



Graphiques avec ggplot2

Vincent Guillemot

Mercredi et/ou jeudi

Avant toutes choses

Nous aurons besoin du package `ggplot2` :

- Vérifier que le package `ggplot2` est bien installé
- Si non, l'installer, puis le charger

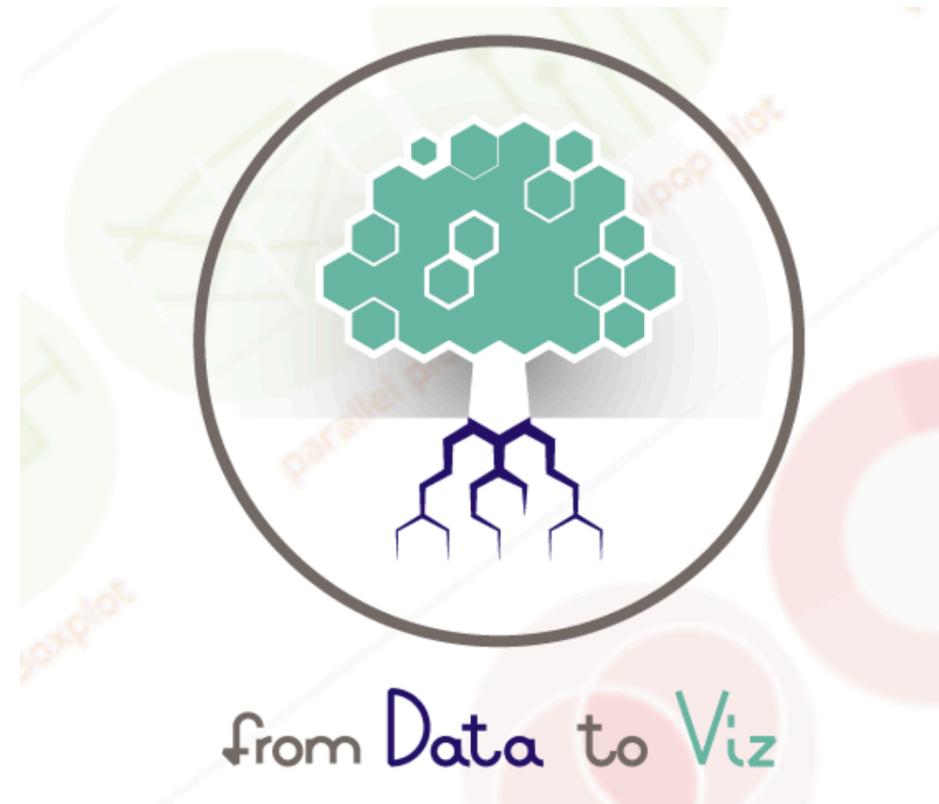
```
library(ggplot2)
```

Nous allons également avoir besoin des données fruits et légumes :

```
data("fruveg", package = "intro2r")
```

Bien choisir sa représentation graphique

From Data to Viz : <https://www.data-to-viz.com/>



Un échantillon de ce qu'il est possible de faire avec ggplot2

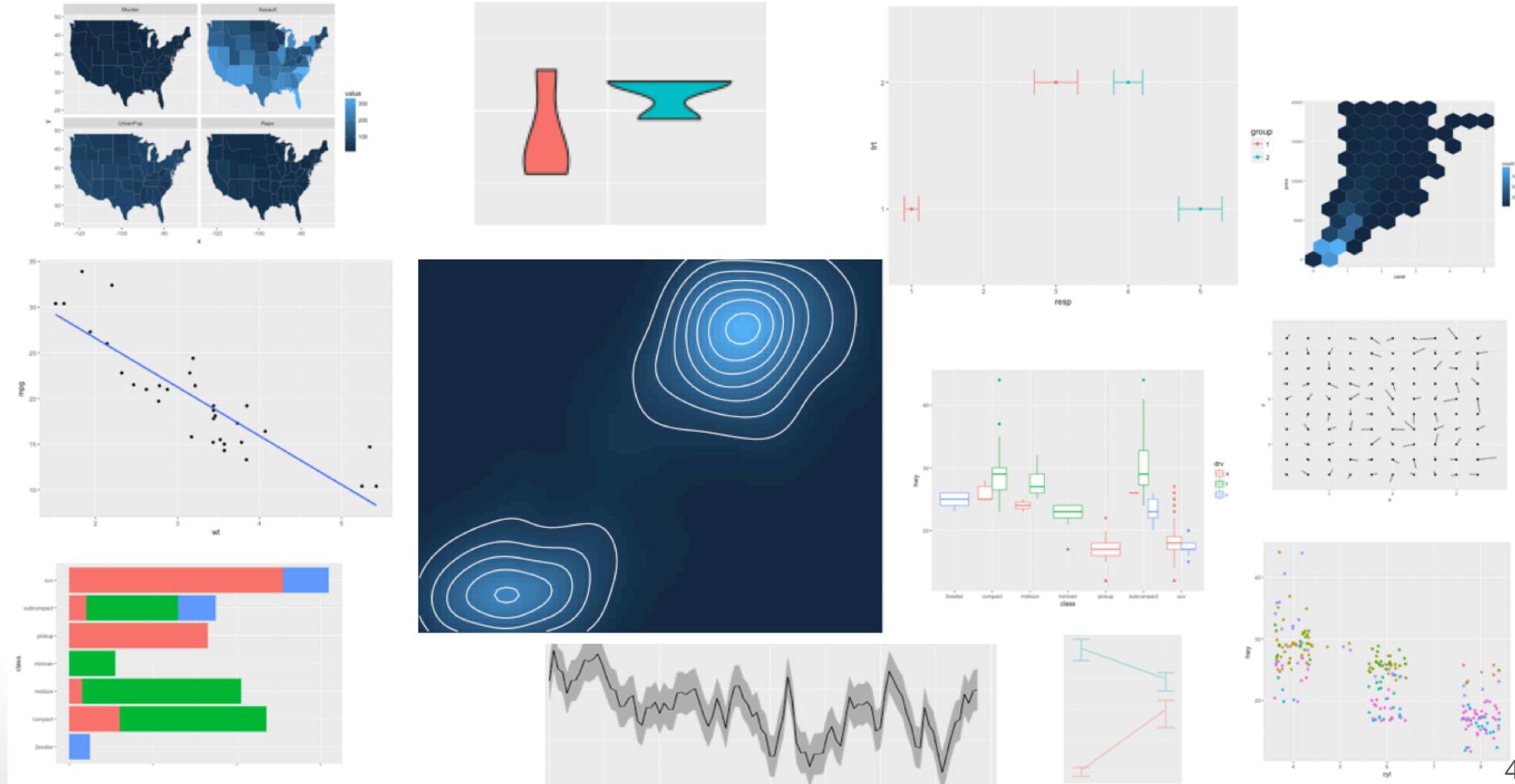
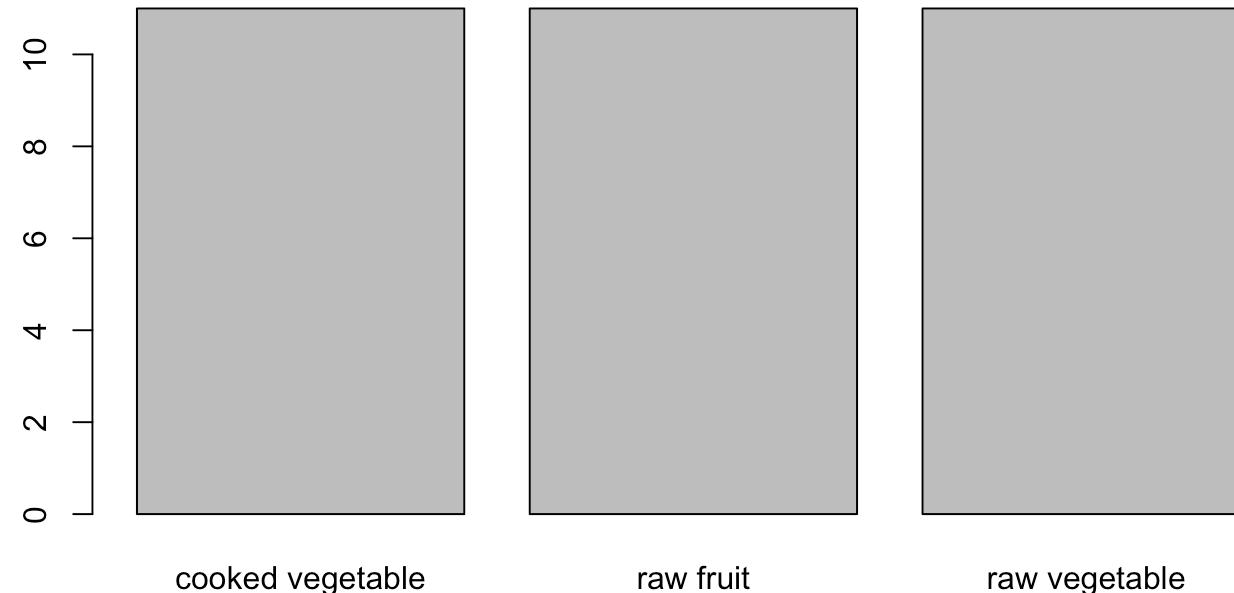


