I/O

Rémi Forax
forax@univ-mlv.fr

Problèmes classiques

- La représentation des fichiers doit être indépendant de la machine hôte
  - Par ex: le séparateur de fichier est / ou \
- Les données
  - Binaire ne doivent pas être transformées
  - Charactère doivent être lu/écrit avec le bon encodage

Abstraction !

En Java, quelque soit la provenance des données (fichier, réseau), les données sont représenté par des flux

- Les flux binaires InputStream/OutputStream
- Les flux de caractères Reader/Writer

Il est possible de passer d'un flux binaire à un flux de caractère (et vice versa) en founissant un encodage (Charset)

Ressources systèmes !

Les flux de données sont des ressources système allouer pour le processus
par ex: un descripteur de fichier

Contrairement au objet classique en Java, comme le système limite le nombre de ressources liées à un processus, on ne peut pas s'en remettre au GC pour libérer les ressources

- Le GC réclame la mémoire en grappe et non pas à chaque fois qu'il pourrait réclamer la mémoire

Ressources systèmes !

- On fait la libération des ressources à la main
  - sur un InputStream/OutputStream ou un Reader/Writer il existe une méthode **close()** pour libérer la ressource
- Une ressource système doit toujours être libérer
  - donc il incombe au programmeur de coder correctement

Ressources systèmes et exceptions

Le code suivant ne gère pas correctement le close().

```
BufferedReader reader = ...
String line;
while ((line = reader.readLine()) != null) {
  processLine(line);
}
reader.close();
```

ahhhhh

processLine() peut léver une exception !

Try/finally

Gestion correct avec un try/finally:

```
BufferedReader reader = ...
try {
  String line;
  while ((line = reader.readLine()) != null) {
    processLine(line);
  }
} finally {
  reader.close();
}
```

Le try est **APRES** l'assignation

Dans tous les cas ce code est exécuté

Try-with-ressources

En fait on utilise un syntaxe moins verbeuse qui fait appel à close() automatiquement

Le try **ENGLOBE** la déclaration

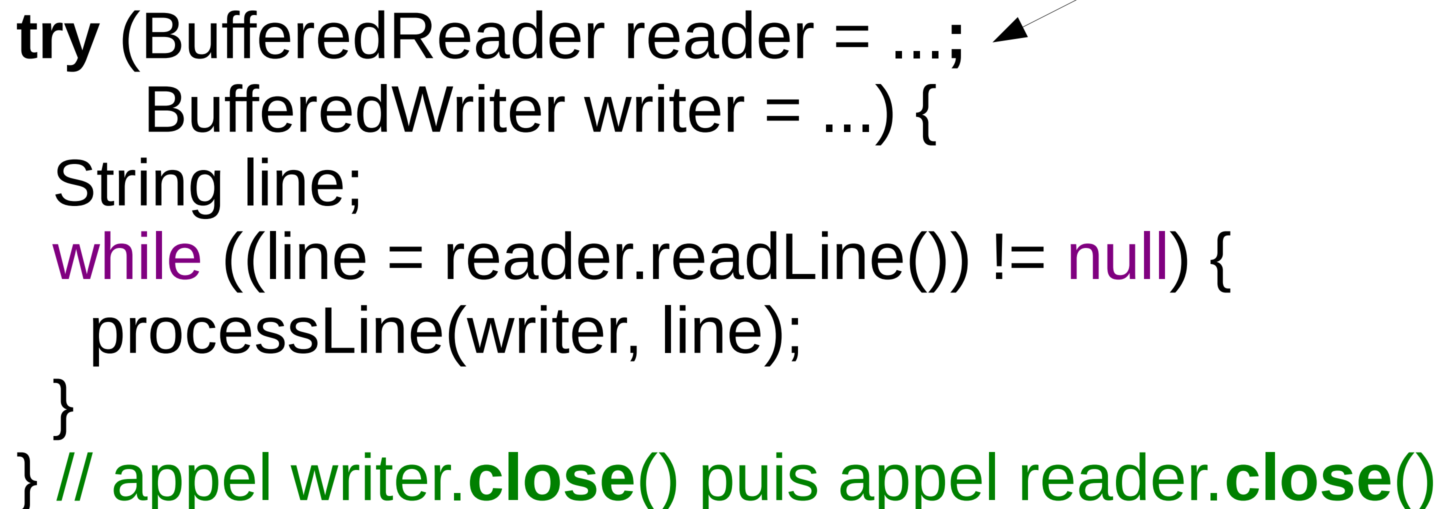
```
try (BufferedReader reader = ...) {
  String line;
  while ((line = reader.readLine()) != null) {
    processLine(line);
  }
} // appel à close() automatique
```

