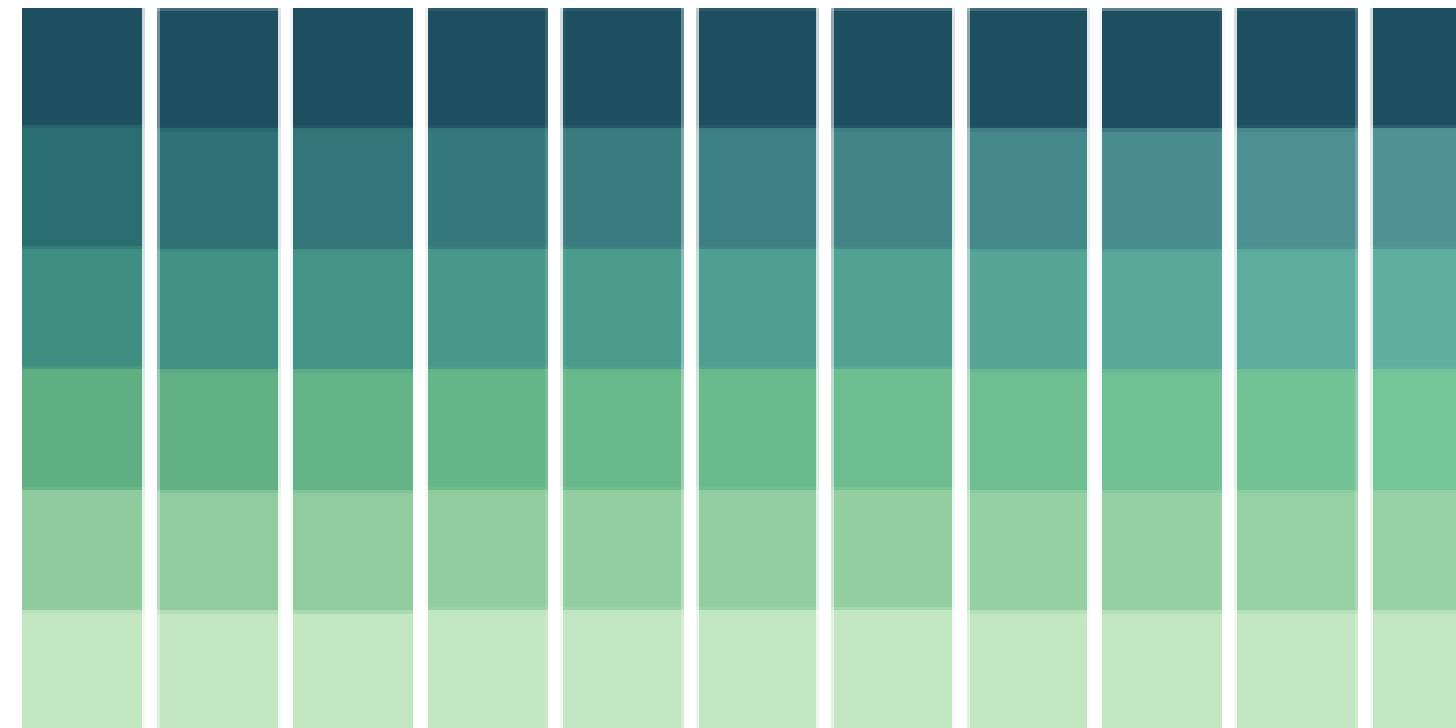


Webinaire Carte Blanche #16  
Mardi 25 juin 2024 (12h30-13h30)

## Des cartes et des couleurs : enquête sur les gradients

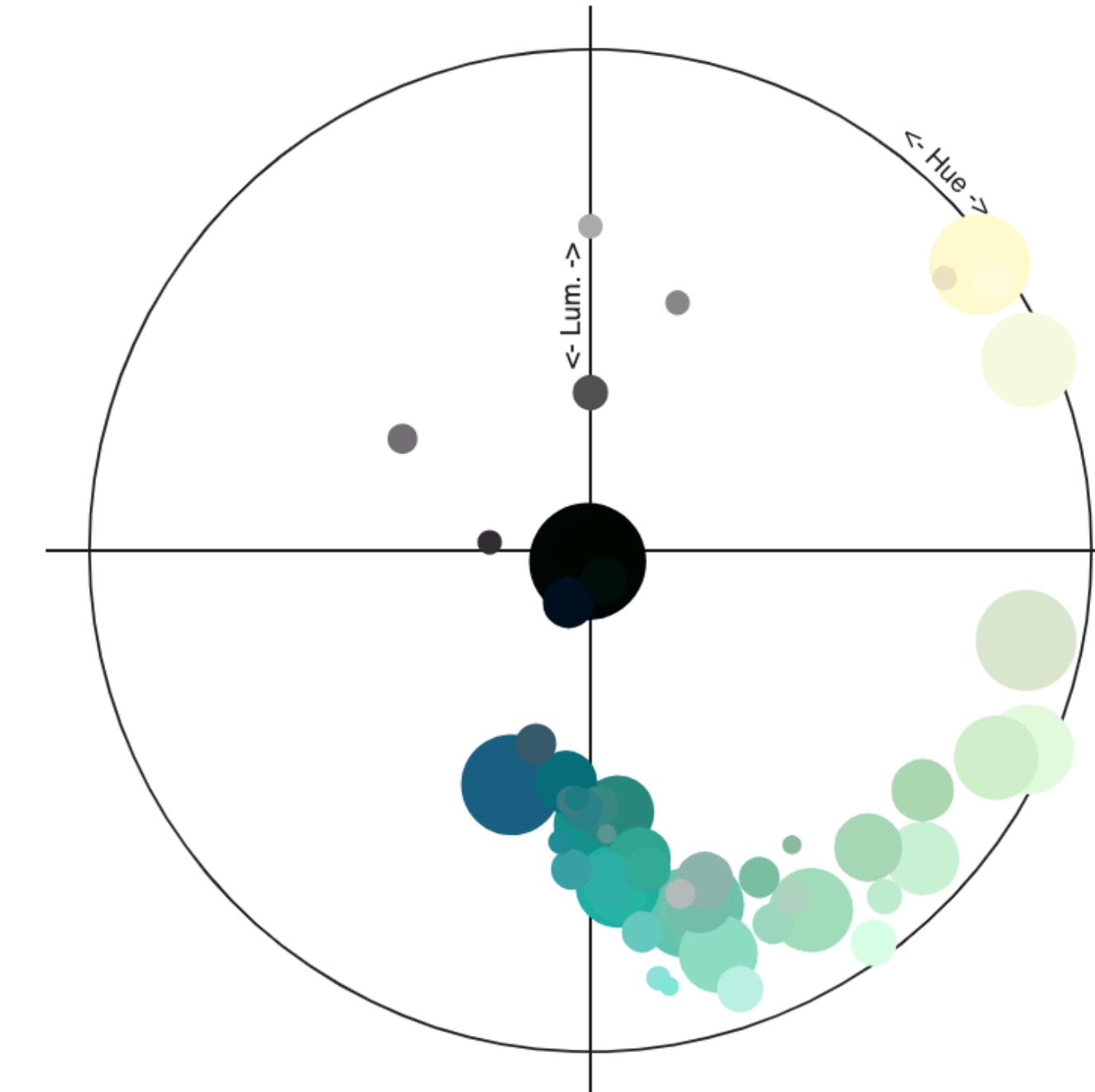
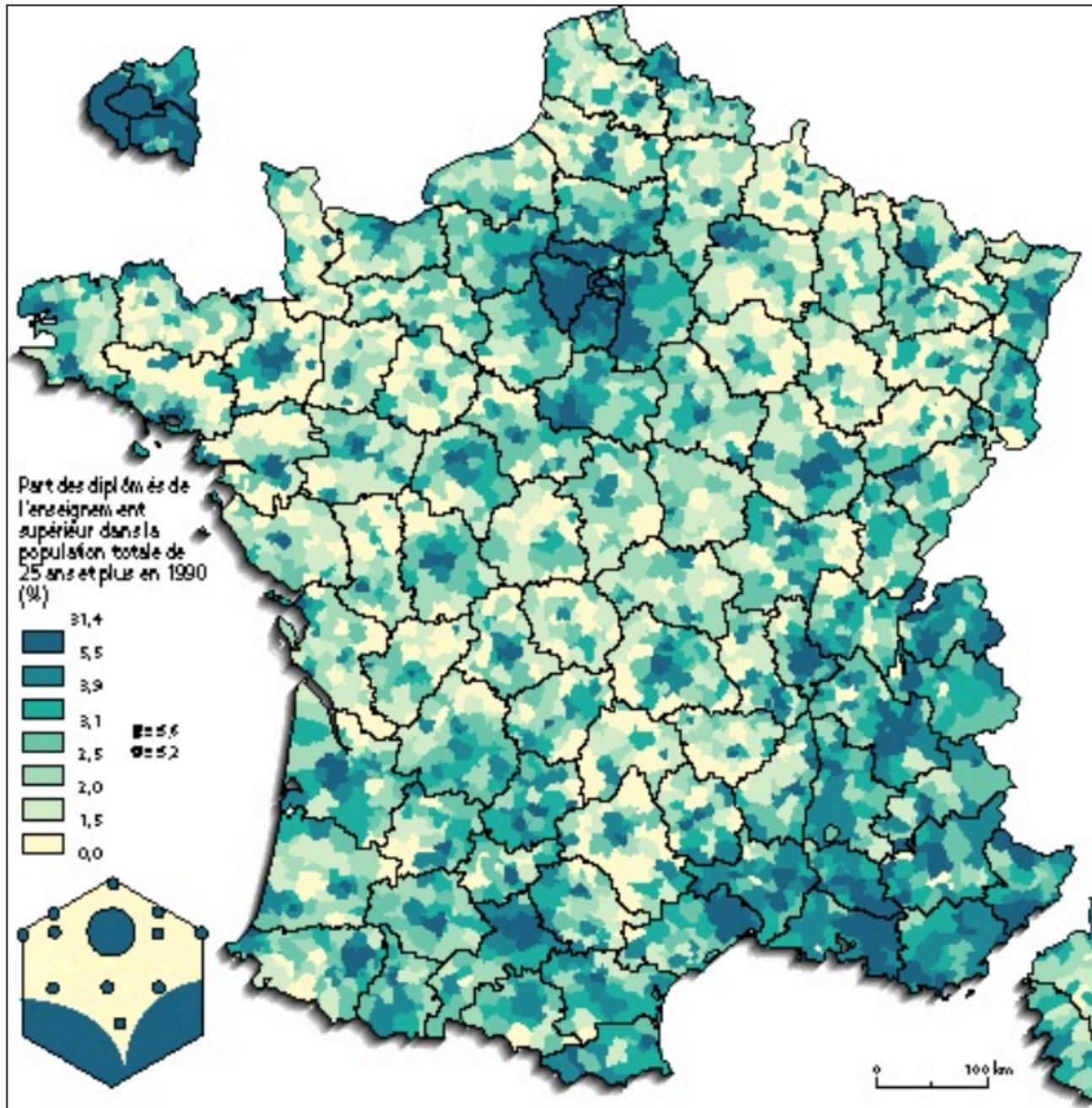


Laurent Jégou  
enseignant-chercheur, UT2J - UMR LISST / CNRS

# **Plan**

- 1- L'intérêt pour la couleur
- 2- Principes de base : les gradients expriment une progression
- 3- Pourquoi des palettes en prêt à porter alors que le sur-mesure est accessible ?
- 4- Test de l'adaptation des couleurs aux classes de la variable

