. Introduction au langage Ruby par des exemples

1 Introduction : Pourquoi Ruby?

Ruby, comme Perl et Python, est un langage de «script» à typage dynamique :

> *Ruby... est un langage open-source dynamique qui met l'accent sur la simplicité et la productivité. Sa syntaxe élégante en facilite la lecture et l'écriture.*
>
> `https://www.ruby-lang.org/fr/`

Conçu, milieu 90, par Yukihiro Matsumoto:

> **Ruby is "made for developer happiness"!**
>
> Y. Matsumoto

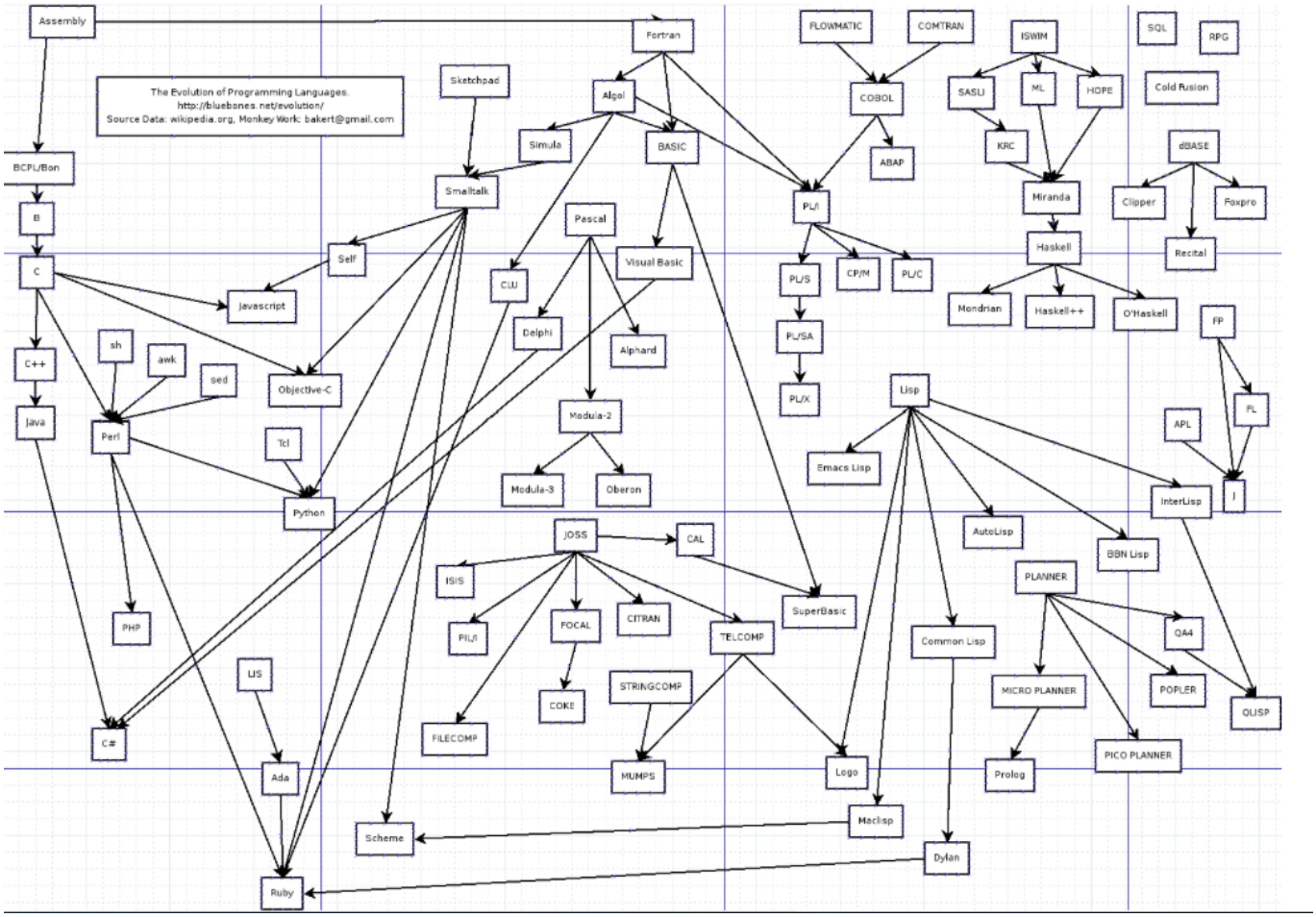
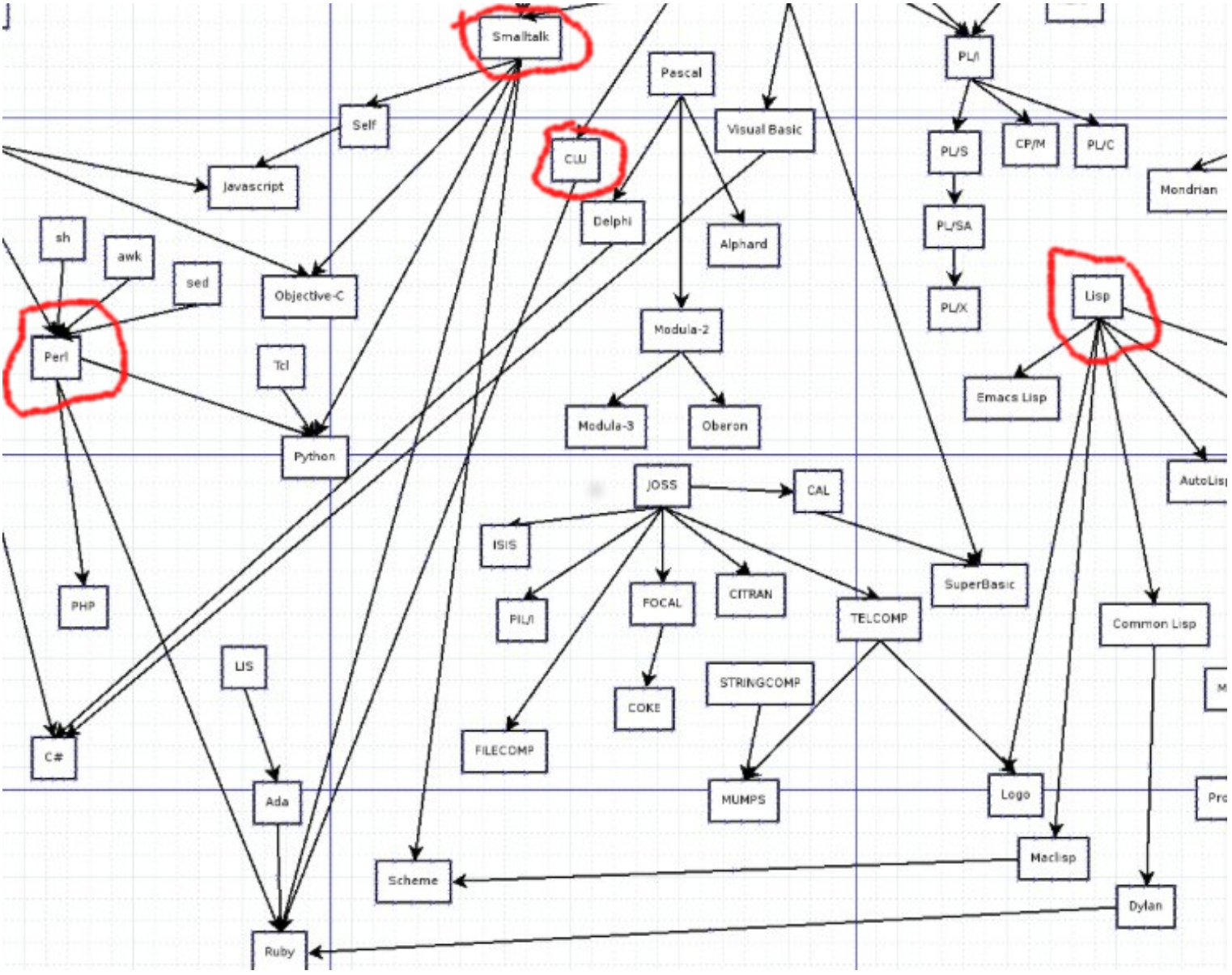


Figure .1: Arbre généalogique de divers langages de programmation, incluant Ruby. Source: `https://www.madetech.com/blog/pros-and-cons-of-ruby-on-rails`.


Smalltalk
Pascal
PL/I
Self
Visual Basic
PL/S
CP/M
PL/C
CLU
Javascript
Mondrian
Delphi
Alphard
PL/SA
sh
awk
sed
Objective-C
PL/X
Lisp
Perl
Modula-2
Tcl
Emacs Lisp
Modula-3
Oberon
Python
JOSS
CAL
AutoLisp
ISIS
PHP
SuperBasic
PIL/I
FOCAL
CITRAN
TELCOMP
Common Lisp
LIS
STRINGCOMP
COKE
C#
FILECOMP
Ada
MUMPS
Logo
Maclisp
Scheme
Dylan
Ruby

Langage	**Année**	**Caractéristiques**
Lisp	1958	approche fonctionnelle métaprogrammation
CLU	1974	itérateurs
Smalltalk	1980	langage objet pur, blocs de code GUI, sUnit
Eiffel	1986	*Uniform Access Principle*
Perl	1987	expressions régulières et *pattern-matching*
Ruby	1993	

Tableau .1: Les ancêtres de Ruby.

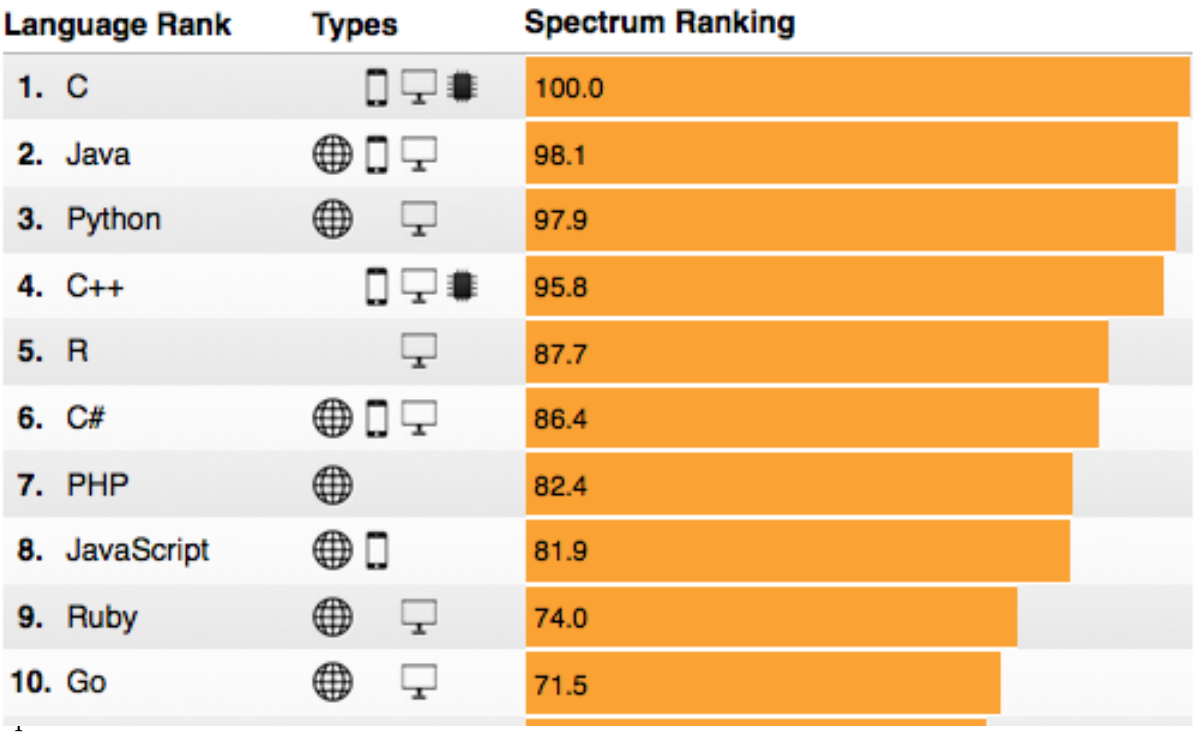


Figure .2: Les 10 premières positions du palmarès «*The 2016 Top Programming Languages*» (IEEE Spectrum).

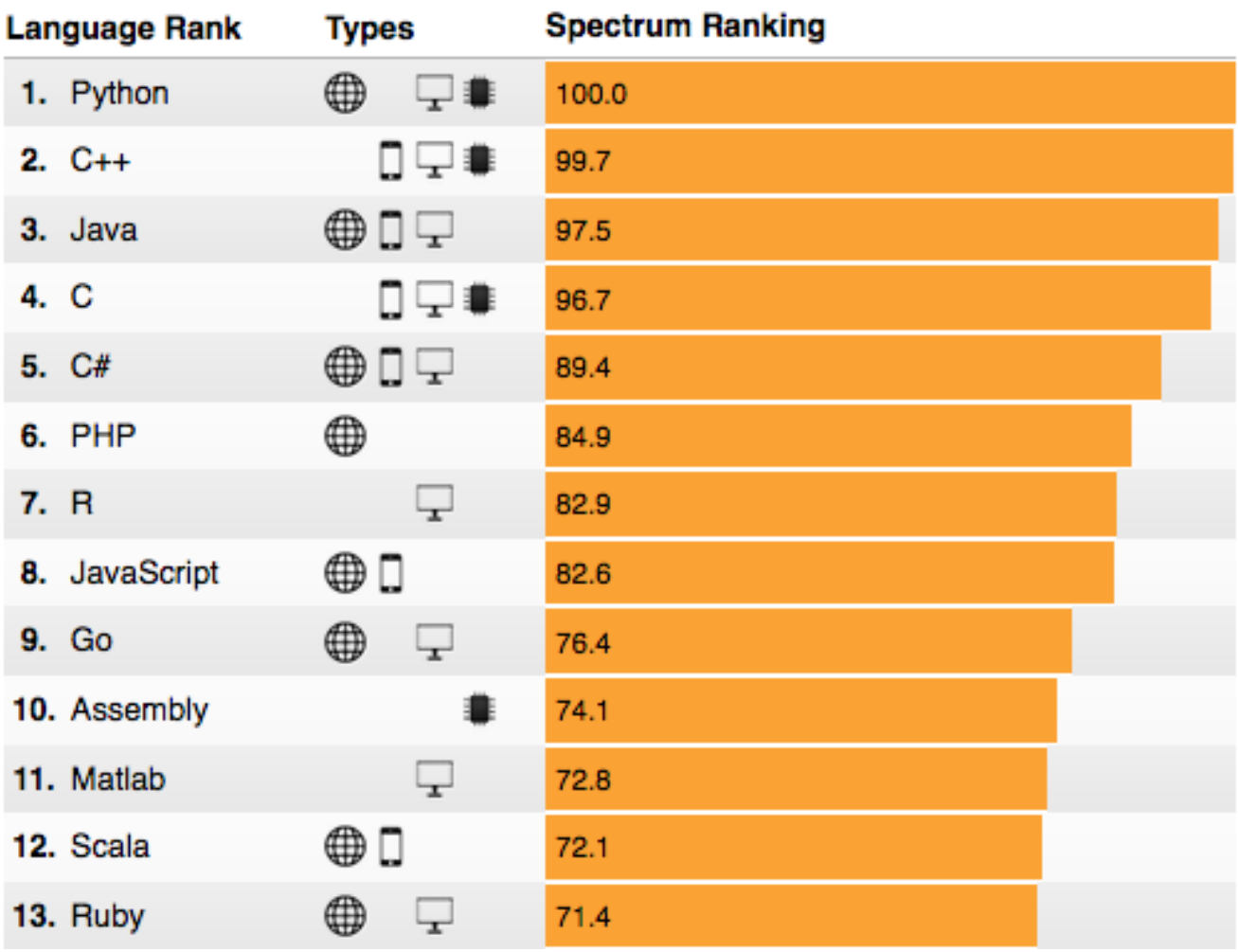


Figure .3: Mais son rang a baissé depuis : «*The 2018 Top Programming Languages*» (IEEE Spectrum).