Try-with-ressources

Peut aussi gérer plusieurs ressources

L'appel au close() est dans l'ordre inverse des déclarations

Oh un point virgule !



```
try (BufferedReader reader = ...;
       BufferedWriter writer = ...) {
  String line;
  while ((line = reader.readLine()) != null) {
    processLine(writer, line);
  }
} // appel writer.close() puis appel reader.close()
```

La gestion des fichiers

java.nio.file.Path

Un Path représente un chemin dans une aboresence

- Il gère les '/' et '\' tout seul

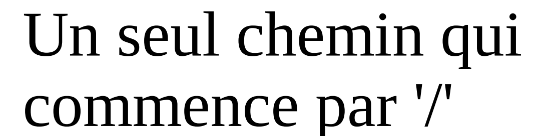
Un Path est créer à partir de la classe Paths

- Path current = Paths.get(".");
- Path myDirectory = Paths.get("my", "dir");

java.nio.file.Path

Gestion de chemin

- nom du dernier élement : **getFileName**()
- chemin vers le repertoire père : **getParent**()
- chemin absolu vers le fichier : **toAbsolutePath**() / **isAbsolute()**
- chemin canonique : **toRealPath(LinkOption)**



java.nio.file.Path

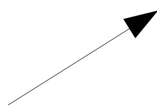
Conversion chemin relatif / absolue

- Enlève les '..' :
  normalize()
- Résoud un chemin par rapport au chemin courant :
  resolve(Path subPath) / resolve(String subPath)
- Substitue par un frère :
  resolveSibling(Path) / **resolveSibling**(String)
- Crée un chemin relatif (inverse de resolve) :
  relativize(Path path)

java.nio.file.Files

La classe Files contient un ensemble de méthodes qui permettent de créer/manipuler/détruire des fichiers en utilisant leur Path

- Création
  - createDirectory(), createFile(), createLink(), createSymbolicLink(), createTempDirectory(), createTempFile()
- Droits
  - getOwner(), getPosixFilePermission(), getFileAttributeView()
- Existence
  - isDirectory(), isRegularFile(), isHidden()



Entre le moment de l'appel et l'accès au fichier correspondant,
le file system peut changé!

DirectoryStream

Un DirectoryStream est un itérateur qui permet de parcourir les Paths d'un répertoire

```
Path directory = ...
try(DirectoryStream<Path> stream =
            Files.newDirectoryStream(directory)) {
  for(Path path: stream) {
    System.out.println(path);
  }
} // call stream.close() implicitly
```

Parcourir récursivement des répertoires

– walkFileTree()

Fichier en lecture/écriture

Ouvrir un fichier pour lire des caractères

– Files.**newBufferedReader**(path, encoding)

Ouvrir un fichier pour écrire des caractères

– Files.**newBufferedWriter**(path, encoding)

Ouvrir un fichier pour lire des octets

– Files.**newInputStream**(path)

Ouvrir un fichier pour écrire des octets

– Files.**newOutputStream**(path)

Legacy

La classe java.io.File est l'ancienne version des java.nio.file.Path mais

- Elle a de gros problème de perf (parcours de répertoire)
- Elle présuppose que l'encoding du système de fichier est le même entre les points de montage

Interropérabilité, si on utilise des anciens codes:

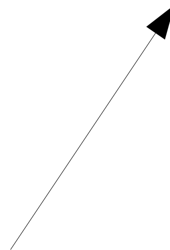
- Path.**getFile**()   // attention, cela peut planter !
- File.**getPath**()

Lire à partir d'une URL

java.net.URI & java.net.URL

La classe URI (comme son nom ne l'indique pas) permet de décoder une URL

La classe URL permet de décoder une URL et d'ouvrir une connection distante pour récupérer une ressource via le protocole HTTP



La classe URL est une très grosse classe !