# Outil d'analyse de la répartition des couleurs, avec une représentation en symboles sur un cercle chromatique, 2012

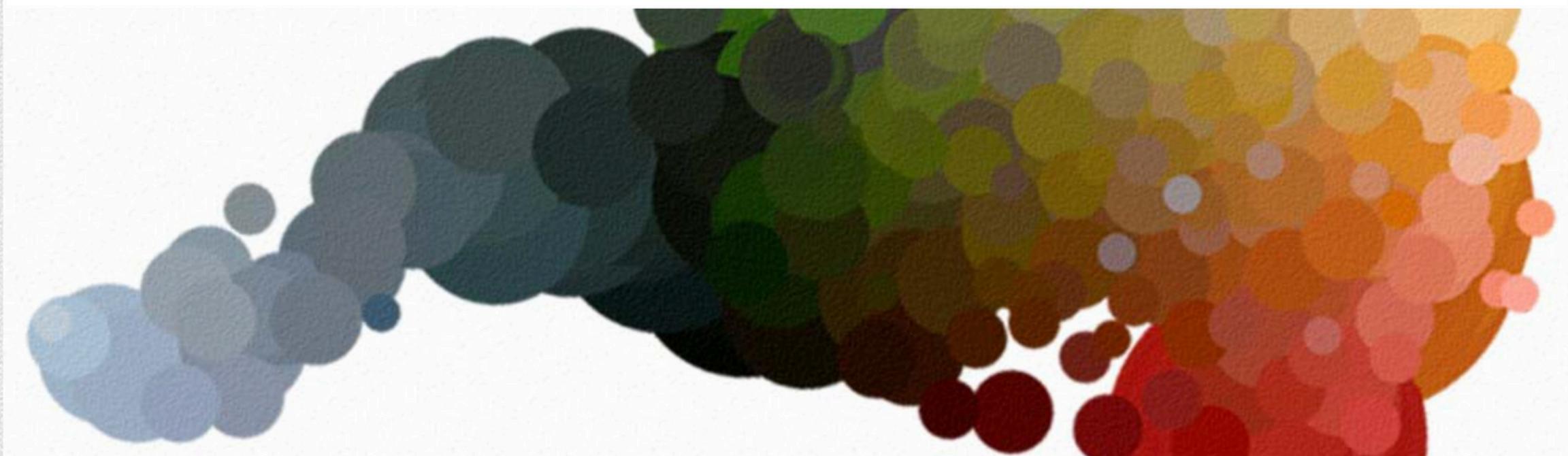


<https://www.geotests.net/couleurs/v2/>

# Carnet de recherche "Harmonies Colorées", 2013

## Harmonies Colorées

Décrire, comprendre et utiliser des palettes de couleurs



Recherche

Accueil   Boîte à outils   Images   Théories   Techniques   Participants

IMAGE

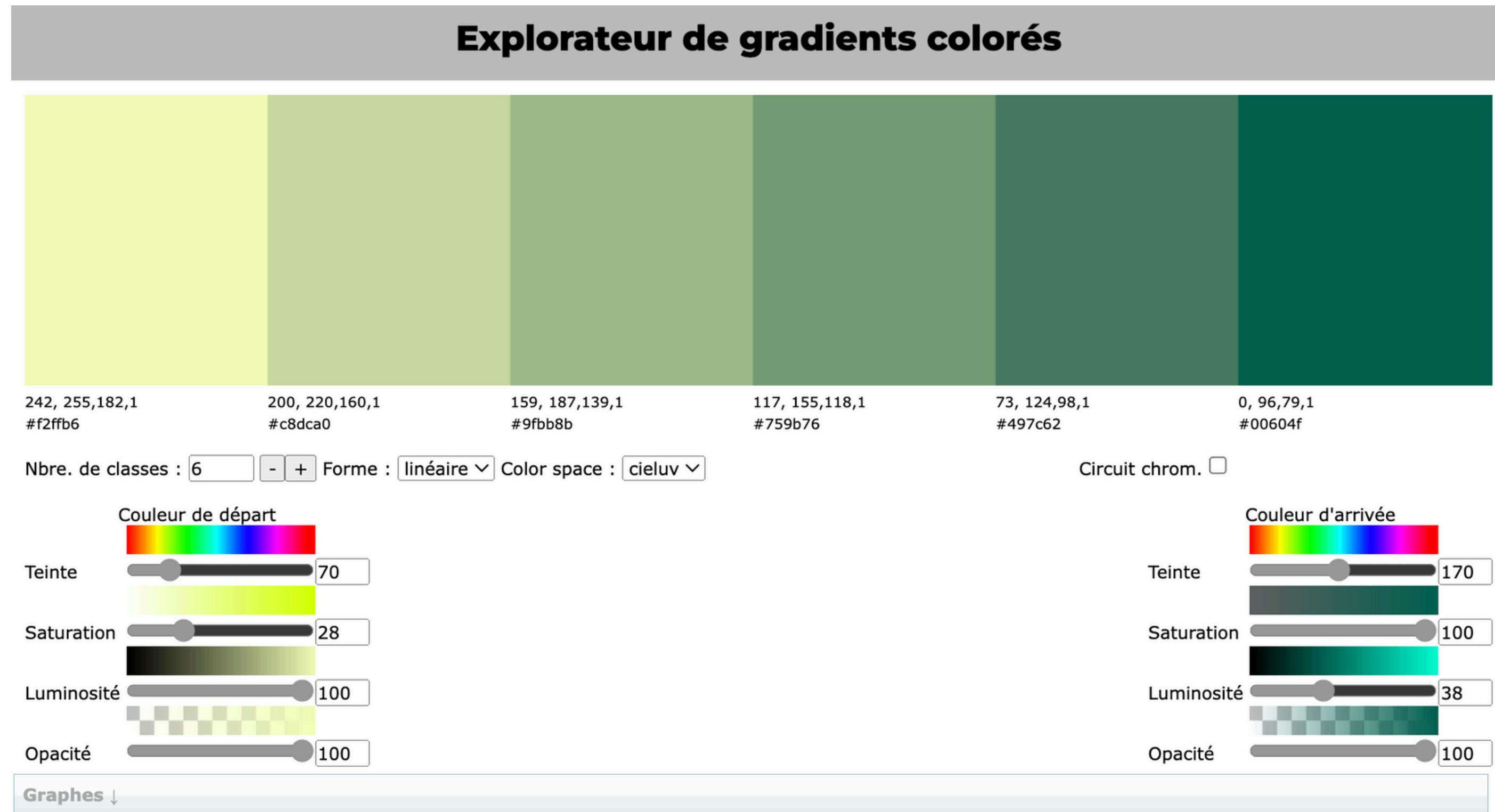
**L'outil de synthèse colorée en version carnet JS Observable**

PRÉSENTATION

Le carnet "Harmonies colorées" présente les travaux interdisciplinaires menés sur le sujet des relations entre les couleurs d'une image : la descrip-

<https://couleurs.hypotheses.org>

# Explorateur de gradients colorés, 2014



<https://www.geotests.net/couleurs/gradients.html>

# Rencontre “Enseigner la sémiologie”, Montpellier, mai 2014

L’analyse des dégradés picturaux artistiques montre que l’on peut évoquer des progressions différentes que simplement linéaires



Degrade de jaune clair à vert bleuté sombre, de saturation croissante, issu de la carte des résidences principales



Ajout d’une inflexion à la classe n°5 vers des bleus plus sombres et moins saturés.

Degrade de référence



Degrade courbe, à progression lente



Degrade courbe, à progression rapide



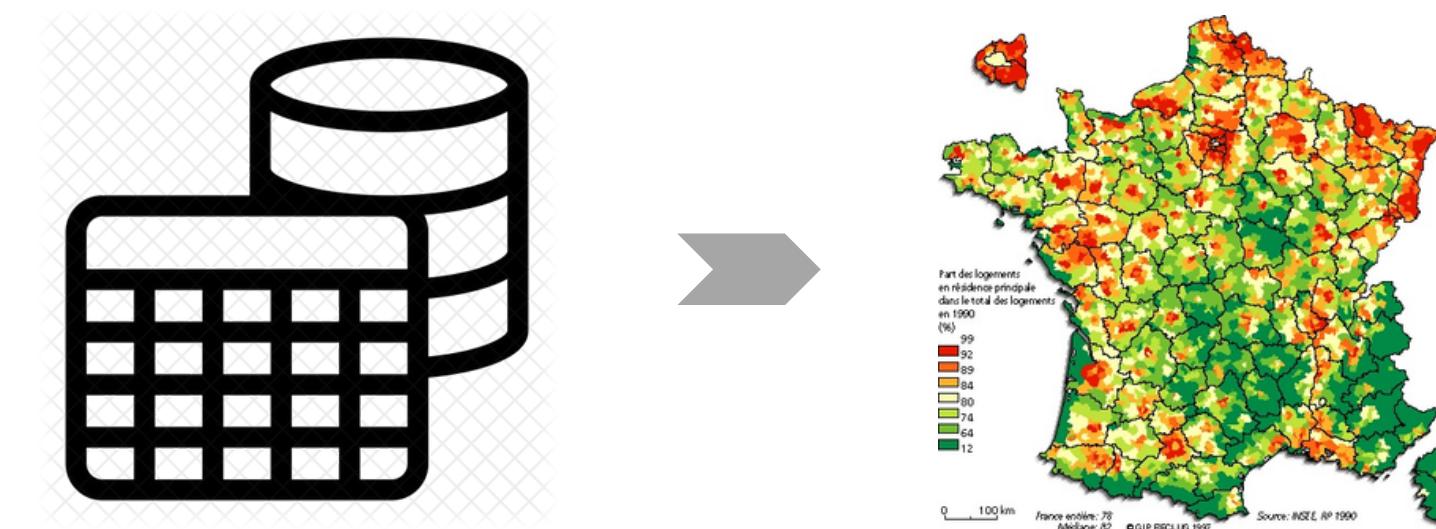
# On représente avec des gradients, mais selon quels principes ?

Principes de base :

- un phénomène varie dans l'espace géographique;
- il peut être estimé par une valeur quantitative ;
- pour en faciliter la lecture spatiale, on souhaite le représenter par une carte.

⇒ Les lecteurs de la carte doivent en retirer rapidement une vision juste du phénomène représenté

⇒ La carte doit représenter *fidèlement* les variations locales des valeurs par des variations de signe graphique.



# On représente avec des gradients, mais comment ça marche ?

## Méthodologie pour une représentation efficace :

- *regrouper les valeurs* en un petit nombre de classes pour rendre la carte plus lisible ;  
⇒ réduction de l'information, choix difficile des bornes des classes

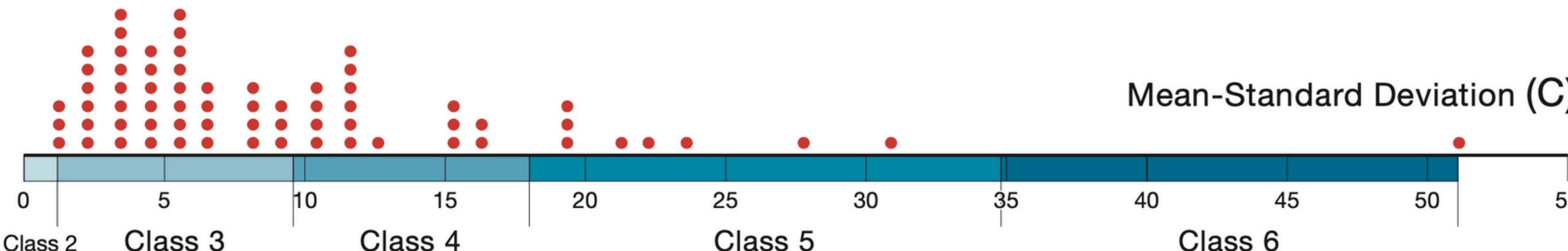
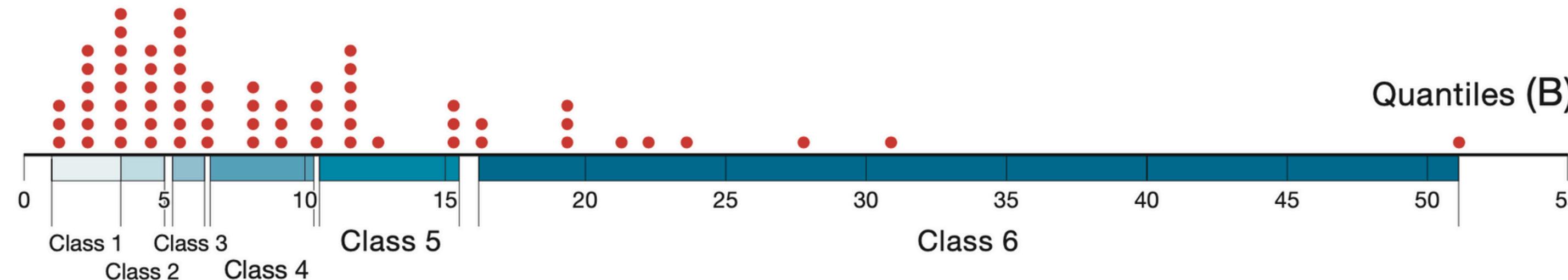
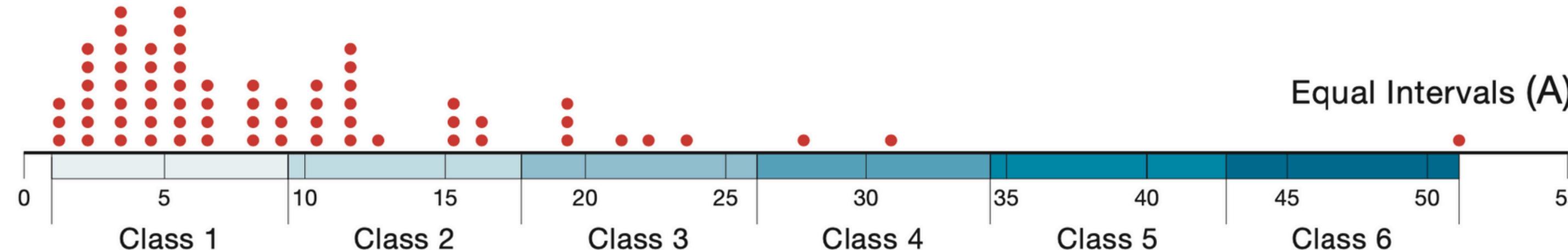
*Les méthodes de discréétisation/classification sont complexes et présentées en détail dans les manuels.*

- *choisir un dégradé de couleurs* qui soit adapté, par sa teinte globale, son sens et sa progression.  
⇒ on sélectionne dans des dégradés pré-calculés, des catalogues de palettes.

*Les palettes de couleurs sont standardisées dans des catalogues.*

# Exemple de manuel sur les classifications :

## à partir des fréquences, on découpe les classes



# Un exemple de catalogue de palettes : QGIS

The screenshot shows the 'Palettes de couleurs' (Color Schemes) dialog in QGIS. The interface includes a toolbar at the top with icons for Default, Import/Export, and various styles. The main area displays a grid of color palettes:

Row\Col	1	2	3	4	5	6
1	Blues	BrBG	BuGn	BuPu	Cividis	GnBu
2	Greens	Greys	Inferno	Magma	Mako	Oranges
3	OrRd	PiYG	Plasma	PRGn	PuBu	PuBuGn

The left sidebar contains a tree view of color schemes:

- Marque-pages
- Tout
- Mots-Clés
  - Colorful
  - Grayscale
  - QGIS 2
  - Showcase
  - Topology
- Groupes Intelligents

Buttons at the bottom include 'Ajouter un mot-clé...', 'Ajouter un groupe intelligent...', 'Modifier le groupe', 'Importer / Exporter', 'Filtrer les palettes de couleurs...', 'Help', 'Parcourir les styles en ligne', and 'Close'.

# Pourquoi des palettes pré-calculées ?

Les justifications des palettes pré-calculées :

- Les couleurs doivent être bien distinctes, pour repérer les classes facilement
- Or la vision des couleurs est diverse et parfois problématique
- Pour comparer des couleurs, le mode de perception principal est la luminosité

