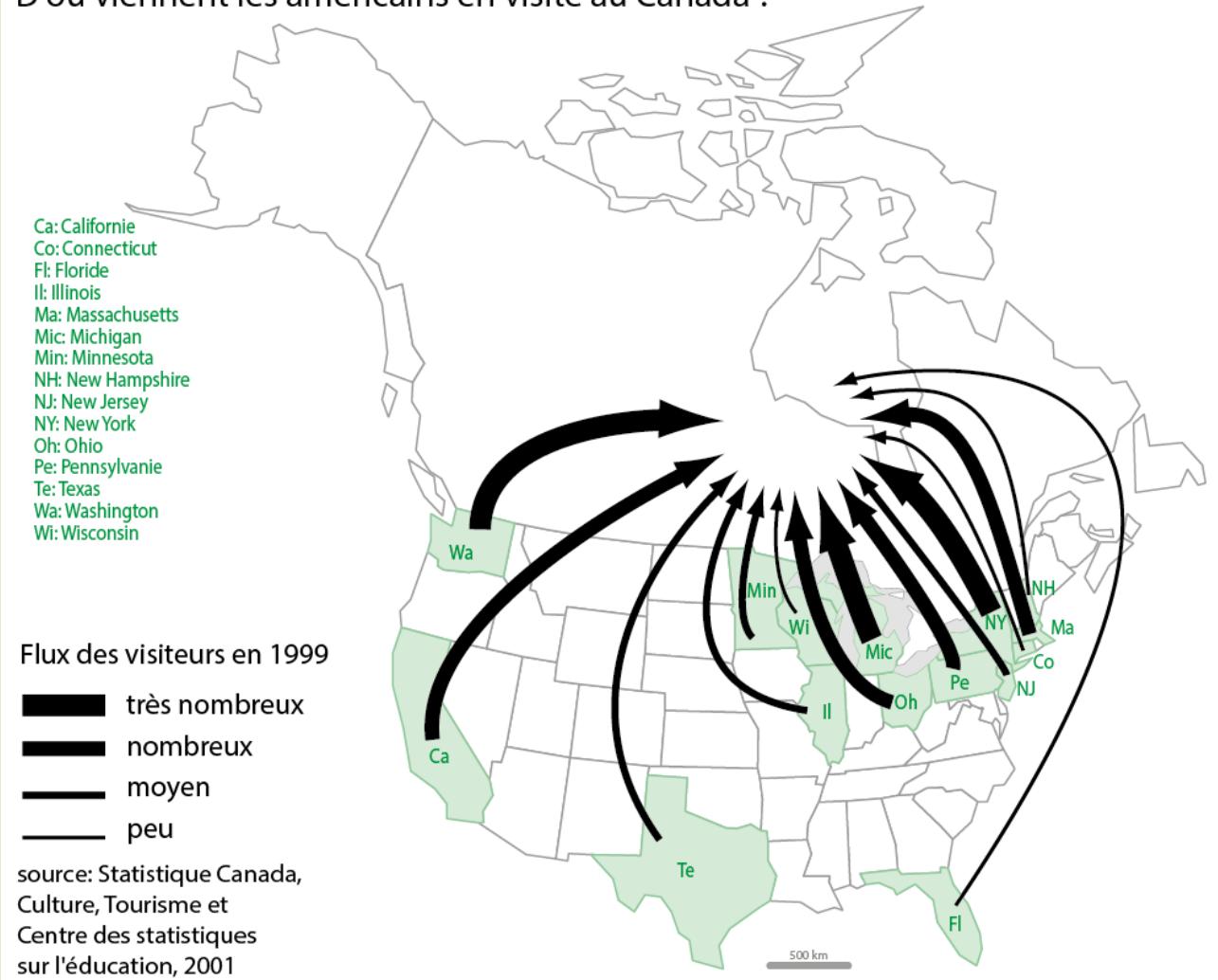
# Variables visuelles d'ordre - TAILLE

La TAILLE peut être utilisée pour traiter une donnée **qualitative ordinaire** mais dans ce cas elle se construit en réalisant des **classes** rendant compte d'une **hiérarchie**

- Ville à fonction européenne
- Ville à fonction européenne et capitale d'État
- Capitale d'État membre de l'Union des 15
- Capitale d'État futur membre de l'Union des 25 au 1<sup>er</sup> mai 2004



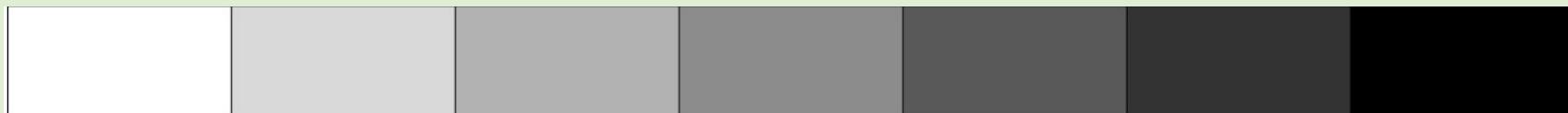
D'où viennent les américains en visite au Canada ?



# Variables visuelles d'ordre - VALEUR

**La VALEUR est le rapport entre les quantités totales de couleur et de blanc perçues sur une surface donnée**

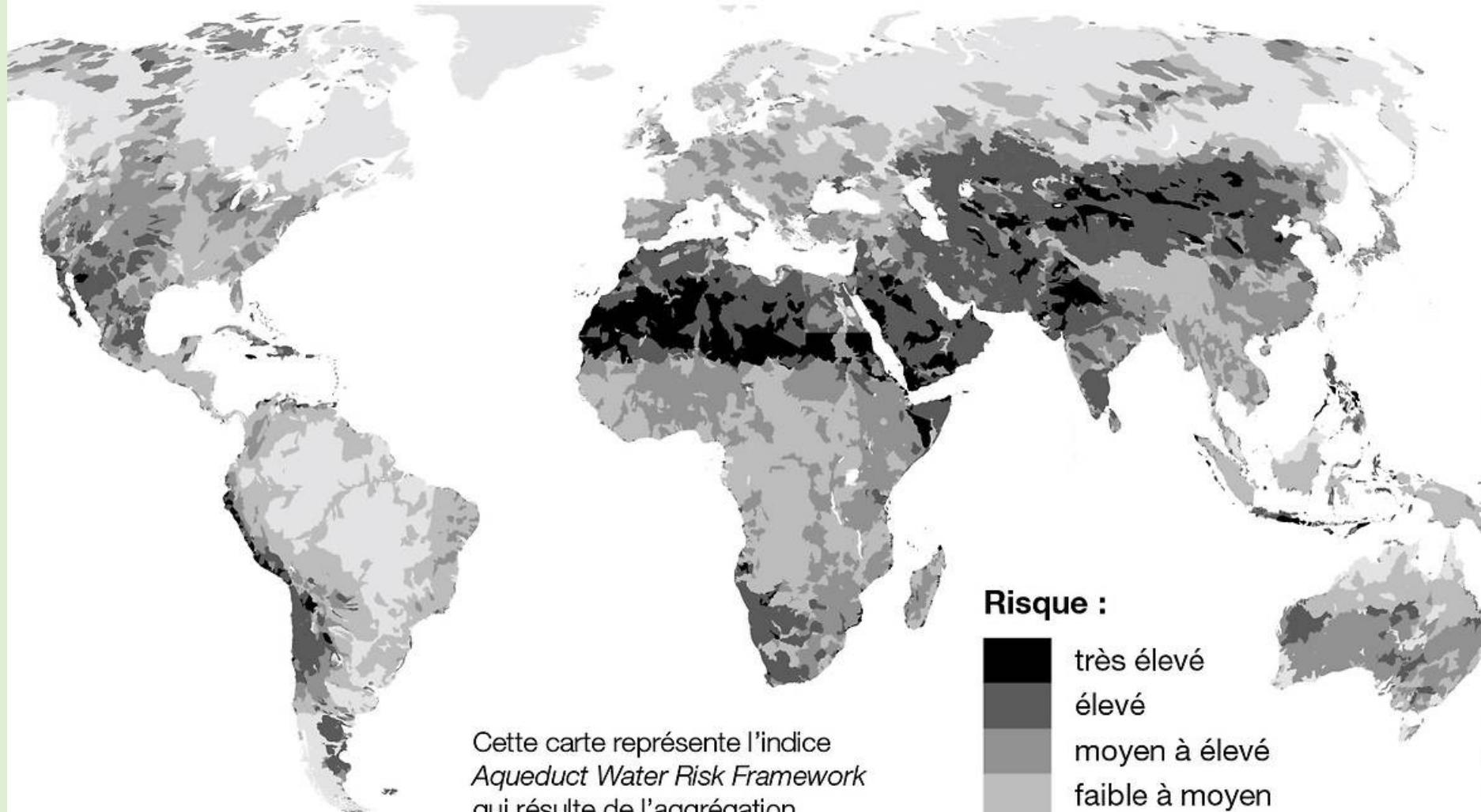
- Il s'agit d'une gradation s'échelonnant du gris clair au noir (**niveaux de gris**) ; ou d'une teinte (**camaïeu** en combinant valeur et couleur/teinte)
- Elle permet de traduire un **ordre**
  - pour une donnée **qualitative ordinaire**
  - ou **quantitative relative** (après discrétisation)
- L'œil classe les taches de la plus claire à la plus foncée
  - Teintes claires = valeurs faibles
  - Teintes foncées = valeurs fortes