Mais Ruby encore utilisé par des «gros joueurs» : «*Upgrading GitHub from Rails 3.2 to 5.2*»

(September 28, 2018)

`https://githubengineering.com/upgrading-github-from-rails-3-2-to-5-2/`

Philosophie de Ruby

> *I didn't work hard to make Ruby perfect for everyone, because you feel differently from me. No language can be perfect for everyone. I tried to make Ruby perfect for me, but* **maybe it's not perfect for you**. *The perfect language for Guido van Rossum is probably Python [peut-être aussi pour vous... ou pas?].*
>
> *Yukihiro Matsumoto*

Source : `http://www.artima.com/intv/ruby.html`

Sometimes people jot down pseudo-code on paper. If that pseudo-code runs directly on their computers, it's best, isn't it? Ruby tries to be like that, **like pseudo-code that runs**. *Python people say that too.*

Yukihiro Matsumoto

Source : `http://www.artima.com/intv/ruby.html`

Ruby inherited the Perl philosophy of having more than one way to do the same thing.

Yukihiro Matsumoto

Source : `http://www.artima.com/intv/rubyP.html`

Mises en oeuvre de Ruby

Dernière version = Ruby 2.5.1 (Mars 2018)

Source : `https://www.ruby-lang.org/en/news/2018/03/28/ruby-2-5-1-released/`

Plusieurs mises en oeuvre de Ruby sont disponibles

```
$ rvm list known
# MRI Rubies
[ruby-]1.8.6[-p420]
[ruby-]1.8.7[-head] # security released on head
[ruby-]1.9.1[-p431]
[ruby-]1.9.2[-p330]
[ruby-]1.9.3[-p551]
[ruby-]2.0.0[-p648]
[ruby-]2.1[.10]
[ruby-]2.2[.10]
[ruby-]2.3[.7]
[ruby-]2.4[.4]
[ruby-]2.5[.1]
[ruby-]2.6[.0-preview2]
ruby-head

# JRuby
jruby-1.6[.8]
jruby-1.7[.27]
jruby-9.1[.17.0]
jruby[-9.2.0.0]
jruby-head

# Rubinius
rbx-1[.4.3]
rbx-2.3[.0]
rbx-2.4[.1]
rbx-2[.5.8]
rbx-3[.100]
rbx-head

# TruffleRuby
truffleruby[-1.0.0-rc2]

# Opal
opal

# Minimalistic ruby implementation - ISO 30170:2012
mruby-1.0.0
mruby-1.1.0
mruby-1.2.0
mruby-1.3.0
mruby-1[.4.0]
mruby[-head]

# Ruby Enterprise Edition
ree-1.8.6
ree[-1.8.7][-2012.02]

# Topaz
topaz

# MagLev
maglev-1.0.0
maglev-1.1[RC1]
maglev[-1.2Alpha4]
maglev-head

# Mac OS X Snow Leopard Or Newer
macruby-0.10
macruby-0.11
macruby[-0.12]
macruby-nightly
macruby-head

# IronRuby
ironruby[-1.1.3]
ironruby-head
```

Figure .4: Les mises en oeuvre de Ruby disponibles par l'intermédiaire de `rvm` (octobre 2018) .

Plusieurs mises en oeuvre sont disponibles :

- **MRI (CRuby)**
- `JRuby`
- Rubinius
- ...

Figure .5: Quelques organisations qui utilisent JRuby. Source : «*JRuby 9000 Is Out; Now What?*, T. Enebo and C. Nutter, RubyConf 2015, `https://www.youtube.com/watch?v=KifjmbSHHs0`

2 Compilation et exécution de programmes Ruby

Exemple Ruby .1 Deux versions d'un programme «Hello world!».

```
$ cat hello0.rb
puts 'Bonjour le monde!'

$ ruby hello0.rb
Bonjour le monde!

-----------------------------------------------

$ cat hello1.rb
#!/usr/bin/env ruby

puts 'Bonjour le monde!'

$ ls -l hello1.rb
-rwxr-xr-x. 1 tremblay tremblay 46 26 jun 09:52 hello1.rb*

$ ./hello1.rb
Bonjour le monde!
```

Environnements de développement

De nombreux environnements de développement offrent du support pour Ruby:

- `https://noeticforce.com/best-ruby-ide-for-programmers`
- `https://marketplace.eclipse.org/content/ruby-dltk`

Un IDE populaire est RubyMine, qui offre une **licence gratuite (1 an)** pour les étudiant.e.s et les professeur.e.s:

`https://www.jetbrains.com/student/`

Toutefois, je n'offre aucun conseil ou aucune aide pour la configuration ou l'utilisation de ces IDEs, car je ne les connais pas — **mon «IDE» est emacs!**

3 `irb` : Le *shell* interactif Ruby

- Première façon **facile** pour interagir avec Ruby — et comprendre comment Ruby fonctionne

- Met en oeuvre un **REPL**
  = **R***ead*-**E***val*-**P***rint* **L***oop*

```
TANTQUE session pas terminée FAIRE
   Lire une expression
   Évaluer l'expression
   Imprimer la valeur de l'expression
FIN
```

Exemple Ruby .2 `irb`, le shell interactif de Ruby.

```
$ irb --prompt=simple
>> 10
=> 10

>> 2 + 4
=> 6

>> puts 'Bonjour le monde!'
Bonjour le monde!
=> nil

>> r = puts 'Bonjour le monde!'
Bonjour le monde!
=> nil
>> r
=> nil

>> puts( 'Bonjour le monde!' )
Bonjour le monde!
=> nil
```

```
>> STDOUT.puts( 'Bonjour le monde!' )
Bonjour le monde!
=> nil

>> STDERR.puts( 'Bonjour le monde!' )
Bonjour le monde!
=> nil

>> STDIN.puts( 'Bonjour le monde!' )
IOError: not opened for writing
     from org/jruby/RubyIO.java:1407:in 'write'
     [...]
     from /home/tremblay/.rvm/rubies/jruby-1.7.16.1/bin/irb
     '(root)'
```

```
>> # _ denote la valeur de la derniere expression evaluee.

>> 8 * 100 / 2
=> 400

>> _ + _
=> 800

>> _ / 3
=> 266

>> _ / 3.0
=> 88.66666666666667
```

```
# On peut creer une nouvelle "session" (interne) qui modifie
# l'objet courant.
>> irb [10, 20]

>> self.class
=> Array

>> self
=> [10, 20]

>> size
=> 2

>> irb "abcde"
>> self
=> "abcde"

>> ^D
=> #<IRB::Irb: @context=#<IRB::Context:0x0000000170a660>,
   @signal_status=:IN_EVAL, @scanner=#<RubyLex:0x0000000191a

>> self
=> [10, 20]
```

4 Tableaux

Exemple Ruby .3 Les tableaux et leurs opérations de base.

```
>> # Valeurs litterales, indexation et taille.
?> a = [10, 20, 30]
=> [10, 20, 30]

>> a[0]
=> 10

>> a[2]
=> 30

>> a[2] = 55
=> 55

>> a
=> [10, 20, 55]

>> a.size
=> 3
```

```
?> # Valeur nil par defaut et extension de la taille.
?> a[6]
=> nil

>> a.size
=> 3

>> a[5] = 88
=> 88

>> a.size
=> ??

>> a
=> ??
```

```
?> # Valeur nil par defaut et extension de la taille.
?> a[6]
=> nil

>> a.size
=> 3

>> a[5] = 88
=> 88

>> a.size
=> 6

>> a
=> [10, 20, 55, nil, nil, 88]
```

```
?> # Acces au 'dernier' element.
?> a[a.size-1]
=> 88

>> a[-1]
=> 88
```

Autre forme de commentaire :

```
=begin
Blah blah
...
=end
```

Exemple Ruby .4 Les tableaux et leurs opérations de base (suite 1).

```
?> # Tableaux heterogenes.
?> a
=> [10, 20, 55, nil, nil, 88]

>> a[8] = 'abc'
=> "abc"

>> a
=> [10, 20, 55, nil, nil, 88, nil, nil, "abc"]
```

```
?> # Ajout d'elements.
?> a = []
=> []

>> a << 12
=> [12]

>> a << 'abc' << [2.7, 2.8]
=> [12, "abc", [2.7, 2.8]]
```

```
?> # Creation de tableaux avec valeurs initiales.
?> b = Array.new(3) { 10 }
=> [10, 10, 10]


>> d = Array.new(4)
=> [nil, nil, nil, nil]
```

Exemple Ruby .5 Les tableaux et leurs opérations de base (suite 2).

```
?> # Tranches de tableaux.
?> a = [10, 20, 30, 40, 50]
=> [10, 20, 30, 40, 50]

>> a[0..2]
=> [10, 20, 30]

>> a[3..3]
=> ??

>> a[1..-1]
=> ??

>> a[7..7]
=> ??
```

```
?> # Tranches de tableaux.
?> a = [10, 20, 30, 40, 50]
=> [10, 20, 30, 40, 50]

>> a[0..2]
=> [10, 20, 30]

>> a[3..3]
=> [40]

>> a[1..-1]
=> [20, 30, 40, 50]

>> a[7..7]
=> nil
```

```
?> # Intervalles inclusifs vs. exclusifs
>> a
=> [10, 20, 30, 40, 50]

>> a[1..3]
=> [20, 30, 40]

>> a[1...3]
=> [20, 30]


>> a[1..a.size-1]
=> [20, 30, 40, 50]

>> a[1...a.size]
=> [20, 30, 40, 50]
```

5 Chaînes de caractères

Exemple Ruby .6 Les chaînes de caractères et leurs opérations de base.

```
>> # String semblable a Array.
?> s1 = 'abc'
=> "abc"

>> s1.size
=> 3

>> s1[0..1]   # Retourne String.
=> "ab"

>> s1[2]      # Retourne String aussi!
=> "c"
```

```
?> # Concatenation vs. ajout.
?> s1 + 'def'
=> "abcdef"

>> s1
=> "abc"

>> s1 << 'def'
=> "abcdef"

>> s1
=> "abcdef"
```

Exemple Ruby .7 Les chaînes de caractères et leurs opérations de base (suite).

```
>> # Egalite de valeur *sans* partage de reference.
?> a, b = 'abc', 'abc'
=> ["abc", "abc"]

>> a == b
=> true

>> a.equal? b
=> false

>> a[0] = 'X'
=> "X"

>> a
=> "Xbc"

>> b
=> "abc"
```

```
?> # Egalite de valeur *avec* partage de reference.
?> a = b = 'abc'
=> "abc"

>> a == b
=> true

>> a.equal? b
=> true

>> a[0] = 'X'
=> "X"

>> a
=> "Xbc"

>> b
=> "Xbc"
```

Exemple Ruby .8 Interpolation d'une expression dans une chaîne.

```
>> # Interpolation d'une expression dans une chaine.
?> x = 123
=> 123

?> "abc \"#{x}\" def"
=> "abc \"123\" def"

?> "abc '#{10 * x + 1}' def"
=> "abc '1231' def"

?> "abc #{x > 0 ? '++' : 0} def"
=> "abc ++ def"


?> # String definie avec '...' => pas d'interpolation.
?> 'abc "#{x}" def'
=> "abc \"\#{x}\" def"
```

Exemple Ruby .9 Opérations `split` et `join`.

```
# Split decompose une chaine en sous-chaines
# en fonction du <<motif>> specifie en argument.

>> s = "abc\ndef\nghi\n"
=> "abc\ndef\nghi\n"

>> s.split("\n")              # Un cas typique!
=> ["abc", "def", "ghi"]

>> s.split("def")
=> ["abc\n", "\nghi\n"]

>> s.split("a")
=> ["", "bc\ndef\nghi\n"]

>> s.split(/\w{3}/)           # \w = [a-zA-Z0-9_]
=> ["", "\n", "\n", "\n"]
```

```
# Join combine un tableau de sous-chaines
# en une chaine unique.

>> s
=> "abc\ndef\nghi\n"

>> r = s.split("\n")
=> ["abc", "def", "ghi" ]

>> r.join("+")
=> "abc+def+ghi"

>> r.join("\n")   # Donc: s.split("\n").join("\n") != s
=> "abc\ndef\nghi"


>> [].join(";")
=> ""

>> ['abc'].join(";")
=> "abc"

>> ['abc', 'def'].join(";")
=> "abc;def"
```

6 Symboles

- `Symbol`

  = objet associé à un identificateur — représentation unique dans la table des symboles

  = possède une représentation sous forme
  - d'un entier ($\approx$ adresse)
  - d'une chaine

  ... mais n'est ni un entier, ni une chaine!

Exemple Ruby .10 Les symboles.

```
>> # Symbole = "sorte" de chaine *unique et immuable*.
>> :abc
=> :abc

>> :abc.class
=> Symbol

>> :abc.to_s
=> "abc"

>> puts :abc
abc
=> nil

>> :abc[2]
=> "c"

>> :abc[2] = "x"
NoMethodError: undefined method '[]=' for :abc:Symbol
    from (irb):4
    from /home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/bin/irb:11:in

>> "abc".to_sym
=> :abc

>> "abc def .!#%".to_sym
=> :"abc def .!#%"
```

```
?> # Possede un numero d'identification unique.
>> :a
=> :a

>> :a.object_id
=> 365128

>> "a".object_id
=> 11000000

>> "a".object_id
=> 10996280

>> :a.object_id
=> 365128

>> "a".to_sym.object_id
=> 365128
```

```
?> # Egalite de valeur vs. de reference.
?>
>> :abc == :abc
=> true

>> :abc.equal? :abc
=> true



>> "abc" == "abc"
=> true

>> "abc".equal? "abc"
=> false



>> "abc".to_sym == :abc
=> true

>> "abc".to_sym.equal? :abc
=> true
```

7 Hashes

Objet `Hash` $\approx$ forme généralisée de tableau

- l'index (la clé) est un objet arbitraire, pas juste un entier
- Autres noms : Dictionnaires, *maps*

Exemple Ruby .11 Les *hashes* et leurs opérations de base.

```
>> # Definition d'un hash.
?> hash = { :abc => 3, :de => 2, :ghijk => 5 }
=> {:abc=>3, :de=>2, :ghijk=>5}

?> # Principales proprietes.
?> hash.size
=> 3

>> hash.keys
=> [:abc, :de, :ghijk]

>> hash.values
=> [3, 2, 5]


>> # Indexation.
?> hash[:abc]
=> ??

>> hash[:de]
=> ??

>> hash["de"]
=> ??
```

```
>> # Definition d'un hash.
?> hash = { :abc => 3, :de => 2, :ghijk => 5 }
=> {:abc=>3, :de=>2, :ghijk=>5}

?> # Principales proprietes.
?> hash.size
=> 3

>> hash.keys
=> [:abc, :de, :ghijk]

>> hash.values
=> [3, 2, 5]


>> # Indexation.
?> hash[:abc]
=> 3

>> hash[:de]
=> 2

>> hash["de"]
=> nil
```

Exemple Ruby .12 Les *hashes* et leurs opérations de base (suite).

```
?> # Definition d'une nouvelle cle.
?> hash.include? "de"
=> false

>> hash["de"] = 55
=> 55

>> hash.include? "de"
=> true


?> # Redefinition d'une cle existante.
?> hash[:abc] = 2300
=> 2300

>> hash
=> {:abc=>2300, :de=>2, :ghijk=>5, "de"=>55}
```

Exemple Ruby .13 Les *hashes* et leurs opérations de base (suite) : Création et initialisation.

```
?> # Creation d'un Hash sans valeur par defaut.
?> h1 = {}  # Idem: h1 = Hash.new
=> {}

>> h1[:xyz]
=> nil


>> # Creation d'un Hash avec valeur par defaut.
?> h2 = Hash.new( 0 )
=> {}

>> h2[:xyz]
=> 0

>> h2[:abc] += 1
=> 1
```

```
>> # Creation d'un Hash avec valeur par defaut.
   # Attention: La valeur est *partagee*
   # par toutes les cles!
?> h3 = Hash.new( [] )
=> {}

>> p h3[:x], h3[:y]
[]
[]
=> [[], []]

>> h3[:x] << "abc"
=> ["abc"]
>> p h3[:x], h3[:y]
["abc"]
["abc"]
=> [["abc"], ["abc"]]

>> # Creation d'un Hash avec valeur par defaut,
   # definie via un bloc pour avoir
   # une nouvelle valeur a chaque fois.
>> h4 = Hash.new { |h, k| h[k] = [] }
=> {}

>> p h4[:x], h4[:y]
[]
[]
=> [[], []]

>> h4[:x] << "abc"
=> ["abc"]
>> p h4[:x], h4[:y]
["abc"]
[]
=> [["abc"], []]
```

8 Expressions booléennes

Le point important à retenir pour comprendre les expressions booléennes :

- `false` et `nil` sont des valeurs «fausses»
- **Toute autre valeur** est «vraie».