⇒ Utiliser une progression régulière de luminosité



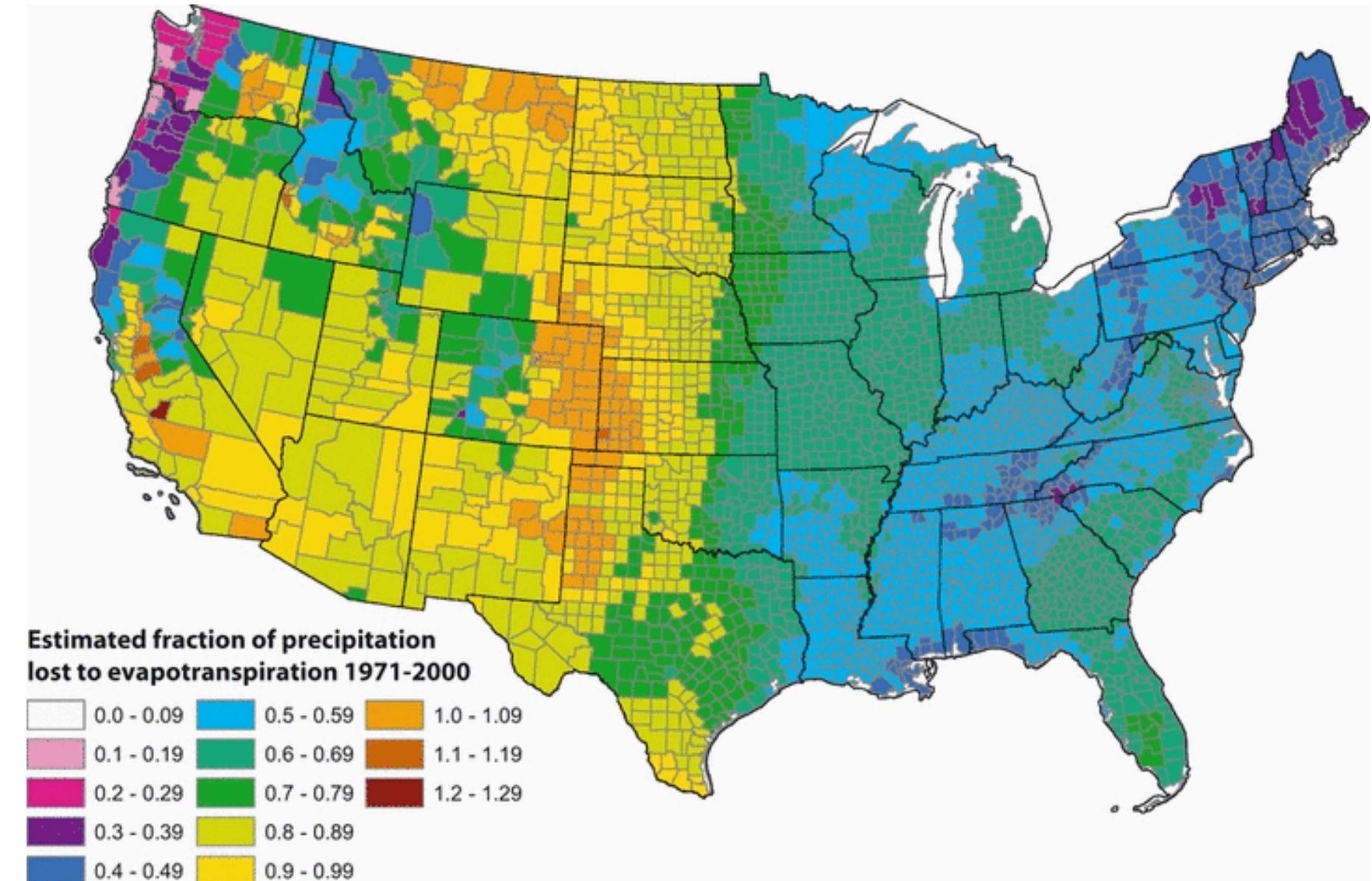
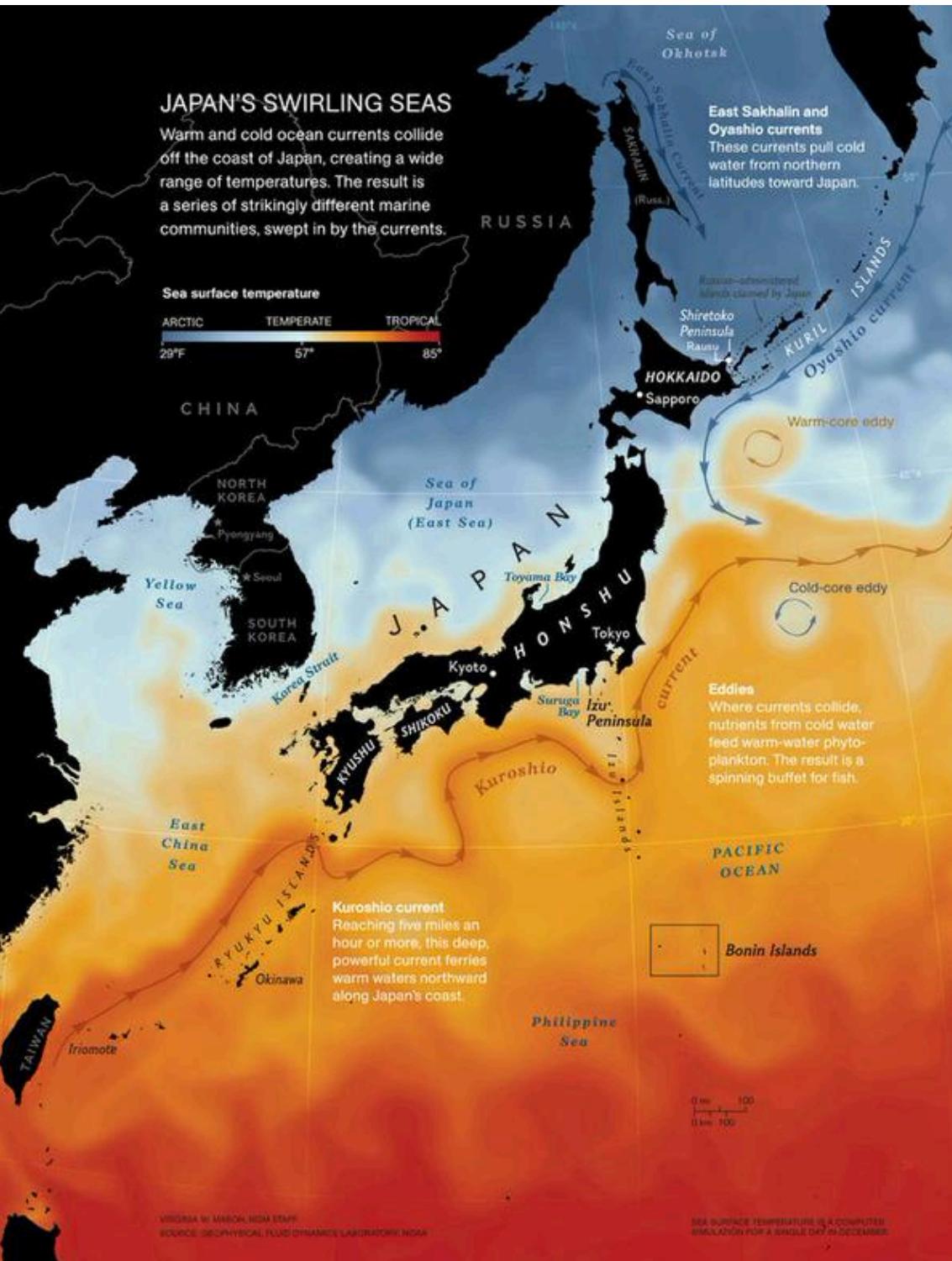
Exemple des  
palettes “Cividis”

Matplotlib puis R, par  
Stéfan van der Walt et  
Nathaniel Smith

# Pourquoi des palettes précalculées ?

Il faut pouvoir distinguer des motifs spatiaux sans être gêné par des questions de perception colorée (luminosité / canaux)

**Bon exemple :**  
dégradé fin



**Mauvais exemple : palette arc-en-ciel**

Ward E Sanford et David L Selnick : Estimation of evapotranspiration across the conterminous united states; *JAWRA*, 2013

Virginia W. Mason,  
Nat. Géo, 2010

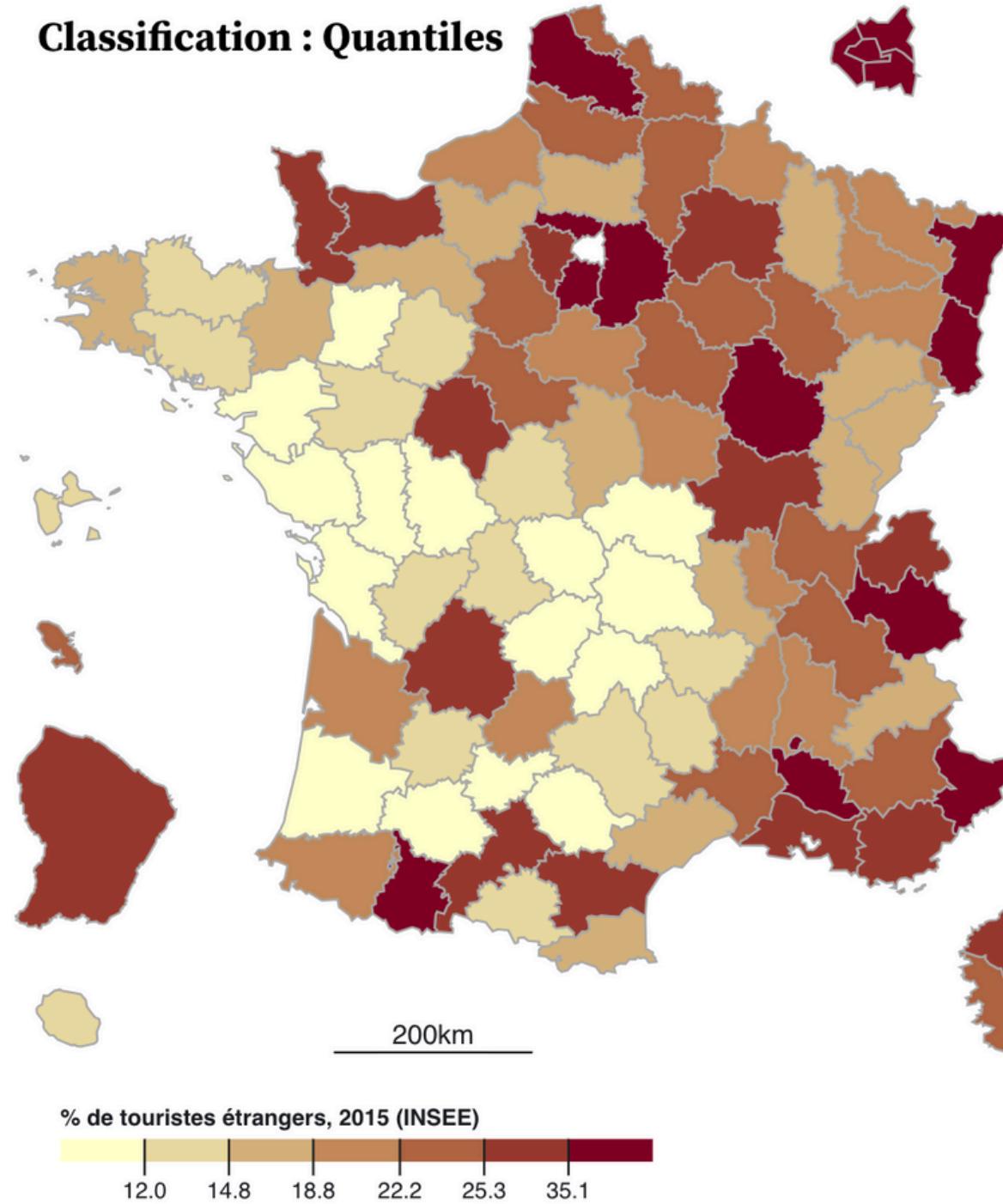
# Pourquoi des palettes précalculées ? Les cartes en dégradé continu, c'est possible !

Tobler, W. (1973) "Choropleth Maps Without Class Intervals?." Geographical Analysis 3: 262-265.

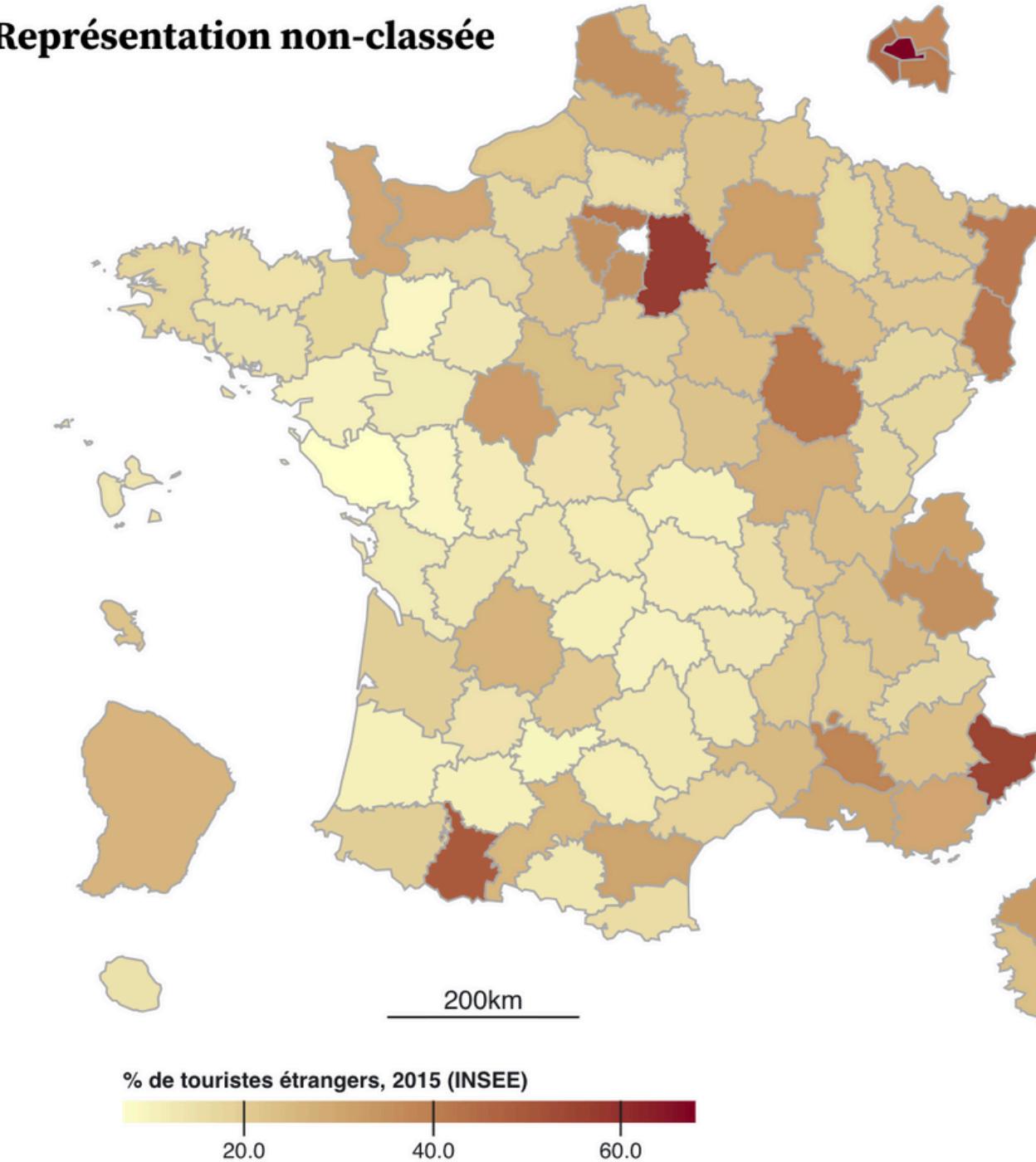


Des cartes choroplèthes sans classes ?  
Version bilingue traduite et commentée de la note  
de W. R. Tobler, Geographical Analysis, 5(3): 262-...  
hal.science / Feb 14, 2022

Classification : Quantiles



Représentation non-classée



- Une meilleure relation couleur-données
- Mais une légende moins lisible

# Pourquoi des palettes en prêt à porter alors que le sur-mesure est accessible ?

- ⇒ Idée : des dégradés expressifs, liés à la variable, mais aussi lisibles, en gardant des classes.
- ⇒ Adapter la luminosité des couleurs de la palettes aux classes de la variable.