**La variation de valeur NE PEUT PAS être utilisée pour traduire une donnée quantitative absolue**

# Variables visuelles d'ordre - VALEUR

## UNE VICTIME COLLATÉRALE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ? Risque global relatif à l'eau, 2013



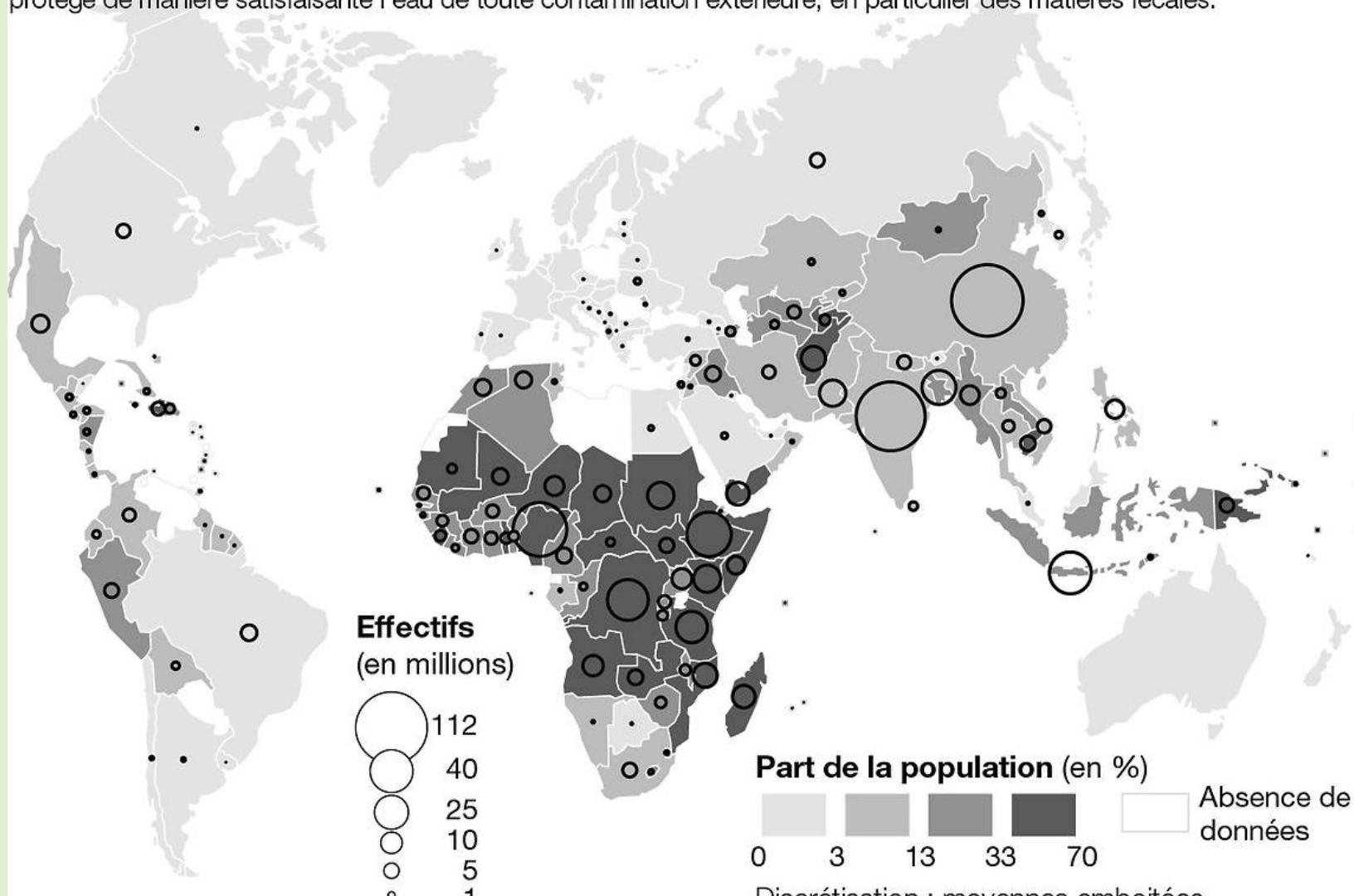
Source : World Resources Institute, *Aqueduct Water Risk Atlas Global Maps*, version 2.0, <http://aqueduct.wri.org>

# Variables visuelles d'ordre - VALEUR

## L'ACCÈS À L'EAU POTABLE UN DÉFI MAJEUR

### Population n'ayant pas accès à l'eau potable, 2011

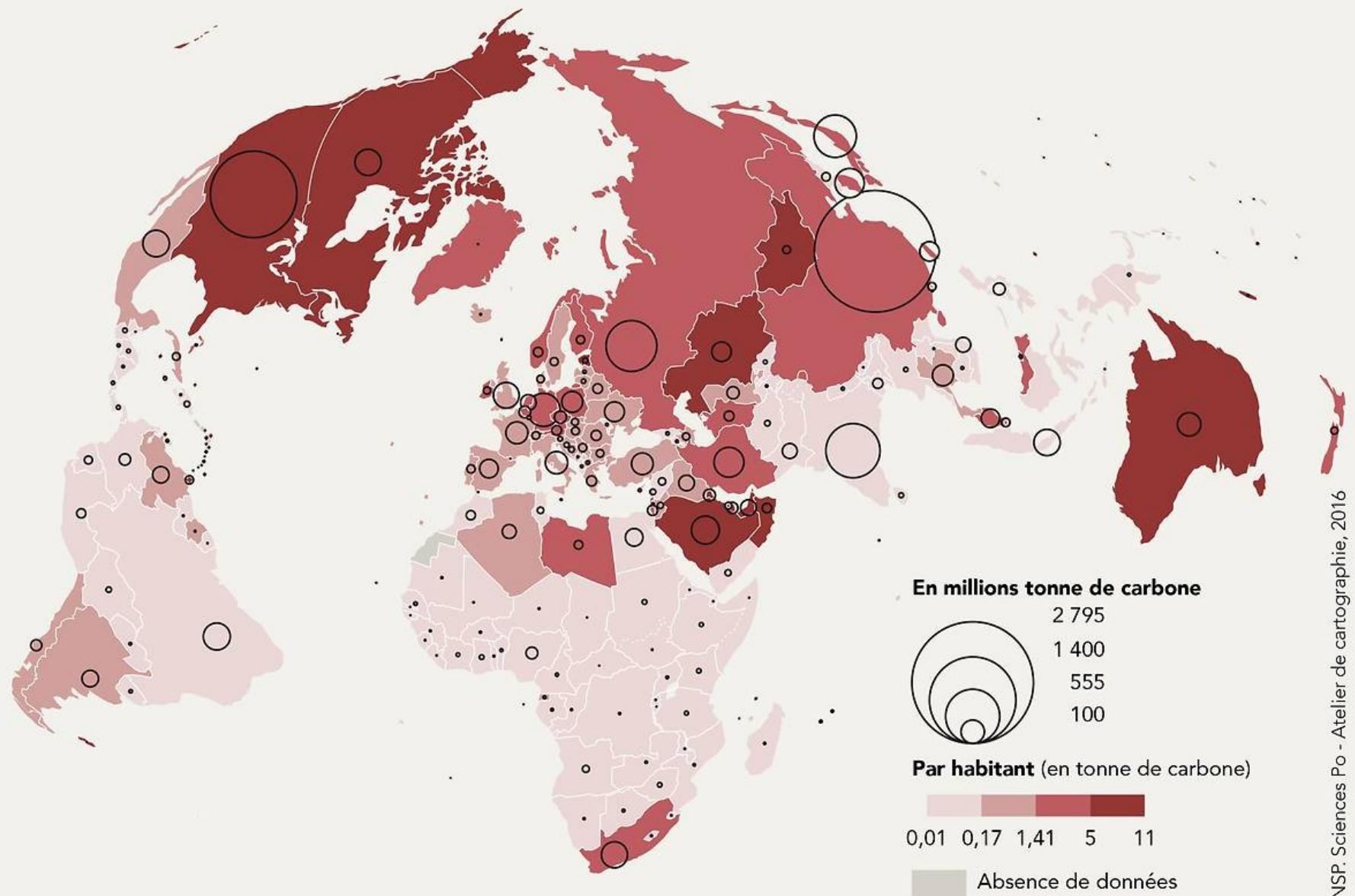
Une source d'approvisionnement en eau potable améliorée est une source qui, de par la nature de sa construction, protège de manière satisfaisante l'eau de toute contamination extérieure, en particulier des matières fécales.