Diagramme en bâtons

Rappel : la fonction barplot

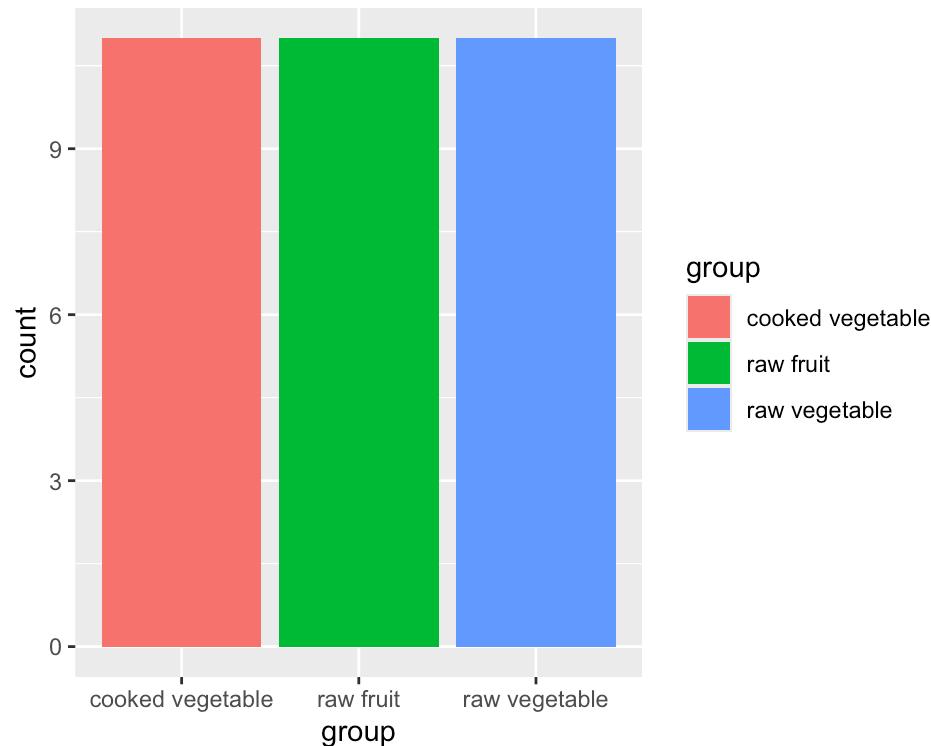
La fonction de base pour les diagrammes en bâtons est **barplot** :

```
barplot(table(fruveg$group))
```



La fonction geom_bar

```
ggplot(data = fruveg, aes(x = group, fill = group)) +  
  geom_bar()
```



STOP !

Décomposition de la commande

- `ggplot` : création d'un canevas vide dans on va dessiner le(s) graphe(s)
- `aes` : déclaration des paramètres esthétiques du graphes (position horizontale, verticale, couleur épaisseur, forme, transparence etc...)
- `geom_bar` : utilisation d'une géométrie

Le canevas

```
ggplot(
```

Les données

Data

```
ggplot(data = fruveg,
```

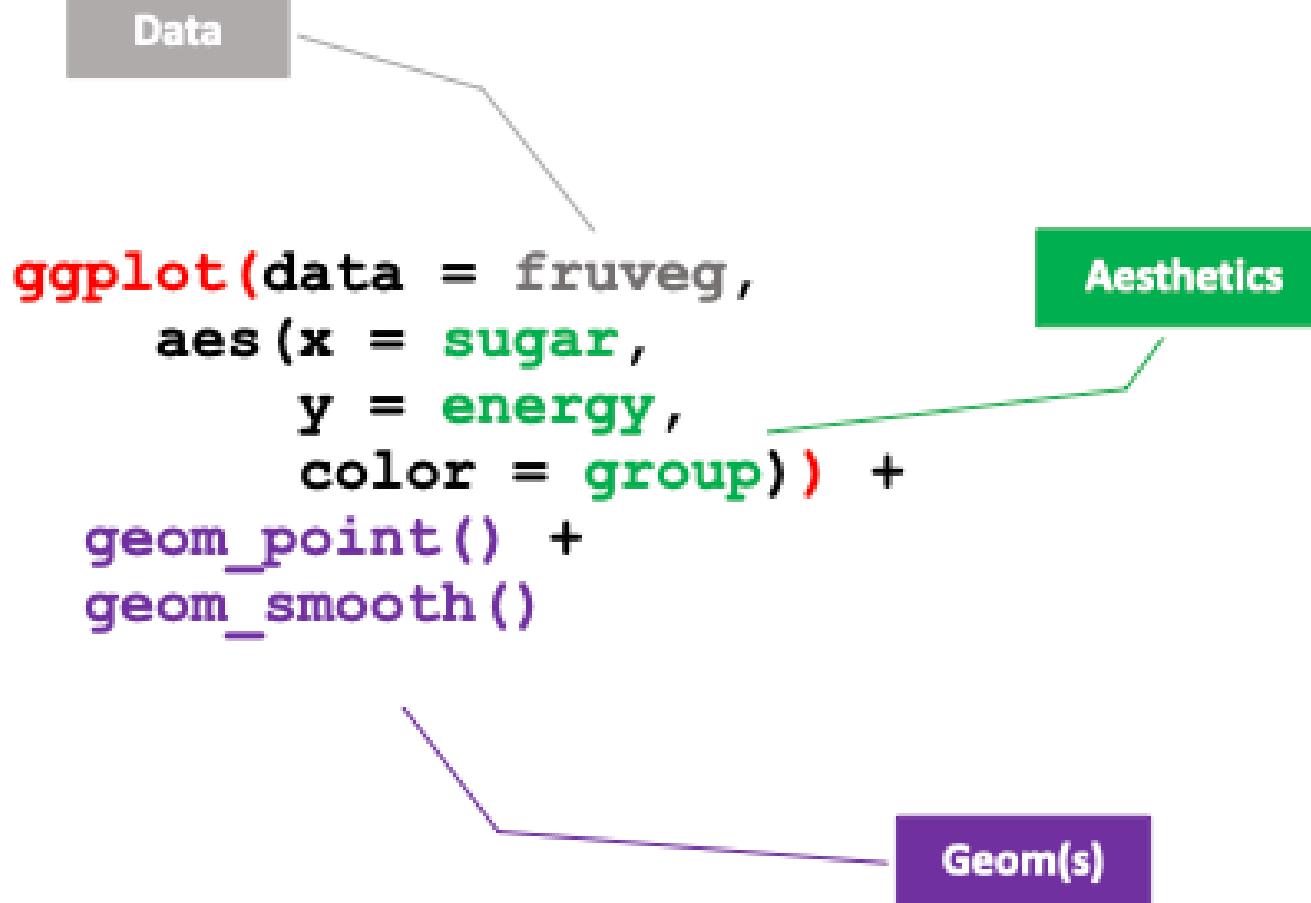
V1	V2	Groups	
1	1	Group 1	→ ●
2	2	Group 2	→ ●
3	5	Group 1	→ ●
4	10	Group 1	→ ●
5	17	Group 2	→ ●
6	9	Group 1	→ ●
7	11	Group 1	→ ●
8	13	Group 2	→ ●

Les paramètres esthétiques

The diagram illustrates the structure of a ggplot command. A grey box labeled "Data" has a grey line pointing to the "data" argument in the command. A green box labeled "Aesthetics" has a green line pointing to the "aes" function call. The command itself is:

```
ggplot(data = fruveg,  
       aes(x = sugar,  
            y = energy,  
            color = group))
```

Les géométries



L'image à retenir



[G]rammar of [G]raphics

- 1) DATA: a set of data operations that create variables from datasets,
- 2) TRANS: variable transformations (*e.g., rank*),
- 3) SCALE: scale transformations (*e.g., log*),
- 4) COORD: a coordinate system (*e.g., polar*),
- 5) ELEMENT: graphs (*e.g., points*) and their aesthetic attributes (*e.g., color*),
- 6) GUIDE: one or more guides (*axes, legends*, etc.).

The grammar of Graphics, Leland Wilkinson

Implémentation dans ggplot2

Données	<code>data</code>	Les données à représenter. Chaque ligne représente un élément à représenter graphiquement.
Géométries	<code>geom_</code>	Les formes à créer pour représenter les données. Cela peut être des points, des lignes, des surfaces etc.
Esthétiques	<code>aes()</code>	Les paramètres esthétiques de ces formes. Par exemple la position, la couleur, la taille, la forme, la transparence etc.
Échelles	<code>scale_</code>	Des fonctions permettant de paramétriser la transformation de données en formes ou en objets graphiques. Par exemple la fonction <code>scale_color_manual</code> permet de choisir soi-même les couleurs à utiliser dans un graphique.

A vous !

À quoi servent les deux premières lignes ?
Comment corriger la commande suivante pour obtenir le graphe à droite ?

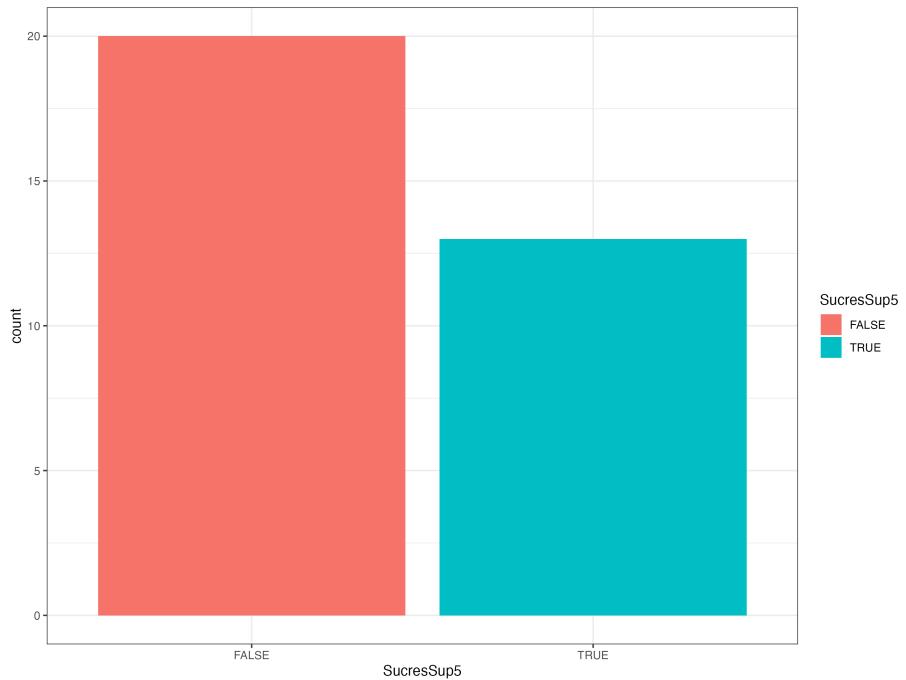
```
fruveg$SucresSup5 <-
  fruveg$sugar > 5

ggplot(***,  

       aes(***,  

           fill = SucresSup5)) +  

  geom_***)
```