## Un carnet pour tester les palettes de catalogue

### Color palettes luminosities and their variations

Number of colors

Type  diverging  sequential  qualitative

Providers  cartocolors  cmocean  colorbrewer  lightbartlein  matplotlib  
 mycarta  scientific  tableau  wesanderson  otakeito

Reverse

Palette

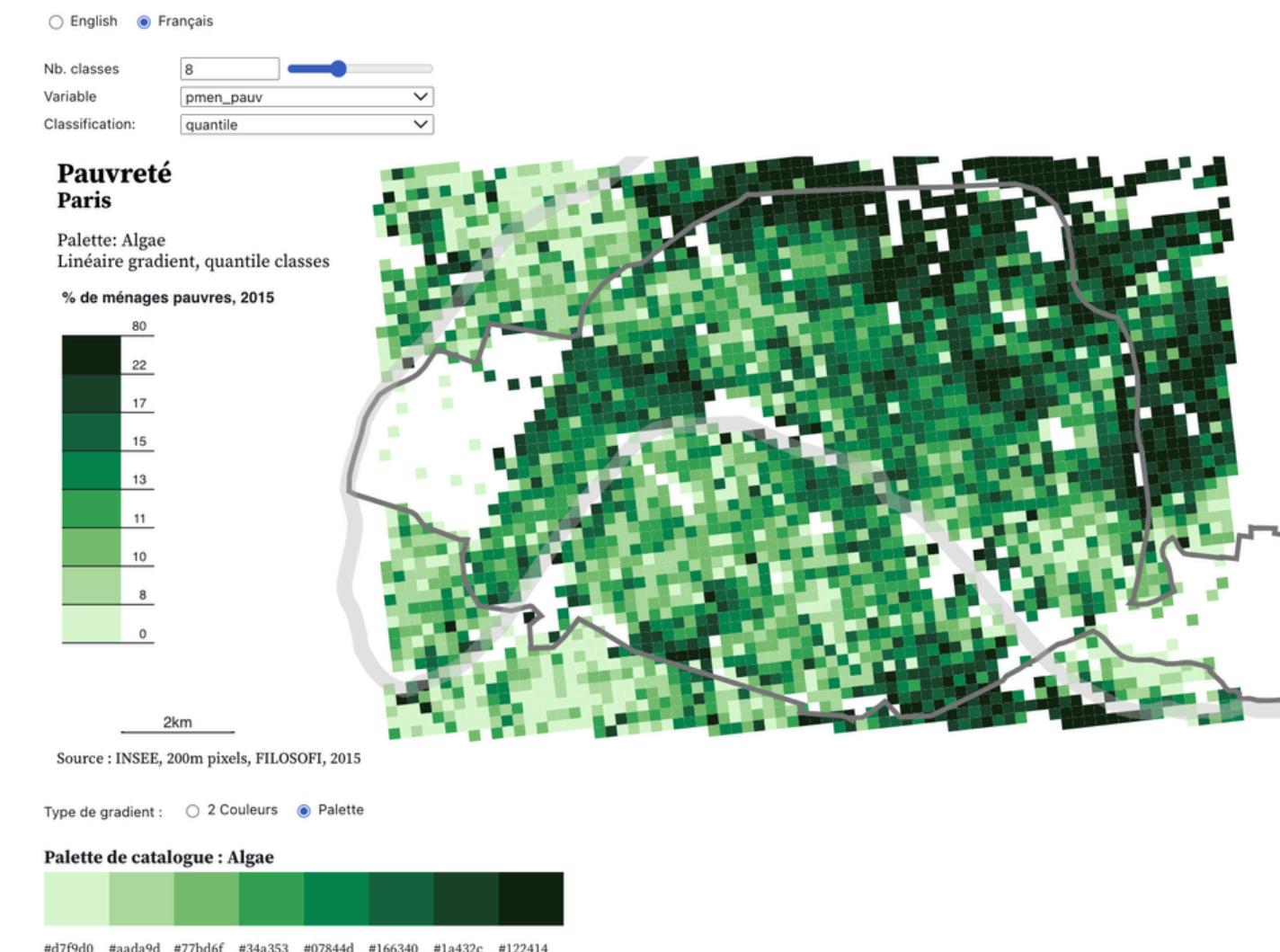
Prev. palette << >> Next palette

**BluGrn (cartocolors)**   
  
#1D4F60 #266B6E #36877A #4DA284 #6DBC90 #96D2A4 #C4E6C3

## Un carnet pour tester les palettes adaptées

### Color gradients comparison : linear or values-adapted luminosity

Comparaison de gradients colorés : linéaires ou selon une luminosité adaptée aux valeurs

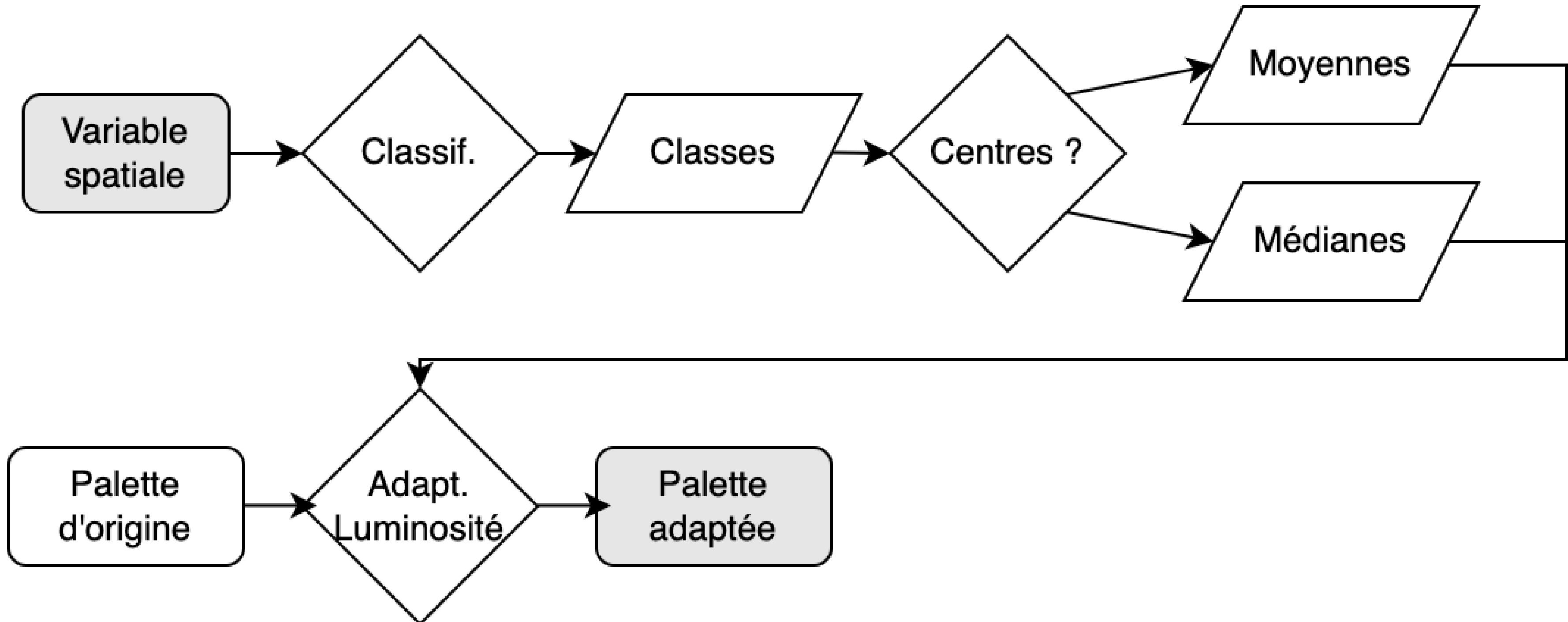


# Hypothèses

Peux-t-on proposer des teintes de palette qui reflètent plus directement les valeurs des classes du phénomène géographique ?

- Quel indicateur utiliser pour représenter des classes de largeur variable ?
- Comment mesurer l'intensité d'une couleur dans une palette graduée ?
  - Comment adapter l'intensité de la palette selon l'indicateur ?
- Les palettes qui en résultent sont-elles plus efficaces que les palettes linéaires ?
  - produisent-elles les bonnes interprétations ?

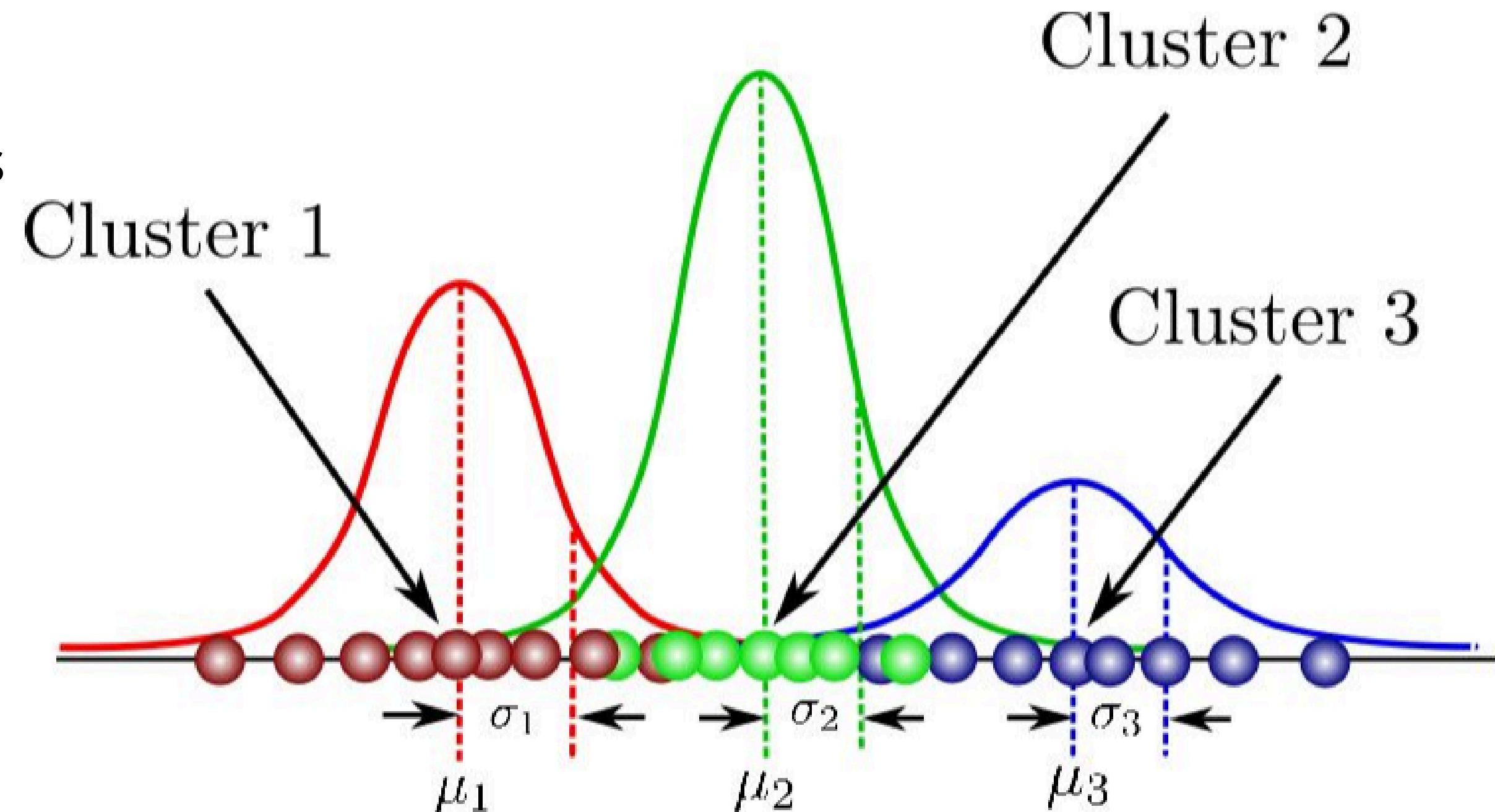
# Méthode proposée



# Caractériser les centres des valeurs des classes

En statistiques univariées, c'est relativement simple :

- Moyennes
- Médianes
- Medoïds pondérés
- ...

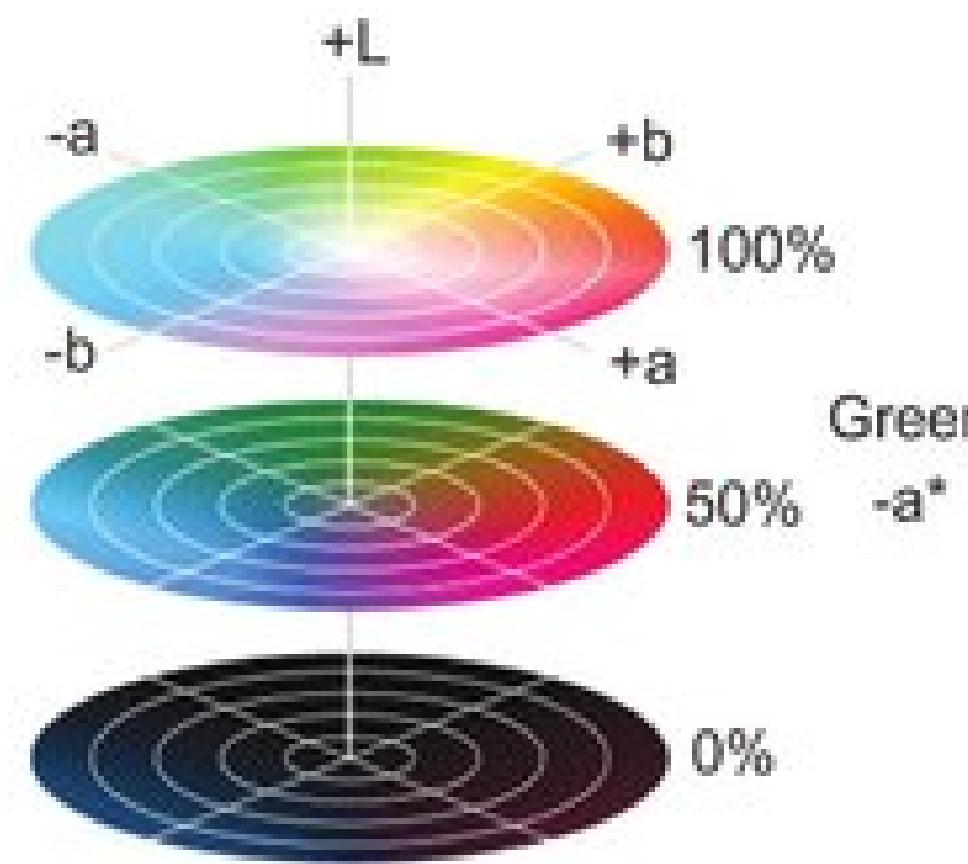


[Source](#)

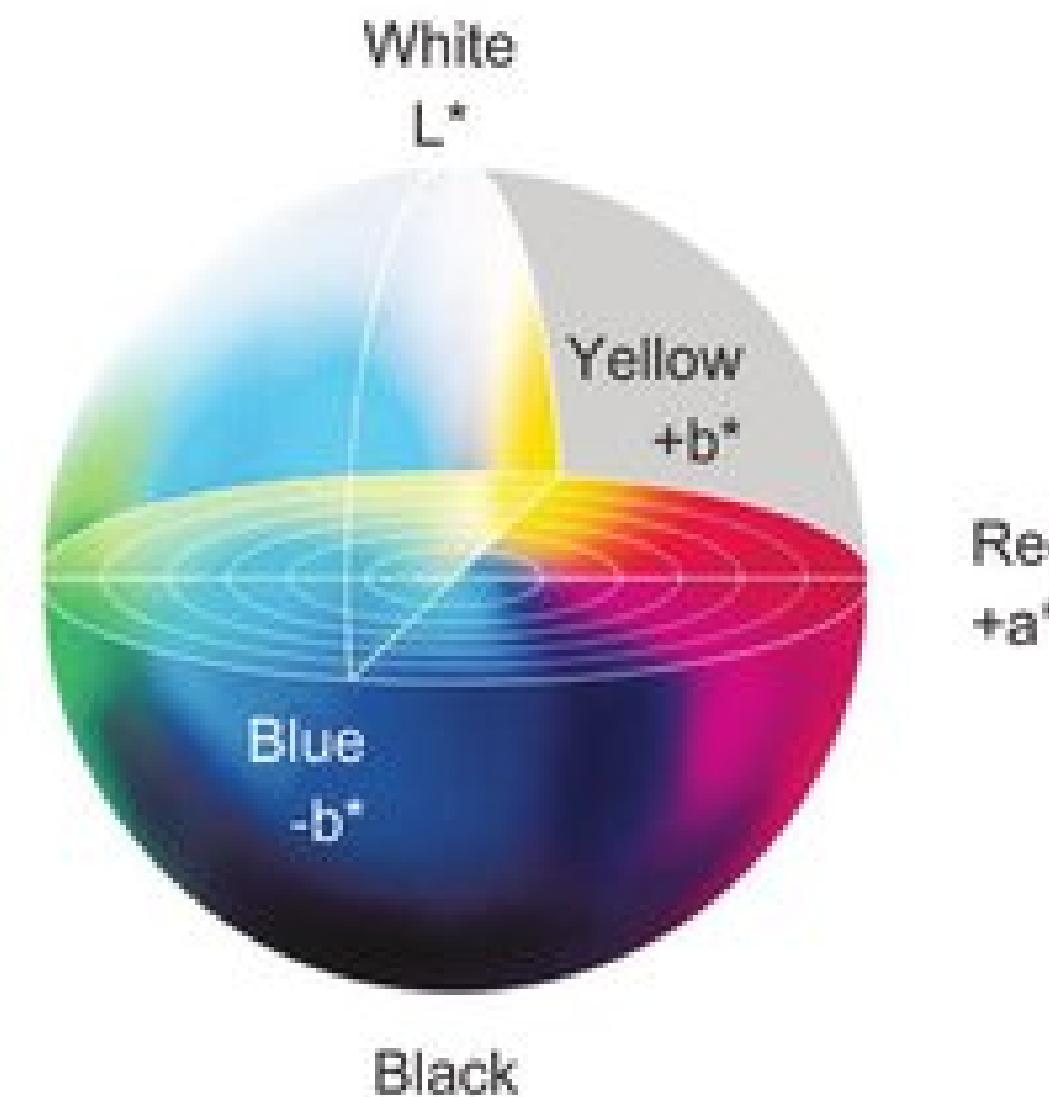
# Comment mesurer l'intensité d'une couleur dans une palette graduée ?