URLConnection

A partir d'une URL, il est possible d'ouvrir une connection et de récupérer

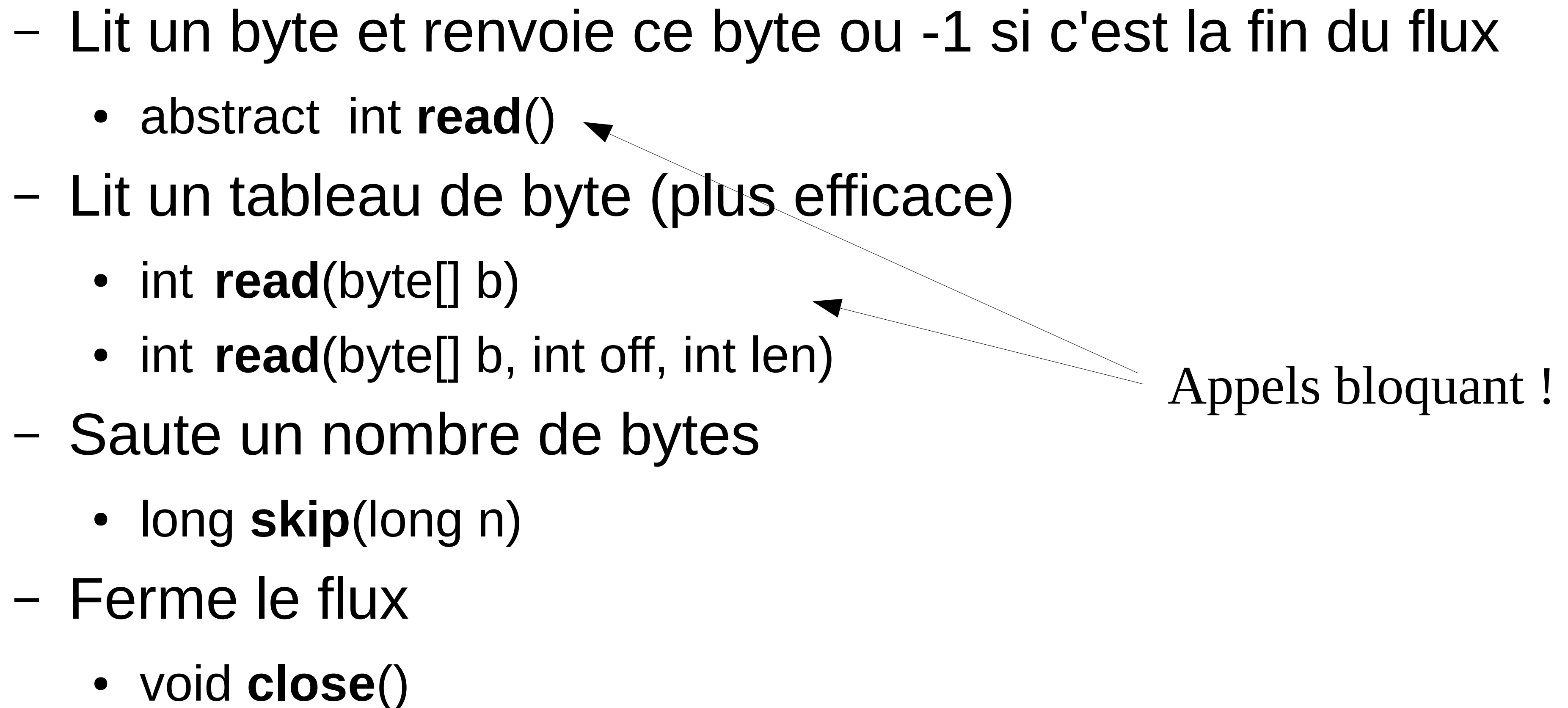
- Une java.util.Map des headers de la réponse
- Un InputStream contenant les données de la réponse

```
URL url = new URL("http://www.playboy.com");
URLConnection con = url.openConnection();
Map<String, List<String>> headers =
        con.getHeaderFields();
try(InputStream input = con.getInputStream()) {
  ...
}
```