Un peu d'histoire

- Il y a eu un `ggplot`"1" (voir [ici](#))
- Développement commencé en 2005
- Hadley Wickham (*Chief Scientist at RStudio + Adjunct Professor of Statistics*)
- D'excellents cours, parfois avec sa soeur Charlotte



Quelques géométries

Nous allons voir ensemble quelques géométries particulières qui permettent de créer des graphes classiques.

geom_bar

Diagramme en bâtons sur des données non-agrégées

geom_col

Diagramme en bâtons (encore) sur des comptages existants

geom_histogram

Histogramme d'une variable quantitative

geom_boxplot

Diagramme de Tukey aka "boîte à moustache" aka *boxplot*

geom_violin

Diagramme en "violons"

geom_point

NUAGE de points créé à partir de deux variables quantitatives

geom_line

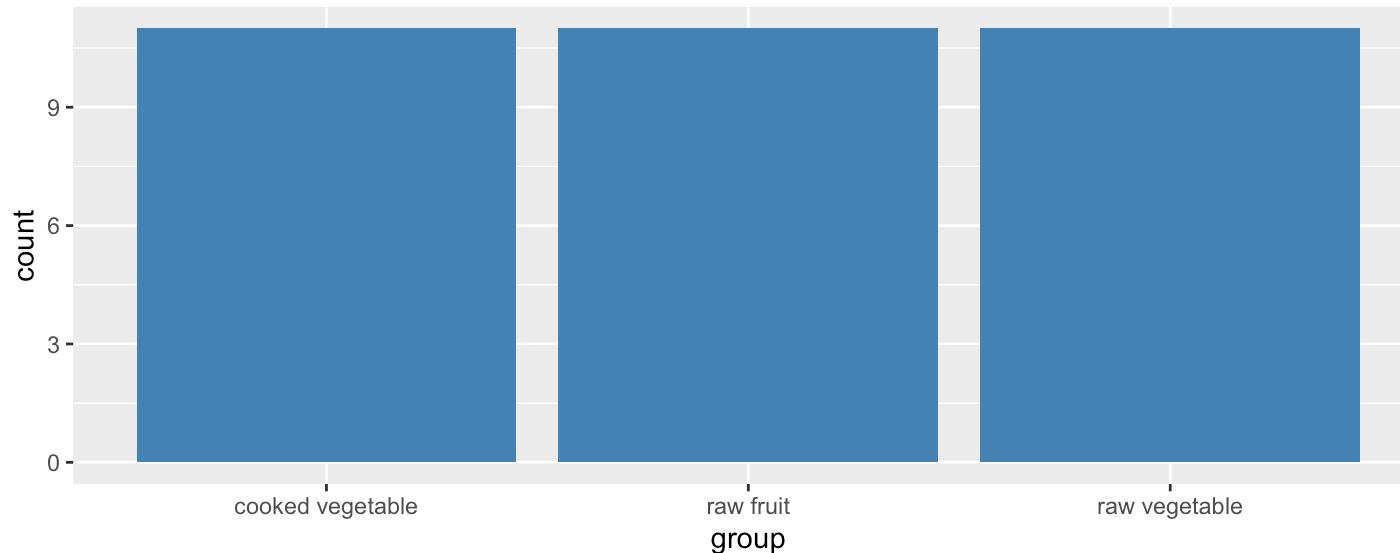
Ligne tracée à partir de deux variables quantitatives

Diagrammes en bâtons

Avec geom_bar

On a déjà vu comment faire :

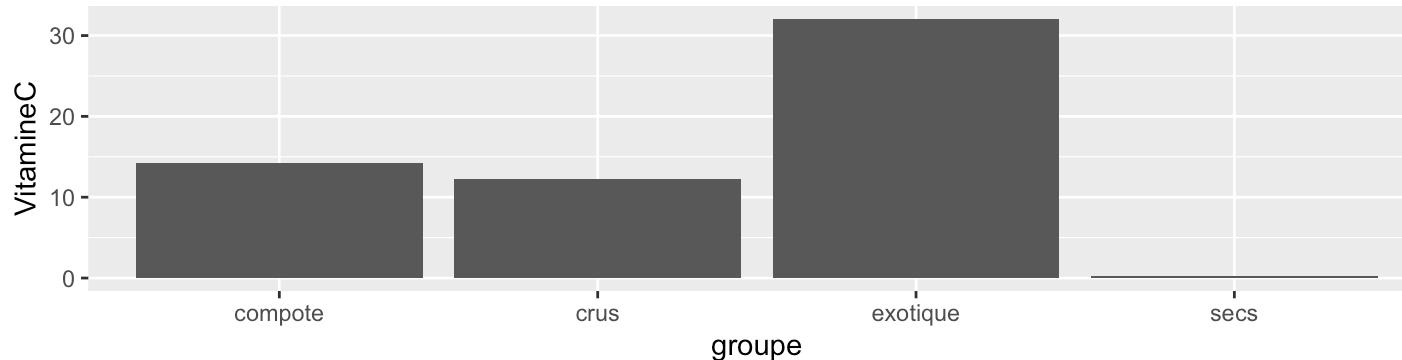
```
ggplot(fruveg, aes(group)) +  
  geom_bar(fill = "steelblue")
```



Avec geom_col

S'utilise quand on connaît déjà la hauteur des barres.

```
vitamine <- data.frame(  
  groupe = c("compote", "crus", "exotique", "secs"),  
  VitamineC = c(14.2, 12.2, 32.1, 0.3))  
  
ggplot(data = vitamine, aes(x = groupe, y = VitamineC)) +  
  geom_col()
```



A vous !

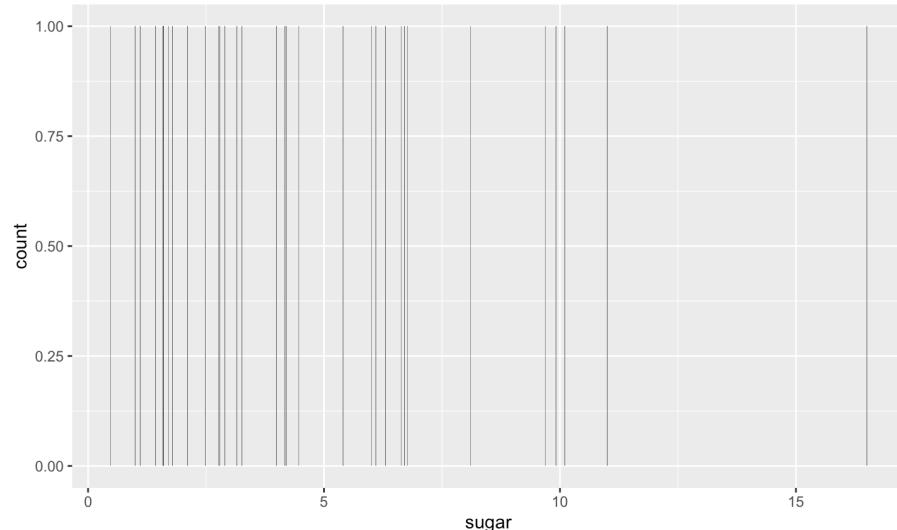
Comment modifier le code précédent pour faire un diagramme en bâtons montrant le nombre de fruits et légumes ayant une teneur en Eau supérieure à 80 g / 100 g par groupe ?

(PS : il y a plus d'une solution possible)

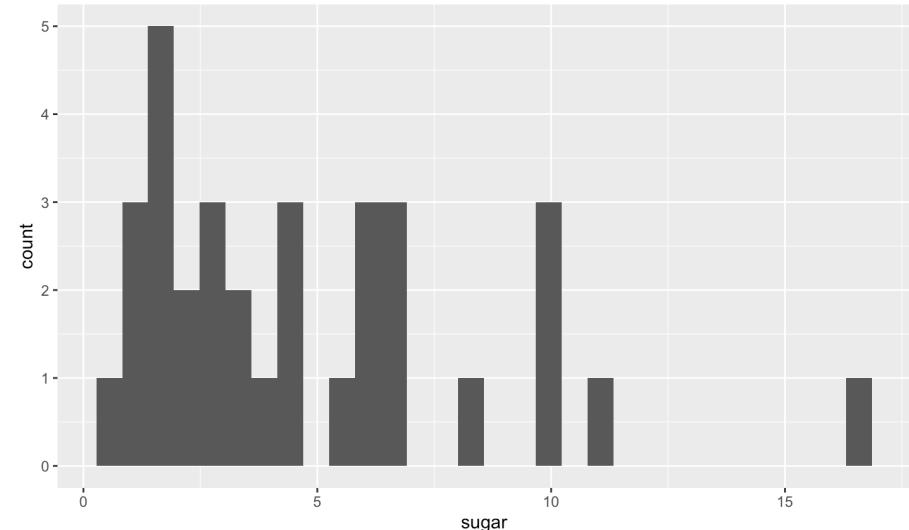
Histogrammes

Histogramme ou diagramme en bâtons ?

```
ggplot(fruveg, aes(sugar)) +  
  geom_bar()
```



```
ggplot(fruveg, aes(sugar)) +  
  geom_histogram()
```



Histogramme ou diagramme en bâtons ?

Diagramme en bâtons

Représente des comptages de :

- variables nominales
- variables ordinaires
- variables discrètes

Histogramme

Représente des comptages ou des densités de :

- variables continues
- variables discrètes

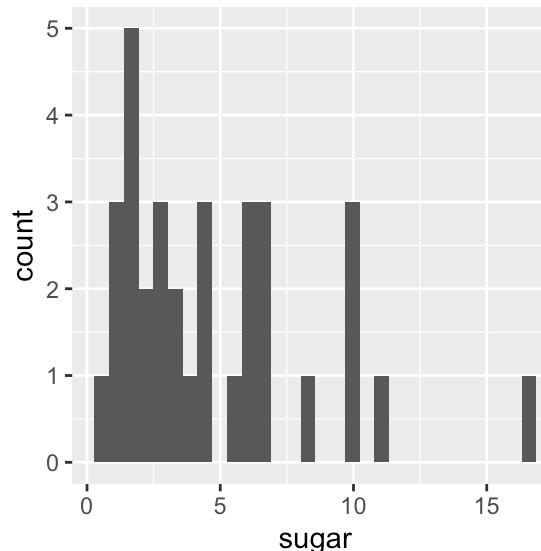
Pour ce genre de graphe, il est important de choisir les intervalles sur lesquels les données seront énumérées.