En colorimétrie perceptive, il existe des espaces normalisés, mais le consensus se fait sur l'utilisation de la composante L\* des espaces CIE L\*a\*b\* / CIE L\*u\*v\*.

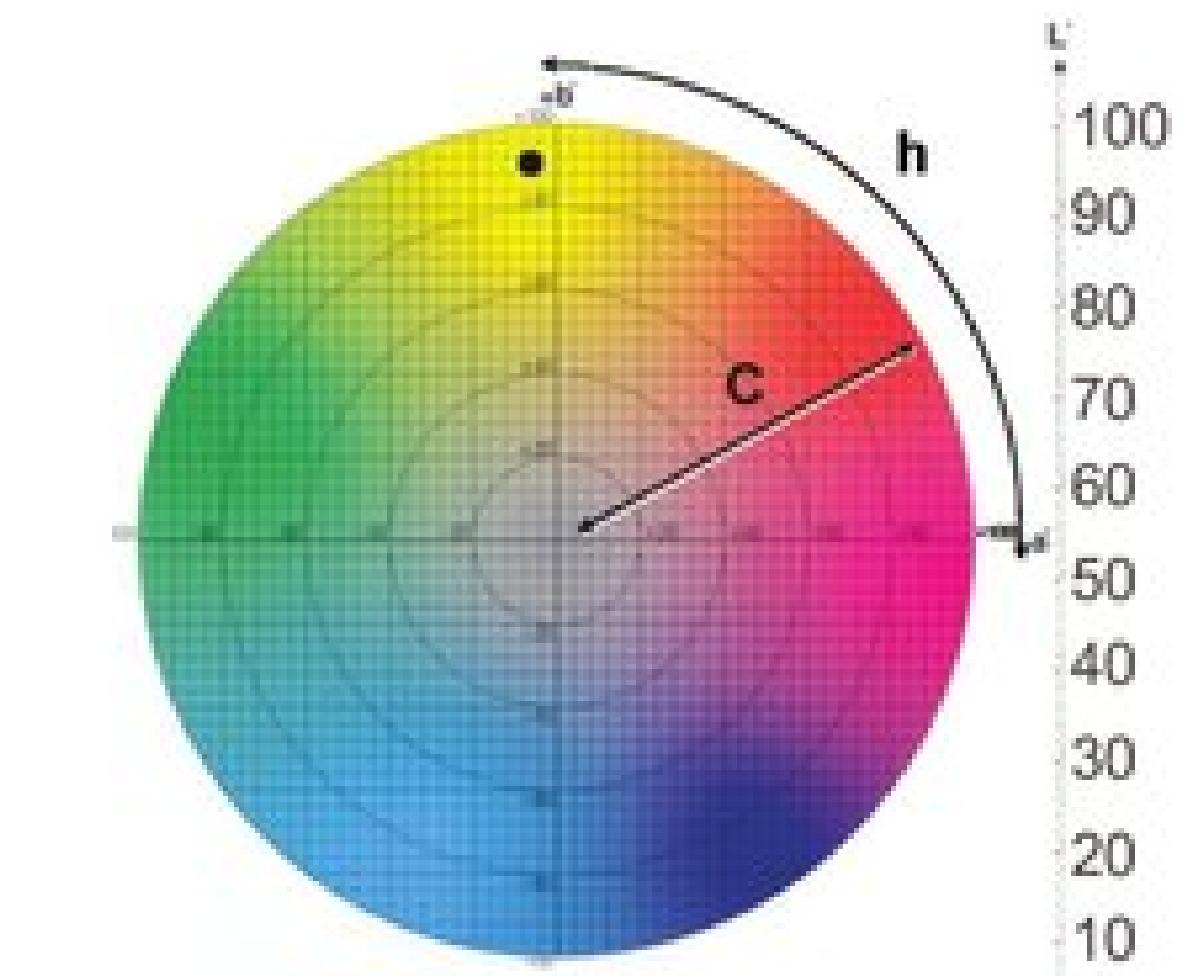
Ces espaces se basent sur les canaux optiques de perception de la vision humaine.



CIE L\*a\*b\*

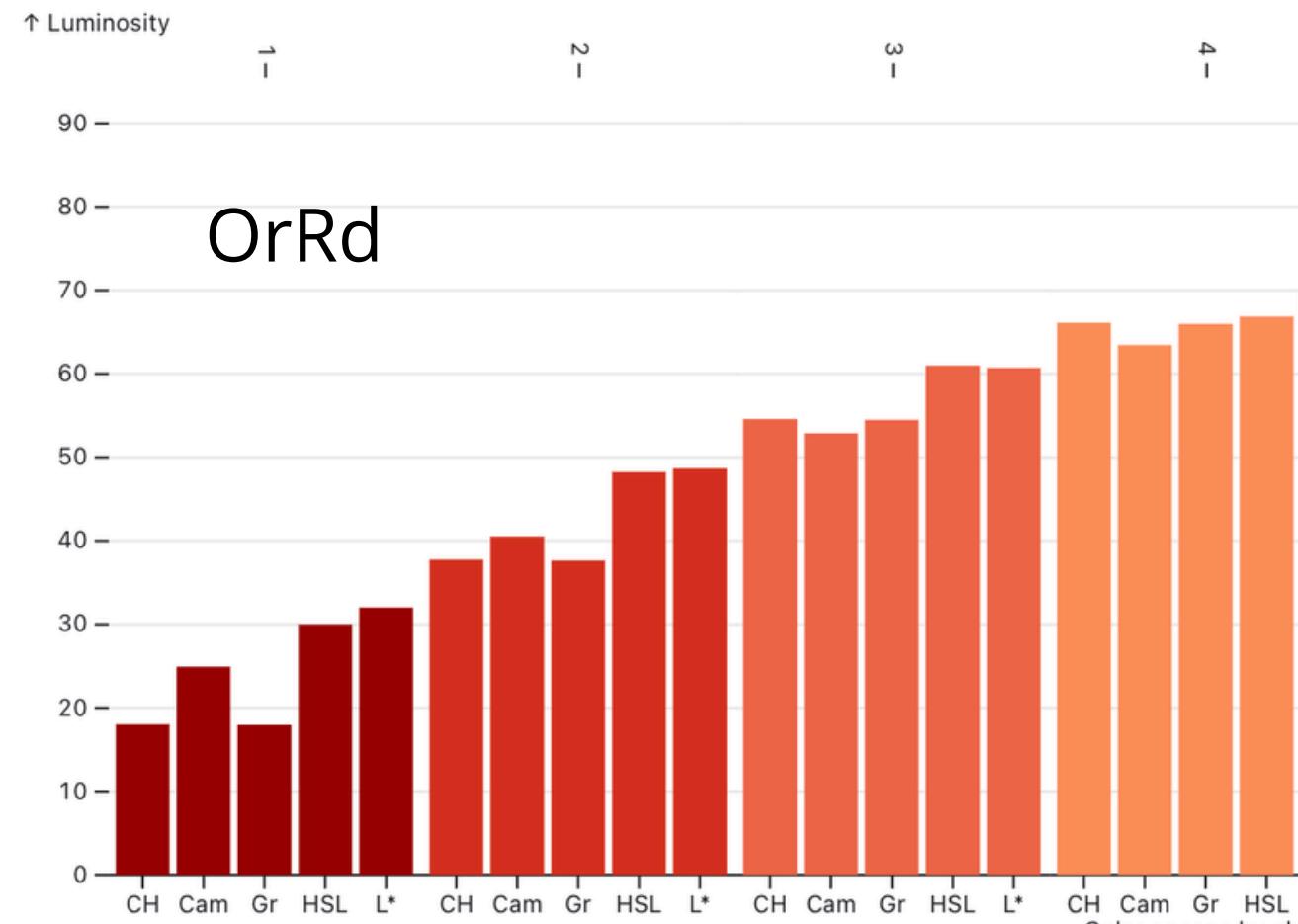


LCH

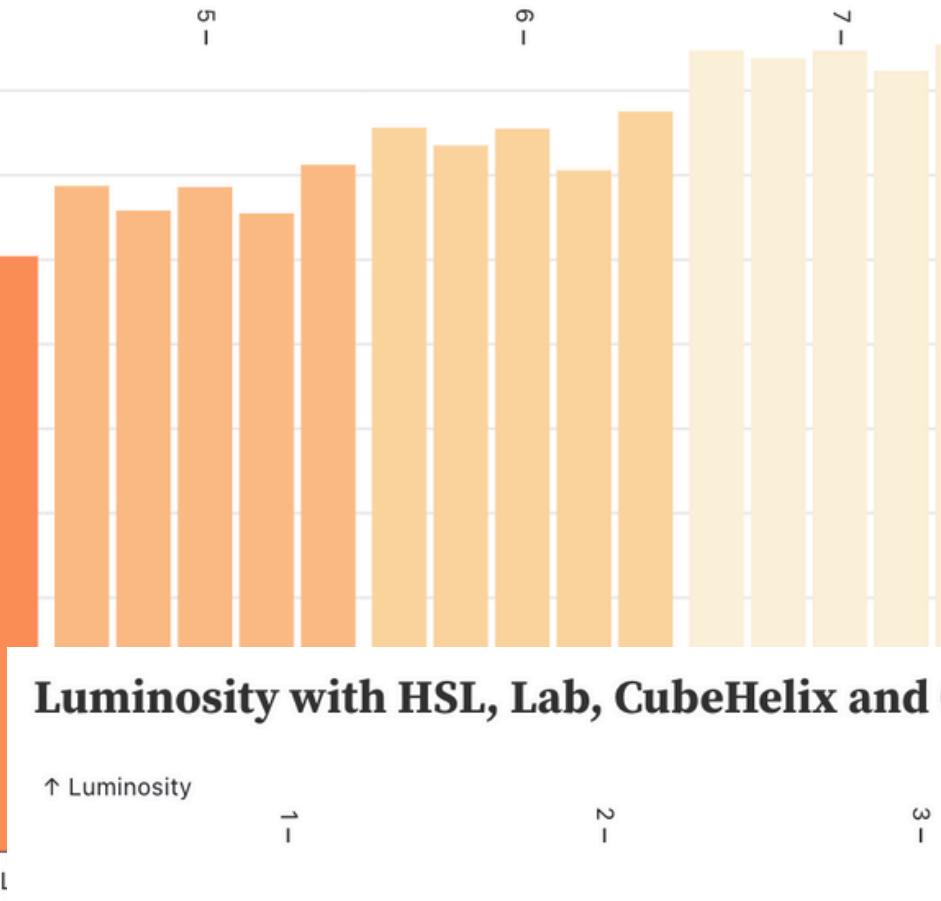


# Comment mesurer l'intensité d'une couleur dans une palette graduée ?

Luminosity with HSL, Lab, CubeHelix and CieCAM02 color spaces



OrRd

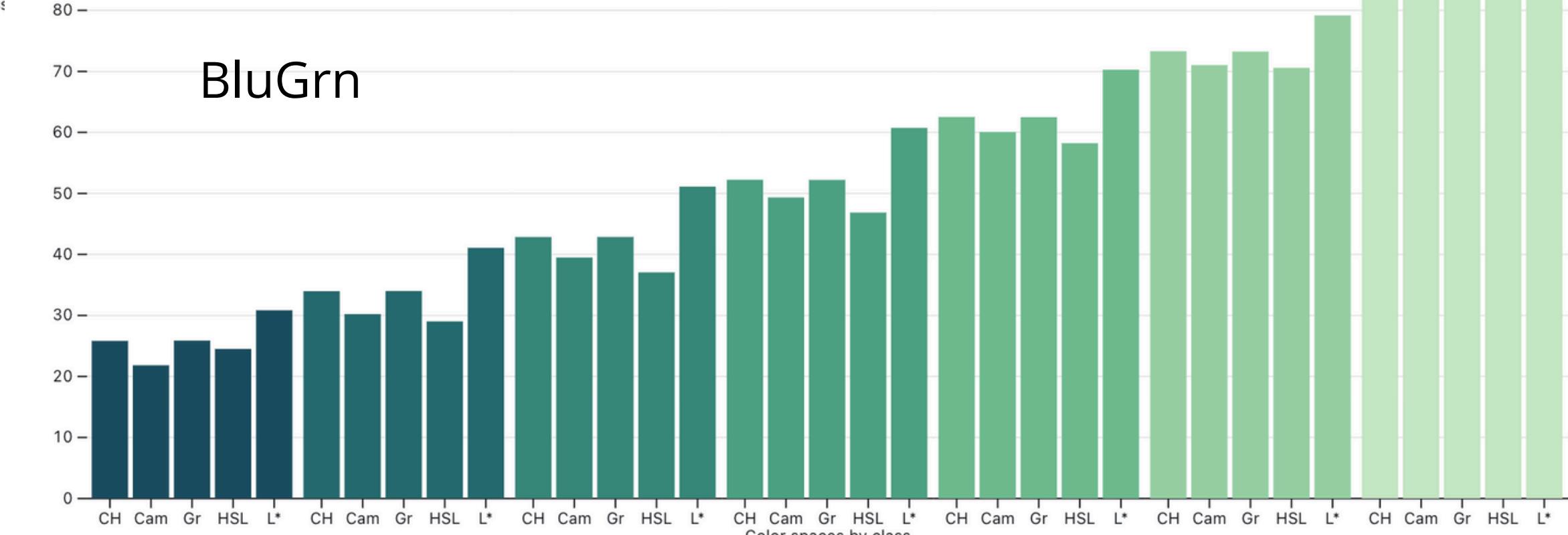


Exemples de palettes analysées  
avec le carnet Observable.