Quelques exemples avec l'opérateur ternaire ?: :

```
>>  false ? 'oui' : 'non'
=> "non"

>> nil ? 'oui' : 'non'
=> 'non'

>>  0 ? 'oui' : 'non'
=> "oui"

>>  '' ? 'oui' : 'non'
(irb):5: warning: string literal in condition
=> "oui"

>> nil.nil? ? 'nil' : 'pas nil'
=> "nil"
```

Exemple Ruby .14 Les expressions booléennes.

```
>> # Toute valeur differente de false ou nil est vraie.
?> true ? 'oui' : 'non'
=> "oui"

>> 0 ? 'oui' : 'non'
=> "oui"

>> [] ? 'oui' : 'non'
=> "oui"

?> # Seuls false et nil ne sont pas vraies.
?> false ? 'oui' : 'non'
=> "non"

>> nil ? 'oui' : 'non'
=> "non"

>> !false ? 'oui' : 'non'
=> "oui"

>> !nil ? 'oui' : 'non'
=> "oui"

?> # Seul nil est nil
?> 2.nil? ? 'nil' : 'pas nil'
=> "pas nil"

>> [].nil? ? 'nil' : 'pas nil'
=> "pas nil"

>> nil.nil? ? 'nil' : 'pas nil'
=> "nil"
```

Exemple Ruby .15 Les expressions booléennes (suite 1).

```
?> # Les expressions && et || sont court-circuitees.
?> true || (3 / 0) ? true : false
=> true

>> false && (3 / 0) ? true : false
=> false

?> false || (3 / 0) ? true : false
ZeroDivisionError: divided by 0
    [...]

>> true && (3 / 0) ? true : false
ZeroDivisionError: divided by 0
    [...]
```

Exemple Ruby .16 Les expressions booléennes (suite 2).

```
>? # L'operateur || retourne la premiere expression
   # 'non fausse', sinon retourne la derniere expression.
?> 2 || 3
=> ??

>> nil || false || 2 || false
=> ??

>> nil || false
=> ??

>> false || nil
=> ??
```

```
>? # L'operateur || retourne la premiere expression
   # 'non fausse', sinon retourne la derniere expression.
?> 2 || 3
=> 2

>> nil || false || 2 || false
=> 2

>> nil || false
=> false

>> false || nil
=> nil
```

Exemple Ruby .17 Les expressions booléennes (suite 3).

```
# On peut utiliser ||= pour initialiser une variable,
# sauf si elle est deja initialisee.

>> x
NameError: undefined local variable or method 'x' for main:Ob
    [...]


>> x ||= 3
=> 3
>> x
=> 3


>> x ||= 8
=> 3
>> x
=> 3
```

Abréviations :

```
x += 1        # x = x + 1
x /= 2        # x = x / 2

x ||= 1       # x || x = 1   ET non pas x =
x &&= 1       # x && x = 1   Et non pas x =
```

9 Définitions et appels de méthodes

Exemple Ruby .18 Définitions et appels de méthodes.

```
>> # Definition et appels de methode.
   def add( x, y )
     x + y
   end

>> add( 2, 3 )
=> 5
>> add 20, 30      # Les parentheses sont optionnelles.
=> 50


>> # Resultat = derniere expression evaluee.
   def abs( x )
     if x < 0 then -1 * x else x end
   end

>> abs( 3 )
=> 3
>> abs( -3 )
=> 3
```

```
>> # On utilise return pour sortir 'avant la fin'.
   def abs2( x )
     return x if x >= 0

     -x
   end

>> abs2( 23 )
=> 23
>> abs2( -23 )
=> 23
```

Remarque : «;» est un **séparateur**!

```
def add( x, y ); x + y; end
```

Remarque : «return» est **implicite**

```
def add( x, y )
  x + y
end

def add( x, y )
  return x + y
end
```

Attention : Parenthèses et appels de méthodes :

```
add( 2, 3 )          # OK ☺
add 2, 3             # OK ☺
add ( 2, 3 )         # Pas OK ☹
add (1+1), (2+1)     # OK ☺
```

Exemple Ruby .19 Appels de méthodes et envois de messages.

```
>? # Un operateur est une methode.
?> 2 + 3
=> 5

>> 2.+( 3 )
=> 5

>> 2.+ 3
=> 5


>? # Un appel de methode est un envoi de message.
>? 2.+( 3 )
=> 5

>> 2.send( :+, 3 )
=> 5
```

10 Structures de contrôle

Exemple Ruby .20 Structures de contrôles: `if`.

```
>> # Instruction conditionnelle classique.
   def div( x, y )
     if y == 0
       fail "Oops! Division par zero :("
     else
       x / y
     end
   end

>> div( 12, 3 )
=> 4

>> div( 12, 0 )
RuntimeError: Oops! Division par zero :(
     from (irb):4:in 'div'
     [...]
     from /home/tremblay/.rvm/rubies/jruby-1.7.16.1/bin/irb
```

```
>> # Garde (condition) if associee a une instruction.
   def div( x, y )
     fail "Oops! Division par zero :(" if y == 0

     x / y
   end

>> div( 12, 3 )
=> 4
```

Exemple Ruby .21 Structures de contrôles: `while`.

```
?> # Instruction while.
   def pgcd( a, b )
     # On doit avoir a <= b.
     return pgcd( b, a ) if a > b

     while b > 0
       a, b = b, a % b
     end

     a
   end

>> pgcd( 12, 8 )
=> 4
>> pgcd( 80, 120 )
=> 40
```

Affectations multiples (parallèles) :

```
x, y = y, x
```

```
x, y, z = [10, 20, 30]
# x == 10 && y == 20 && z == 30
```

```
x, y = [10, 20, 30]
# x == 10 && y == 20
```

```
x, *y = [10, 20, 30]
# x == 10 && y == [20, 30]
```

Exemple Ruby .22 Structures de contrôles : Itération sur les index avec `for` et `each_index`.

```
?> # Instruction for
   def somme( a )
     total = 0
     for i in 0...a.size
       total += a[i]
     end

     total
   end

>> somme( [10, 20, 30] )
=> 60



?> # Iterateur each_index.
   def somme( a )
     total = 0
     a.each_index do |i|
       total += a[i]
     end

     total
   end

>> somme( [10, 20, 30] )
=> 60
```

Exemple Ruby .23 Structures de contrôles : Itération sur les éléments avec `for` et `each`.

```
?> # Instruction for (bis)
   def somme( a )
     total = 0
     for x in a
       total += x
     end

     total
   end

>> somme( [10, 20, 30] )
=> 60



?> # Iterateur each.
   def somme( a )
     total = 0
     a.each do |x|
       total += x
     end

     total
   end

>> somme( [10, 20, 30] )
=> 60
```

11 Paramètres des méthodes

Exemple Ruby .24 Paramètres des méthodes : valeur par défaut et nombre variable d'arguments.

```
?> # Argument optionnel et valeur par defaut.
   def foo( x, y = 40 )
     x + y
   end

>> foo( 3, 8 )
=> ??

>> foo( 3 )
=> ??
```

```
?> # Argument optionnel et valeur par defaut.
   def foo( x, y = 40 )
     x + y
   end

>> foo( 3, 8 )
=> 11

>> foo( 3 )
=> 43
```

```
>> # Nombre variable d'arguments.
   def bar( x, *args, y )
     "bar( #{x}, #{args}, #{y} )"
   end

>> bar( 1, 2, 3, 4, 5 )
=> ??

>> bar( 1, 2 )
=> ??

>> bar( 23 )
??
??
??
??
```

```
>> # Nombre variable d'arguments.
   def bar( x, *args, y )
     "bar( #{x}, #{args}, #{y} )"
   end

>> bar( 1, 2, 3, 4, 5 )
=> "bar( 1, [2, 3, 4], 5 )"

>> bar( 1, 2 )
=> "bar( 1, [], 2 )"

>> bar( 23 )
ArgumentError: wrong number of arguments (1 for 2+)
          from (irb):24:in 'bar'
          from (irb):27
          from /home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/bin/irb
```

Exemple Ruby .25 Paramètres des méthodes : arguments par mots-clés (*keyword arguments*).

```
>> # Arguments par mot-cles (keyword arguments).
   def diviser( numerateur:, denominateur: 1 )
     numerateur / denominateur
   end

>> diviser numerateur: 12, denominateur: 3
=> 4

>> diviser denominateur: 3, numerateur: 12
=> 4

>> diviser numerateur: 12
=> 12

>> diviser 10
ArgumentError: missing keyword: numerateur
        from (irb):31
        from /home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/bin/irb:1
```

```
?> # Argument par mot-cle.
   def premier_index( a, x, res_si_absent: nil )
     a.each_index do |i|
       return i if a[i] == x
     end
     res_si_absent
   end

>> premier_index( [10, 20, 10, 20], 10 )
=> 0
>> premier_index( [10, 20, 10, 20], 88 )
=> nil
>> premier_index( [10, 20, 10, 20], 88, res_si_absent: -1 )
=> -1
```

Autre façon, mais moins claire :

```
def premier_index( a, x, res_si_absent = n
  ...
end

premier_index( [10, 20, 10, 20], 88, -1 )
```

Soit la méthode suivante :

```ruby
def foo( x, y, z = nil )
  return x + y * z if z

  x * y
end
```

Indiquez ce qui sera affiché par chacun des appels suivants :

```ruby
# a.
puts foo( 2, 3 )

# b.
puts foo 2, 3, 5

# c.
puts foo( "ab", "cd", 3 )

# d.
puts foo( "ab", "cd" )
```

Exercice .1: Définition et utilisation de méthodes diverses avec plusieurs sortes d'arguments.

Soit la méthode suivante :

```ruby
def bar( v = 0, *xs )
  m = v
  xs.each do |x|
    m = [m, x].max
  end

  m
end
```

Indiquez ce qui sera affiché par chacun des appels suivants :

```ruby
# a.
puts bar

# b.
puts bar( 123 )

# c.
puts bar( 0, 10, 20, 99, 12 )
```

Exercice .2: Définition et utilisation de méthodes diverses avec plusieurs sortes d'arguments.

Soit le segment de code suivant :

```
def foo( x, *y, z = 10 )
  x + y.size + z
end

puts foo( 10, 20, 30 )
```

Qu'est-ce qui sera affiché?

Exercice .3: Définition d'une méthode avec plusieurs sortes d'arguments.

12 Définitions de classes

Exemple Ruby .26 Un script avec une classe (simple) pour des cours.

```
$ cat cours.rb
# Definition d'une classe (simple!) pour des cours.
class Cours
  attr_reader :sigle

  def initialize( sigle, titre, *prealables )
    @sigle = sigle
    @titre = titre
    @prealables = prealables
  end

  def to_s
    sigles_prealables = " "
    @prealables.each do |c|
      sigles_prealables << "#{c.sigle} "
    end

    "< #{@sigle} '#{@titre}' (#{sigles_prealables}) >"
  end
end
```

... (suite du fichier page suivante)...

Exemple Ruby .26 Un script avec une classe (simple) pour des cours (suite).
Note : «$0» = nom du programme Ruby en cours d'exécution.

```
if $0 == __FILE__
  # Definition de quelques cours.
  inf1120 = Cours.new( :INF1120, 'Programmation I' )
  inf1130 = Cours.new( :INF1130, 'Maths pour informaticien'
  inf2120 = Cours.new( :INF2120, 'Programmation II',
                                 inf1120 )
  inf3105 = Cours.new( :INF3105, 'Str. de don.',
                                 inf1130, inf2120 )

  puts inf1120
  puts inf3105
  puts inf1120.sigle
  puts inf1120.titre
end
```

Exemple Ruby .27 Appel du script avec une classe pour des cours.

```
$ ruby cours.rb
< INF1120 'Programmation I' ( ) >
< INF3105 'Str. de don.' ( INF1130 INF2120 ) >
INF1120
NoMethodError: undefined method `titre' for #<Cours:0x13969f
  (root) at cours.rb:34
```

Une «*déclaration*» «`attr_reader :sigle`» définit un attribut accessible en lecture, équivalent à la méthode suivante :

```
def sigle
  @sigle
end
```

Note : En fait, «`attr_reader :sigle`» représente un appel à la méthode `attr_reader` avec l'argument `:sigle`. Voir plus loin.

Pour la classe `Cours`, définissez une méthode qui permet d'obtenir le titre d'un cours et une autre méthode qui permet de **modifier** le titre d'un cours.

Utilisez ensuite cette dernière méthode pour changer le titre du cours `inf1120` en `"Programmation Java I"`.

Exercice .4: Méthodes pour lire et modifier le titre d'un cours.

13 Lambda-expressions

Les lambda-expressions — λ-expressions — sont le fondement de la programmation **fonctionnelle**.

Exemple Ruby .28 Les lambda-expressions : type et méthodes de base.

```
>> # Une lambda-expression represente un objet,
   # de classe Proc, qu'on peut 'appeler'.
   # Un Proc est donc une "fonction anonyme".
?> lambda { 0 }.call
=> 0


>> zero = lambda { 0 }
=> #<Proc:0x5c5eefef@(irb):2 (lambda)>

>> zero.class
=> Proc

>> zero.arity    # Lambda avec 0 argument!
=> 0
>> zero.parameters
=> []

>> zero.call
=> 0
```

```
?> # Une lambda-expression peut avoir des arguments.
?> inc = lambda { |x| x + 1 }
=> #<Proc:0x16293aa2@(irb):8 (lambda)>

>> inc.arity
=> 1

>> inc.parameters
=> [[:req, :x]]

>> inc.call( 3 )
=> 4

# Et le nombre d'arguments est verifie!
>> inc.call
ArgumentError: wrong number of arguments (0 for 1)
               from [...]
>> inc.call( 10, 20 )
ArgumentError: wrong number of arguments (2 for 1)
               from [...]
```

```
?> double = lambda do |y|
?>   y + y
>> end
=> #<Proc:0x5158b42f@(irb):11 (lambda)>

>> double.arity
=> 1

>> double.call( 3 )
=> 6
```

Exemple Ruby .29 Les lambda-expressions, comme n'importe quel autre objet, peuvent être transmises en argument.

```
>> # Une methode pour executer deux fois du code (sans arg.)
   def deux_fois( f )
     f.call
     f.call
   end


>> deux_fois( lambda { print 'Bonne '; print 'journee!\n' }
Bonne journee!
Bonne journee!
=> nil


>> deux_fois lambda { print 'Bonne '; print 'journee!\n' }
Bonne journee!
Bonne journee!
=> nil


?> # Ici, les () sont obligatoires, sinon erreur de syntaxe
?>   deux_fois( lambda do
                  print 'Bonne '
                  print 'journee!\n'
                end )
Bonne journee!
Bonne journee!
=> nil
```

Exemple Ruby .30 Les lambda-expressions, comme n'importe quel objet, peuvent être retournées comme résultat d'une fonction.

```
?> # Une lambda-expression peut etre retournee comme resulta
?> def plus_x( x )
     lambda { |y| x + y }
   end

>> plus_x(3).call(12)
=> 15

?> plus_bis = lambda { |a| lambda { |b| a + b } }
=> #<Proc:0x2d7275fc@(irb):44 (lambda)>

>> plus_bis.call(3).call(12)
=> 15
```

Exemple Ruby .31 Le bloc d'une lambda-expression capture les variables non-locales.

```
?> # Le bloc d'une lambda-expression 'capture'
   # les variables non-locales utilisees dans le bloc.
?> x = 23
=> 23

>> plus_x = lambda { |y| x + y }
=> #<Proc:0x72d1ad2e@(irb):31 (lambda)>

>> plus_x.call(7)
=> 30

>> x = 999
=> 999

>> plus_x.call 2
=> 1001
```

Exemple Ruby .32 Les appels à une lambda-expression peuvent aussi être faits avec «`.()`» plutôt qu'avec `call` — mais c'est rarement utilisé!

```
>> lambda { 0 }.()
=> 0



>> zero = lambda { 0 }
=> #<Proc:0x5c5eefef@(irb):2 (lambda)>

>> zero.()
=> 0

>> inc = lambda { |x| x + 1 }
=> #<Proc:0x16293aa2@(irb):8 (lambda)>

>> inc.( 3 )
=> 4
```

Pour la classe `Cours` :

a. Définissez une méthode `prealables` qui reçoit en argument un `predicat` — une lambda-expression — et qui retourne la liste des préalables du cours qui satisfont ce `predicat`.

b. Utilisez la méthode `prealables` pour obtenir les préalables du cours `inf3105` dont le sigle contient la chaine `"INF"`.