Source : WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, [www.wssinfo.org](http://www.wssinfo.org)

# Variables visuelles d'ordre - VALEUR

## Émissions de CO<sub>2</sub> (2013)



Source : Carbon Dioxide Information Analysis Center, <http://cdiac.ornl.gov>

# Aide aux choix des couleurs

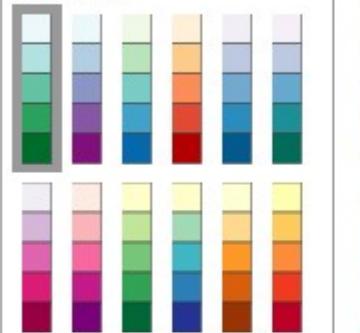
Color Brewer (© Cynthia Brewer, Mark Harrower and The Pennsylvania State University)

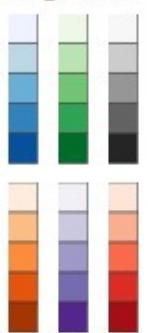
<http://colorbrewer2.org/#type=sequential&scheme=BuGn&n=3>

Number of data classes: 3

Nature of your data:  sequential  diverging  qualitative

Pick a color scheme:

Multi-hue: 

Single hue: 

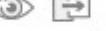
Only show:  colorblind safe  print friendly  photocopy safe

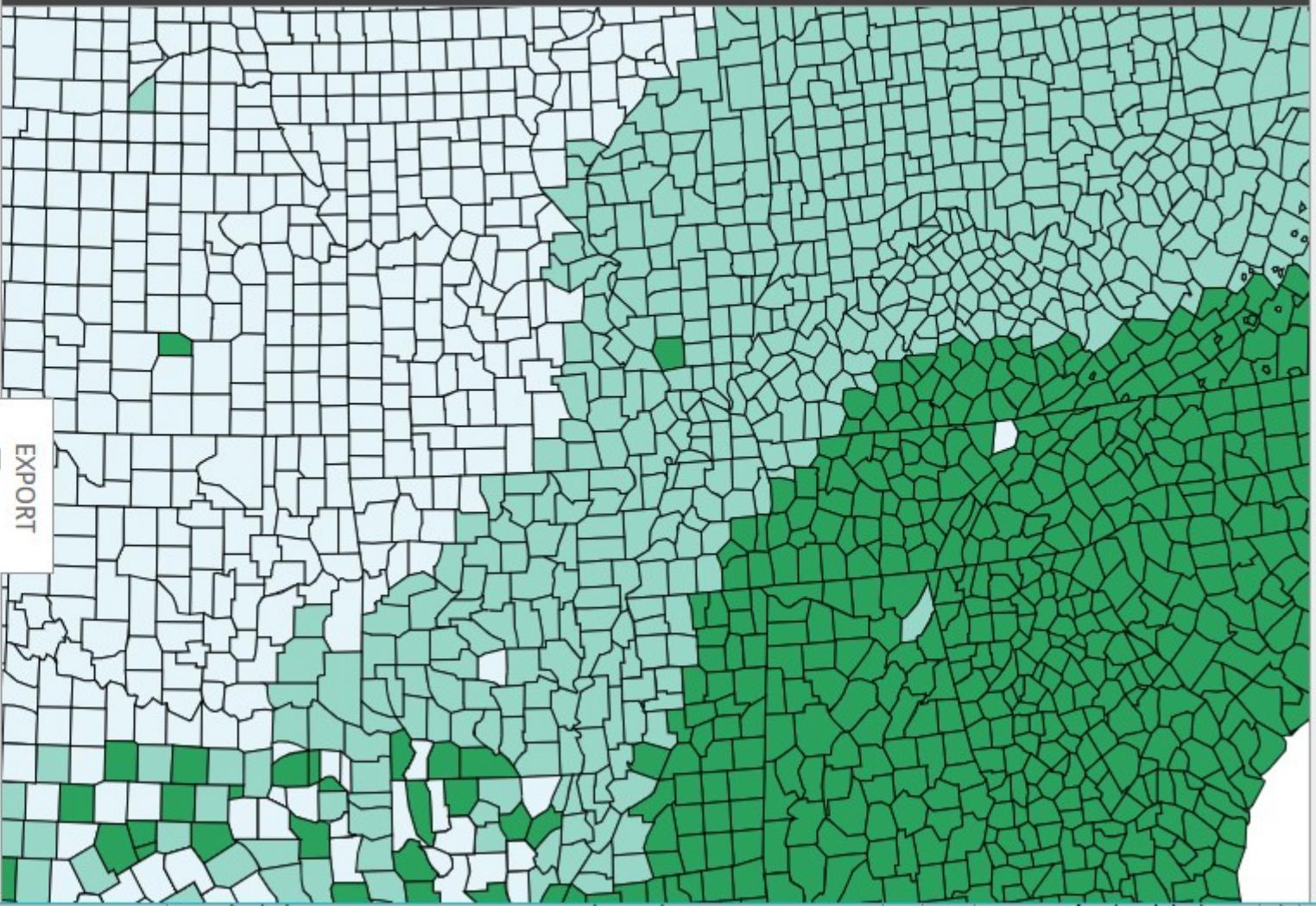
Context:  roads  cities  borders

Background:  solid color  terrain  color transparency

how to use | updates | downloads | credits

COLORBREWER 2.0  
color advice for cartography

3-class BuGn       



# Aide aux choix des couleurs

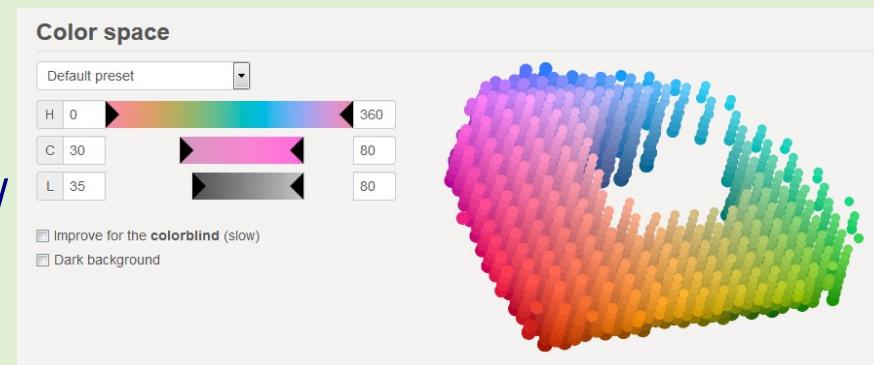
Harmonies colorées (Laurent Jégou)