L'histogramme par défaut

- Axe des y : les comptages de l'intervalle donné
- Axe des x :
 - des intervalles de même amplitude,
 - trente intervalles,
 - pas de séparation visuelle entre les intervalles (sauf ceux qui sont vides)
 - des *rectangles* gris foncé
 - un *message*

```
`stat_bin()` using `bins = 30`.  
Pick better value with  
`binwidth`.
```

```
ggplot(fruveg, aes(sugar)) +  
  geom_histogram()
```

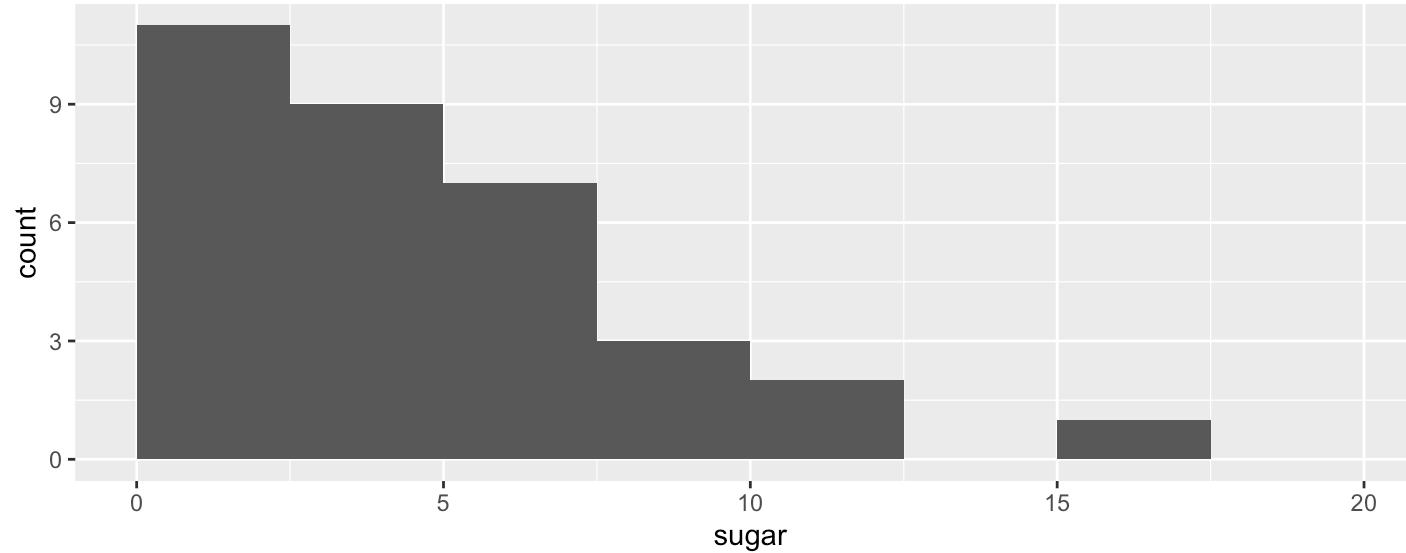


C'est quoi ce message ?

Pour faire un histogramme, on a besoin de répartir des valeurs numériques dans des classes.

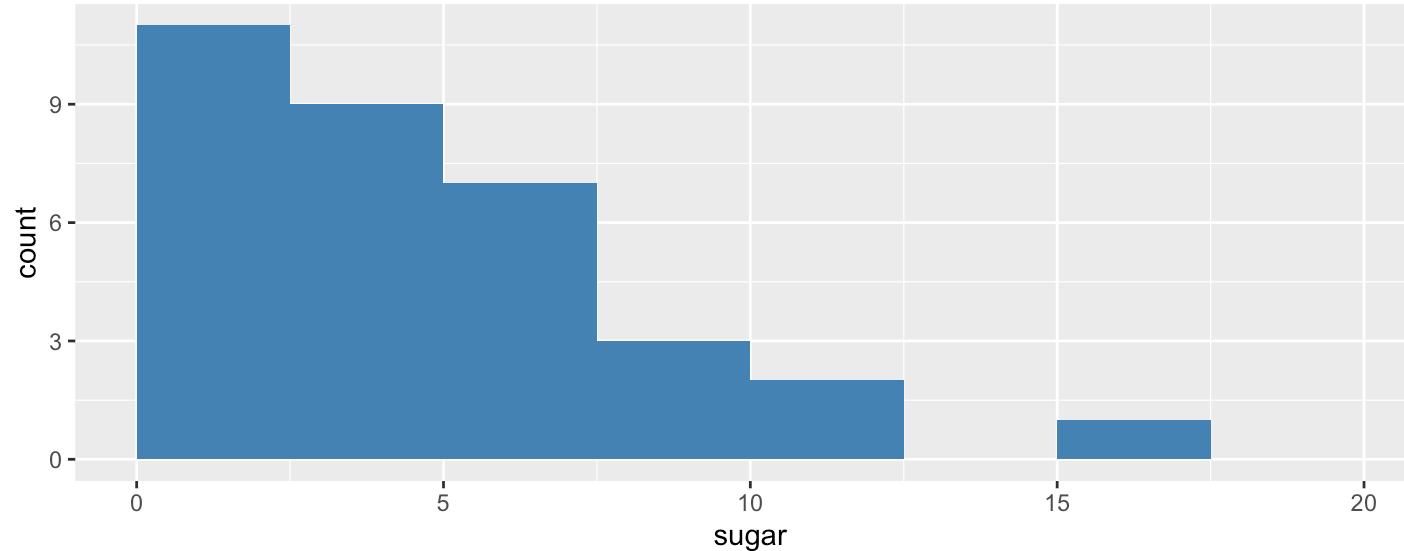
- La fonction `hist` le fait automatiquement avec l'algorithme de Sturges (ou Scott, ou Friedman-Diaconis si l'utilisateur le souhaite). Si on spécifie `n`, la fonction décidera un nombre de classes “approprié” proche de `n`. Pour forcer les classes, il faut utiliser `breaks`.
- La fonction `geom_histogram` crée par défaut 30 classes, charge à l'utilisateur de changer cela.

Modification des intervalles



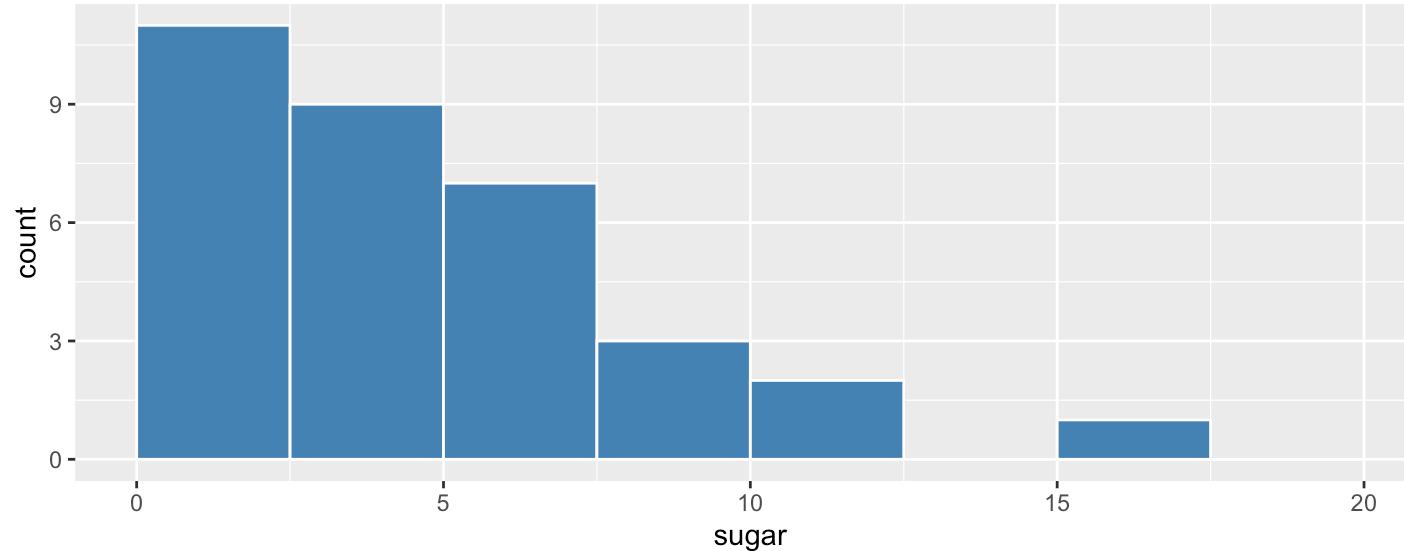
```
ggplot(fruveg, aes(sugar)) +  
  geom_histogram(breaks = seq(0, 20, 2.5))
```

Modification de la couleur



```
ggplot(fruveg, aes(sugar)) +  
  geom_histogram(breaks = seq(0, 20, 2.5),  
                 fill = "steelblue")
```

Modification de la couleur



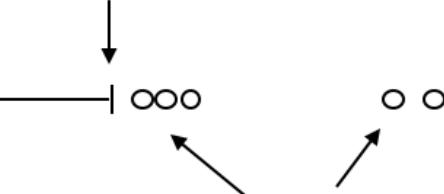
```
ggplot(fruveg, aes(sugar)) +  
  geom_histogram(breaks = seq(0, 20, 2.5),  
                 fill = "steelblue",  
                 color = "white")
```