Remarque : Pour ce dernier point, vous devez utiliser une expression de *pattern-matching*. En Ruby, l'expression suivante retourne un résultat *non nil* si `x`, une chaine, matche le motif `INF` :

```
/INF/ =~ x
```

Plus précisément, l'expression retourne `nil` si le motif n'apparait pas dans la chaine, sinon elle retourne la position du premier *match*.

Exercice .5: Une méthode pour identifier un sous-ensemble de préalables d'un cours.

14 Blocs

Un **bloc** est un segment de code entre accolades {...}
ou entre `do`...`end` :

```
a.each { |x| total += x }

a.each_index do |i|
  total += a[i]
end


inc = lambda { |x| x + 1 }

double = lambda do |y|
  y + y
end
```

Un **bloc** est un **segment de code** entre accolades {...}
ou entre do...end :

```
a.each { |x| total += x }

a.each_index do |i|
  total += a[i]
end


inc = lambda { |x| x + 1 }

double = lambda do |y|
  y + y
end
```

Mais plus important :

> *A block is a chunk of code that can be passed to an object/method and [can be] executed under the context of that object.*
>
> *https://scotch.io/tutorials/understanding-ruby-closures*

Un bloc est semblable à une lambda-expression, mais pas tout à fait identique :

Lambda-expression	**Bloc**
Objet (`Proc`) créé de façon explicite	Utilisée comme argument implicite d'une méthode
Évalué avec `call`	Évalué avec `yield`
	Peut être transformé en `Proc` (argument explicite d'une méthode)

L'utilisation des blocs en Ruby est étroitement liée à l'instruction `yield`.

Quelques définitions du verbe anglais «*to yield*» :

- *to produce (something) as a result of time, effort, or work*
- *to surrender or relinquish to the physical control of another : hand over possession of*

Quelques traductions françaises possibles du verbe «*to yield*» sont «céder» ou «**produire**».

`yield`, exécutée dans une méthode, a l'effet suivant :

- elle évalue **le** bloc passé en argument
- mais...
- ce bloc peut ne pas apparaitre dans la liste des arguments

Exemple Ruby .33 Une méthode pour exécuter deux fois un bout de code — avec un *bloc*.

```
>> # Une autre methode pour executer deux_fois du code, avec
   def deux_fois
     yield
     yield
   end


>> deux_fois { print 'Bonne '; print 'journee!\n' }
Bonne journee!
Bonne journee!
=> nil


>> deux_fois do
     print 'Bonne '
     print 'journee!\n'
   end
Bonne journee!
Bonne journee!
=> nil


>> deux_fois
LocalJumpError: no block given (yield)
        from (irb):1:in 'deux_fois'
        from (irb):3
        from /home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/bin/irb
```

```
>> # Methode pour executer k fois du code.
   def k_fois( k )
     k.times do
       yield
     end
   end

>> k_fois( 3 ) do
     print 'Bonne '
     print 'journee!\n'
   end
Bonne journee!
Bonne journee!
Bonne journee!
```

Exemple Ruby .34 Une méthode pour évaluer une expression — avec `lambda`, avec *bloc implicite* et avec *bloc explicite*.

```
>> # Methode pour evaluer une expression: avec lambda.
   def evaluer( x, y, expr )
     expr.call( x, y )
   end

>> evaluer( 10, 20, lambda { |v1, v2| v1 + v2 } )
=> 30

-----------------------------------------------

>> # Methode pour evaluer une expression: avec bloc implicit
   def evaluer( x, y )
     yield( x, y )
   end

>> evaluer( 10, 20 ) { |a, b| a * b }
=> 200
```

```
>> # Methode pour evaluer une expression: avec bloc explicit
   def evaluer( x, y, &expr )
     expr.call( x, y )
   end

>> evaluer( 10, 20 ) { |a, b| b / a }
=> 2
```

```
>> # On peut verifier si un bloc a ete passe ou non.
   def evaluer( x, y )
     return 0 unless block_given?
     yield( x, y )
   end

>> evaluer( 10, 20 ) { |a, b| b / a }
=> 2
>> evaluer( 10, 20 )
=> 0
```

```
>> def foo( &b )
     [b.class, b.arity, b.parameters] if block_given?
   end
=> :foo

>> foo
=> nil

>> foo { 2 }
=> [Proc, 0, []]

>> foo { |x| x + 1 }
=> [Proc, 1, [[:opt, :x]]]
```

Remarque concernant les deux formes de bloc :
Au niveau sémantique, les deux formes de blocs — avec accolades `{... }` et avec `do... end` — sont équivalentes.

Il existe toutefois une différence au niveau de la **priorité** lors de l'analyse syntaxique :

```
# Avec accolades => priorité + forte
foo bar { ... }

#  Équivalent
foo( bar() { ... } )
```

```
# Avec accolades => priorité - forte
foo bar do ... end

#  Équivalent
foo( bar() ) { ... }
```

15 Portée des variables

> **sigil** (Ésotérisme) Symbole graphique ou sceau représentant une intention ou un être magique.
>
> Source : `https://fr.wiktionary.org/wiki/sigil`

Ruby utilise un certain nombre de *sigils* pour indiquer la portée des variables :

`foo`	variable locale
`@foo`	variable d'instance
`@@foo`	variable de classe
`$foo`	variable globale

(Même question que la précédente, mais en utilisant un bloc.)

Pour la classe `Cours` :

a. Définissez une méthode `prealables` qui reçoit en argument un `predicat` — représenté par un **bloc** — et qui retourne la liste des prélables du cours qui satisfont ce `predicat`.

b. Utilisez la méthode `prealables` pour obtenir les prélables du cours `inf3105` dont le sigle contient la chaine `"INF"`.

Remarque : Pour ce dernier point, vous devez utiliser une expression de *pattern-matching*. En Ruby, l'expression suivante retourne un résultat *non nil* si `x`, une chaine, matche le motif `INF` :

```
/INF/ =~ x
```

Plus précisément, l'expression retourne `nil` si le motif n'apparait pas dans la chaine, sinon elle retourne la position du premier *match*.

Exercice .6: Une méthode pour identifier un sous-ensemble de préalables d'un cours.

Exemple Ruby .35 Illustration de la vie et portée des variables.

```
>> # Une definition de methode ne voit pas
   # les variables non-locales.
?> x = 22
=> 22

>> def set_x
     x = 88
   end
=> :set_x

>> set_x
=> 88

>> x      # Inchangee!
=> 22
```

```
?> # Un bloc capture les variables non-locales
   # si elles existent.
?> def executer_bloc
     yield
   end
=> :executer_bloc

>> x = 44
=> 44

>> executer_bloc { x = 55 }
=> 55

>> x      # Modifiee!
=> 55
```

```
?> # Si la variable n'existe pas deja,
   # alors est strictement locale au bloc.
?> z
NameError: undefined local variable or method 'z' for main:O
[...]

?> executer_bloc { z = 88 }
=> 88

>> z
NameError: undefined local variable or method 'z' for main:O
[...]
```

```
>> # Une variable globale est accessible partout!
?> $x_glob = 99
=> 99

>> def set_x_glob
     $x_glob = "abc"
   end
=> :set_x_glob

>> set_x_glob
=> "abc"

>> $x_glob
=> "abc"


>> lambda { $x_glob = [10, 20] }.call
=> [10, 20]

>> $x_glob
=> [10, 20]
```

```
>> # Une variable locale est accessible dans l'ensemble
   # de la methode.
?> def foo( x )
     if x <= 0 then a = 1 else b = "BAR" end
     [a, b]
   end
=> :foo

>> foo( 0 )
=> [1, nil]

>> foo( 99 )
=> [nil, "BAR"]
```

```
>> # Mais un bloc definit une nouvelle portee, avec des vari
   # strictement locales!
?> def bar( *args )
     args.each do |x|
       r = 10
       puts x * r
     end
     r
   end
=> :bar

>> bar( 10, 20 )
100
200
NameError: undefined local variable or method 'r' for main:Ob
           [...]
```

16 Modules

Modules are a way of grouping together methods, classes, and constants. Modules give you two major benefits:

1. *Modules provide a namespace and prevent name clashes.*
2. *Modules implement the mixin facility.*

Source : `http://ruby-doc.com/docs/ProgrammingRuby/html/tut_modules.html`

Exemple Ruby .36 Les modules comme *espaces de noms*.

```ruby
module M1
  C1 = 0
end

module M2
  C1 = 'abc'
end

module M3
  module M4
    C1 = :c1
  end
end

M1::C1 == 0              # => true
M2::C1 == 'abc'          # => true
M3::M4::C1 == :c1        # => true

M1::C1 != M2::C1         # => true
M1::C1 != M3::M4::C1     # => true
...
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y )
    inc( y )
  end
end

class C1
  include Module1

  def initialize( x )
    @x = x
  end

  def inc( y )
    @x += y
  end
end

class C2
  include Module1
end
```

Exemple Ruby .37 Un module *mixin* `Module1` et son utilisation.

```
>> # Appel sur le module de la methode de classe.
?> Module1.zero
=> 0

>> # Appel sur le module de la methode d'instance.
?> Module1.un
NoMethodError: undefined method 'un' for Module1:Module
    ...

>> # Appel sur un objet C1 des methodes
?> # de classe et d'instance du module.
?> c1 = C1.new( 99 )
=> #<C1:0x12cf7ab @x=99>

>> c1.zero
NoMethodError: undefined method 'zero' for #<C1:0x12cf7ab @x
    ...
>> c1.un
=> 1
>> c1.val_x
=> 99
>> c1.inc_inc( 100 )
=> 299

>> # Appel sur un objet C2 des methodes
?> # de classe et d'instance du module.
?> c2 = C2.new
=> #<C2:0x1a8622>
>> c2.un
=> 1
>> c2.val_x
=> nil
>> c2.inc_inc( 100 )
NoMethodError: undefined method 'inc' for #<C2:0x1a8622>
    ...
```

```
NomDuModule.nom_methode
NomDuModule::nom_methode
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y ); inc( y )
  end
end
```

```
?> Module1.zero
=> ??


?> Module1.un
??
    ...

?> Module1.val_x
??
    ...
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y ); inc( y )
  end
end
```

```ruby
class C1
  include Module1

  def initialize( x )
    @x = x
  end

  def inc( y )
    @x += y
  end
end



#
```

```
?> c1 = C1.new( 99 )
=> #<C1:0x12cf7ab @x=99>

>> c1.zero
??
    ...

>> c1.un
=> ??

>> c1.val_x
=> ??

>> c1.inc_inc( 100 )
=> ??
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y ); inc( y )
  end
end
```

```ruby
class C2
  include Module1
end
```

```
#
```

```
?> c2 = C2.new
=> #<C2:0x1a8622>

>> c2.un
=> ??

>> c2.val_x
=> ??

>> c2.inc_inc( 100 )
??
    ...
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y ); inc( y )
  end
end
```

```
?> Module1.zero
=> 0


?> Module1.un
NoMethodError:  undefined method 'un' for Module1:Module
     ...

?> Module1.val_x
NoMethodError:  undefined method 'val_x' for Module1:Module
     ...
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y ); inc( y )
  end
end
```

```ruby
class C1
  include Module1

  def initialize( x )
    @x = x
  end

  def inc( y )
    @x += y
  end
end
```

```ruby
#
```

```
?> c1 = C1.new( 99 )
=> #<C1:0x12cf7ab @x=99>

>> c1.zero
NoMethodError:  undefined method 'zero' for #<C1:0x12cf7ab @x=99>
    ...

>> c1.un
=> 1

>> c1.val_x
=> 99

>> c1.inc_inc( 100 )
=> 299
```

```ruby
module Module1
  def self.zero
    0
  end

  def un
    1
  end

  def val_x
    @x
  end

  def inc_inc( y )
    inc( y ); inc( y )
  end
end
```

```ruby
class C2
  include Module1
end
```

```ruby
#
```

```
?> c2 = C2.new
=> #<C2:0x1a8622>

>> c2.un
=> 1

>> c2.val_x
=> nil

>> c2.inc_inc( 100 )
NoMethodError:  undefined method 'inc' for #<C2:0x1a8622>
     ...
```

17 Modules `Enumerable` et `Comparable`

17.1 Module `Enumerable`

Learn to use `Enumerable`*. You will not be a rubyist until you do.*

«Ruby QuickRef», R. Davis

(http://www.zenspider.com/Languages/Ruby/QuickRef.html)

La figure à la page **??** *présente la liste des méthodes du module* `Enumerable` *— donc les diverses méthodes disponibles lorsque la méthode* `each` *est définie par une classe et que le module* `Enumerable` *est inclus (avec* `include`*)!*

Methods

::[]
::new
::try_convert
#&
#*
#+
#-
#<<
#<=>
#==
#[]
#[]=
#any?
#assoc
#at
#bsearch
#clear
#collect
#collect!
#combination
#compact
#compact!
#concat
#count
#cycle
#delete
#delete_at
#delete_if
#drop
#drop_while
#each
#each_index
#empty?
#eql?
#fetch
#fill
#find_index
#first
#flatten
#flatten!
#frozen?
#hash
#include?
#index
#initialize_copy
#insert
#inspect
#join
#keep_if
#last
#length
#map
#map!
#pack
#permutation
#pop
#product
#push
#rassoc
#reject
#reject!
#repeated_combination
#repeated_permutation
#replace
#reverse
#reverse!
#reverse_each
#rindex
#rotate
#rotate!
#sample
#select
#select!
#shift
#shuffle
#shuffle!
#size
#slice
#slice!
#sort
#sort!
#sort_by!
#take
#take_while
#to_a
#to_ary
#to_h
#to_s
#transpose
#uniq
#uniq!
#unshift
#values_at
#zip
#|

Exemple Ruby .38 Exemples d'utilisation du module `Enumerable`.

```
?>> # La classe Array definit la methode each et
    # inclut le module Enumerable.

>> a = [10, 20, 30, 40]
=> [10, 20, 30, 40]

?> # Appartenance d'un element.
?> a.include? 20
=> true

>> a.include? 999
=> false
```

```
>> a
=> [10, 20, 30, 40]

?> # Application fonctionnelle.
?> a.map { |x| x + 2 }    # Synonyme = collect.
=> [12, 22, 32, 42]

>> a                              ??
=> ??


?> # Application imperative (mutable)!
>> a.map! { |x| 10 * x }
=> [100, 200, 300, 400]

>> a                              ??
=> ??
```

```
>> a
=> [10, 20, 30, 40]

?> # Application fonctionnelle.
?> a.map { |x| x + 2 }    # Synonyme = collect.
=> [12, 22, 32, 42]

>> a                          # a n'est pas modifie.
=> [10, 20, 30, 40]


?> # Application imperative (mutable)!
>> a.map! { |x| 10 * x }
=> [100, 200, 300, 400]

>> a                          # a est modifie!
=> [100, 200, 300, 400]
```

```
?> # Selection/rejet d'elements selon un critere.
>> a.select { |x| x >= 300 }
=> [300, 400]

>> a.reject { |x| x >= 300 }
=> [100, 200]

>> a
=> [100, 200, 300, 400]

# Il existe aussi des variantes imperatives/mutables:
#   select!
#   reject!
```

```
?> # Obtention du premier element qui satisfait un critere.
>> a
=> [100, 200, 300, 400]

>> a.find { |x| x > 200 } # Synonyme = detect.
=> 300

>> a.find { |x| x < 0 }
=> nil
```

```
?> # Quantificateurs.
?> a.all? { |x| x > 0 }
=> true

>> a.any? { |x| x > 500 }
=> false
```

```
?> # Reduction avec un operateur binaire.
>> a
=> [100, 200, 300, 400]

?> a.reduce { |x, y| x + y } # Synonyme = inject.
=> 1000

>> a.reduce( :+ )
=> 1000

>> a.reduce( &:+ )
=> 1000


>> a.reduce( :* )
=> 2400000000

>> a.reduce( 999, :+ )
=> 1999
```

```
?> # Autres exemples de reduction, avec operateurs divers.
>> a.reduce(0) { |max, x| x > max ? x : max }
=> ??

>> a.map { |x| x / 10 }
=> ??

>> a.reduce([]) { |a, x| a << x / 10 }
=> ??

>> a.reduce([]) { |ar, x| [x] + ar + [x] }
=> ??
```

```
?> # Autres exemples de reduction, avec operateurs divers.
>> a.reduce(0) { |max, x| x > max ? x : max }
=> 400

>> a.map { |x| x / 10 }
=> [10, 20, 30, 40]

>> a.reduce([]) { |a, x| a << x / 10 }
=> [10, 20, 30, 40]

>> a.reduce([]) { |ar, x| [x] + ar + [x] }
=> [400, 300, 200, 100, 100, 200, 300, 400]
```

Note : Le `a` de `a.reduce` (défini au niveau global) est distinct du `a` dans `a << x` (paramètre, donc identificateur strictement local au bloc).