<https://couleurs.hypotheses.org/>



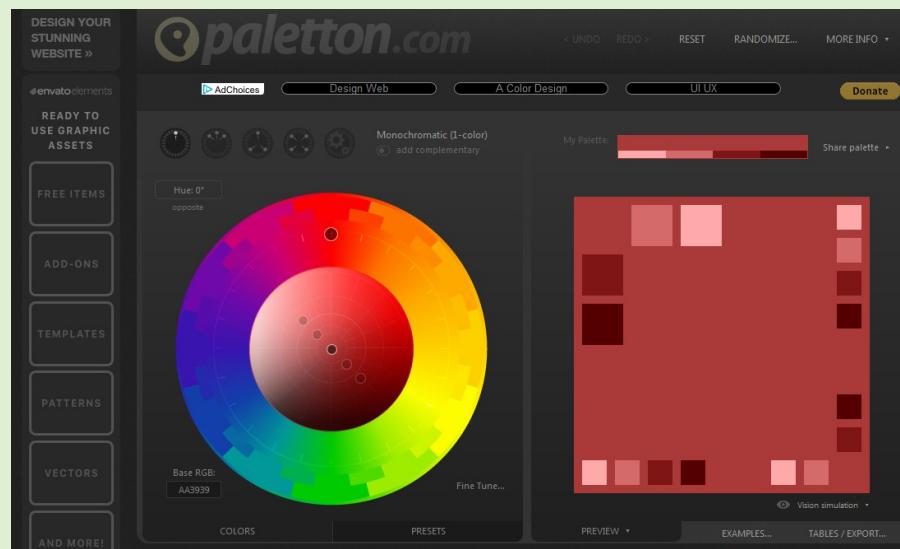
I want Hue

<http://tools.medialab.sciences-po.fr/iwanthue/>



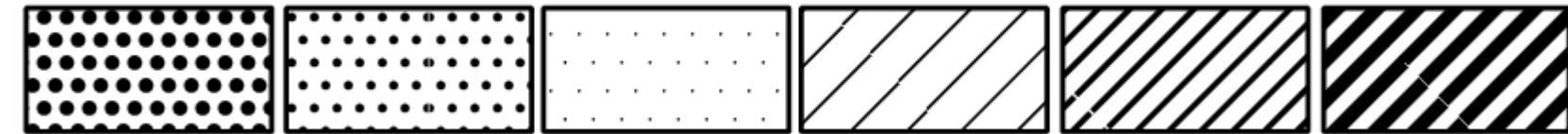
Paletton

<http://paletton.com>



# Variables visuelles d'ordre - TEXTURE-STRUCTURE

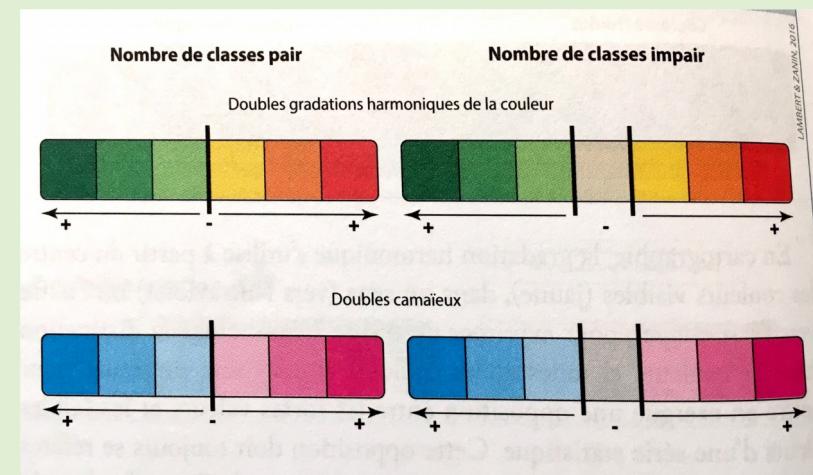
- Équivalente à la variable VALEUR pour traduire une **relation** de type **ordonnée**
- Peut permettre de rendre plus lisible une carte en dégradé de gris
- Utile pour transcrire une double progression en noir et blanc en utilisant une trame de points et une trame de traits



# Variables visuelles d'ordre – COULEUR ordonnée

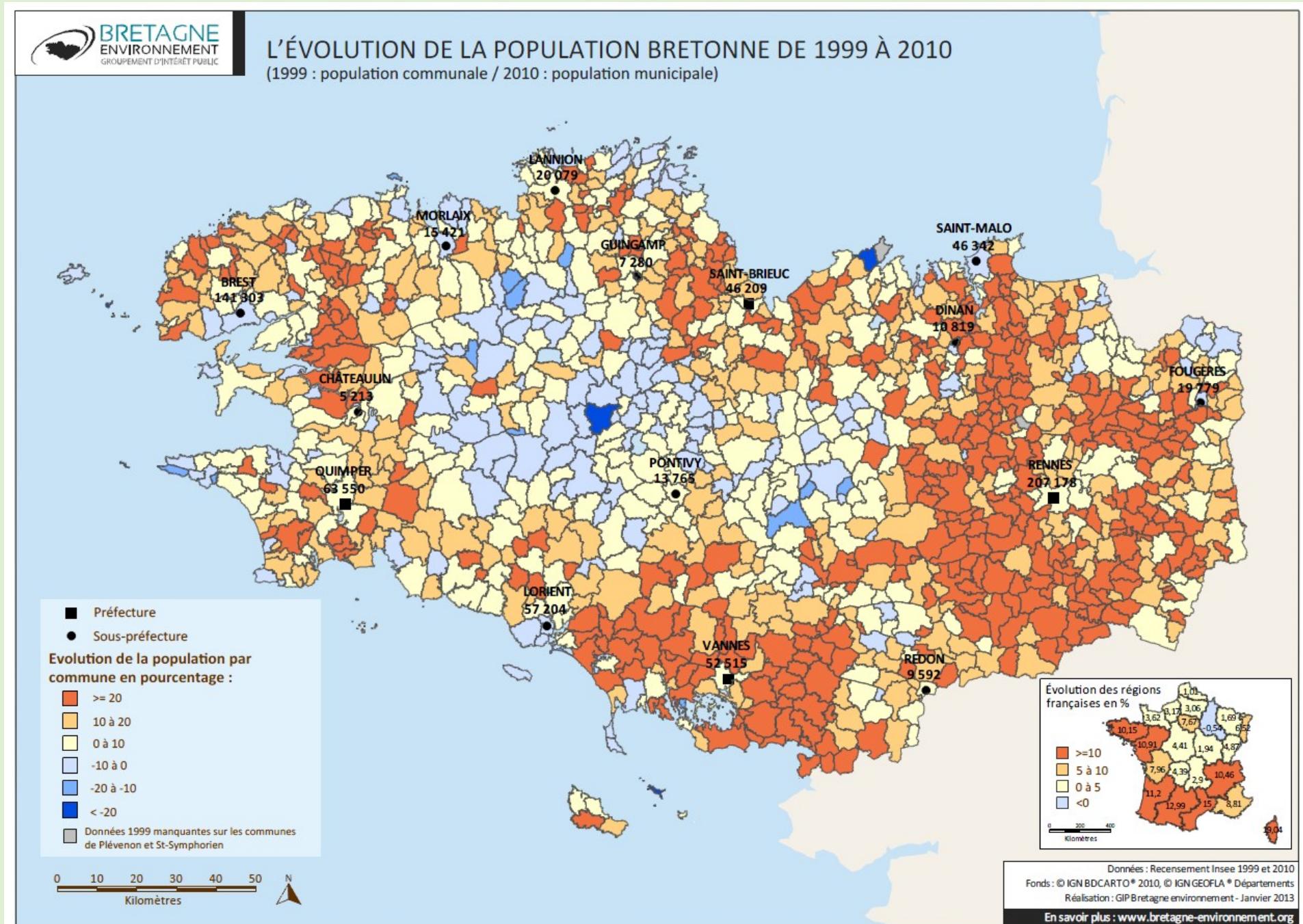
- La variable **couleur** permet également de transcrire un **ordre** en utilisant les propriétés du spectre visible de la lumière qui ordonne les couleurs selon deux **gradations harmoniques**.
- L'œil perçoit 2 ordres de couleur dans le spectre en fonction de l'accroissement de l'intensité des couleurs :
  - un ordre dans les **teintes chaudes** : jaune, orange, rouge
  - un ordre dans les **teintes froides** : vert, bleu, violet

- La gradation harmonique est
  - moins efficace que le camaieu
  - plus difficile à réaliser car il faut toujours que la couleur suivante soit plus foncée
  - souvent utilisée pour représenter une opposition négative/positive



