LIF3

Plan Licence

Présentation de l'UE

Modalité de Contrôle des Connaissances

Objectifs pédagogiques

Plan Licence

- Toutes les UEs du L1 et L2 en Contrôle Continu Intégral
  - plusieurs notes pour vous évaluer
  - plus de notion d'examen et de seconde session d'examen
- Contrôle terminal le **mardi 10 mai 2016** de 9h45 à 11h15
- Séances de soutien
  - sur avis des intervenants de TD
  - 2 ou 3 séances sur le semestre
- Harmonisation des notes en fin de semestre entre les groupes

Présentation de l'UE

- Responsables de l'UE
  - Florence Zara – bâtiment Nautibus
  - Nathalie Guin – bâtiment Nautibus
  - Marie Lefevre – bâtiment Nautibus

- Site Web de l'UE
  - https://liris.cnrs.fr/~fzara/LIF3
  - Planning (salles, horaires)
  - Répartition des groupes de TDs et TPs
  - Supports des CMs, TDs et TPs
  - Corrigés des TPs
  - etc.

Planning de l'UE

- Planning détaillé sur la page Web de LIF3
  - Début des TDs : semaine du 25 janvier 2016
  - Début des TPs : semaine du 1 février 2016

- Attention :
  - **Jeudi 21/01 :** cours de 14h à 15h30 et cours de 15h45 à 17h15
  - **Mardi 26/01** : TD de 9h45 à 11h15 et TD de 11h30 à 13h

- Les créneaux de soutien mis sur le planning sont destinés aux étudiants convoqués

Modalité de Contrôle des Connaissances

- Cette UE est en Contrôle Continu Intégral
  - **il n'y aura donc pas d'examen écrit pendant la « session d'examens », ni de seconde session**
- Le contrôle continu est constitué de plusieurs épreuves :
  - **interrogations écrites en début de TD** (coefficient 0,20)
  - TP noté en conditions d'examen (TP7, coefficient 0,25) : **mardi 5 avril 2016**
  - TP projet (TP 8 et 9, coefficient 0,15) :
    évaluation le **mardi 3 mai 2016 en salle de TP**
  - épreuve écrite en amphi (coefficient 0,4) :
    mardi 10 mai 2016 de 9h45 à 11h15

Objectifs pédagogiques de l'UE (1)

- **Cours 1 : Algorithmes, début en Scheme**
  - Algorithmes itératif *vs.* récursif
  - Syntaxe du langage de programmation Scheme
- **Cours 2 : Complexité, listes**
  - Complexité en temps et complexité en espace
  - Utilisation des listes en Scheme
- **Cours 3 : Let**
  - Mémorisation
- **Cours 4 : Tris**
  - Tris par insertion et par fusion

Objectifs pédagogiques de l'UE (2)

- **Cours 5 : Récursivité profonde**
  - Plusieurs niveaux de récursivité
- **Cours 6 : Arbres**
  - Utilisation des arbres en Scheme
- **Cours 7 : Programmation d'ordre supérieur**
  - Fonctions en arguments, fonctions en résultats
  - Abstraction
- **Cours 8 : Logique**
  - Logique des propositions
  - Algèbre de Boole

Algorithmique et programmation fonctionnelle et récursive

Algorithme itératif / récursif

Programmation impérative / fonctionnelle

Qu'est-ce qu'un algorithme ?

On souhaite résoudre le problème :

Trouver le minimum d'une liste de nombres :
par exemple trouver le minimum de (3 6,5 12 -2 0 7)

➡ Expliquer à une machine comment trouver le minimum **de n'importe quelle** liste de nombres

- Langage commun entre la machine et nous : Scheme

Définition d'un algorithme

- Un algorithme est une méthode
  - Suffisamment **générale** pour pouvoir traiter toute une classe de problèmes
  - Combinant des **opérations** suffisamment **simples** pour être effectuées par une machine