Boxplot

Smallest value above
 $Q_1 - 1,5 * (Q_3 - Q_1)$



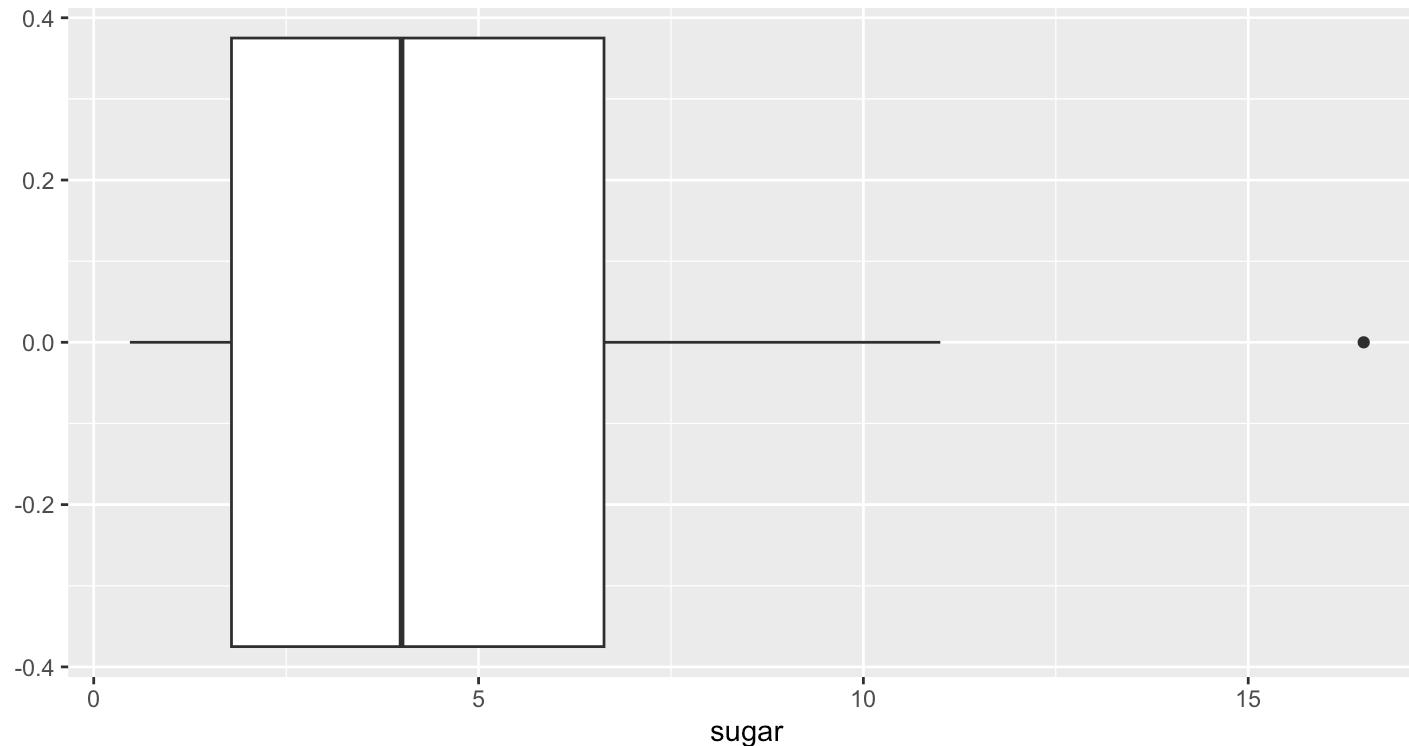
Largest value under
 $Q_3 + 1,5 * (Q_3 - Q_1)$



Extreme values

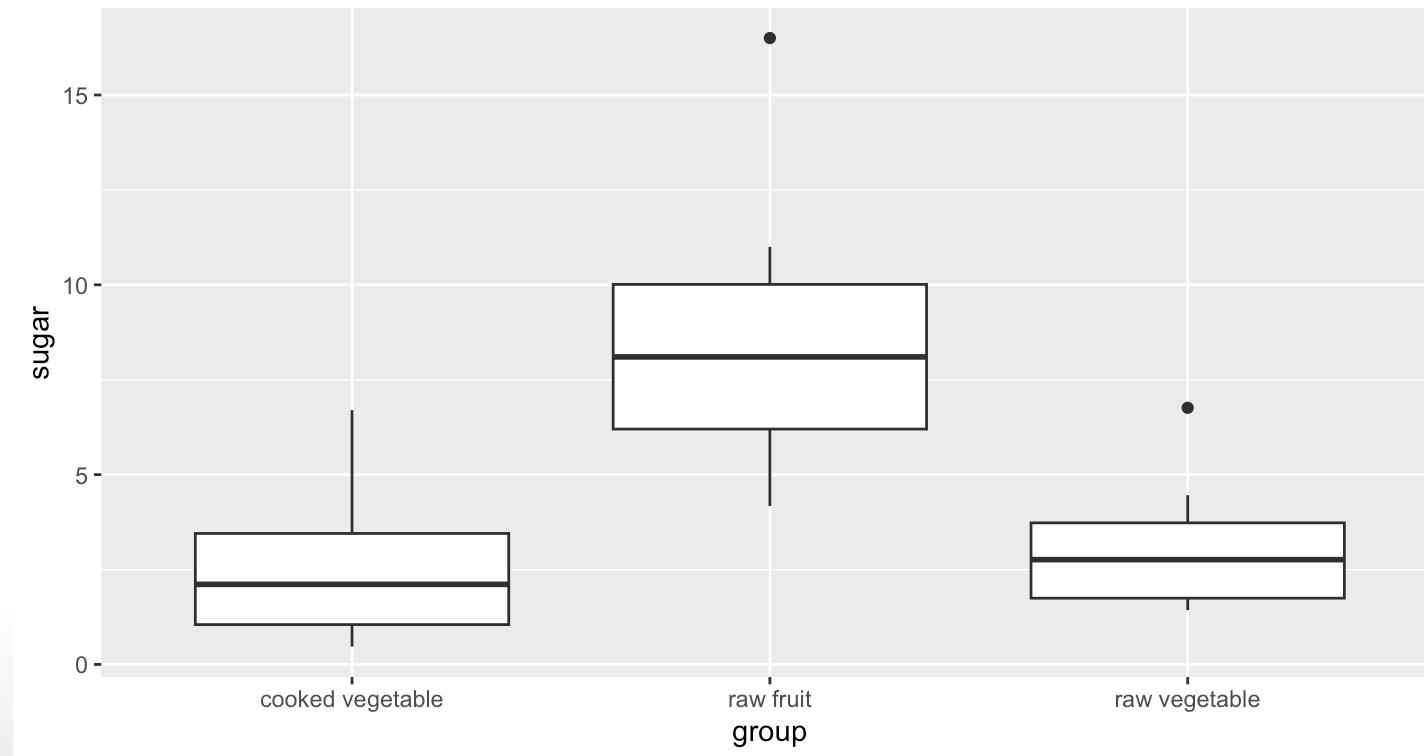
Boxplot d'une variable

```
ggplot(data = fruveg, aes(x = sugar)) +  
  geom_boxplot()
```



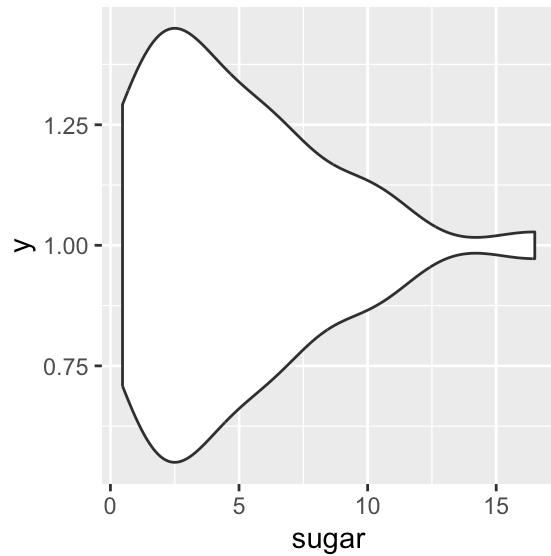
Boxplot : lien entre une variable catégorielle et une variable continue

```
ggplot(data=fruveg, aes(x=group, y=sugar)) +  
  geom_boxplot()
```

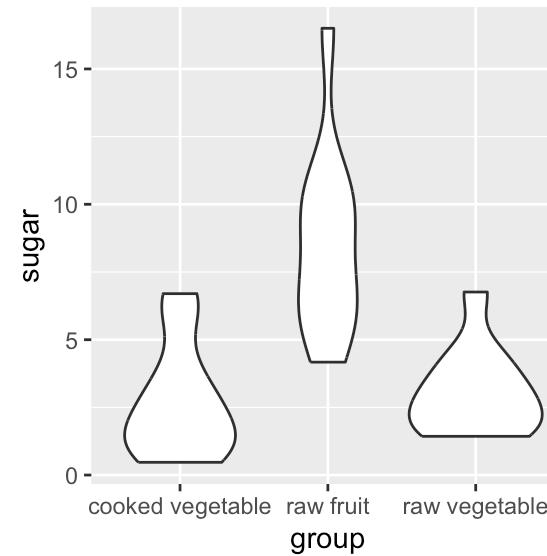


Avec des violons

```
ggplot(data = fru veg,  
       aes(x = sugar, y = 1)) +  
geom_violin()
```



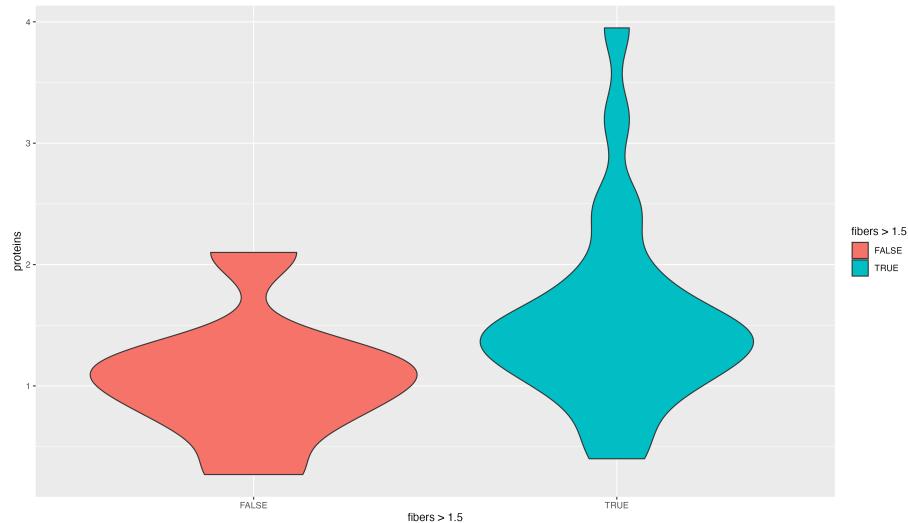
```
ggplot(data = fru veg,  
       aes(x = group, y = sugar)) +  
geom_violin()
```



A vous !