Lambert, Zanin, 2016, Manuel de cartographie

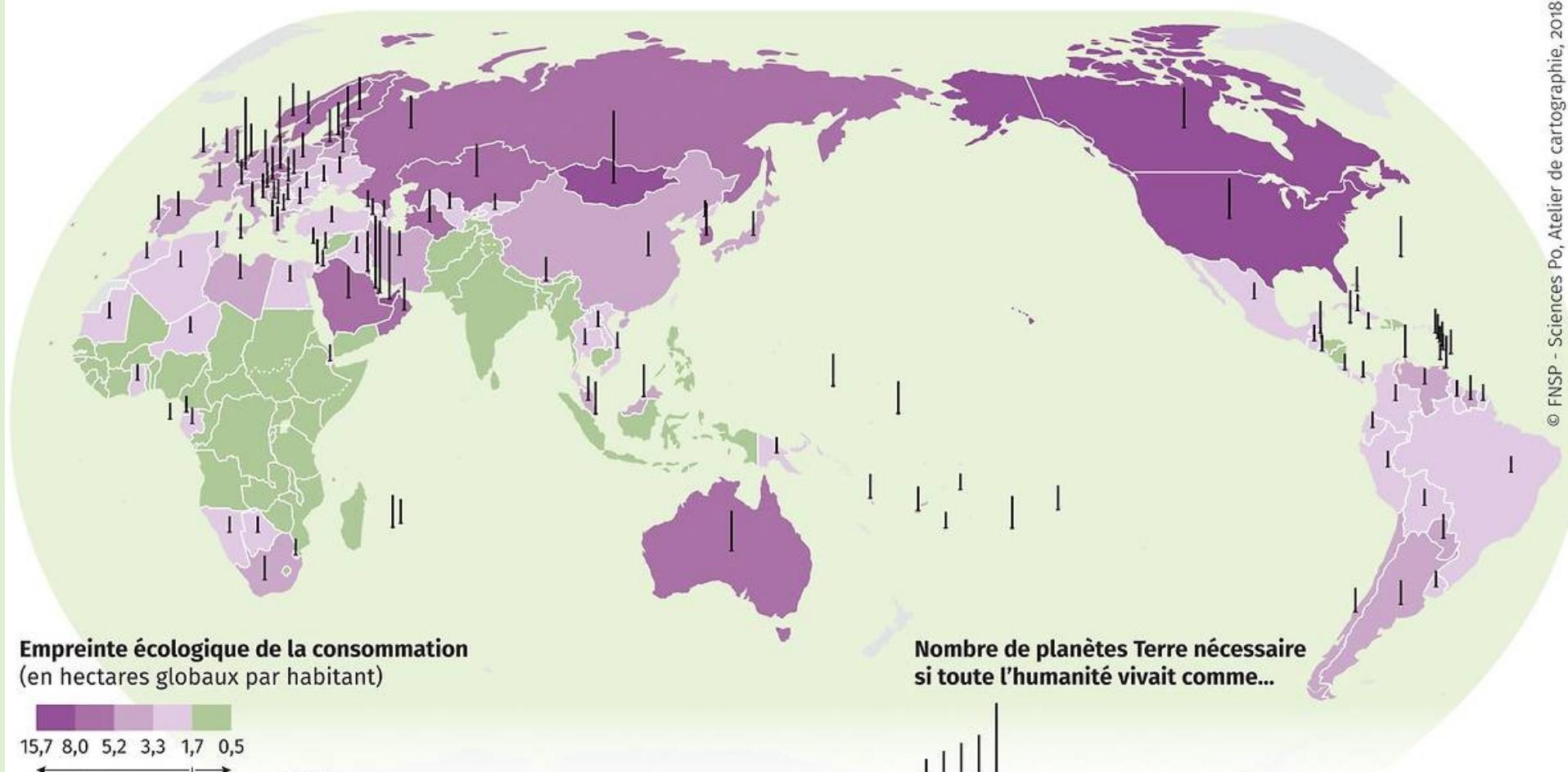
# Variables visuelles d'ordre – COULEUR ordonnée



# Variables visuelles d'ordre – COULEUR ordonnée

## Empreinte écologique, 2014

L'empreinte écologique mesure la superficie nécessaire pour produire les ressources consommées et absorber la pollution émise.

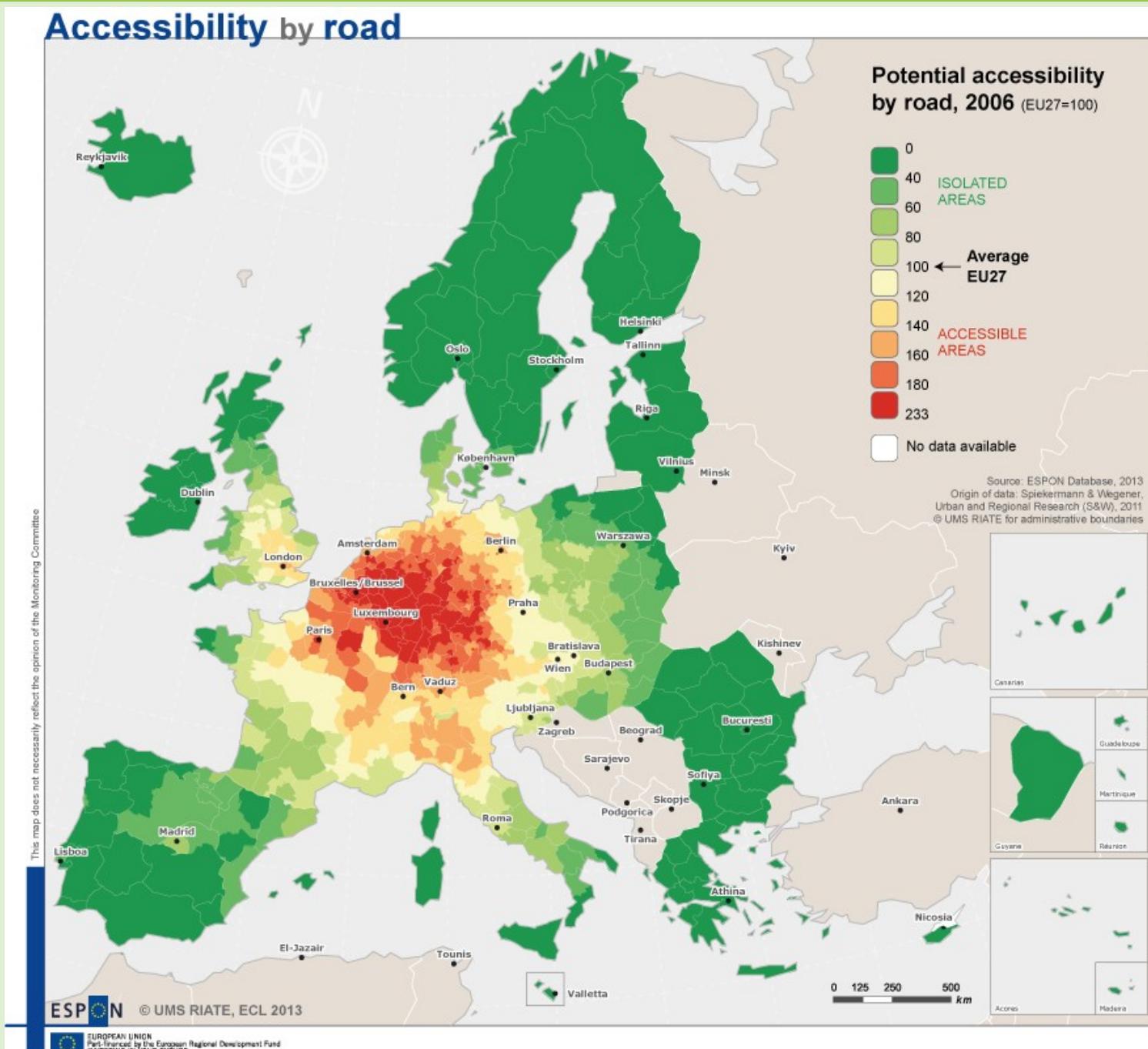


Avec 15,7 hectares globaux, les citoyens du Qatar consomment et produisent neuf fois plus de ressources et de déchets que notre planète ne peut respectivement régénérer et absorber dans l'atmosphère.

Si la population mondiale vivait comme le Luxembourg, plus de 5 planètes Terre seraient nécessaires. Seules les valeurs supérieures à une planète Terre sont représentées.