Luminosity with HSL, Lab, CubeHelix and CieCAM02 color spaces



BluGrn



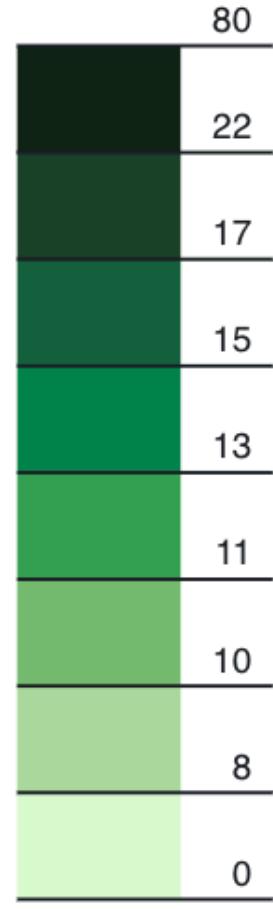
# Le terrain de “jeu”: carroyages INSEE / Filosofi sur Paris / petite couronne

Carreaux de 200m, variable assez dispersée...

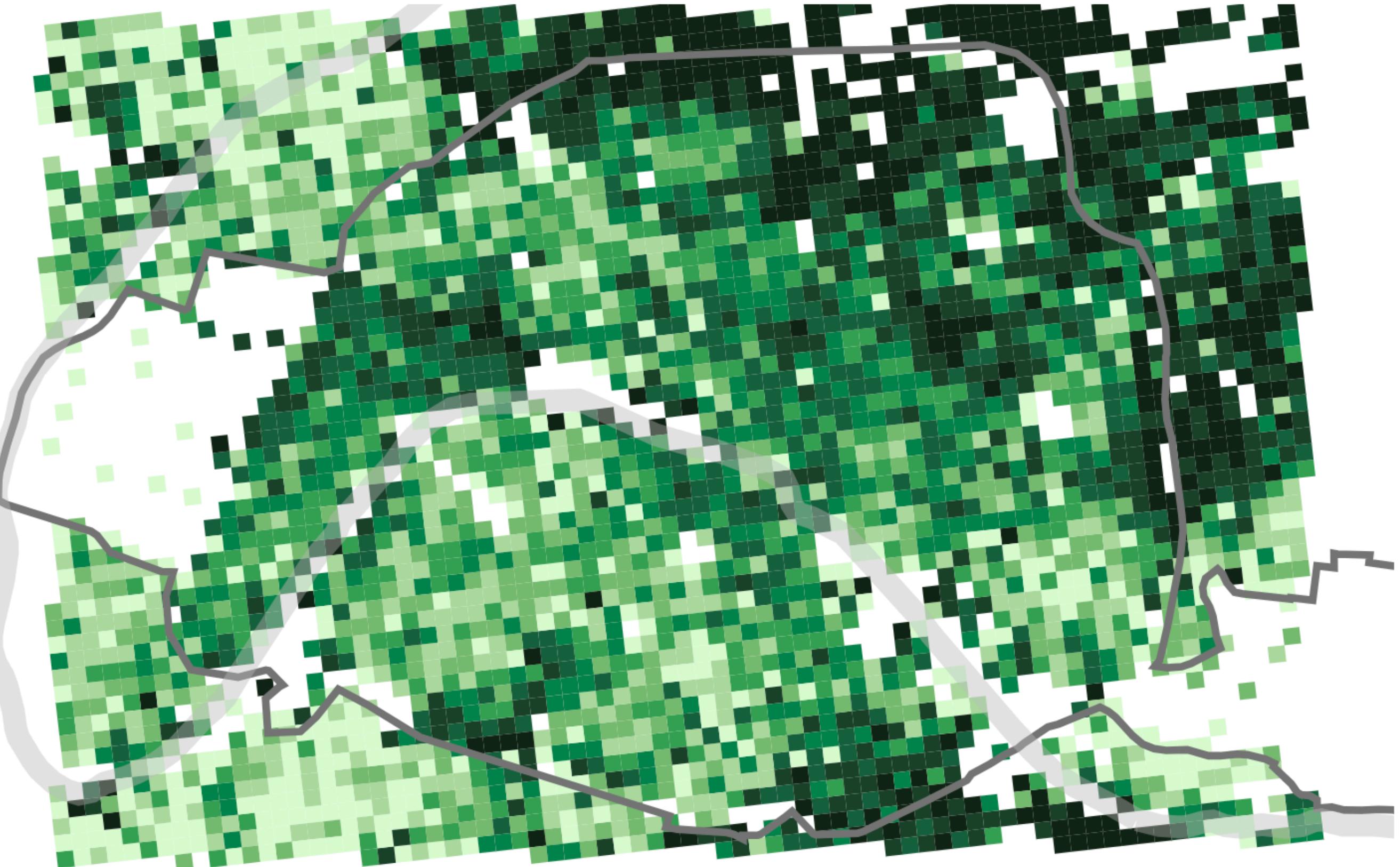
## Pauvreté Paris

Palette: Algae  
Linéaire gradient, quantile classes

% de ménages pauvres, 2015



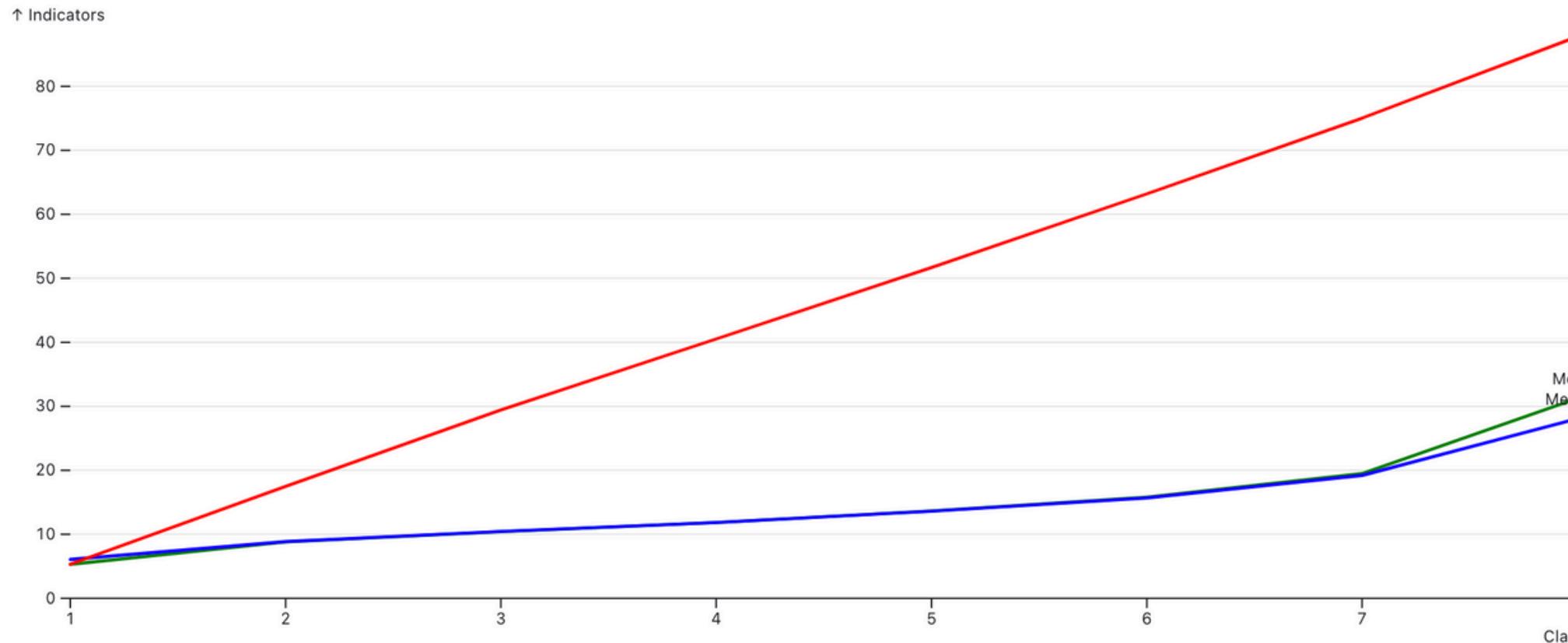
2km



Source : INSEE, 200m pixels, FILOSOFI, 2015

# Comment adapter l'intensité de la palette selon l'indicateur ?

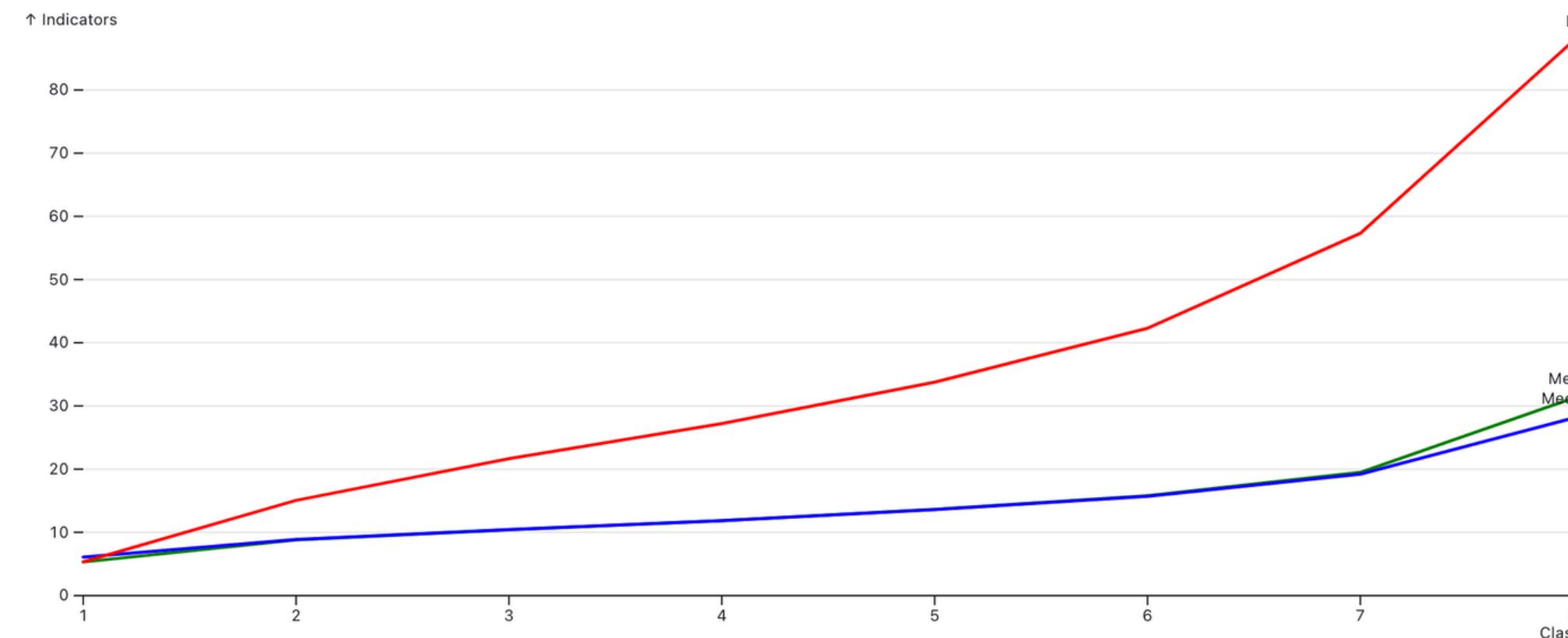
Moyenne, médianes et luminosité L\*, par numéro de classe