Complétez le code suivant pour obtenir la figure de droite :

```
ggplot(fruveg,  
       aes(x = fibers > 1.5,  
            y = proteins,  
            fill = ***)) +  
       geom_***()
```



Personnalisation

Thèmes

Les *thèmes* sont des fonctions qui permettent de modifier certains paramètres graphiques comme :

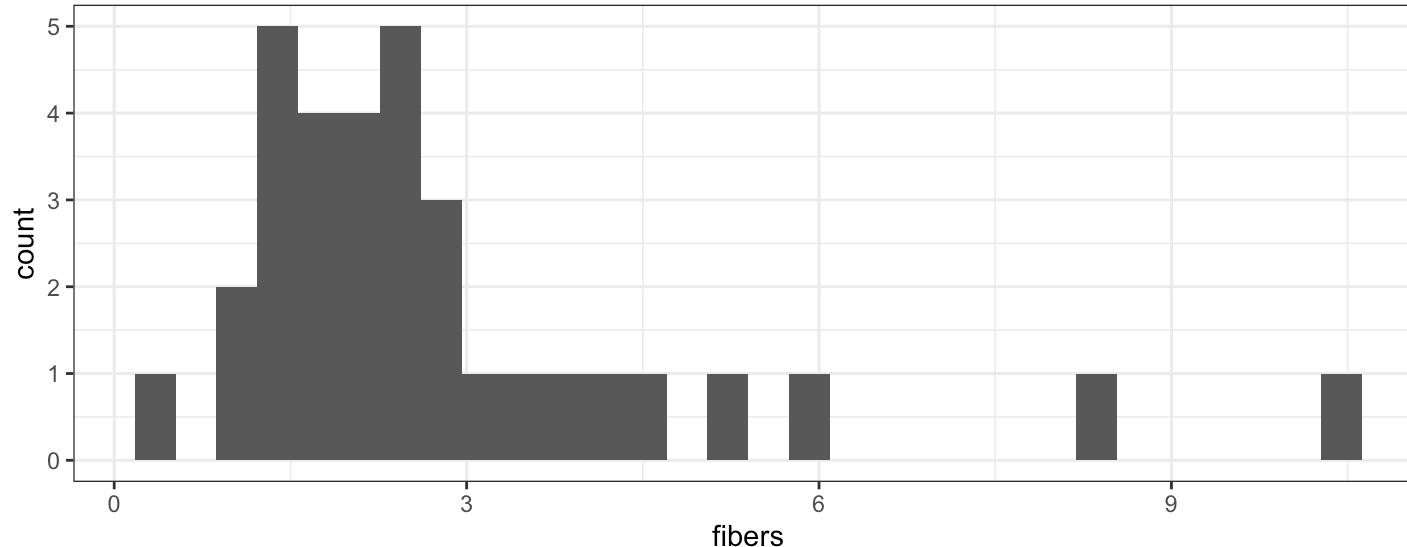
- la couleur du fond,
- la couleur des axes,
- la couleur des grilles majeures et mineures,
- etc.

Exemple de fonctions thèmes (`theme_***()`) :

- `theme_bw()` : pour un thème en noir et blanc,
- `theme_minimal()` : pour un thème minimaliste,
- `theme_void()` : pour un thème dépouillé

Exemple sur un histogramme : theme_bw()

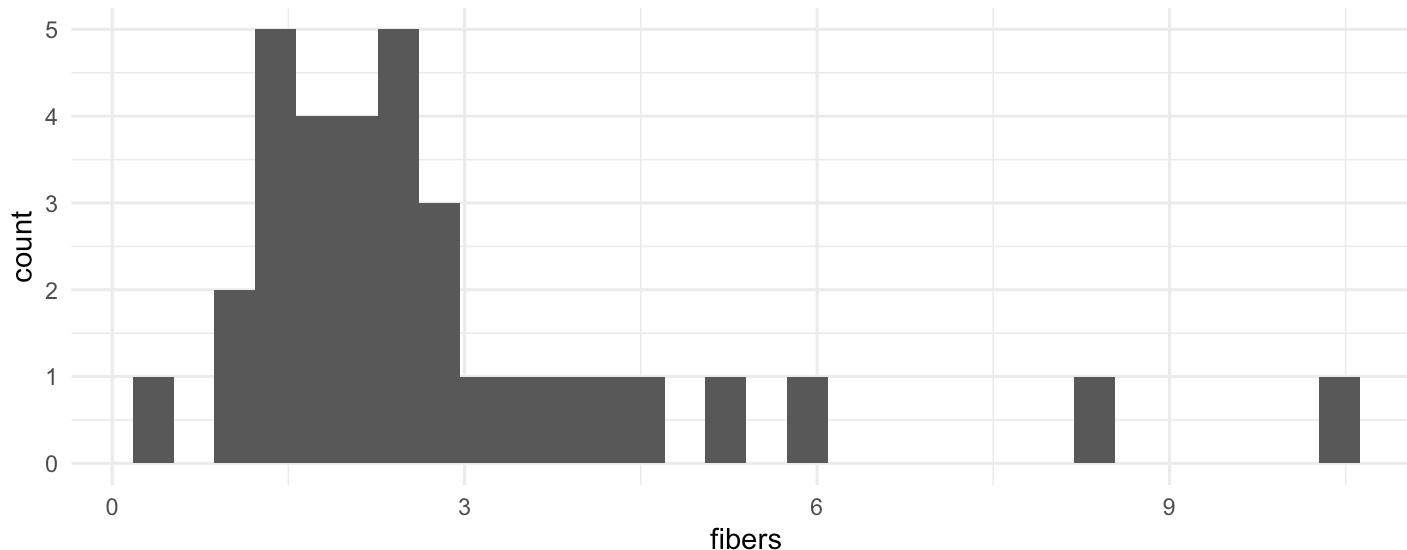
```
ggplot(fruveg, aes(fibers)) +  
  geom_histogram() +  
  theme_bw()
```



Exemple sur un histogramme :

theme_minimal()

```
ggplot(fruveg, aes(fibers)) +  
  geom_histogram() +  
  theme_minimal()
```



Exemple sur un histogramme : theme_void()

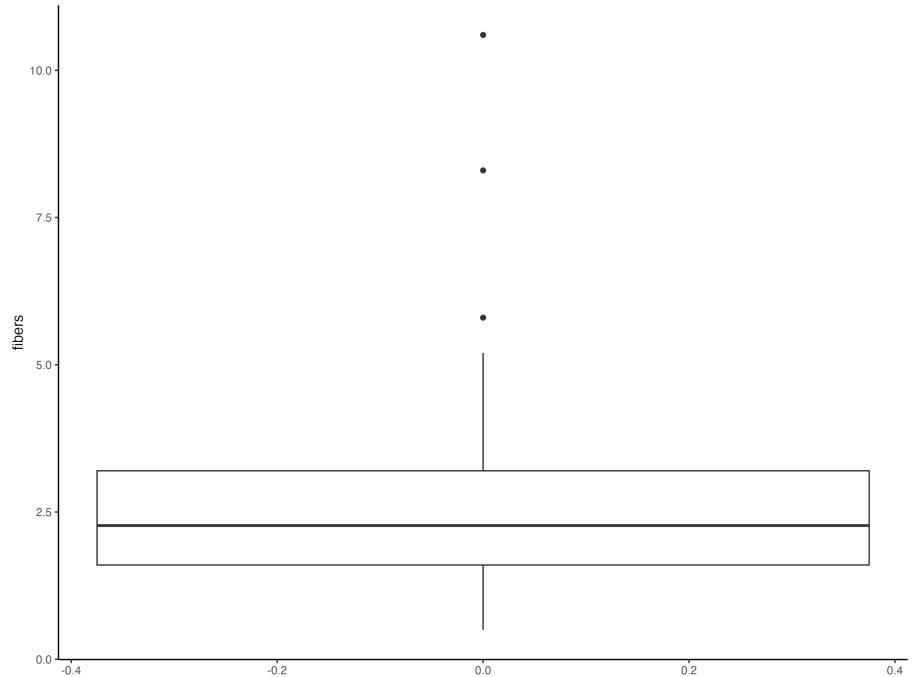
```
ggplot(fruveg, aes(fibers)) +  
  geom_histogram() +  
  theme_void()
```



A vous !

1. Consultez la page d'aide de la fonction **theme_bw** avec la commande **?theme_bw**
2. Choisissez le thème permettant de réaliser le graphe à droite en complétant la commande suivante.

```
ggplot(fruveg, aes(fibers)) +  
  geom_boxplot() +  
  theme_***()
```



Autres personnalisations “simples”

- Titre : avec la fonction `ggtitle`
- Titre de l'axe des x : avec la fonction `xlab`
- Titre de l'axe des y : avec la fonction `ylab`

Mais je vous conseille d'utiliser la fonction `labs` qui permet de faire tout cela, et plus !

```
labs(  
  title = "Titre du graphe",  
  subtitle = "Sous-titre du graphe",  
  x = "Titre de l'axe des x",  
  y = "Titre de l'axe des y",  
  color = "Titre de la légende des couleurs",  
  shape = "Titre de la légende des formes"  
)
```

Personnalisations avancées

Avec la fonction `theme()`, qui a une syntaxe bien particulière : chaque élément doit être spécifié selon sa nature.