Source : Global Footprint Network, *National Footprint Accounts 2018 Edition*, [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)

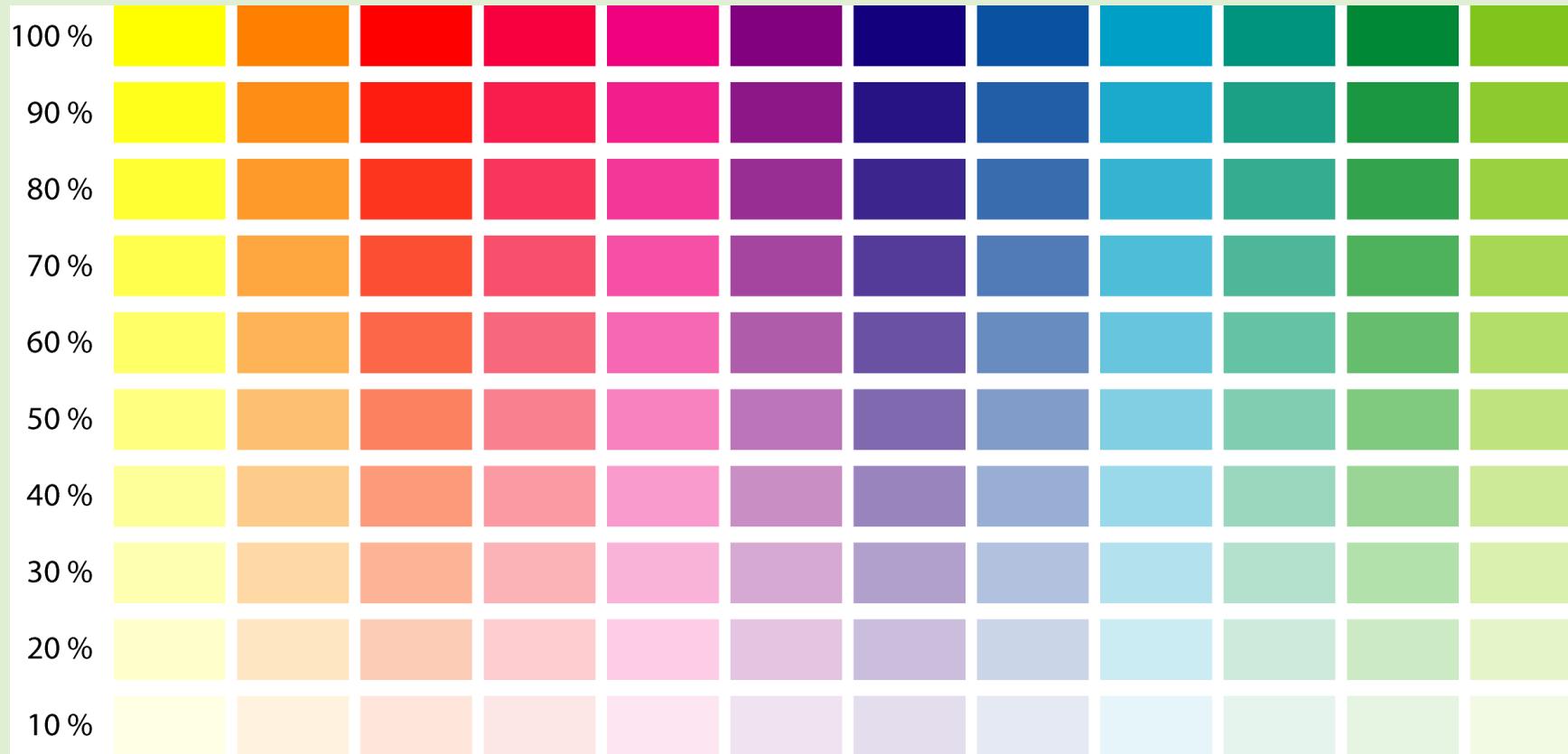
# Variables visuelles d'ordre – COULEUR ordonnée



# Comment utiliser la variable COULEUR

Je veux exprimer...

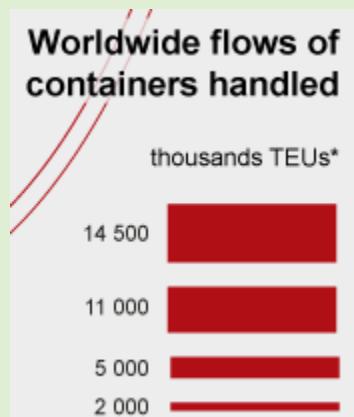
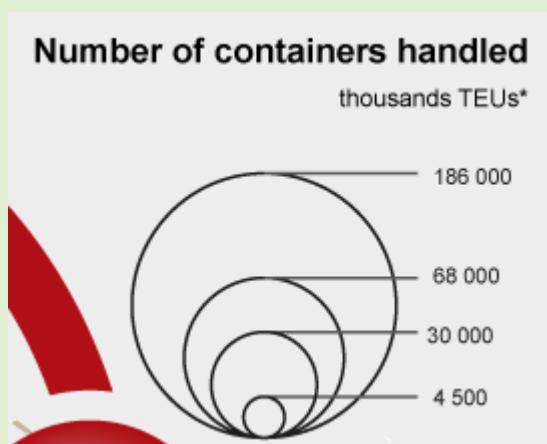
## Une différence



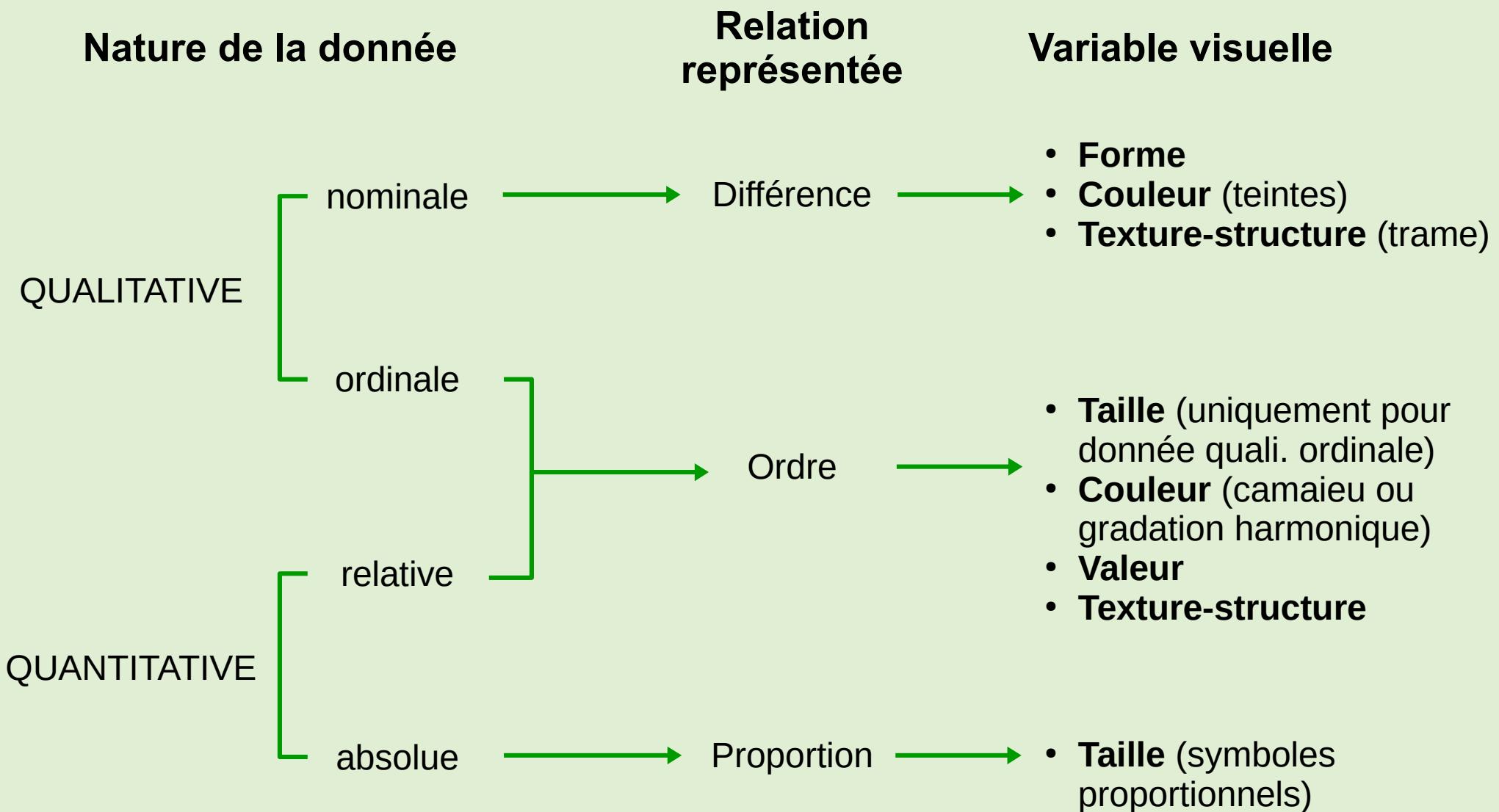
# Variables visuelles de proportionnalité - TAILLE

**La variation de TAILLE se traduit par une variation de surface, de longueur, de hauteur ou de volume d'un figuré**

- **Seule** variable qui traduise directement des **quantités**
- Le **rapport** de proportionnalité est lié au **poids** des figurés
- La variation de taille s'applique à des figurés géométriques de préférence