Palette "algae" en 8 classes  
originale



Moyenne, médianes et luminosité L\*, par numéro de classe



Palette "algae" en 8 classes  
adaptée aux médianes de la variable

Variable : part des ménages pauvres en 2015  
à Paris, INSEE / Filosofi

## Formule de calcul : une simple équation de ligne

$$y = ax + b$$

y: luminosité à calculer

x: médiane de la classe

coef. a: étendue de luminosité de la palette / étendue des médianes

décalage b: médiane minimale coefficientée

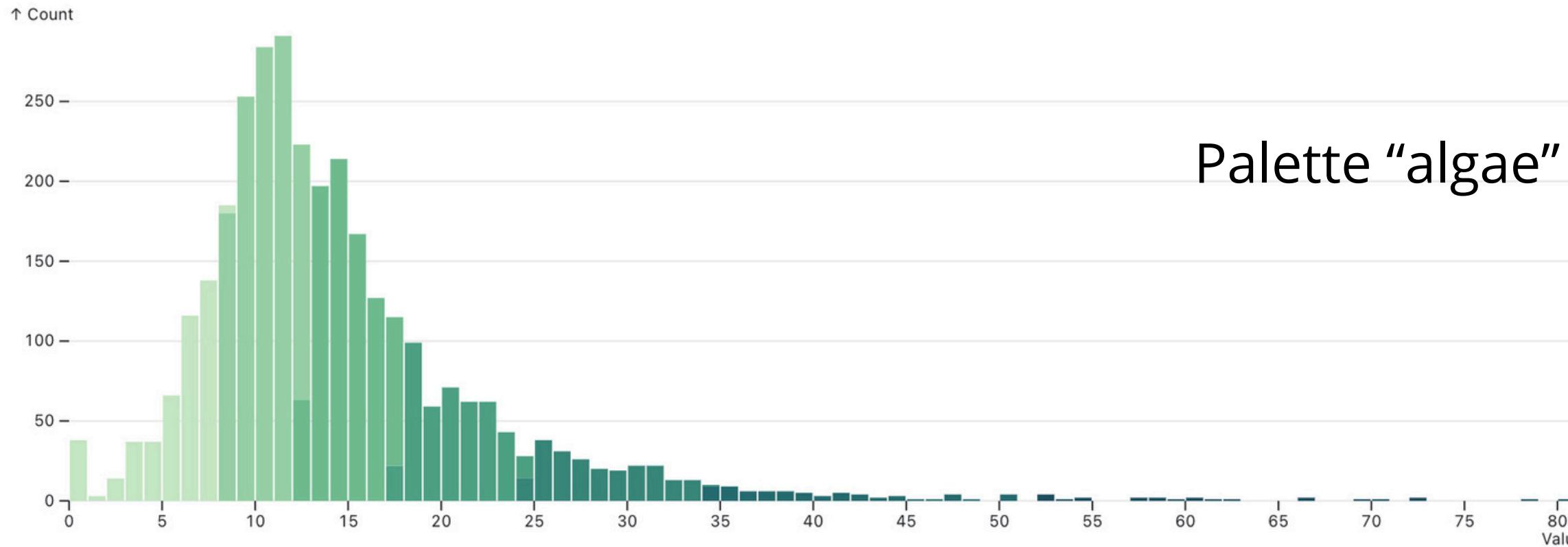


**Vert original**  
#4DA284  
RGB(77,162,132)  
HSL(159,36%,47%)

**Vert adapté**  
#6EC3A4  
RGB(99,195,164)  
HSL(161,44%,58%)

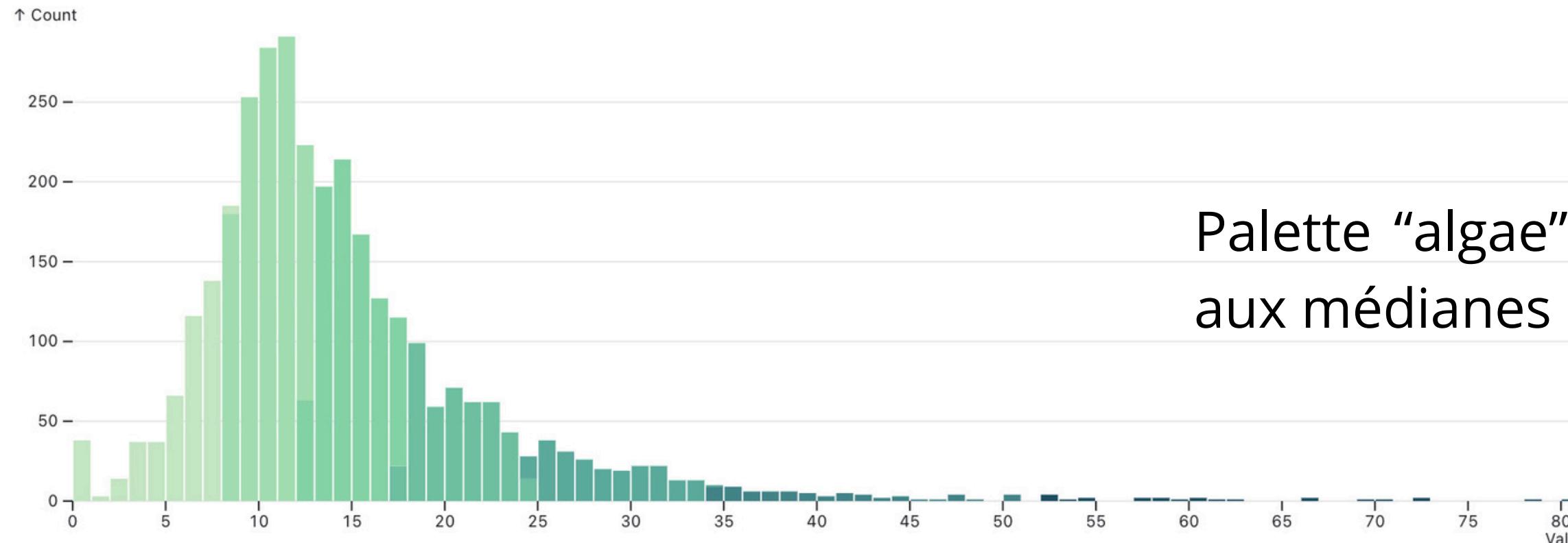
# Test d'application

**Palette BluGrn d'origine, sans adaptation**



Palette "algae" en 8 classes originale

**Palette BluGrn adaptatée aux médianes des valeurs**

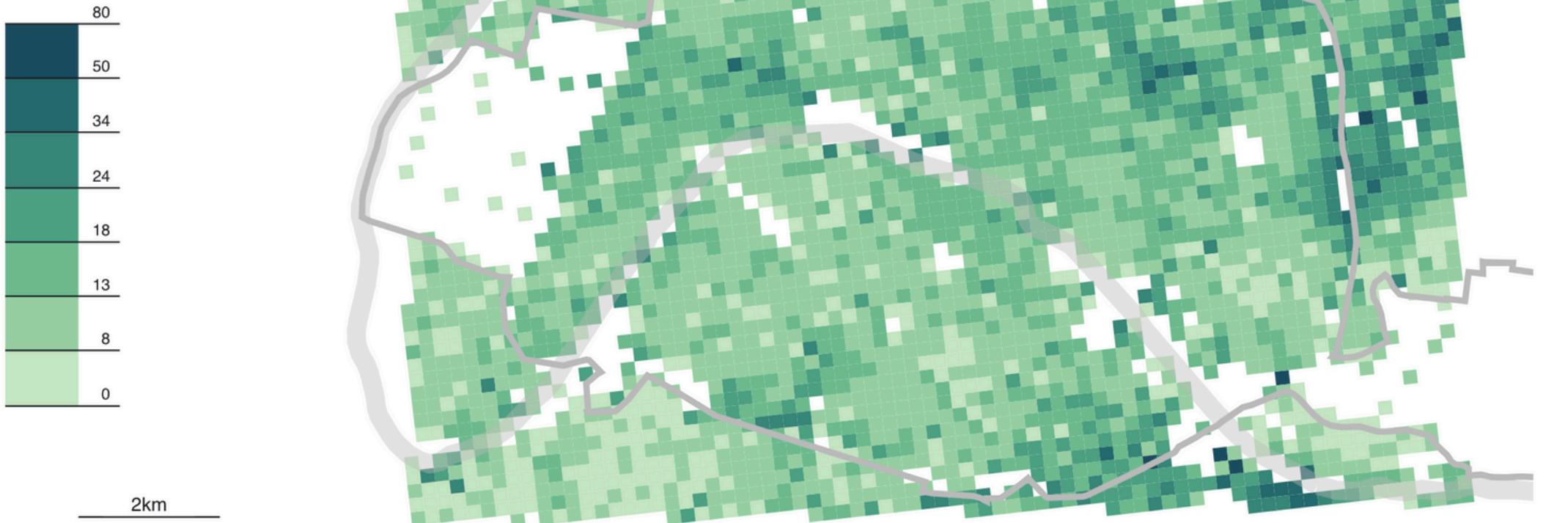


Palette "algae" en 8 classes adaptée  
aux médianes de la variable

## Pauvreté Paris

Palette: BluGrrn  
Linéaire gradient, jenks classes

% de ménages pauvres, 2015

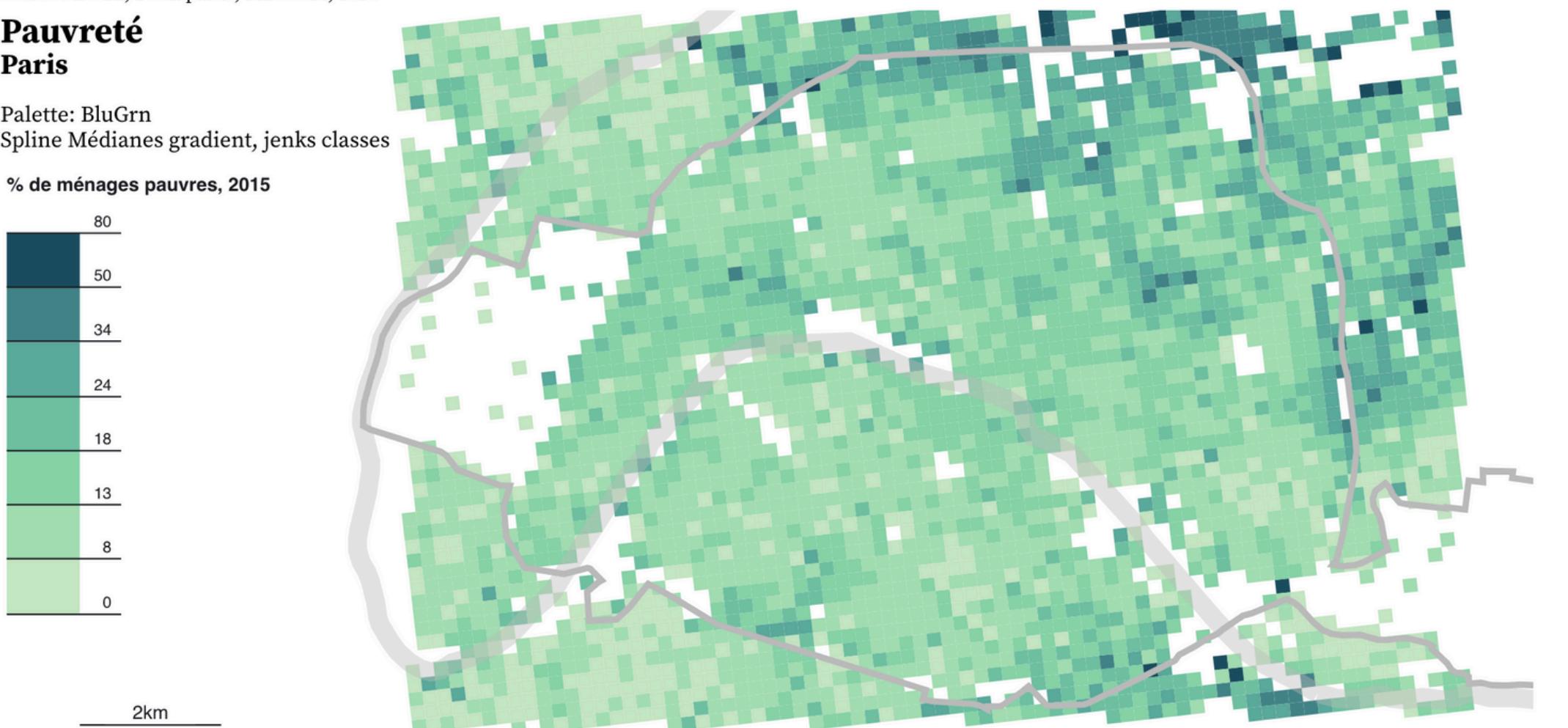


Source : INSEE, 200m pixels, FILOSOFI, 2015

## Pauvreté Paris

Palette: BluGrrn  
Spline Médianes gradient, jenks classes

% de ménages pauvres, 2015



Source : INSEE, 200m pixels, FILOSOFI, 2015

Palette “algae” en 8 classes originale

Palette “algae” en 8 classes adaptée  
aux médianes de la variable

Comme on a pu le voir, l'adaptation peut produire des palettes assez déséquilibrées, on peut décider de ne pas totalement appliquer l'adaptation :

**Palette de catalogue : BluGrn**



**Gradient selon une courbe spline des médianes**



**Gradient selon une courbe spline des médianes, ajustement : -50%**



# Les palettes adaptées sont-elles plus efficaces que les palettes linéaires ?

⇒ tester avec une enquête basée sur des exercices de lecture de cartes

Langue : Français - Français

[Changer de langue](#)



Ce questionnaire fait partie d'une recherche sur la méthodologie des cartes par Laurent Jégou, enseignant-chercheur à l'université Toulouse Jean-Jaurès.

Il est complètement anonyme et aucune information personnelle n'est enregistrée.

---

Le présent questionnaire vise à tester la pertinence de différentes palettes de couleurs pour des cartes thématiques. Il ne dure que 5 à 6 minutes avec 10 questions à choix simple.

Merci d'avance pour votre participation !

Ce questionnaire est anonyme.

L'enregistrement de vos réponses à ce questionnaire ne contient aucune information permettant de vous identifier, à moins que l'une des questions ne vous le demande explicitement.

Si vous avez utilisé un code pour accéder à ce questionnaire, soyez assuré qu'aucune information concernant ce code ne peut être enregistrée avec vos réponses. Il est géré sur une base séparée où il sera uniquement indiqué que vous avez (ou non) finalisé ce questionnaire. Il n'existe pas de moyen pour faire correspondre votre code d'accès avec vos réponses à ce questionnaire.

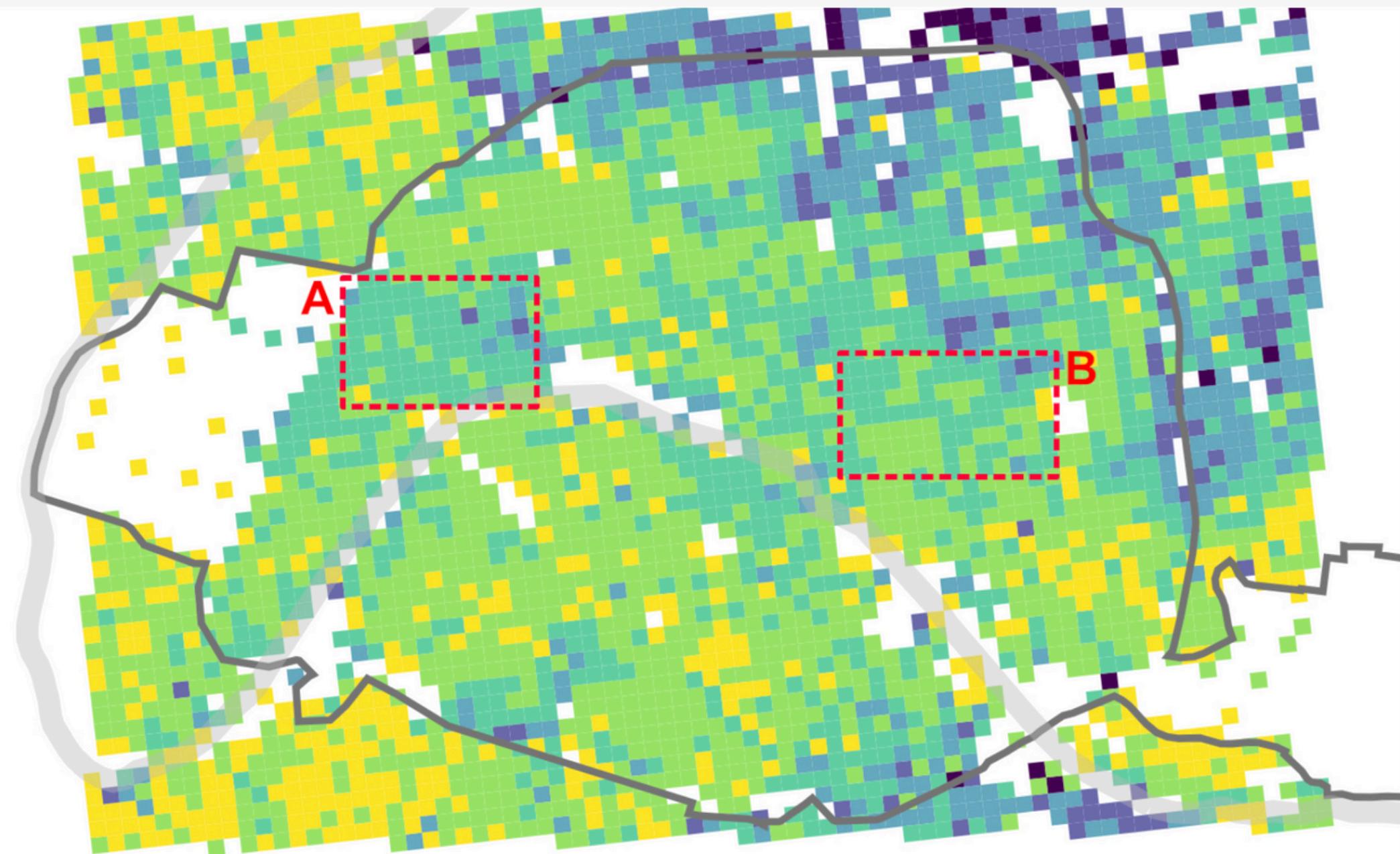
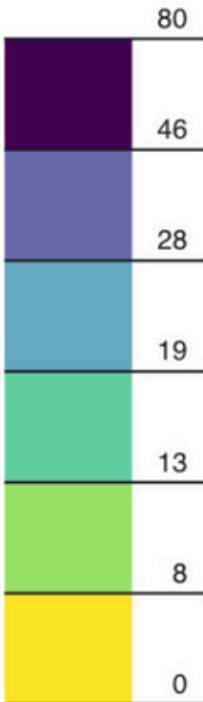
[Suivant](#)

\*

## Pauvreté Paris

Palette: Viridis

% de ménages pauvres, 2015



Source : INSEE, 200m pixels, FILOSOFI, 2015

Sur la carte-ci dessus, comparez les valeurs moyennes des deux régions A et B.