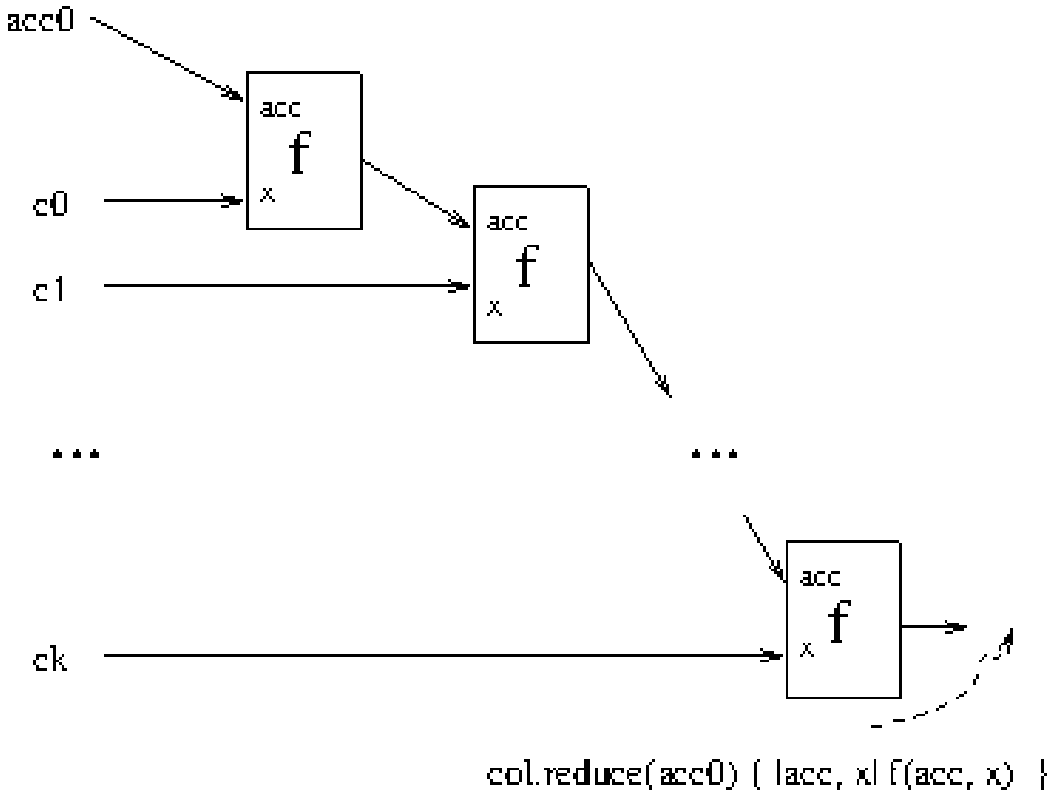
```
?> # Regroupement, dans un Hash, des elements
   # avec une meme valeur specifiee par le bloc.
>> a.group_by { |x| x }
=> {100=>[100], 200=>[200], 300=>[300], 400=>[400]}


>> a.group_by { |x| x >= 222 }
=> {false=>[100, 200], true=>[300, 400]}


>> a.group_by { |x| x / 100 }
=> {1=>[100], 2=>[200], 3=>[300], 4=>[400]}


>> a.group_by { |x| x % 2 }
=> {0=>[100, 200, 300, 400]}


>> a.group_by { |x| (x / 100) % 2 }
=> {1=>[100, 300], 0=>[200, 400]}
```

```
?> # <<Aplatissement>> des elements d'un tableau.
>> [10, 20, 30].flatten
=> [10, 20, 30]

>> [10, [20, 30], [40], [], [50], 60].flatten
=> [10, 20, 30, 40, 50, 60]

>> [10, [20, 30], [[40], []], [[[50]]], 60].flatten
=> [10, 20, 30, 40, 50, 60]


# f.flat_map { |x| ... } = f.map { |x| ... }.flatten
>> [1, 2, 3].map { |n| [*1..n] }
=> [[1], [1, 2], [1, 2, 3]]

>> [1, 2, 3].map { |n| [*1..n] }.flatten
=> [1, 1, 2, 1, 2, 3]

>> [1, 2, 3].flat_map { |n| [*1..n] }
=> [1, 1, 2, 1, 2, 3]
```

Illustration graphique d'un appel à `reduce`

- Soit `col = [c0, c1, ..., ck]`
- Soit `f` une fonction binaire (deux arguments)
- Soit l'appel suivant :

```
col.reduce(acc0) { |acc, x| f(acc, x) }
```



Exemple Ruby .39 Une mise en oeuvre, en Ruby, de quelques méthodes du module `Enumerable`, méthodes qui utilisent la méthode `each` de la classe ayant exécuté l'appel «`include Enumerable`».

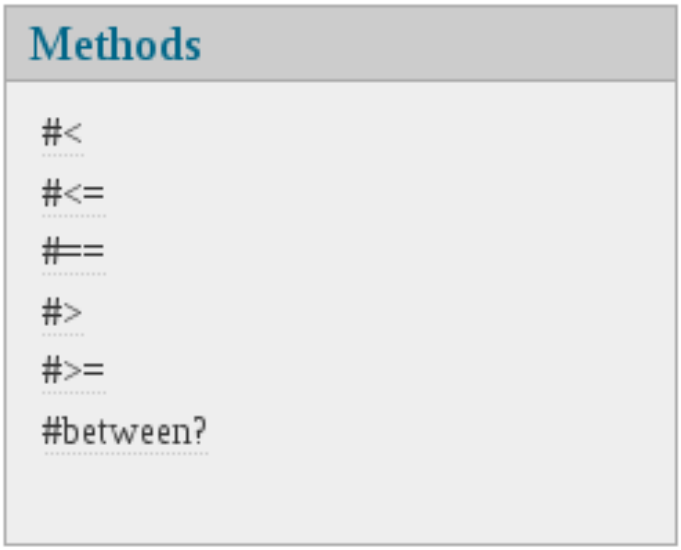
```ruby
# Mise en oeuvre possible, en Ruby, de quelques methodes
# du module Enumerable: on utilise *uniquement* each!

module Enumerable
  def include?( elem )
    each do |x|
      return true if x == elem
    end

    false
  end

  def find
    each do |x|
      return x if yield(x)
    end

    nil
  end

  def reduce( val_initiale )
    # Autre argument implicite = bloc recevant deux argument
    accum = val_initiale
    each do |x|
      accum = yield( accum, x )
    end

    accum
  end
end
```

Donnez une mise en oeuvre, dans un style fonctionnel, de la méthode `to_s` de la classe `Cours` vue précédemment.

Exercice .7: Mise en oeuvre fonctionnelle de `Cours#to_s`.

17.2 Module `Comparable`

La figure ci-bas présente la liste des méthodes du module `Comparable`, c'est-à-dire, les diverses méthodes disponibles lorsque la méthode `<=>` est définie par une classe et que le module `Comparable` est inclus (avec `include`)!



Exemple Ruby .40 Tris avec `Enumerable` et `<=>`.

```
>> # Comparaison avec l'operateur 'spaceship'.
?> 29 <=> 33
=> -1
>> 29 <=> 29
=> 0
>> 29 <=> 10
=> 1
```

```
>> # Tris.
>> a = [29, 10, 44, 33]
=> [29, 10, 44, 33]

>> a.sort
=> [10, 29, 33, 44]

>> a.sort { |x, y| x <=> y }
=> [10, 29, 33, 44]

>> a.sort { |x, y| -1 * (x <=> y) }
=> [44, 33, 29, 10]

>> a.sort { |x, y| (x % 10) <=> (y % 10) }
=> [10, 33, 44, 29]
```

Exemple Ruby .41 Comparaison et tri de `Cours` via les sigles.

```
$ cat cours-bis.rb
require_relative 'cours'

class Cours
  include Comparable

  def <=>( autre )
    sigle <=> autre.sigle
  end
end

if $0 == __FILE__
  # Definition de quelques cours.
  inf1120 = Cours.new( :INF1120, 'Programmation I' )
  inf1130 = Cours.new( :INF1130, 'Maths pour informaticien'
  inf2120 = Cours.new( :INF2120, 'Programmation II', inf112(
  inf3105 = Cours.new( :INF3105, 'Str. de don.', inf1130, in

  cours = [ inf3105, inf1120, inf2120, inf1130 ]

  # Quelques expressions
  puts inf3105 < inf1120
  puts inf2120 >= inf1130
  cours.sort.each { |c| puts c }
end
-------------------------------------

$ ruby cours-bis.rb
false
true
< INF1120 'Programmation I' ( ) >
< INF1130 'Maths pour informaticien' ( ) >
< INF2120 'Programmation II' ( INF1120 ) >
< INF3105 'Str. de don.' ( INF1130 INF2120 ) >
```

Que fait la méthode suivante? Quel nom plus significatif pourrait-on lui donner?

```
class Array
  def mystere( p )
    reduce( [[], [], []] ) do |res, x|
      res[1 + (x <=> p)] << x

      res
    end
  end
end
```

Exercice .8: Méthode `mystere` sur un `Array`.

18 Itérateurs définis par le programmeur

Exemple Ruby .42 Une classe (simplifiée) pour des `Ensembles`.

```
class Ensemble
  include Enumerable

  # Ensemble initialement vide (sans element).
  def initialize
    @elements = []
  end

  # Ajout d'un element, sauf si deja present!
  def <<( x )
    @elements << x unless contient? x

    self
  end

  def each
    @elements.each do |x|
      yield( x )
    end
  end
```

```ruby
  def cardinalite
    count
  end

  def contient?( x )
    include? x
  end

  def somme( val_initiale = 0 )
    reduce(val_initiale) { |s, x| s + x }
  end

  def produit( val_initiale = 1 )
    reduce(val_initiale) { |s, x| s * x }
  end

  def to_s
    "{ " << map { |x| x.to_s }.join(", ") << " }"
  end
end
```

Pourquoi la méthode << retourne-t-elle `self`?
Que se passe-t-il si on omet `self`?

Exercice .9: Pourquoi la méthode << retourne-t-elle `self`?

```
alias :cardinalite :count
alias :contient? :include?
```

Exemple Ruby .43 Quelques expressions utilisant un objet `Ensemble`.

```
?> # Cree un ensemble avec divers elements.
?> ens = Ensemble.new << 1 << 5 << 3

=> #<Ensemble:0x000000023c9298 @elements=[1, 5, 3]>
>> ens.to_s
=> "{ 1, 5, 3 }"

?> # L'operation << modifie l'objet.
?> ens << 2

=> #<Ensemble:0x000000023c9298 @elements=[1, 5, 3, 2]>
>> ens.to_s
=> "{ 1, 5, 3, 2 }"


?> # Appels a diverses methodes directement definies par Ens
?> ens.contient? 10
=> false
>> ens.contient? 2
=> true


>> ens.somme
=> 11
>> ens.somme(33)
=> 44


>> ens.produit
=> 30
```

```
>?> # Appels a des methodes definies par Enumerable.
>> ens.to_s
=> "{ 1, 5, 3, 2 }"

?> ens.map { |x| x * 10 }
=> [10, 50, 30, 20]

>> ens.reject { |x| x.even? }
=> [1, 5, 3]

>> ens.find { |x| x >= 2 }
=> 5
```

Remarque : Suppose que la méthode suivante est définie dans `Ensemble` :

Supposons que dans la classe `Array`, on veuille définir les méthodes `map` et `select`, et ce utilisant `each` ou `each_index`. Quel code faudrait-il écrire?

```
class Array
  def map
    ...
  end

  def select
    ...
  end
end
```

Remarque : *Conceptuellement*, dans la vraie classe `Array`, ces méthodes sont disponibles simplement parce que la classe `Array` **inclut** le module `Enumerable`. **En pratique**, la mise en oeuvre de ces méthodes pour la classe `Array` est faite de façon spécifique à cette classe, pour des raisons d'efficacité — notamment, méthodes écrites en C dans Ruby/MRI.

Exercice .10: Mises en oeuvre de `map` et `select`.

19 Expressions régulières et *pattern-matching*

19.1 Les caractères spéciaux

`\`	Supprime la signification spéciale du caractère qui suit
`.`	Un caractère arbitraire
Répétitions	
`*`	0, 1 ou plusieurs occurrences du motif qui précède
`?`	0 ou 1 occurrence du motif qui précède
`+`	1 ou plusieurs occurrences du motif qui précède
`{n}`	Exactement `n` occurrences du motif qui précède
`{n,}`	Au moins `n` occurrences du motif qui précède
`{,n}`	Au plus `n` occurrences du motif qui précède
`{n,m}`	De `n` à `m` occurrences du motif qui précède
Ancrages	
`^`	Début de la ligne
`$`	Fin de la ligne
Classes de caractères	
`[...]`	Un caractère qui fait partie de la classe
`[^...]`	Un caractère qui ne fait pas partie de la classe
`\d`	Un nombre décimal
`\D`	Tout sauf un nombre décimal
`\s`	Un espace blanc (espace, tabulation, saut de ligne, etc.)
`\S`	Tout sauf un espace blanc
`\w`	Un caractère alphanumérique = `a-zA-Z0-9_`
`\W`	Tout sauf un caractère alphanumérique
Autres caractères spéciaux	
m_1`|`m_2	Choix entre motif m_1 ou motif m_2
`(...)`	Création d'un groupe et d'une référence au groupe matché
`\b`	Une *frontière* de mot
`\A`	Le début de la chaine
`\z`	La toute fin de la chaine
`\Z`	La fin de la chaine (ignore le saut de ligne qui suit)

Tableau .2: Les principaux caractères spéciaux utilisés dans les expressions régulières.