# Pour résumer... Arbre de cheminement



# Pour résumer...

Type d'implantation	Nature des données							
	Qualitative				Quantitative			
	Nominale		Ordinal		Relative		Absolue	
<b>Ponctuelle</b>	Forme	Couleur	Taille		Valeur		Valeur	Taille
			Couleur		Texture-structure			
<b>Linéaire</b>	Forme	Couleur	Taille	Valeur	Couleur	Valeur	Couleur	Taille
<b>Zonale</b>	Couleur	Texture-structure	Valeur		Couleur		Valeur	
			Texture-structure		Grain		Texture-structure	
								Grain
								Taille
								Points comptables

Type d'implantation	Nature des données							
	Qualitative				Quantitative			
	Nominale		Ordinal		Relative		Absolue	
<b>Ponctuelle</b>								
<b>Linéaire</b>								
<b>Zonale</b>								

# Traitemen~~t~~ment des données

# Le traitement des données – Résumer l'information

**Résumer** l'information afin de découvrir la **structure** et l'**organisation** du phénomène étudié

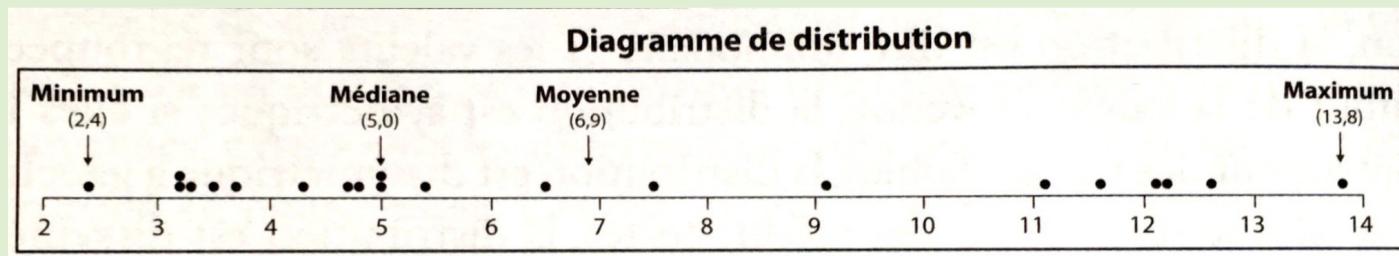
1) Étudier les paramètres de **position** → résumer la série statistique en une valeur :

- Valeur spécifique : **minimum**, **maximum**, ou valeur particulière
- Valeur centrale : **moyenne**, **médiane**, **mode**

2) Étudier les paramètres de **dispersion** → dispersion de part et d'autre de la valeur centrale :

- **Écart-type**
- **Coefficient de variation** ou **coefficient interquartile**

3) Étudier la **forme** de la distribution → **diagramme de distribution**



# Le traitement des données - Discréter

Simplifier l'information  
en **découplant** la série statistique  
en **classes** de valeur (données quantitatives relatives)

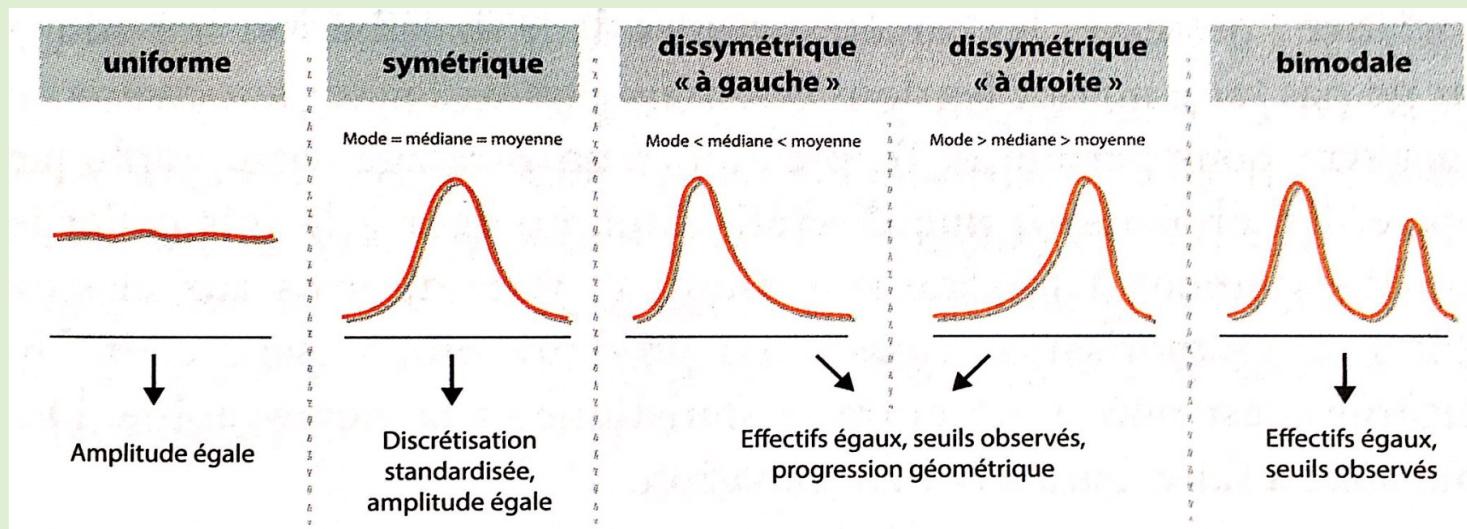
## 1) Déterminer le **nombre de classes**

Indice de Huntsberger

$$\text{Nb classes} = 1 + 3,3 \log_{10} \text{Nb observations}$$

- conserver la forme de la distribution, la dispersion et l'ordre de grandeur
- faire des classes homogènes et distinctes
- avoir un nombre de classes inférieur au nombre d'individus
- choisir des bornes de classes avec des chiffres significatifs

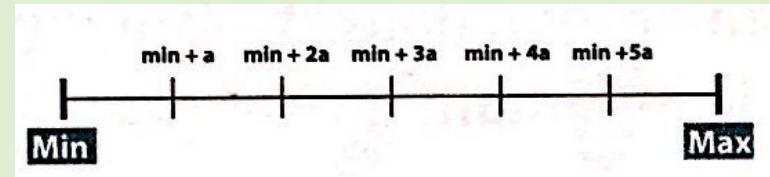
## 2) Choisir la **méthode de discréétisation**



# Le traitement des données - Discréter

## Amplitude égale

$(\text{max-min}) / \text{nb de classes voulues}$



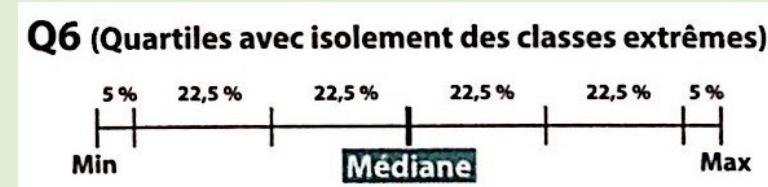
## Effectifs égaux (ou quantiles)

Même nombre d'individus par classe. **Médiane** en borne de classe

Quartiles = 4 classes ; Déciles = 10 classes

**Q6** = quartiles + isolement des classes extrêmes

*Permet de comparer des cartes entre elles*



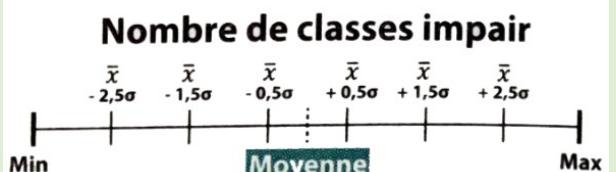
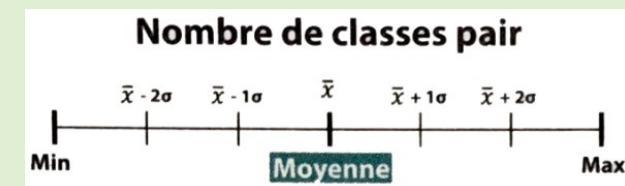
## Discréterisation standardisée