⚠ Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- A possède une valeur supérieure à B.
- B possède une valeur supérieure à A.
- A et B présentent sensiblement la même valeur.

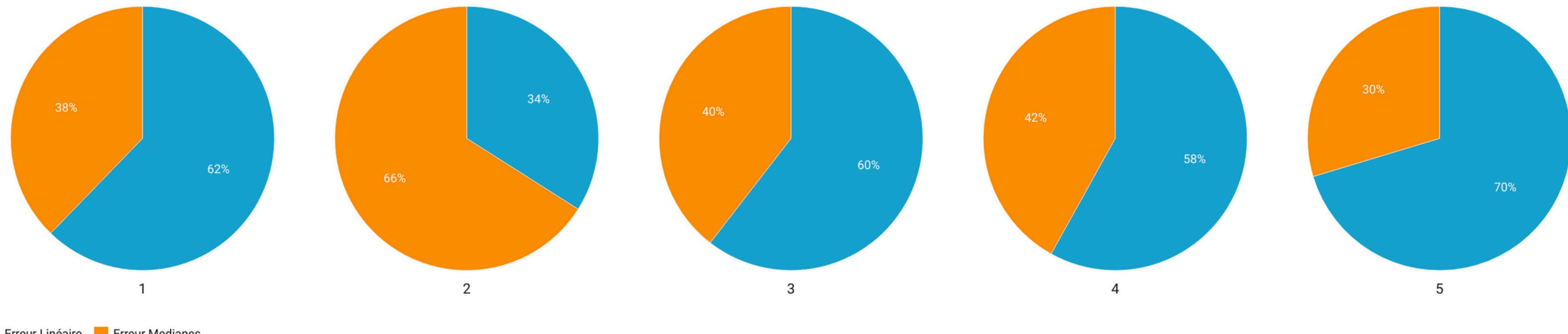
Exemple de question : exercice de comparaison de valeurs

# Résultat principal de l'enquête : l'adaptation fonctionne

Les erreurs de lecture de carte sont bien plus fréquentes sur les palettes non adaptées en luminosité, sauf sur la question n°2 (ou la palette adaptée était très claire).

## Taux d'erreur par question

Pourcentage de réponses erronées



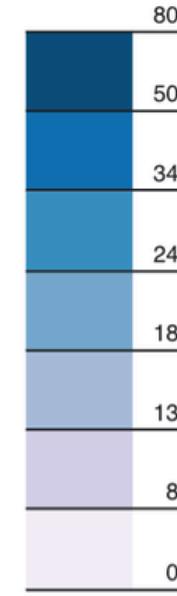
Graphique: L. Jégou • Source: Enquête automne 2023 • Crée avec Datawrapper

# Résultat principal de l'enquête : l'adaptation fonctionne, mais...

Lorsque l'on demande de comparer uniquement des légendes, l'aspect général, l'équilibre de la palette, va jouer beaucoup plus.

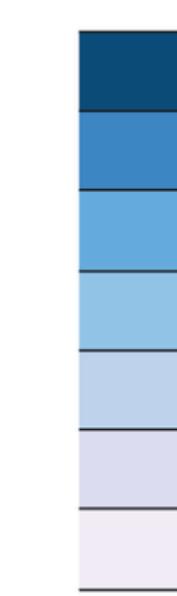
**Q6**

% of poor households, 2015



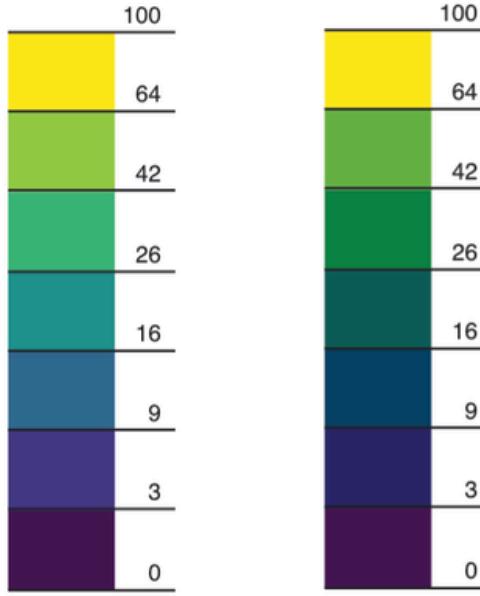
**Q7**

% of poor households, 2015

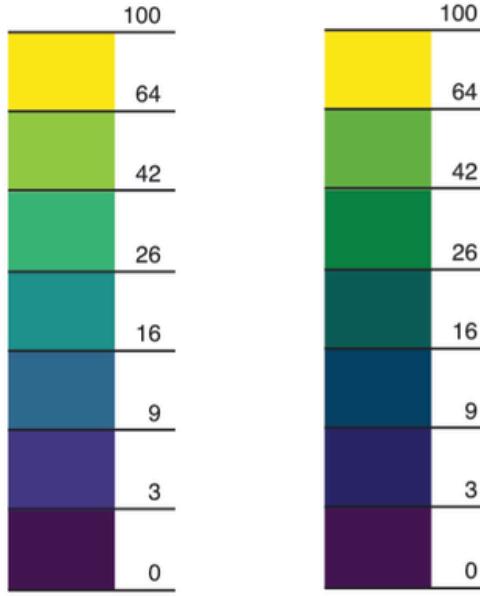


**Q8**

% of dwellings, 2015

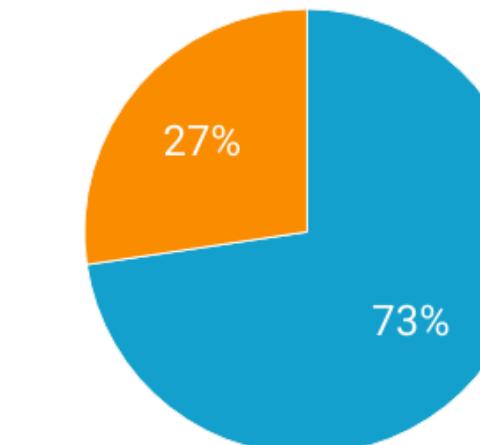
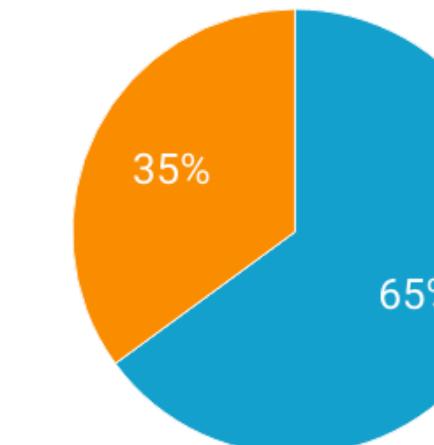
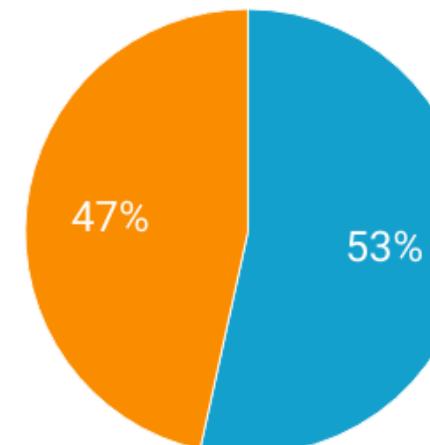


% of dwellings, 2015



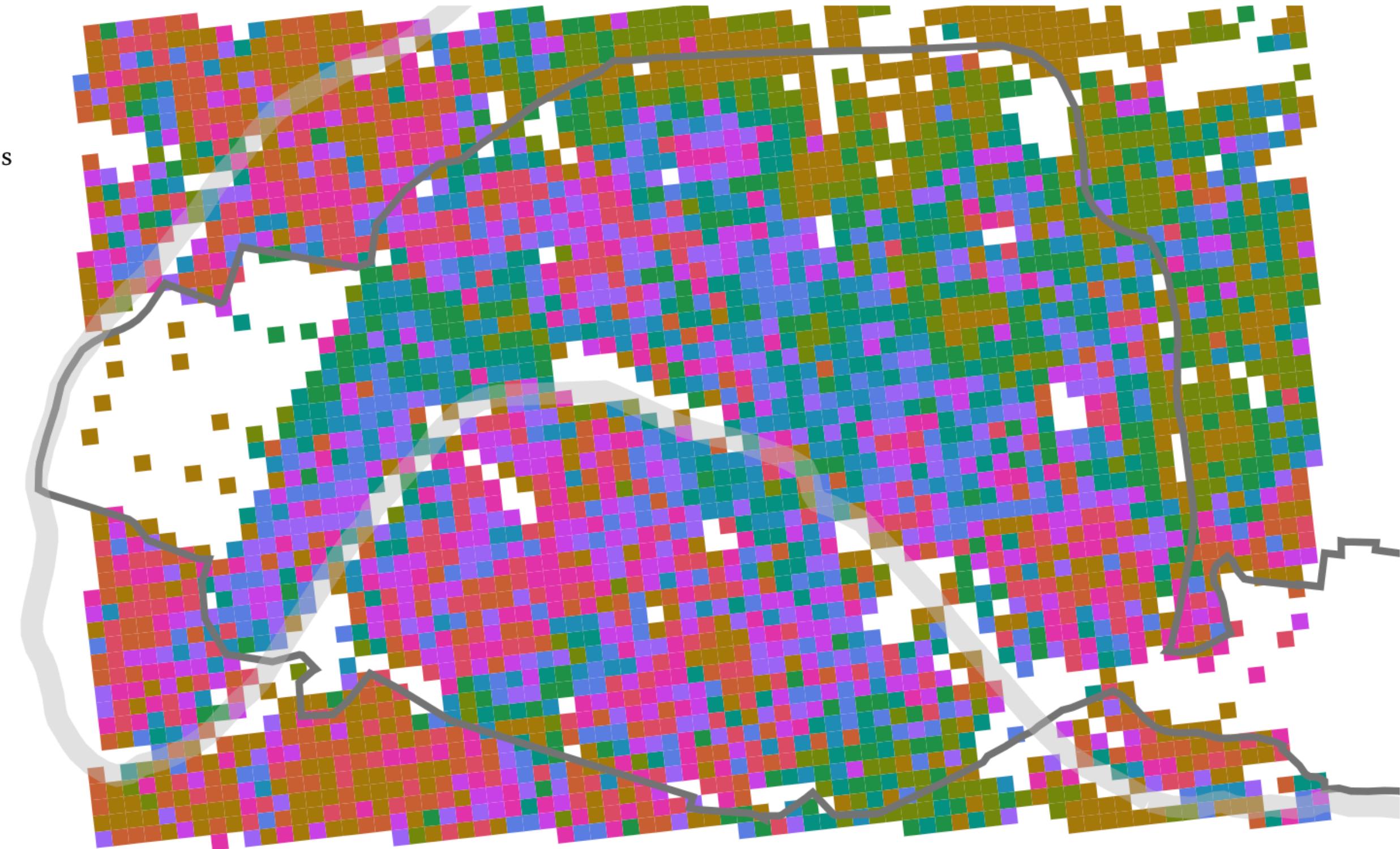
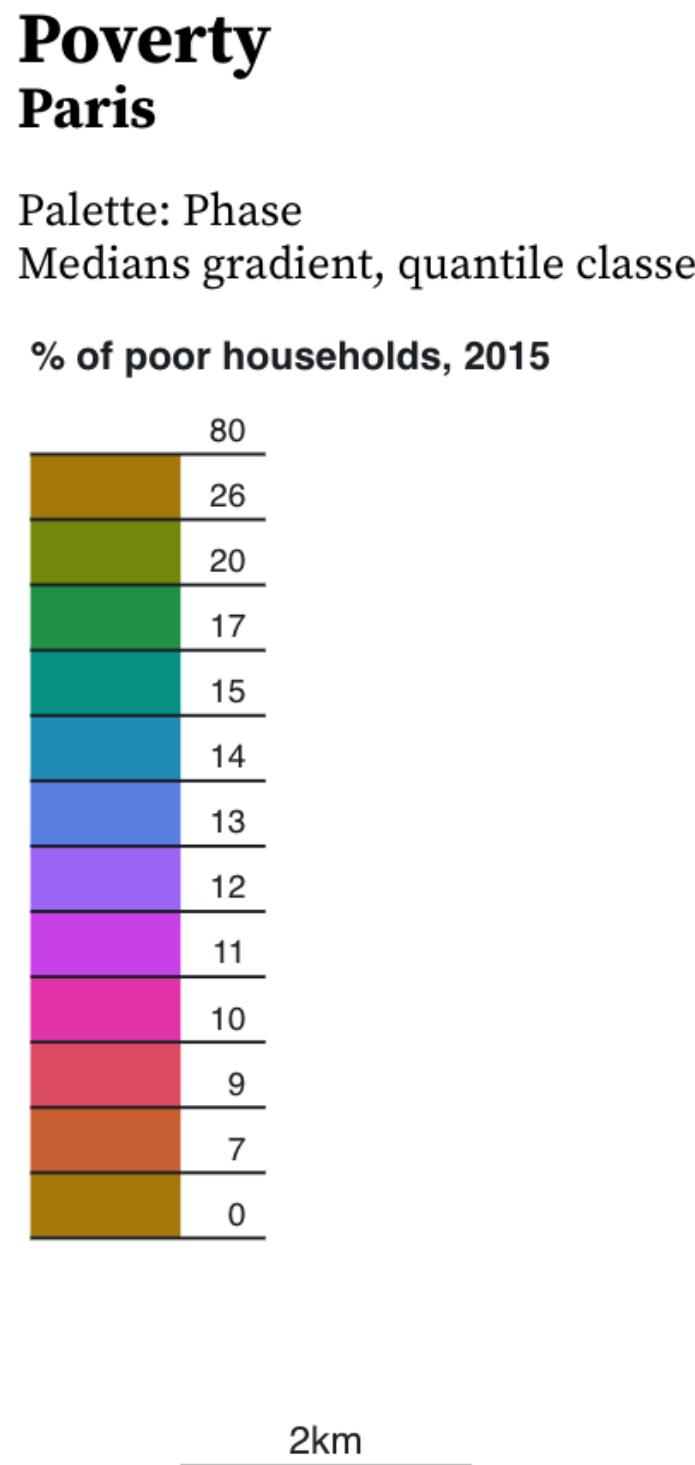
## Préférence pour les palettes

■ % p. linéaire  
■ % p. médianes



# Il ne faut donc pas oublier l'aspect esthétique global de l'image !

La carte reste une image, qui est interprétée aussi dans ses aspects esthétiques, notamment l'équilibre des couleurs et des formes.



Source : INSEE, 200m pixels, FILOSOFI, 2015