InputStream/OutputStream

java.io.InputStream

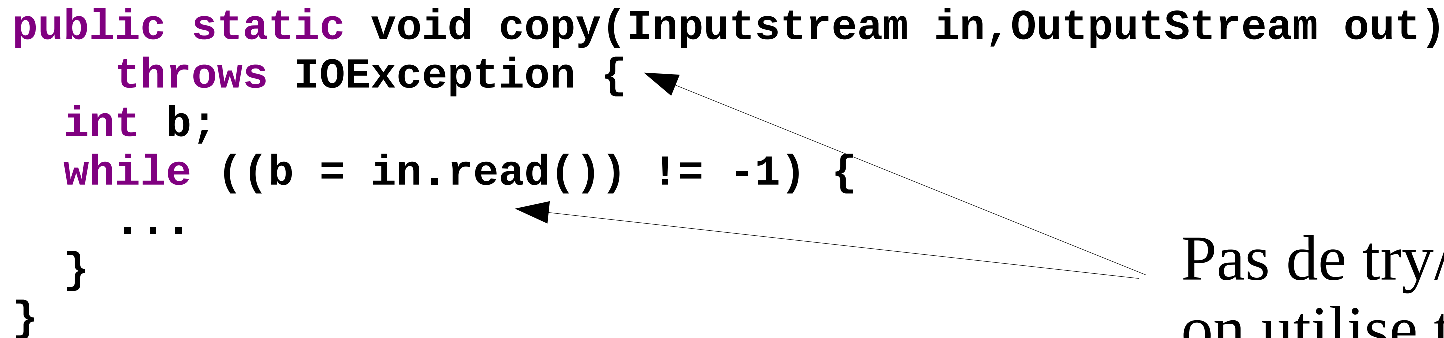
Flux de **byte** en entrée



- Lit un byte et renvoie ce byte ou -1 si c'est la fin du flux
  - abstract int **read**()
- Lit un tableau de byte (plus efficace)
  - int **read**(byte[] b)
  - int **read**(byte[] b, int off, int len)
- Saute un nombre de bytes
  - long **skip**(long n)
- Ferme le flux
  - void **close**()

Attention au perf !

On ne lit pas octet par octet (ahhh!)



```java
public static void copy(Inputstream in,OutputStream out)
    throws IOException {
  int b;
  while ((b = in.read()) != -1) {
    ...
  }
}
```