- Pour changer la taille, la police, la couleur d'élément de type "texte", on utilise `element_text(size=, colour = "", family = "")`
- Pour changer la couleur et la taille d'une ligne, on utilise `element_line(colour="", size=)`
- Pour personnaliser la couleur du fond, on utilise `element_rect(fill = "")`

Ce que l'on peut changer avec `theme()`

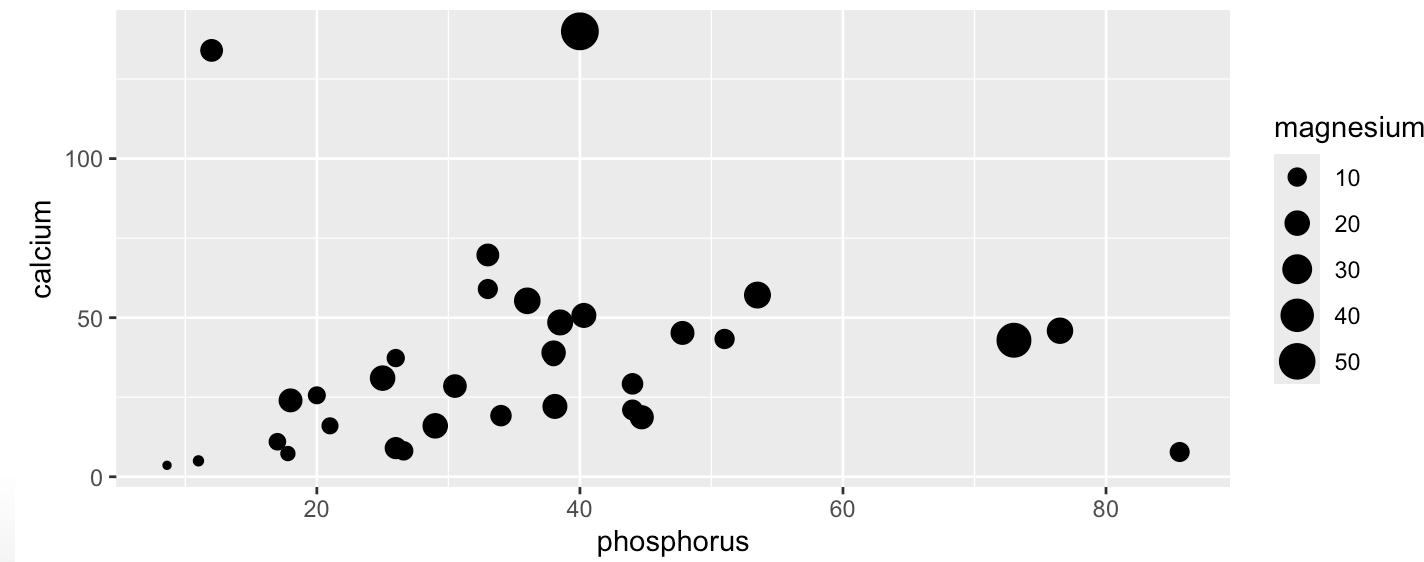
- `axis.title`, `axis.title.x`, `axis.title.y` : taille, police, couleur, ...
- `axis.text`, `axis.text.x`, `axis.text.y` : taille, police, couleur, ...
- `axis.ticks`, `axis.ticks.x`, `axis.ticks.y`
- `axis.line`, `axis.line.x`, `axis.line.y`
- `panel.background` : couleur
- `panel.grid.major`, `panel.grid.minor` : couleur, taille
- `legend.text`: taille, police, couleur
- `legend.position`
- `plot.title` : taille, police, couleur

Nuages de points

Avec geom_point

Cette géométrie nécessite des paramètres esthétiques de position (en x et y), et accepte optionnellement des paramètres esthétiques de taille, couleur et forme.

```
ggplot(fruveg, aes(x = phosphorus, y = calcium, size = magnesium)) +  
  geom_point()
```



Paramètres esthétiques

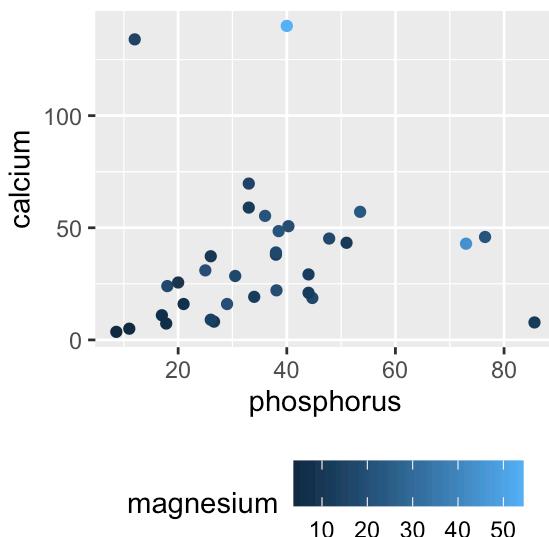
Lorsqu'ils sont spécifiés dans la fonction `aes()`, ces paramètres appliquent les valeurs d'une variable à une caractéristique des objets graphiques tracés par les géométries.

- `color` ou `colour` : couleur du point
- `fill` : couleur de remplissage
- `size` : taille
- `shape` : forme
- `alpha` : transparence
- `linetype` : type de ligne
- `label` : étiquettes

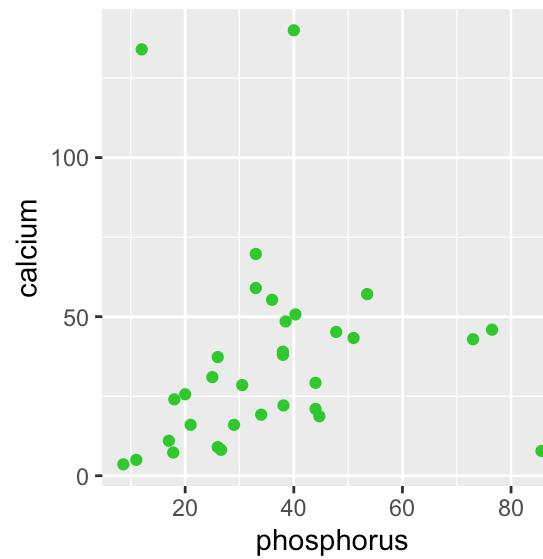
Lorsqu'ils sont appliqués en dehors de la fonction `aes()`, leur comportement est plus général !

Exemple

```
ggplot(fruveg,  
       aes(x = phosphorus, y = calcium,  
            color = magnesium)) +  
  geom_point() +  
  theme(legend.position = "bottom")
```



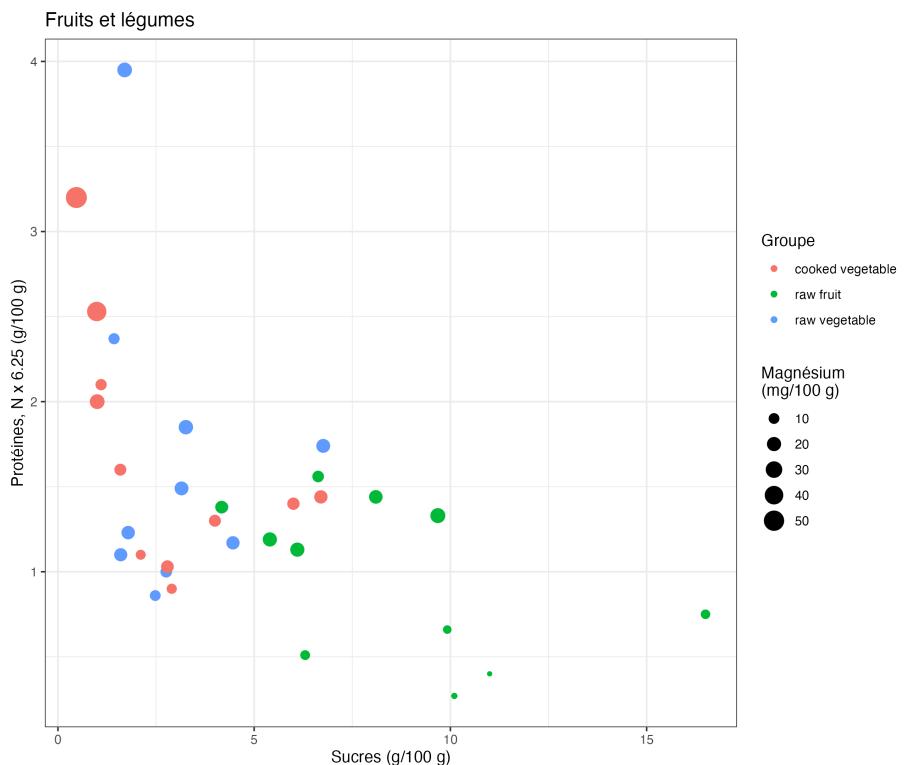
```
ggplot(fruveg,  
       aes(x = phosphorus, y = calcium)) +  
  geom_point(color = "limegreen")
```



A vous !

Complétez la commande suivante pour obtenir le graphe ci-contre.

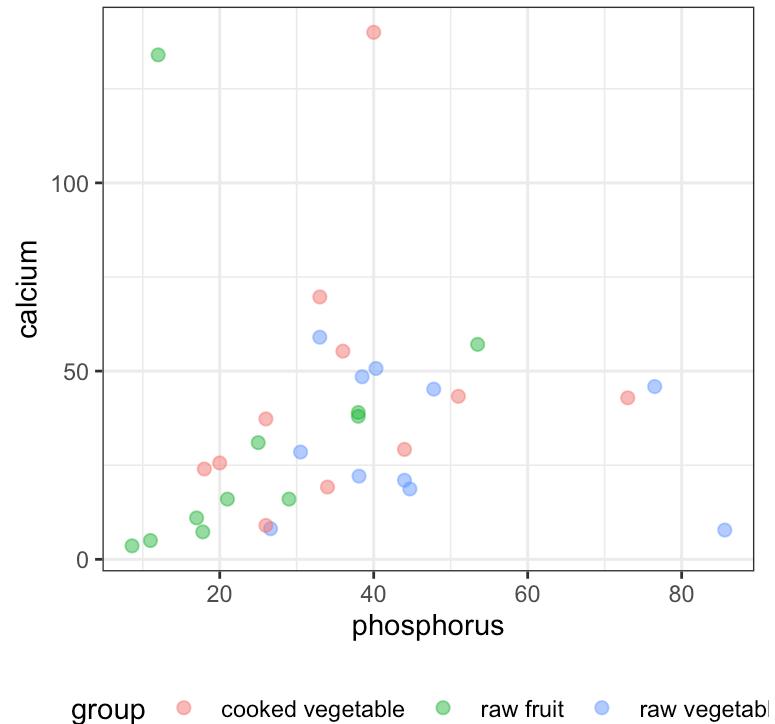
```
ggplot(fruveg,  
       aes(x = sugar,  
            y = proteins,  
            *** = magnesium,  
            *** = ***)) +  
  geom_***() +  
  ***(title = "Fruits et légumes",  
      x = "Sucres (g/100 g)",  
      y = "Protéines, N x 6.25 (g/100 g)",  
      size = "Magnésium\n(mg/100 g)",  
      ***= "Groupe") +  
  theme_***()
```



Au secours, mes points se superposent!