Rappel : la machine n'est pas intelligente

- L'exécution d'un algorithme ne doit normalement pas impliquer des décisions subjectives, ni faire appel à l'utilisation de l'intuition ou de la créativité
- Exemple : une recette de cuisine n'est pas un algorithme si elle contient des notions vagues comme « ajouter de la farine »
- La machine fait ce qu'on lui demande de faire

Mon premier algorithme

- Déterminer le minimum d'une liste de nombres
  - par exemple trouver le minimum de la liste

(3 6,5 12 -2 0 7)

Méthode itérative

- Je parcours la liste de gauche à droite, en retenant à chaque pas le minimum « pour l'instant »

(3 6,5 12 -2 0 7)

  - Entre 3 et 6,5, c'est 3
  - Entre 3 et 12, c'est 3
  - Entre 3 et -2, c'est -2
  - Entre -2 et 0, c'est -2
  - etc.

De quoi ai-je besoin pour écrire l'algorithme ? (1)

- La séquence

  Début

  Instruction(s)

  Fin

- L'affectation

  Variable ← Expression

  Exemple :

  - A ← 2
  - B ← A+2*racine(15)

De quoi ai-je besoin pour écrire l'algorithme ? (2)

- La conditionnelle (1)

  Si Condition Alors

  Instruction(s)

  FinSi

- Exemple :

  Si (A > 27) Alors

  B ← A*3

  FinSi

De quoi ai-je besoin pour écrire l'algorithme ? (3)

- La conditionnelle (2)

  Si Condition Alors

  Instruction(s)

  Sinon

  Instruction(s)

  FinSi

- Exemple :

  Si ((A<10) et
  (B > racine(A*5))) Alors

  B ← A*3

  A ← A+B

  Sinon

  A ← A+2

  B ← A*B

  FinSi

De quoi ai-je besoin pour écrire l'algorithme ? (4)

La **condition** est :

- soit une condition élémentaire
- soit une condition complexe, c'est à dire une conjonction, disjonction, ou négation de conditions élémentaires et/ou complexes

De quoi ai-je besoin pour écrire l'algorithme de manière itérative ? (5)

- L'itérative, ou boucle

  TantQue Condition Faire

    Instruction(s)

  FinTantQue

- Exemple :

  TantQue i<10 Faire

    a ← a*i

    i ← i+1

  FinTantQue

Opérateurs booléens

- Pour écrire une conjonction, disjonction, ou négation de conditions, on a besoin des opérateurs booléens ET, OU, NON
- Une variable booléenne est une variable dont les valeurs peuvent être vrai ou faux
- Un opérateur booléen est un opérateur dont les arguments sont des variables booléennes et dont le résultat est booléen

L'opérateur ET

X	Y	X ET Y
Vrai	Vrai	Vrai
Vrai	Faux	Faux
Faux	Vrai	Faux
Faux	Faux	Faux

L'opérateur OU

X	Y	X OU Y
Vrai	Vrai	Vrai
Vrai	Faux	Vrai
Faux	Vrai	Vrai
Faux	Faux	Faux

L'opérateur NON

X	NON X
Vrai	Faux
Faux	Vrai

Algorithme itératif

Soient - L la liste

- premier, longueur, ième et écrire des primitives (*i.e.* algorithmes déjà définis)

Définition de minimum(L)

```
Début
        min ← premier(L)
        i ← 2
        TantQue i <= longueur(L) Faire
            Si ième(L,i) < min Alors
                min ← ième(L,i)
            FinSi
            i ← i+1
        FinTantQue
        Écrire(« Le minimum est »)
        Écrire(min)
Fin
```

Méthode récursive (1)

- Pour trouver le minimum de la liste (3 6,5 12 -2 0 7)
- On suppose le problème résolu pour la liste privée de son premier élément *i.e.* (6,5 12 -2 0 7)
- Soit min le minimum de cette sous-liste, ici -2
- Le minimum de la liste complète s'obtient par comparaison entre le premier élément de la liste (ici 3) et min (ici -2)