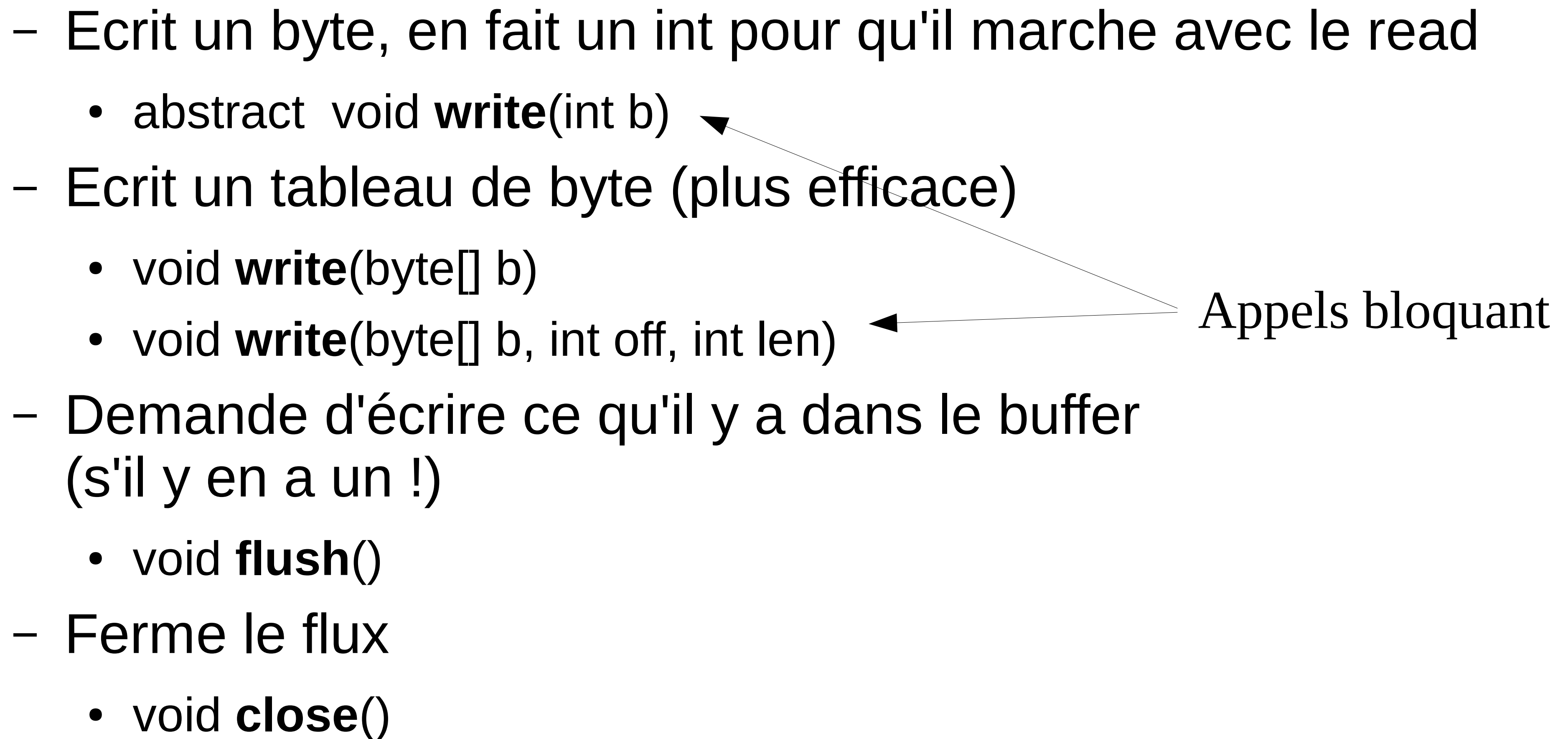
Pas de try/catch au milieu
on utilise throws !

On lit avec un tableau !

```java
public static void copy(Inputstream in,OutputStream out)
    throws IOException {
  byte[] buffer = new byte[8192];
  int size;
  while ((size = in.read(buffer)) != -1) {
    ...
  }
}
```

java.io.OutputStream

Flux de byte en sortie



- Ecrit un byte, en fait un int pour qu'il marche avec le read
  - abstract void **write**(int b)
- Ecrit un tableau de byte (plus efficace)
  - void **write**(byte[] b)
  - void **write**(byte[] b, int off, int len)
- Demande d'écrire ce qu'il y a dans le buffer (s'il y en a un !)
  - void **flush**()
- Ferme le flux
  - void **close**()

write(byte[], offset, count)

On utilise rarement l'appel write(byte[]) car souvent le byte[] a été remplie par read(byte[]) hors read(byte[]) ne remplie pas complètement le tableau

Exemple de copie:

```
public static void copy(Inputstream in,OutputStream out)
    throws IOException {
  byte[] buffer = new byte[8192];
  int size;
  while ((size = in.read(buffer)) != -1) {
    output.write(buffer, 0, size);
  }
}
```

Clavier/console

Les constantes :

- Entrée standard
  System.in est un InputStream (pas bufferisé !)
- Sortie standard
  System.out est un PrintStream
  (un OutputStream avec print()/println() en plus)
- Sortie d'erreur standard
  System.err est un PrintStream

```java
public static void main(String[] args) throws IOException
   copy(System.in,System.out);
}
```

Intéraction code mal écrit

Certain code (peu) sont mal écrit et la lecture ou l'écriture se fait octet par octet

Pour limiter les appels systèmes mais pas les appels de méthode Java, on peut utiliser des InputStream/OutputStream qui ont un buffer interne

- BufferedInputStream/BufferedOutputStream

Il ne faut pas utiliser ces classes à part pour appeler du code que vous ne contrôlez pas !