Pas de panique, on peut utiliser la transparence (aka **alpha**) :

```
ggplot(fruveg,  
       aes(x = phosphorus,  
             y = calcium,  
             color = group)) +  
  geom_point(alpha = 0.5,  
             size = 2) +  
  theme_bw() +  
  theme(legend.position =  
        "bottom")
```



Changer les échelles

Avec les fonctions `scale_***`

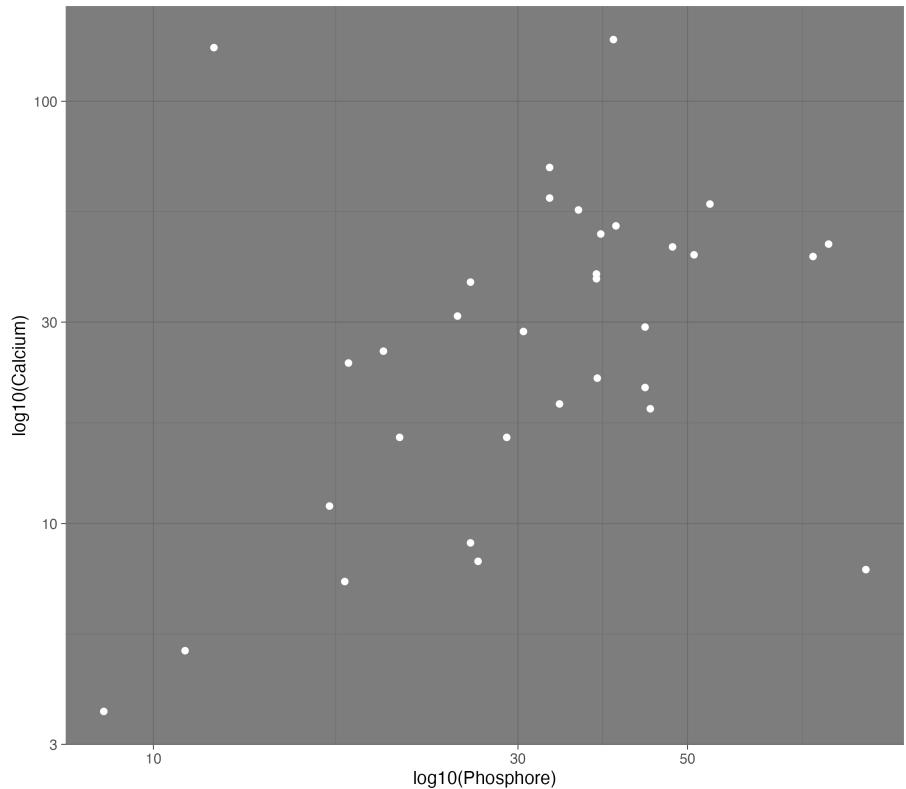
Ces fonctions vont vous permettre de personnaliser l'échelle, en x , en y , mais pas seulement ! Ce concept est généralisé dans `ggplot2` à de nombreux paramètres esthétiques. Par exemple :

- `scale_x_log10()` permet de transformer l'échelle des x en échelle logarithmique,
- `scale_y_log10()` permet de transformer l'échelle des y en échelle logarithmique,
- `scale_color_manual()` permet de personnaliser les couleurs,
- `scale_fill_manual()` permet de personnaliser les couleurs de remplissage,
- `scale_x_continuous()` permet de personnaliser l'axe des x lorsque x est une variable "continue",
- `scale_y_discrete()` permet de personnaliser l'axe des y lorsque y est une variable "discrète",
- `scale_x_continuous()` permet de personnaliser l'axe des x lorsque x est une variable "discrète",
- `scale_y_discrete()` permet de personnaliser l'axe des y lorsque y est une variable "discrète".

A vous !

Complétez la commande suivante pour obtenir le graphe ci-contre.

```
ggplot(fruveg,  
       aes(phosphorus,  
            calcium)) +  
  geom_point(*** = "white") +  
  scale_***() +  
  scale_***() +  
  labs(x = "log10(Phosphore)",  
       y = "log10(Calcium)") +  
  theme_dark()
```



Avec les fonctions `coord_***`

Pour modifier le système de coordonnées **après** avoir appliquer toutes les transformations spécifiées auparavant (par une fonction `scale_***` par exemple). Par exemple :

- `coord_fixed` pour fixer le ratio des unités de l'axe des y sur les unités de l'axe des x ,
- `coord_equal` quand ce ratio vaut 1,
- `coord_flip` pour échanger les axes,
- `coord_polar` pour passer d'un système de coordonnées cartésien à un système de coordonnées polaires

Pour s'amuser !

Transformez les coordonnées du graphe suivant en coordonnées polaires (`coord_polar(theta = "y")`). Quel est le résultat ?

```
ggplot(fruveg, aes(x = 1, fill = group)) +  
  geom_bar(width = 1) +  
  theme_void()
```

Avec les fonctions `*lim*`

Change le minimum et le maximum d'un axe. Attention, toutes les valeurs en dehors des nouveaux axes sont éliminées !

- `xlim`, `ylim` ou `lims` pour spécifier l'étendue,
- `expand_limits` pour étendre l'étendue à certaines valeurs.

Pour faire un “zoom” sans perdre de points, il faut utiliser la fonction `coord_cartesian` ou une fonction du type `scale_***`

Créer des “facettes”

La fonction `facet_wrap`

S'utilise pour diviser le graphe en panneaux selon les modalités d'une variable catégorielle.

Attention à la syntaxe : elle est basée sur l'utilisation du terme `vars`, qui permet d'accéder aux variables du jeu de données spécifié.

Par exemple, pour diviser le graphe `g` en plusieurs panneaux selon les modalités d'un facteur `fac`, on écrira

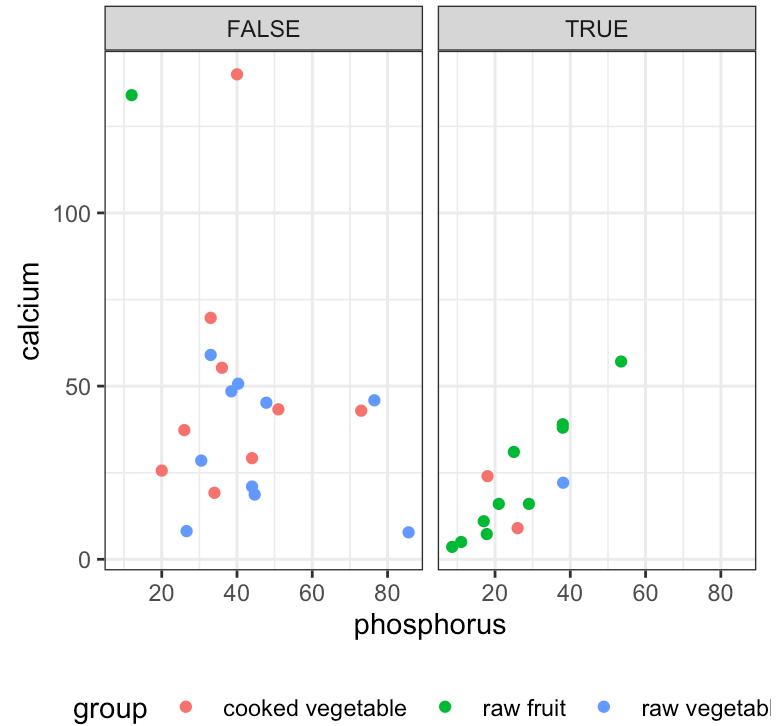
```
g + facet_wrap(facets = vars(fac))
```

On peut également utiliser une "formule" :

```
g + facet_wrap(~ fac)
```

Exemple

```
ggplot(fruveg,  
       aes(x = phosphorus,  
            y = calcium,  
            color = group)) +  
  geom_point() +  
  facet_wrap(vars(sugar > 5)) +  
  theme_bw() +  
  theme(legend.position =  
        "bottom")
```



Avec la fonction `facet_grid`

S'utilise de la même façon que `facet_wrap`.

Par exemple, pour diviser le graphe `g` en plusieurs panneaux selon les modalités d'un facteur `factorow` pour les lignes et `factocol` pour les colonnes, on écrira

```
g + facet_grid(rows = vars(factorow), cols = vars(factocol))
```

On peut aussi utiliser une formule :

```
g + facet_grid(factorow ~ factocol)
```

CONSEIL : pour l'utilisation de facettes, faites attention à bien nommer les modalités de vos facteurs pour rendre le graphe plus clair.

Sauvegarder un graphe

Méthode conseillée : avec ggsave

Fonctionnement et exemple :

```
g <- ggplot(fruveg, aes(group)) + geom_bar()  
ggsave(filename = "mongraphe.png", plot = g)
```

L'extension donnée dans **filename** sera magiquement détectée pour sauvegarder le fichier au bon format !

Conclusion

En quelques mots

Nous avons vu un package de représentations graphiques très puissant ! `ggplot2` fonctionne sur la base d'un canevas, de paramètres esthétiques comme la position en x , en y , les couleurs, la forme etc. A partir de ces paramètres, on va tracer les graphes à l'aides de *géométries*, qui peuvent se superposer !

Quelques remarques

1. `ggplot2` est très complet... et très complexe
2. Il faut prendre son temps, et savoir travailler avec ses petits jeux de données préférés bien connus et **très très très très propres** pour travailler sur son graphe,
3. Personnaliser un graphe prend du temps, il faut s'armer de patience...

Data Visualization with ggplot2

Cheat Sheet



N'oubliez pas la feuille de triche !