**Moyenne** en borne ou centre de classe

**Écart-type** = amplitude de classe

Uniquement si distribution symétrique

*Permet de comparer des cartes entre elles*



# Le traitement des données - Discréter

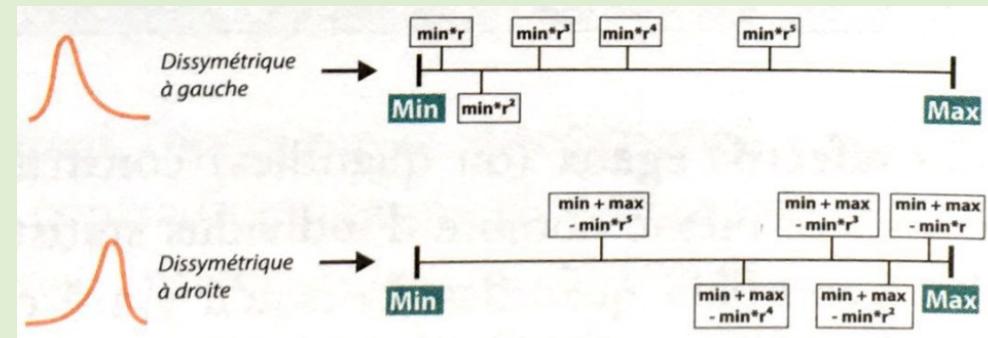
## Progression géométrique

Classes dont l'étendue augmente ou diminue à chaque classe

Croissance R = 10  $((\log \text{Max} - \log \text{Min}) / \text{nb classes})$

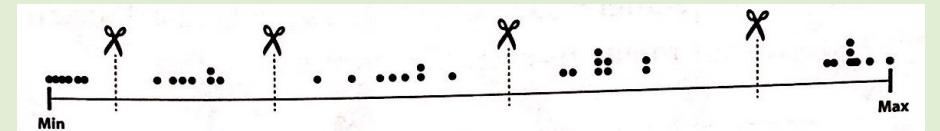
Pour distribution très dissymétrique

Min différent de 0



## Seuils observés

Découpages subjectifs en fonction des discontinuités de la série



Lambert, Zanin, 2016, Manuel de cartographie

## Jenks

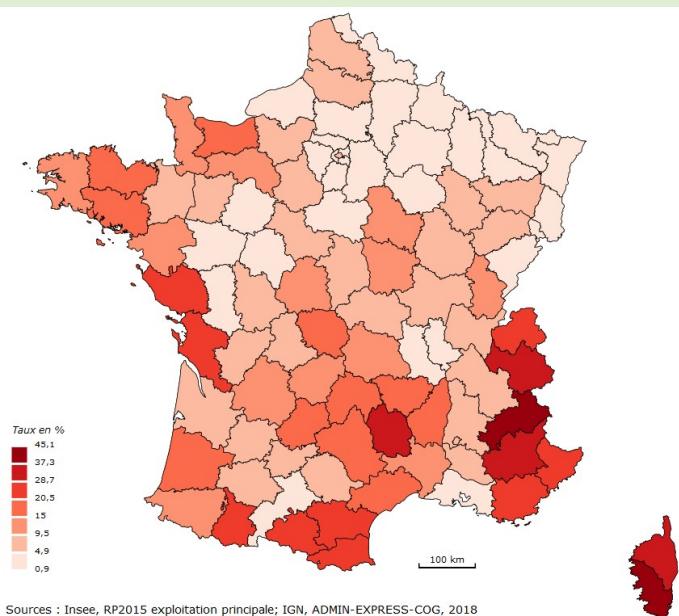
Méthode automatique

- Minimise la variance intra-classe → *les individus se ressemblent beaucoup*
- Maximise la variance inter-classe → *les classes sont différentes*

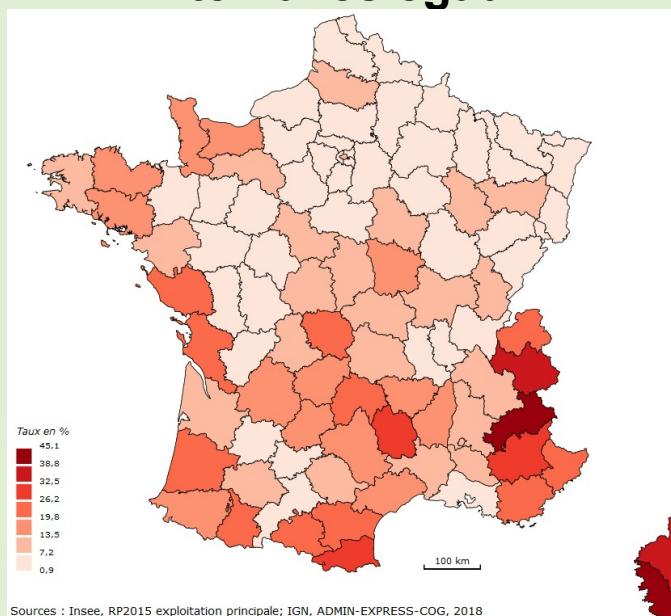
# Taux de résidences secondaires par département en 2015

## *images des différentes méthodes de discréétisation*

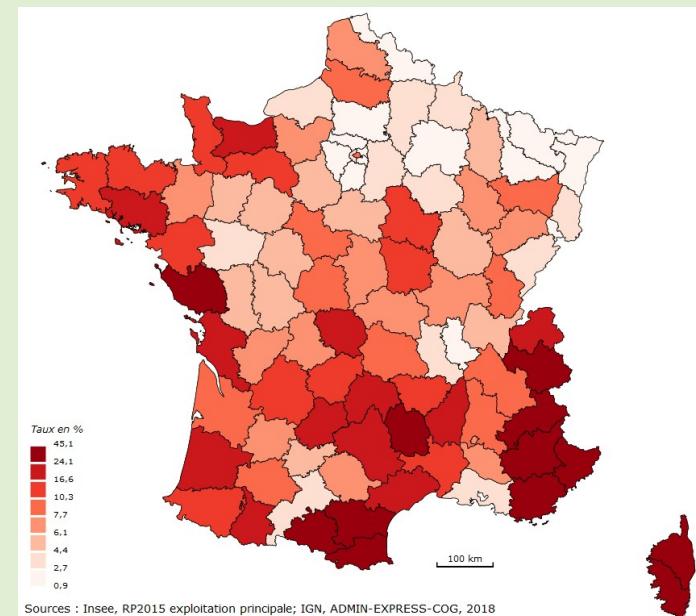
Jenks



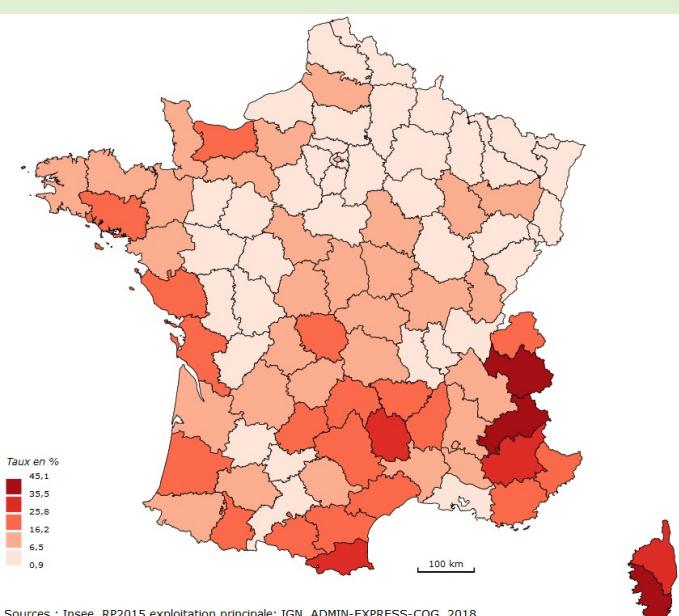
Intervalles égaux



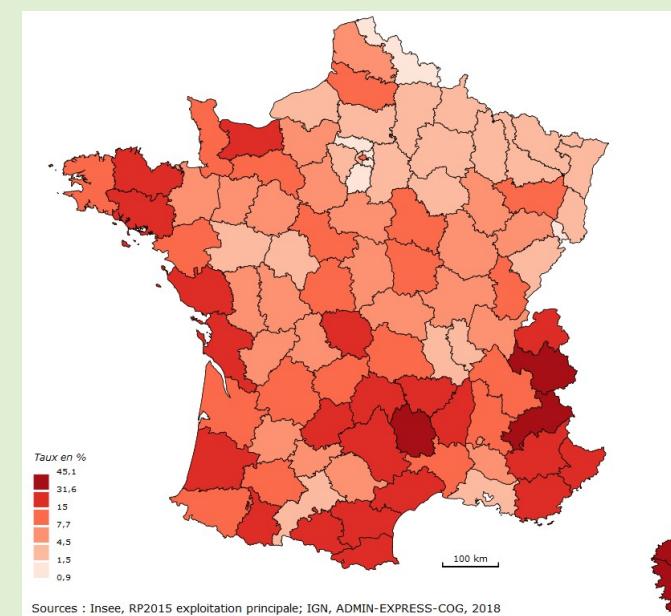
Quantiles



Moy. / écart-type



Q6



Géométrique