19.2 Les expressions régulières et la méthode «=~»

Exemple Ruby .44 Une expression régulière est un objet de classe `Regexp`.

```
>> # Exemples de base.

>> /ab.*zz$/.class
=> Regexp

>> re = /ab.*zz$/
=> /ab.*zz$/
>> re.class
=> Regexp

>> re = Regexp.new( "ab.*zz$" )
=> /ab.*zz$/
>> re.class
=> Regexp



# Autre facon.
>> re = %r{ab.*zz$}
=> /ab.*zz$/
```

Exemple Ruby .45 Une expression régulière peut être utilisée dans une opération de *pattern-matching* avec «=~».

```
>> # Exemples de base (suite).

>> re = Regexp.new( "ab.*zz$" )
=> /ab.*zz$/

>> re =~ "abcdzz00"
=> nil

>> re =~ "abcdzz"
=> 0

>> re.=~("abcdzz")
=> 0

>> re =~ "....abcdzz"
=> 4


>> "....abcdzz" =~ re
=> 4
```

```
>> puts "Ca matche" if re =~ "....abcdzz"
Ca matche
=> nil


>> re !~ "abcdzz00"
=> true

>> re !~ "abcdzz"
=> false
```

L'opérateur `=~` est une méthode de la classe `Regexp`, mais les appels suivants sont équivalents :

- `re =~ ch`
- `re.=~( ch )`
- `re.=~ ch`
- `ch =~ re`

19.3 Quelques caractères spéciaux additionnels et quelques options

Exemple Ruby .46 Autres caractères spéciaux des motifs et options.

```
>> # L'option i permet d'ignorer la casse.

>> /bc/ =~ "ABCD"
=> nil

>> /bc/i =~ "ABCD"
=> 1
```

```
>> # Un "." *ne matche pas* un saut de ligne...
   #    sauf avec l'option m.
   # Un \s matche un saut de ligne.

>> /z.abc/ =~ "xyz\nabc"
=> nil

>> /z.abc/m =~ "xyz\nabc"
=> 2


>> /z\sabc/ =~ "xyz\nabc"
=> 2
```

Exemple Ruby .47 L'option «x» permet de mieux formater des expressions régulières complexes.

```
>> motif = /(#{CODE_REG}) # Le code regional
             -             # Un tiret
             (#{TEL})      # Le numero de tel.
            /x
=> /((?-mix:\d{3})) # Le code regional
          -             # Un tiret
          ((?-mix:\d{3}-\d{4})) # Le numero de tel.
         /x

>> motif.match "Tel.: 514-987-3000 ext. 8213"
=> #<MatchData "514-987-3000" 1:"514" 2:"987-3000">
```

Exemple Ruby .48 Début/fin de chaine vs. début/fin de ligne.

```
>> # Debut de ligne vs. debut de chaine.

>> /^abc/ =~ "xxx\nabc\n"
=> 4

>> /\Aabc/ =~ "xxx\nabc\n"
=> nil



>> # Fin de ligne vs. fin de chaine.

>> /abc$/ =~ "xxx\nabc\n"
=> 4

>> /abc\z/ =~ "xxx\nabc\n"
=> nil

>> /abc\n\z/ =~ "xxx\nabc\n"
=> 4

>> /abc\Z/ =~ "xxx\nabc\n"
=> 4
```

Exemple Ruby .49 Autres exemples de groupes : avec vs. sans capture.

```
>> /(ab)(cd)(ef)/ =~ "abcdef"
=> 0

>> puts $1, $2, $3
ab
cd
ef
=> nil

>> /(ab)(?:cd)(ef)/ =~ "abcdef"
=> 0

>> puts $1, $2, $3
ab
ef

=> nil


>> /(ab)(?#cd)(ef)/ =~ "abcdef"
=> nil

>> /(ab)(?#cd)(ef)/ =~ "abef"
=> 0
```

Exemple Ruby .50 Autres exemples de *pattern-matching* : matche vorace vs. paresseux.

```
>> /ab(c.*)d/ =~ "abcccddccddccd"
=> 0

>> $1
=> "cccddccddcc"


>> /ab(c.*?)d/ =~ "abcccddccddccd"
=> 0

>> $1
=> "ccc"
```

Exemple Ruby .51 Autre caractère spécial : frontière de mot.

```
>> /abc/ =~ "xabc"
=> 1

>> /\babc/ =~ "xabc"
=> nil

>> /\babc/ =~ "x abc"
=> 2
```

19.4 La classe MatchData

Exemple Ruby .52 Les méthodes d'un objet `MatchData`, objet retourné par l'opération `Regexp#match`.

```
>> # Les objets MatchData.

>> CODE_REG = /\d{3}/
=> /\d{3}/
>> TEL = /\d{3}-\d{4}/
=> /\d{3}-\d{4}/

>> m = /(#{CODE_REG})-(#{TEL})/
       .match "FOO"
=> nil

>> m = /(#{CODE_REG})-(#{TEL})/
       .match "Tel.: 514-987-3000 ext. 8213"
=> #<MatchData "514-987-3000" 1:"514" 2:"987-3000">

>> m[0..-1]
=> ["514-987-3000", "514", "987-3000"]

>> m.begin(0)..m.end(0)
=> 6..18
>> m.begin(1)..m.end(1)
=> 6..9
>> m.begin(2)..m.end(2)
=> 10..18


>> m.pre_match
=> "Tel.: "

>> m.post_match
=> " ext. 8213"
```

Exemple Ruby .53 Les groupes **avec noms** et les variables spéciales «`$i`» définies par la méthode «`=~`».

```
# Des groupes avec noms explicites.

>> m = /(?<code_reg>#{CODE_REG})-(?<tel>#{TEL})/.
       match "Tel.: 514-987-3000 ext. 8213"
=> #<MatchData "514-987-3000" code_reg:"514"
                              tel:"987-3000">

>> m[:code_reg]
=> "514"

>> m.begin(:code_reg)
=> 6


>> m[:tel]
=> "987-3000"

>> m.end(:tel)
=> 18
```

```
# Les variables speciales $1, $2, etc.
# indiquent les groupes captures.

>> if /(#{CODE_REG})-(#{TEL})/ =~
         "Tel.: 514-987-3000 ext. 8213"
     puts "code reg. = #{$1}; tel. = #{$2}"
   end
code reg. = 514; tel. = 987-3000
=> nil
```

Qu'est-ce qui sera imprimé par les instructions `p` suivantes :

```
code_permanent = /(\w{4})      # NOMP
                  (\d{2})      # Annee
                  (\d{2})      # Mois
                  (\d{2})      # Jour
                  ([^\D]{2})
                 /x

m = code_permanent
      .match "CP: DEFG11229988."

p m[1]
p m[5]
p m.pre_match
p m.post_match
```

Exercice .11: Objet `MatchData`.

20 Interactions avec l'environnement

20.1 Arguments du programme

Exemple Ruby .54 Les arguments d'un programme Ruby et les variables d'environnement.

```
$ cat argv.rb
#!/usr/bin/env ruby

i = 0
while arg = ARGV.shift do
  puts "ARGV[#{i}] = '#{arg}' (#{arg.class})"
  i += 1
end

puts "ENV['FOO'] = '#{ENV['FOO']}'"
ENV['FOO'] = 'FOO argv.rb'
puts "-----"
```

```
$ echo $FOO


$ ./argv.rb
ENV['FOO'] = ''
-----

$ ./argv.rb 1234 'abc "" def' abc def "'"
ARGV[0] = '1234' (String)
ARGV[1] = 'abc "" def' (String)
ARGV[2] = 'abc' (String)
ARGV[3] = 'def' (String)
ARGV[4] = ''' (String)
ENV['FOO'] = ''
-----

$ export FOO=xyz; ./argv.rb def; echo $FOO
ARGV[0] = 'def' (String)
ENV['FOO'] = 'xyz'
-----
xyz

$ FOO=123 ./argv.rb def; echo $FOO
ARGV[0] = 'def' (String)
ENV['FOO'] = '123'
-----
xyz
```

Soit le script suivant :

```
$ cat argv2.rb
#!/usr/bin/env ruby

ENV['NB'].to_i.times do
  puts ARGV[0] + ARGV[1]
end
```

Qu'est-ce qui sera imprimé par les appels suivants :

```
# a.
NB=3 ./argv2.rb 3 8


# b.
NB=2 ./argv2.rb [1, 2] [3]


# c.
unset NB; ./argv2.rb [1009, 229342] [334]
```

Exercice .12: Utilisation de `ARGV` et `ENV`.

20.2 Écriture sur le flux de sortie standard : printf, puts, print et p

Exemple Ruby .55 Exemples d'utilisation de `printf`, `sprintf` et `print`.

```
>> printf "%d\n", "123"
123
=> nil

>> STDOUT.printf "%s\n", "123"
123
=> nil

>> printf "%d\n", "abc"
ArgumentError: invalid value for Integer(): "abc"
        [...]

>> printf "%s\n", "abc"
abc
=> nil

>> printf "%d\n", [10, 20]
TypeError: can't convert Array into Integer
        [...]

>> printf "%s\n", [10, 20]
[10, 20]
=> nil
```

```
# On peut aussi utiliser un format pour
# generer une chaine, sans effet
# sur le flux de sortie.

>> res = sprintf "%d\n", 123
=> "123\n"

>> res
=> "123\n"
```

```
>> print 123
123=> nil
>> print "123"
123=> nil
>> print "123\n"
123
=> nil
```

Exemple Ruby .56 Écriture d'un entier ou d'une chaine simple.

```
$ cat print-et-al.rb
#!/usr/bin/env ruby

def imprimer( methode, *valeurs )
  puts "*** Avec #{methode}:"
  valeurs.each do |x|
    send methode, x
    puts "..."
  end
end

imprimer( :puts, 123, "123" )
puts
imprimer( :p, 123, "123" )


$ ./print-et-al.rb
*** Avec puts:
123
...
123
...

*** Avec p:
123
...
"123"
...
```

Exemple Ruby .57 Écriture d'un tableau d'entiers ou un tableau de chaines.

```
$ cat print-et-al.rb
#!/usr/bin/env ruby

def imprimer( methode, *valeurs )
  puts "*** Avec #{methode}:"
  valeurs.each do |x|
    send methode, x
    puts "..."
  end
end

imprimer( :puts, [123, 456], ["123", "456"] )
puts
imprimer( :p, [123, 456], ["123", "456"] )


$ ./print-et-al.rb
*** Avec puts:
123
456
...
123
456
...

*** Avec p:
[123, 456]
...
["123", "456"]
...
```

Exemple Ruby .58 Écriture d'un objet **qui n'a pas** de méthodes `to_s` et `inspect`.

```
$ cat print-et-al.rb
#!/usr/bin/env ruby

def imprimer( methode, *valeurs )
  puts "*** Avec #{methode}:"
  valeurs.each do |x|
    send methode, x
    puts "..."
  end
end

class Bar
  def initialize( val ); @val = val; end
end




imprimer( :puts, Bar.new(10) )
puts
imprimer( :p, Bar.new(10) )


$ ./print-et-al.rb
*** Avec puts:
#<Bar:0x000000015022a0>
...

*** Avec p:
#<Bar:0x00000001501f80 @val=10>
...
```

Exemple Ruby .59 Écriture d'un objet **qui a** des méthodes `to_s` et `inspect`.

```
$ cat print-et-al.rb
#!/usr/bin/env ruby

def imprimer( methode, *valeurs )
  puts "*** Avec #{methode}:"
  valeurs.each do |x|
    send methode, x
    puts "..."
  end
end

class Foo
  def initialize( val ); @val = val; end

  def to_s; "#{@val}"; end

  def inspect; "#<Foo: val=#{@val}>"; end
end

imprimer( :puts, Foo.new(10) )
puts
imprimer( :p, Foo.new(10) )


$ ./print-et-al.rb
*** Avec puts:
10
...

*** Avec p:
#<Foo: val=10>
...
```

20.3 Manipulation de fichiers

Exemple Ruby .60 Différentes façon de lire et d'afficher sur `stdout` le contenu d'un fichier texte.

```
$ cat cat.rb
#!/usr/bin/env ruby

nom_fichier = ARGV[0]

File.open( nom_fichier, "r" ) do |fich|
  fich.each_line do |ligne|
    puts ligne
  end
end
```

```
$ cat foo.txt
abc def
123 456

xxx
...

$ ./cat.rb foo.txt
abc def
123 456

xxx
...
```

Exemple Ruby .60 Différentes façon de lire et d'afficher sur `stdout` le contenu d'un fichier texte.

```
$ cat cat.rb
#!/usr/bin/env ruby

nom_fichier = ARGV[0]

fich = File.open( nom_fichier, "r" )

fich.each_line do |ligne|
  puts ligne
end

fich.close
```

```
$ cat foo.txt
abc def
123 456

xxx
...

$ ./cat.rb foo.txt
abc def
123 456

xxx
...
```

Exemple Ruby .60 Différentes façon de lire et d'afficher sur `stdout` le contenu d'un fichier texte.

```
$ cat cat.rb
#!/usr/bin/env ruby

nom_fichier = ARGV[0]

IO.readlines( nom_fichier ).each do |ligne|
  puts ligne
end
```

```
$ cat foo.txt
abc def
123 456

xxx
...

$ ./cat.rb foo.txt
abc def
123 456

xxx
...
```

Exemple Ruby .60 Différentes façon de lire et d'afficher sur `stdout` le contenu d'un fichier texte.

```
$ cat cat.rb
#!/usr/bin/env ruby

nom_fichier = ARGV[0]

puts IO.readlines( nom_fichier )
```

```
$ cat foo.txt
abc def
123 456

xxx
...

$ ./cat.rb foo.txt
abc def
123 456

xxx
...
```

Mode	Meaning
"r"	Read-only, starts at beginning of file (default mode).
"r+"	Read-write, starts at beginning of file.
"w"	Write-only, truncates existing file to zero length or creates a new file for writing.
"w+"	Read-write, truncates existing file to zero length or creates a new file for reading and writing.
"a"	Write-only, starts at end of file if file exists, otherwise creates a new file for writing.
"a+"	Read-write, starts at end of file if file exists, otherwise creates a new file for reading and writing.
"b"	Binary file mode (may appear with any of the key letters listed above). Suppresses EOL <-> CRLF conversion on Windows. And sets external encoding to ASCII-8BIT unless explicitly specified.
"t"	Text file mode (may appear with any of the key letters listed above except "b").

Figure .6: Modes d'ouverture des fichiers (source : `http://ruby-doc.org/core-2.0.0/IO.html`).

Exemple Ruby .61 Différentes façon de lire et d'afficher sur `stdout` le contenu d'un fichier texte, dont une façon qui permet de recevoir les données **par l'intermédiaire du flux standard d'entrée**.

```
$ cat cat.rb
#!/usr/bin/env ruby

nom_fichier = ARGV[0]

puts (nom_fichier ? IO : STDIN).readlines nom_fichier
```

```
$ cat foo.txt
abc def
123 456

xxx
...

$ ./cat.rb foo.txt
abc def
123 456

xxx
...

$ cat foo.txt | ./cat.rb
abc def
123 456

xxx
...
```

20.4 Exécution de commandes

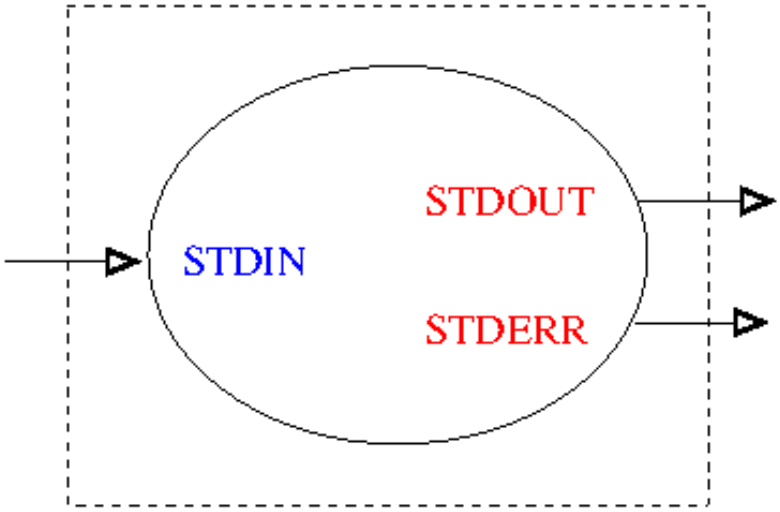
Exemple Ruby .62 Exécution de commandes externes avec *backticks* ou `%x{...}`

```
>> # Execution avec backticks.
>> ext = 'rb'
=> "rb"

>> puts `ls [e]*.#{ext}`
ensemble.rb
ensemble_spec.rb
entrelacement.rb
=> nil

>> "#{$?}"
=> "pid 29829 exit 0"
```

```
>> # Execution avec %x{...}.
>> puts %x{ ls [e]*.#{ext} }
ensemble.rb
ensemble_spec.rb
entrelacement.rb
=> nil

>> $?
=> #<Process::Status: pid 30019 exit 0>
```

```
>> # Emission sur stderr vs. stdout
>> %x{ ls www_xx_z }
ls: impossible d'accéder à www_xx_z:
                Aucun fichier ou dossier de ce type
=> ""

>> "#$?"
=> "pid 29831 exit 2"
```

Vue de l'intérieur



Vue de l'extérieur

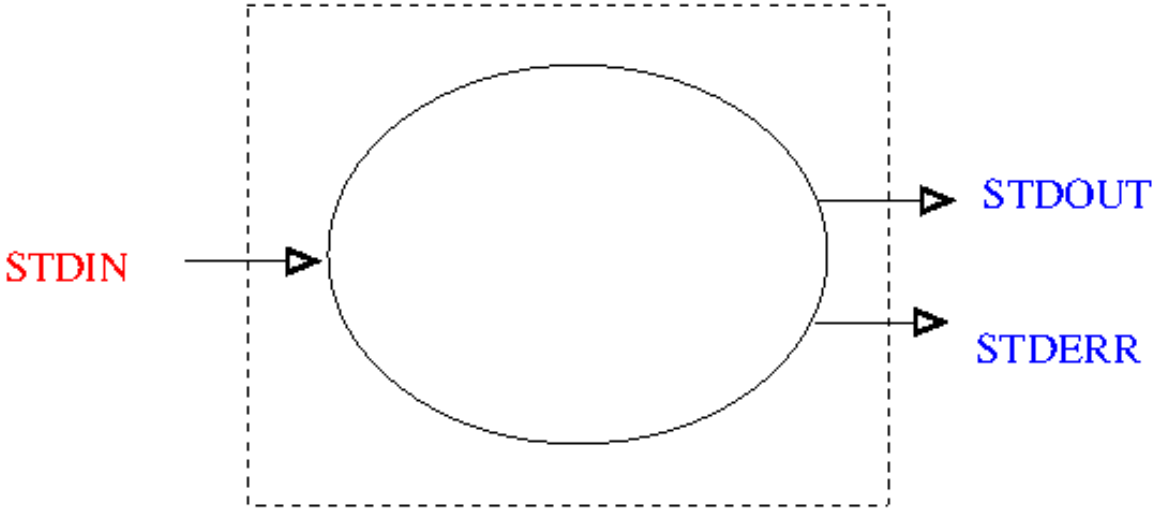


Figure .7: Deux points de vue sur les flux associés à un processus.