BufferedOutputStream et flush()

Dans le cas où l'on utilise un BufferedOutputStream, un flush() permet d'écrire sur l'OutputStream sous-jacent en 1 seul appel système

```
public static void badCopy(Inputstream in, OutputStream out)
  throws IOException {

  int b;
  while ((b = in.read()) != -1) {
    out.write(b);
  }
}
public static void copy(Inputstream in,OutputStream out)
  throws IOException {

  try(BufferedInputStream input = new BufferedInputStream(in);
      BufferedOutputStream output = new BufferedOutputStream(out)) {
    badCopy(in, out);
    output.flush();
  }
}
```

Lent mais pas affreusement lent

BufferedOutputStream et flush

Enfin, un appel à close() sur un BufferedOutputStream fait toujours a appel à flush() avant de libérer la ressource

donc flush() ne sert que si l'on veut écrire sans fermer, comme c'est la cas en réseau !

L'encodage

java.nio.charset.Charset

La classe Charset représente une conversion entre des octets et des caractères et vice-versa

Convertir en mémoire un tableau de byte[] en String suivant un certain codage

- **String**(byte[] bytes, **Charset** charset)
- **string**.getBytes(**Charset** charset)

Créer un Writer/Reader à partir d'un InputStream/OutputStream

- new **InputStreamReader**(InputStream input, Charset charset)
- new **OutputStreamWriter**(OutputStream output, Charset charset)

java.nio.charset.StandartCharsets

La classe StandartCharsets contient les constantes

- **US-ASCII** Seven-bit ASCII, a.k.a. ISO646-US
- **ISO-8859-1** ISO Latin Alphabet No. 1, a.k.a. ISO-LATIN-1
- **UTF-8** Eight-bit UCS Transformation Format
- **UTF-16BE** Sixteen-bit UCS Transformation Format, big-endian byte order
- **UTF-16LE** Sixteen-bit UCS Transformation Format, little-endian byte order
- **UTF-16** Sixteen-bit UCS Transformation Format, byte order identified by an optional byte-order mark

Reader/Writer

java.io.Reader

Flux de **char** en entrée (méthode bloquante)

- Lit un char et renvoie celui-ci ou -1 si c'est la fin du flux
  - abstract int **read**()
- Lit un tableau de char (plus efficace)
  - int **read**(char[] b)
  - int **read**(char[] b, int off, int len)
- Saute un nombre de caractères
  - long **skip**(long n)
- Ferme le flux
  - void **close**()

java.io.BufferedReader

On utilise souvent un BufferedReader plutôt qu'un Reader par un BufferedReader possède une méthode readLine() qui permet de lire ligne à ligne

- String BufferedReader.readLine()
  - renvoie une ligne sans le caractère de fin de ligne
    - \n sous Unix, \r\n sous Windows
  - ou null si il n'y a plus de ligne à lire

java.io.Writer

Flux de caractère en sortie

- Ecrit un caractère, un int pour qu'il marche avec le read
  - abstract void write(int c)
- Ecrit un tableau de caractère (plus efficace)
  - void **write**(char[] b)
  - void **write**(char[] b, int off, int len)
- Demande d'écrire ce qu'il y a dans le buffer
  - void **flush**()
- Ferme le flux
  - void **close**()

Codes idiomatique

La lecture ligne à ligne à partir d'un fichier

```
Path path = ...
try (BufferedReader reader =
                    Files.newBufferedReader(path)) {
  String line;
  while ((line = reader.readLine()) != null) {
    ...
  }
}
```

La gestion des IOException est faite par le code appelant !

La lecture ligne à ligne à partir d'un fichier

```
Path path = ...
try (BufferedReader reader =
                    Files.newBufferedReader(path)) {
  reader.lines().forEach(line -> {
     ...
  });
}
```

La lecture ligne à ligne
à partir d'un fichier

```
Path path = ...
Files.lines(path).forEach(line -> {
    ...
});
```

La gestion du close() est faite par le Stream automatiquement