Exemple Ruby .63 Exécution de commandes externes avec `Open3.popen3`.

```
$ cat commandes2.rb
require 'open3'
Open3.popen3( "wc -lw" ) do |stdin, stdout, stderr|
  stdin.puts ["abc def", "", "1 2 3"]
  stdin.close

  puts "--stdout--"
  puts stdout.readlines
  puts "--stderr--"
  puts stderr.readlines
  puts
end

$ ./commandes2.rb
--stdout--
       3       5
--stderr--
```

Exemple Ruby .64 Exécution de commandes externes avec `Open3.popen3`.

```
$ cat commandes3.rb
require 'open3'
Open3.popen3( "wc -lw xsfdf.txt" ) do |_, out, err|
  puts "--out--"
  puts out.readlines
  puts "--err--"
  puts err.readlines
  puts
end



$ ./commandes3.rb
--out--
--err--
wc: xsfdf.txt: Aucun fichier ou dossier de ce type
```

21 Traitement des exceptions

21.1 Classe `Exception` et sous-classes standards

```
NoMemoryError
ScriptError
    LoadError
    NotImplementedError
    SyntaxError
SignalException
    Interrupt
StandardError -- default for rescue
    ArgumentError
    IndexError
        StopIteration
    IOError
        EOFError
    LocalJumpError
    NameError
        NoMethodError
    RangeError
        FloatDomainError
    RegexpError
    RuntimeError -- default for raise
    SecurityError
    SystemCallError
        Errno::*
    SystemStackError
    ThreadError
    TypeError
    ZeroDivisionError
SystemExit
fatal -- impossible to rescue
```

Figure .8: Hiérarchie des classes/sous-classes standards pour les exceptions (source : `http://ruby-doc.org/core-2.1.1/Exception.html`).

21.2 Attraper et traiter une exception

Exemple Ruby .65 Une méthode `div` qui attrape et traite diverses exceptions.

```
>> def div( x, y )
     begin
       z = x / y
     rescue ZeroDivisionError => e
       puts "*** Division par 0 (#{e})"
       p e.backtrace
       nil
     rescue Exception => e
       puts "*** Erreur = '#{e.inspect}'"
     end
   end
=> :div


>> div 3, 0
*** Division par 0 (divided by 0)
["(irb):4:in '/'",
 "(irb):4:in 'div'", "(irb):14:in 'irb_binding'",
 "/home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/lib/ruby/2.1.0/irb/workspace.rb
 ...,
 "/home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/bin/irb:11:in '<main>'"]
=> nil

>> div 3, nil
*** Erreur = '#<TypeError: nil can't be coerced into Integer>'
=> nil

>> div nil, 3
*** Erreur = '#<NoMethodError: undefined method '/' for nil:NilClass>'
=> nil
```

Exemple Ruby .66 Une méthode `traiter_fichier` qui attrape et traite des exceptions et qui s'assure de restaurer le système dans un bon état, qu'une exception soit signalée ou non — dans ce cas-ci, en s'assurant de fermer le descripteur du fichier ayant été ouvert.

```
>> def traiter_fichier( fich )
     f = File.open( fich )
     begin
       traiter_contenu_fichier( f.readlines )
       puts "+++ Traitement termine"
     rescue Exception => e
       puts "*** Erreur = '#{e.inspect}'"
     ensure
       f.close
     end

     f.inspect  # Pour voir l'etat final de f.
   end
=> :traiter_fichier


>> traiter_fichier( "foo.txt" )
+++ Traitement termine
=> "#<File:foo.txt (closed)>"

>> traiter_fichier( "bar.txt" )
*** Erreur = '#<RuntimeError: Erreur dans traiter_contenu_fi
=> "#<File:bar.txt (closed)>"
```

Exemple Ruby .67 La méthode `File.open`, lorsqu'appelée avec un bloc, assure que le fichier sera fermé, qu'une exception survienne ou pas.

```
>> def traiter_fichier( fich )
     le_f = nil
     File.open( fich ) do |f|
       le_f = f
       begin
         traiter_contenu_fichier( f.readlines )
         puts "+++ Traitement termine"
       rescue Exception => e
         puts "*** Erreur = '#{e.inspect}'"
       end
     end
     le_f.inspect
   end
=> :traiter_fichier


>> traiter_fichier( "bar.txt" )
*** Erreur = '#<RuntimeError: Erreur dans traiter_contenu_fi
=> "#<File:bar.txt (closed)>"
```

21.3 Signaler une exception

Exemple Ruby .68 Exemples illustrant l'instruction `fail`, appelée avec 0, 1 ou 2 arguments.

```
>> class MonException < RuntimeError
     def initialize( msg = nil )
       super
     end
   end
=> :initialize

>> def executer
     begin
       yield
     rescue Exception => e
       "classe = #{e.class}; message = '#{e.message}'"
     end
   end
=> :executer

>> executer { fail }
=> "classe = RuntimeError; message = ''"

>> executer { fail "Une erreur!" }
=> "classe = RuntimeError; message = 'Une erreur!'"

>> executer { fail MonException }
=> "classe = MonException; message = 'MonException'"

>> executer { fail MonException, "Probleme!!" }
=> "classe = MonException; message = 'Probleme!!'"
```

Exemple Ruby .69 Exemples illustrant l'instruction `raise` utilisée pour **resignaler** une exception.

```
>> def executer
     begin
       yield
     rescue Exception => e
       puts "classe = #{e.class}; message = '#{e.message}'"
       raise
     end
   end
=> :executer

>> executer { fail MonException, "Probleme!!" }
classe = MonException; message = 'Probleme!!'
MonException: Probleme!!
              from (irb):16:in 'block in irb_binding'
              from (irb):9:in 'executer'
              from (irb):16
              from /home/tremblay/.rvm/rubies/ruby-2.1.4/bir
```

22 Autres éléments de Ruby

22.1 L'opérateur préfixe «*»

Exemple Ruby .70 Utilisation de l'opérateur «*» (*splat*) **devant** un objet — `Range`, scalaire ou `Range` — dans une expression.

```
>> # L'operateur "splat" (*) devant un tableau "enleve" un n
   # tableau, i.e., integre directement les elements du tabl
   # que le tableau lui-meme.

>> a = [98, 99]
=> [98, 99]

>> [1, [10, 20], a, 1000]
=> [1, [10, 20], [98, 99], 1000]

>> [1, *[10, 20], *a, 1000]
=> [1, 10, 20, 98, 99, 1000]
```

```
>> # L'operateur splat (*) devant un scalaire ou un Range ge
   # tableau avec l'element ou les elements indiques... mais
   # n'importe ou.

>> a = *10
=> [10]

>> a = *(1..10)
=> [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]

>> (1..10).to_a
=> [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]



# Mais...

>> *(1..10)
SyntaxError: (irb):41: syntax error, unexpected '\n',
                       expecting :: or '[' or '.'
        ...

>> *10
SyntaxError: (irb):33: syntax error, unexpected '\n',
                       expecting:: or '[' or '.'
  ...
```

Exemple Ruby .71 Utilisation de l'opérateur «*» du coté gauche d'une affectation parallèle (multiple).

```
>> # Dans la partie gauche d'une affectation parallele, un '
   # <<deconstruire>> un tableau. Dans ce cas, la variable
   # prefixee avec * doit etre unique et va denoter un sous-
   # d'elements.

>> a, b, c = [10, 20, 30, 40]
=> [10, 20, 30, 40]

>> puts "a = #{a}; b = #{b}; c = #{c}"
a = 10; b = 20; c = 30
=> nil


>> a, *b, c = [10, 20, 30, 40]
=> [10, 20, 30, 40]

>> puts "a = #{a}; b = #{b}; c = #{c}"
a = 10; b = [20, 30]; c = 40
=> nil
```

```
>> premier, *derniers = [10, 20, 30]
=> [10, 20, 30]

>> puts "premier = #{premier}; derniers = #{derniers}"
premier = 10; derniers = [20, 30]
=> nil


>> *premiers, dernier = [10, 20, 30]
=> [10, 20, 30]

>> puts "premiers = #{premiers}; dernier = #{dernier}"
premiers = [10, 20]; dernier = 30
=> nil
```

Exemple Ruby .72 Utilisation de «*» dans la spécification de paramètres de méthodes : l'effet est semblable à des affectations parallèles.

```
>> # L'utilisation de * s'applique aussi aux parametres
   # formels d'une methode, ainsi qu'aux arguments effectifs
   # (expressions passees en argument).
>> def foo( x, *args )
     puts "x = #{x}"
     args.each_index { |k| puts "args[#{k}] = #{args[k]}" }
   end
=> :foo

>> foo( 10 )
x = 10
=> []

>> foo( 10, 20 )
x = 10
args[0] = 20
=> [20]

>> foo( 10, 20, 30 )
x = 10
args[0] = 20
args[1] = 30
=> [20, 30]

>> foo( [10, 20, 30] )
x = [10, 20, 30]
=> []

>> foo( *[10, 20, 30] )
x = 10
args[0] = 20
args[1] = 30
=> [20, 30]
```

22.2 L'opérateur préfixe «&» pour la manipulation de blocs

Exemple Ruby .73 Utilisation de l'opérateur «&» pour rendre explicite un bloc comme paramètre d'une méthode.

```
>> # L'operateur prefixe & utilise devant le dernier paramet
   # rend explicite le bloc transmis a l'appel de la methode
   # Ce parametre est alors un objet Proc pouvant
   # etre execute avec call.

>> def call_yield( x, &bloc )
     return x unless block_given?

     [ bloc.class, bloc.call(x), yield(x) ]
   end
=> :call_yield

>> call_yield( 99 )
=> 99

>> call_yield( 99 ) { |x| x + 10 }
=> [Proc, 109, 109]
```

Exemple Ruby .74 Utilisation de l'opérateur «`&`» pour transformer un objet `lambda` ou `Symbole` en bloc.

```
>> # L'operateur prefixe & devant une lambda expression
   # transforme l'objet Proc en un bloc.
   # Ce bloc peut alors transmis explicitement comme
   # dernier argument (argument additionnel en plus
   # des arguments non blocs explicites).

>> double = lambda { |x| 2 * x }
=> #<Proc:0x000000028b0950@(irb):24 (lambda)>


>> call_yield( 2 ) { |x| 2 * x }
=> [Proc, 4, 4]

>> call_yield( 2 ) double
SyntaxError: (irb):26: syntax error, unexpected tIDENTIFIER,
        ...

>> call_yield( 2 ) &double
TypeError: Proc can't be coerced into Integer
        ...


>> call_yield( 2, &double )
=> [Proc, 4, 4]
```

```
>> # Cette transformation s'applique meme lorsque le bloc
   # est implicite.
   # Et elle s'applique aussi aux symboles,
   # via un appel implicite a to_proc.

>> def yield_un_arg( x )
     yield( x )
   end
=> :yield_un_arg

>> yield_un_arg( 24, &double )
=> 48

>> yield_un_arg( 24, &:even? )
=> true

>> # :s.to_proc == Proc.new { |o| o.s } (...ou presque)
>> yield_un_arg( 24, &:even?.to_proc )
=> true


>> yield_un_arg( 24, &:- )
ArgumentError: wrong number of arguments (0 for 1)
     ...

>> yield_un_arg( 24, &:-@ ) # Voir section suivante.
=> -24
```

22.3 Les opérateurs (préfixes) unaires

Exemple Ruby .75 Opérateurs (préfixes) unaires définis par le programmeur.

```
>> class Foo
     def +( autre )
       puts "self = #{self}; autre = #{autre}"
     end

     def +@
       puts "self = #{self}"
     end
   end
=> :+@

>> foo = Foo.new
=> #<Foo:0x000000019910c8>

>> foo + 10
self = #<Foo:0x000000019910c8>; autre = 10
=> nil

>> + foo
self = #<Foo:0x000000019910c8>
=> nil
```

22.4 Un mini `irb` en une seule ligne

```
$ ruby -n -e 'p eval($_)'
10 + 30
40
:a.class
Symbol
puts "10"
10
nil
^D
```

22.5 La méthode `tap`

```
tap {|x| ...} -> obj

Yields self to the block, and the return self. The primary
of this method is to "tap into" a method chain, in order t
operations on intermediate results within the chain.
```

Voici comment peut être définie la méthode `tap` :

```
class Object
   def tap
     yield self

     self
   end
end
```

Voici un exemple d'utilisation :

```
$ cat tap.rb

p (1..10)
  .tap { |x| puts "Original: #{x}" }
  .to_a
  .tap { |x| puts "Array: #{x}" }
  .select { |x| x.even? }
  .tap { |x| puts "Paires: #{x}" }
  .map { |x| x * x }
  .tap { |x| puts "Carres: #{x}" }

$ ruby tap.rb
Original: 1..10
Array: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
Paires: [2, 4, 6, 8, 10]
Carres: [4, 16, 36, 64, 100]
[4, 16, 36, 64, 100]
```

.A Installation de Ruby sur votre machine

1. Obtenir la clé pour `rvm` et obtenir `rvm` :

```
$ gpg --keyserver hkp://keys.gnupg.net\
      --recv-keys 409B6B1796C275462A1703113804BB82D39DC
                  7D2BAF1CF37B13E2069D6956105BD0E739499
$ curl -sSL https://get.rvm.io | bash -s stable
```

2. Activer les fonctions associées à `rvm` :

```
$ source ~/.rvm/scripts/rvm
```

3. Pour la programmation séquentielle (cours INF600A), je vous suggère d'installer `ruby` — `rvm list` permet de vérifier qu'il est bien installé :

```
$ rvm install ruby
$ rvm list
```

4. Installer le `gem bundler` :

```
$ gem install bundler
```

.B Le cadre de tests unitaires `MiniTest`

.B.1 Tests unitaires et cadres de tests

Niveaux de tests

Différents niveaux de tests :

- Tests unitaires
- Tests d'intégration
- Tests de système
- Tests d'acceptation

Dans ce qui suit : *tests unitaires*.

Pratique professionnelle et tests

«**code source = programme + tests**»

Approches agiles et «développement dirigé par les tests» :

- Les tests doivent être écrits **avant** le code!
- *Never write a line of functional code without a broken test case. (K. Beck)*

Cadres de tests

Il faut que les tests puissent être exécutés **fréquemment** et de façon **automatique**

Outils qui permettent d'automatiser l'exécution des tests unitaires = **cadres de tests**

Caractéristique= on utilise des **assertions** :

```
assertEquals( expectedResult, value )
assertEquals( expectedResult, value, precision )
assertTrue( booleanExpression )
assertNotNull( reference )
etc.
```

Donc : aucun résultat n'est produit si le test ne détecte pas d'erreur.

.B.2 Le cadre de tests `MiniTest`

Test dans le style «JUnit» :

```
class TestFoo < MiniTest::Unit::TestCase
  def setup
    @foo = Foo.new
  end

  def test_bar_est_initialement_0
    assert_equal 0, @foo.bar
  end
  ...
end
```

Test dans le style «RSpec» :

```
describe Foo do
  describe "#bar" do
    before do
      @foo = Foo.new
    end

    it "retourne une taille nulle lorsque
      @foo.bar.must_equal 0
    end
   ...
  end
  ...
end
```

.B.3 Des spécifications `MiniTest` pour la classe `Ensemble`

Exemple Ruby .76 Une suite de tests pour la classe `Ensemble` (partie 1)

```
require 'minitest/autorun'
require 'minitest/spec'

require_relative 'ensemble'

describe Ensemble do
  before do
    @ens = Ensemble.new
  end

  describe '#contient?' do
    it "retourne faux quand un element n'est pas present" do
      refute @ens.contient? 10
    end

    it "retourne vrai apres qu'un element ait ete ajoute" do
      refute @ens.contient? 10
      @ens << 10
      assert @ens.contient? 10
    end
  end

  # ...
```

Exemple Ruby .77 Une suite de tests pour la classe `Ensemble` (partie 2)

```ruby
# ...

describe '#<<' do
  it "ajoute un element lorsque pas deja present" do
    @ens << 10
    assert @ens.contient? 10
  end

  it "laisse l'element ajoute lorsque deja present" do
    @ens << 10
    assert @ens.contient? 10

    @ens << 10
    assert @ens.contient? 10
  end

  it "retourne self ce qui permet de chainer des operation
    res = @ens << 10
    res.must_be_same_as @ens
  end
end

# ...
```

Exemple Ruby .78 Une suite de tests pour la classe `Ensemble` (partie 3)

```
  # ...

  describe '#cardinalite' do
    it "retourne 0 lorsque vide" do
      @ens.cardinalite.must_equal 0
    end

    it "retourne 1 lorsqu'un seul et meme element est ajoute
      @ens << 1
      @ens.cardinalite.must_equal 1

      @ens << 1 << 1 << 1
      @ens.cardinalite.must_equal 1
    end

    it "retourne le nombre d'elements distincts peu importe
      @ens << 1 << 1 << 1 << 2 << 2 << 1 << 2
      @ens.cardinalite.must_equal 2
    end
  end
end
```

```
res.must_be_same_as @ens =
   assert res.equal? @ens




@ens.cardinalite.must_equal 0 =
   assert @ens.cardinalite == 0
   assert_equal 0, @ens.cardinalite
```

Exemple Ruby .79 Des exemples d'exécution de la suite de tests pour la classe `Ensemble`.

```
======================
Execution ordinaire
======================

$ ruby ensemble_spec.rb
Run options: --seed 43434

# Running:

........

Finished in 0.001556s, 5140.4367 runs/s, 7068.1005 assertions/s.

8 runs, 11 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips

------------------------------------------------------------

======================
Execution 'verbeuse'
======================

$ ruby ensemble_spec.rb -v
Run options: -v --seed 18033

# Running:

Ensemble::#<<#test_0003_retourne self ce qui permet de chainer des operations = 0.00
Ensemble::#<<#test_0001_ajoute un element lorsque pas deja present = 0.00 s = .
Ensemble::#<<#test_0002_laisse l'element ajoute lorsque deja present = 0.00 s = .
Ensemble::#contient?#test_0001_retourne faux quand un element n'est pas present = 0.0
Ensemble::#contient?#test_0002_retourne vrai apres qu'un element ait ete ajoute = 0.0
Ensemble::#cardinalite#test_0001_retourne 0 lorsque vide = 0.00 s = .
Ensemble::#cardinalite#test_0002_retourne 1 lorsqu'un seul et meme element est ajoute
          1 ou plusieurs fois = 0.00 s = .
Ensemble::#cardinalite#test_0003_retourne le nombre d'elements distincts peu importe\
          le nombre de fois ajoutes = 0.00 s = .

Finished in 0.001686s, 4745.7382 runs/s, 6525.3900 assertions/s.

8 runs, 11 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

Exemple Ruby .80 Un exemple d'exécution de la suite de tests pour la classe `Ensemble` avec des échecs — la méthode `cardinalite` retourne toujours `0`.

```
======================
Execution avec echecs
======================
$ ruby ensemble_spec.rb
Run options: --seed 7910

# Running:

...FF...

Finished in 0.001950s, 4101.7438 runs/s, 5127.1797 assertions/s.

  1) Failure:
Ensemble::#cardinalite#test_0002_retourne 1 lorsqu'un seul et meme element est ajoute
          1 ou plusieurs fois [ensemble_spec.rb:54]:
Expected: 1
  Actual: 0


  2) Failure:
Ensemble::#cardinalite#test_0003_retourne le nombre d'elements distincts peu importe\
          le nombre de fois ajoutes [ensemble_spec.rb:62]:
Expected: 2
  Actual: 0

8 runs, 10 assertions, 2 failures, 0 errors, 0 skips
```

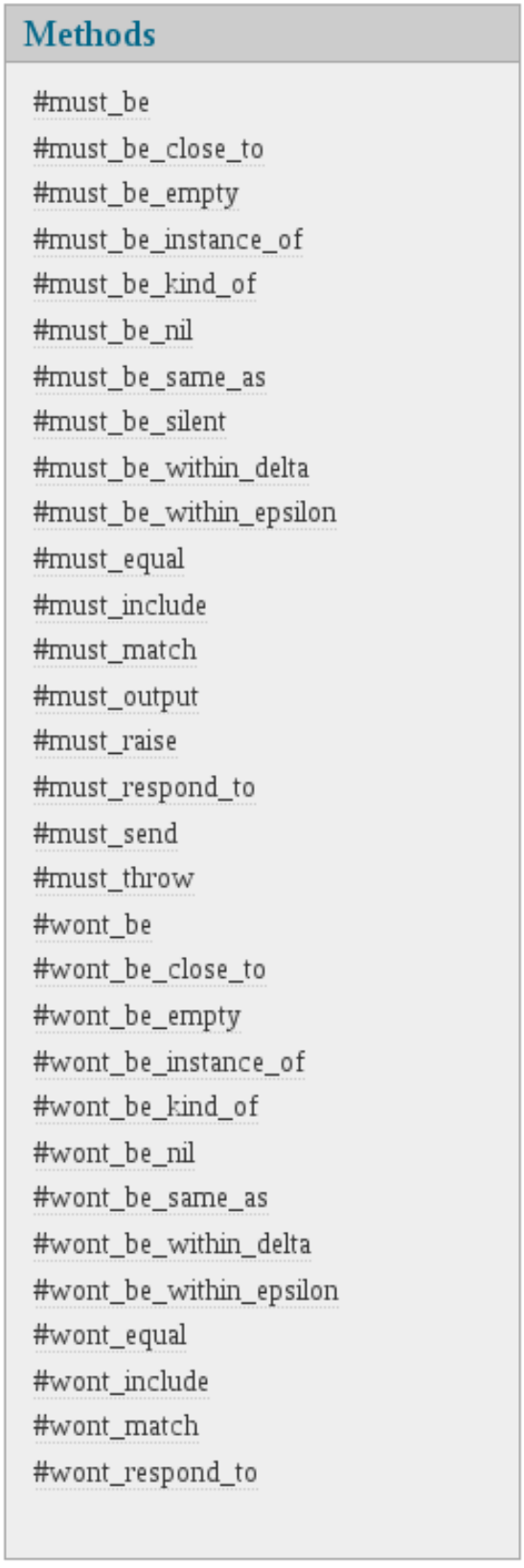


Figure .9: La liste des *expectations* disponibles dans `MiniTest`. Source : `http://ruby-doc.org/stdlib-2.1.0/libdoc/minitest/rdoc/MiniTest/Expectations.html`.

Exemple Ruby .81 Quelques autres méthodes de `MiniTest` — dans le style avec *expectations*.

```ruby
gem 'minitest'
require 'minitest/autorun'
require 'minitest/spec'

describe Array do
  let (:vide) { Array.new }

  before do
    @singleton_10 = Array.new << 10
  end

  describe ".new" do
    it "cree un tableau vide lorsque sans argument" do
      vide.must_be :empty?
    end
  end

  describe "#push" do
    it "ajoute un element, lequel devient inclu" do
      @singleton_10.must_include 10
    end
  end
```

```ruby
  describe "#size" do
    it "retourne 0 lorsque vide" do
      vide.size.must_equal 0
    end

    it "retourne 0 lorsque vide (bis)" do
      vide.size.must_be :==, 0
    end

    it "retourne > 0 lorsque non vide" do
      @singleton_10.size.must_be :>, 0
    end
  end
```

```
  describe "#to_s" do
    it "retourne '[]' lorsque vide" do
      vide.to_s
        .must_equal "[]"
    end

    it "retourne les elements separes par des virgules" do
      (vide << 10 << 20 << 30).to_s
          .must_equal "[10, 20, 30]"
    end

    it "retourne les elements separes par des virgules (bis)
      a = vide << 10 << 20 << 30
      virgule = /\s*,\s*/

      a.to_s
        .must_match
          /^\[\s*10#{virgule}20#{virgule}30\s*\]$/
    end
  end
end
```

.C Règles de style Ruby

Pourquoi des **conventions** sur le style de programmation sont importantes :

- *80% of the lifetime cost of a piece of software goes to maintenance.*
- *Hardly any software is maintained for its whole life by the original author.*
- *Code conventions improve the readability of the software,* **allowing engineers to understand new code more quickly and thoroughly**.

http://www.oracle.com/technetwork/java/index-135089.html

Une présentation assez complète des règles spécifiques à Ruby :
`https://github.com/styleguide/ruby`

Principales règles **que vous devriez respecter** :

- Utilisation du *snake_case* vs. *CamelCase* :
  - `NomDeClasse`
  - `NOM_DE_CONSTANTE`
  - `nom_de_methode`
  - `nom_de_parametre_ou_variable`

- **Indentation** avec **des (2) espaces blancs seulement**, **pas de caractères de tabulation**

- Jamais de blancs à la fin d'une ligne.

- Des blancs autour des opérateurs binaires (y compris =), après les virgules, les deux points et les points-virgules, autour des { et avant les }.

- Pas de blanc avant ou après [et], ou après !.

- **Jamais de `then` pour une instruction `if`/`unless` et jamais de parenthèses autour des conditions :**

```ruby
# NON
if ( condition ) then
  ...
end
```

```ruby
# OK
if condition
  ...
end
```

- **Pas de parenthèses si aucun argument :**

```ruby
def une_methode_sans_arg
  ...
end

def une_methode_avec_args( arg1, ..., argk )
  ...
end

# NON
une_methode_sans_arg()

# OK
une_methode_sans_arg
```

- **Opérateur ternaire `?:`** seulement pour une **expression sur une seule ligne**.

- On utilise une **garde `if/unless`** quand il y a une seule instruction simple/courte :

```ruby
# NON
if condition
  une_instr
end
```

```ruby
# OK
une_instr if condition
```

- On utilise `unless` si la condition est négative :

```ruby
# NON
if !expr
  ...
  res
end
```

```ruby
# OK
unless expr
  ...
  res
end
```

```ruby
# NON
unless expr
  ... si faux ...
else
  ... si vrai ...
end
```

```ruby
# OK
if expr
  ... si vrai ...
else
  ... si faux ...
end
```

- **Pour les blocs**, on utilise {...} lorsque le corps peut s'écrire sur une seule ligne.

  Autrement, on utilise `do ... end`.

```ruby
# NON
col.map do |x| ... end

col.map { |x|
  ...
}
```

```ruby
# OK
col.map { |x| ... }

col.map do |x|
  ...
end
```

- **On utilise `return`** seulement pour retourner au milieu d'une méthode :

```
# NON
if expr
  ...
  return res
else
  ...
  return autre_res
end
```

```
# OK
if expr
  ...
  res
else
  ...
  autre_res
end
```

```
# NON
def m_rec( ... )
  if expr
    return res_base
  else
    ...
    return res_rec
  end
end
```

```
# OK
def m_rec( ... )
  return res_base if expr

  ...
  res_rec
end
```

- Dans une classe `C`, on utilise `def self.m` pour définir une méthode de classe `m`.

- Pour les objets de classe `Hash`, on utilise des `Symbol`s comme clés :

```
hash = {
  :cle1 => defn1,
  :cle2 => defn2,
  ...
  :clek => defnk
}
```

Quelques remarques additionnelles concernant les exemples :

- Des espaces sont mis autour des parenthèses des définitions de méthodes :

```
# Style suggere dans le guide.
def methode(a, b, c)
  ...
end

# Style dans le materiel de cours
def methode( a, b, c )
  ...
end
```

Quelques règles additionnelles

Les règles qui suivent sont basées sur des erreurs typiques rencontrées dans les devoirs.

- **Les méthodes `map`, `select`, `reject` doivent être utilisées pour produire une nouvelle collection**, et non pour des effets de bord.

```
# NON
res = []
a.map { |x| res << foo(x) }

# OK
a.map { |x| foo(x) }
```

- On utilise une instruction avec garde seulement si l'instruction s'écrit sur une seule ligne :

```
instr if condition   # OK si instr cour
```

  Si l'instruction est trop longue, alors on utilise une **instruction** `if` :

```
if condition
  instruction
end
```

- Il faut éviter les effets de bord dans les gardes :

```
puts x if x = ARGV.shift    # NON !
```

  Dans certains cas simples, on peut accepter une affectation en début d'une instruction :

```
if x = ARGV.shift
  puts x
end
```

- On utilise une instruction avec garde **seulement si le cas complémentaire n'a pas besoin d'être traité** :

```
instr1 if condition
instr2 unless condition   # NON !
```

  Autrement, on utilise plutôt une instruction `if` :

```
if condition
  instr1
else
  instr2
end
```

- Il est correct d'**enchainer** plusieurs appels de méthodes. :

```
# OK seulement si *très* court
res = a.select { |x| ... }.map { |x| ... }.sort.join

# Preferable lorsque plusieurs appels:  plus facile
a lire, a modifier,
#   pour ajouter un autre appel, etc.
# OK
res = a.select { |x| ... }
        .map { |x| ... }
        .sort
        .join
```

- Dans le bloc transmis à `reduce`, **la mise à jour de l'accumulateur se fait implicitement** :

```
# NON
(1..n).reduce(1.0) { |res, x| x == 0 ? res : res /= x }

# OK
(1..n).reduce(1.0) { |res, x| x == 0 ? res : res / x }
```

Note : La $1^{ère}$ expression fonctionne parce que :

```
res /= x # est la meme chose que
res = res / x

# et parce que
(res = v) == v
```

.D Méthodes attr_reader et attr_writer

Exemple Ruby .82 Une définition des méthodes `attr_reader` et `attr_writer`.

```
class Class
  def attr_reader( attr )
    self.class_eval "
      def #{attr}
        @#{attr}
      end
    "
  end

  def attr_writer( attr )
    self.class_eval "
      def #{attr}=( v )
        @#{attr} = v
      end
    "
  end
end

class Foo
  attr_reader :bar
  attr_writer :bar

  def initialize
    self.bar = 0
  end
end

foo = Foo.new
foo.bar += 3
```

Exemple Ruby .83 Une autre définition des méthodes `attr_reader` et `attr_writer`.

```ruby
class Class
  def attr_reader_( attr )
    self.class_eval do
      define_method attr do
        instance_variable_get "@#{attr}"
      end
    end
  end

  def attr_writer_( attr )
    self.class_eval do
      define_method "#{attr}=" do |v|
        instance_variable_set( "@#{attr}", v )
      end
    end
  end
end

class Foo
  attr_reader :bar
  attr_writer :bar

  def initialize
    self.bar = 0
  end
end
```

.E Interprétation vs. compilation

Soit l'affirmation suivante : «Ruby est un langage interprété».

Cette affirmation est-elle vraie ou fausse?

Exercice .13: Ruby, un langage interprété?

Pourquoi les performances d'un programme Ruby sont-elles généralement moins bonnes (programme plus lent ☹) que celles d'un programme Java?

Exercice .14: Performances de Ruby.