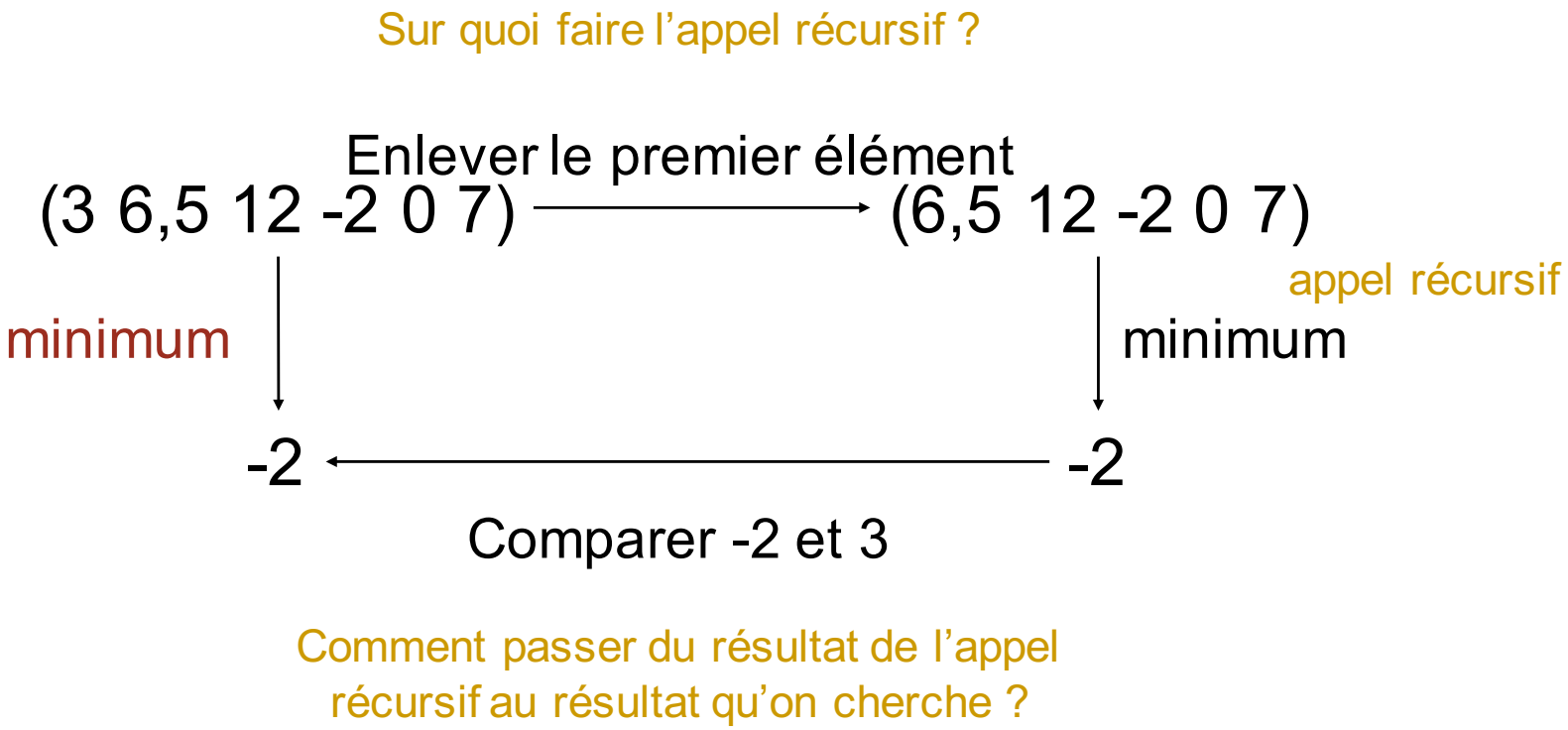
Méthode récursive (2)

- Comment résout-on le problème pour la sous-liste ?
  En faisant le même raisonnement.

  C'est la **récursivité**.

- Quand s'arrête-t-on ?
  Quand on ne peut plus parler de sous-liste, *i.e.* quand la liste a un seul élément. C'est alors le minimum.

Illustration de la méthode



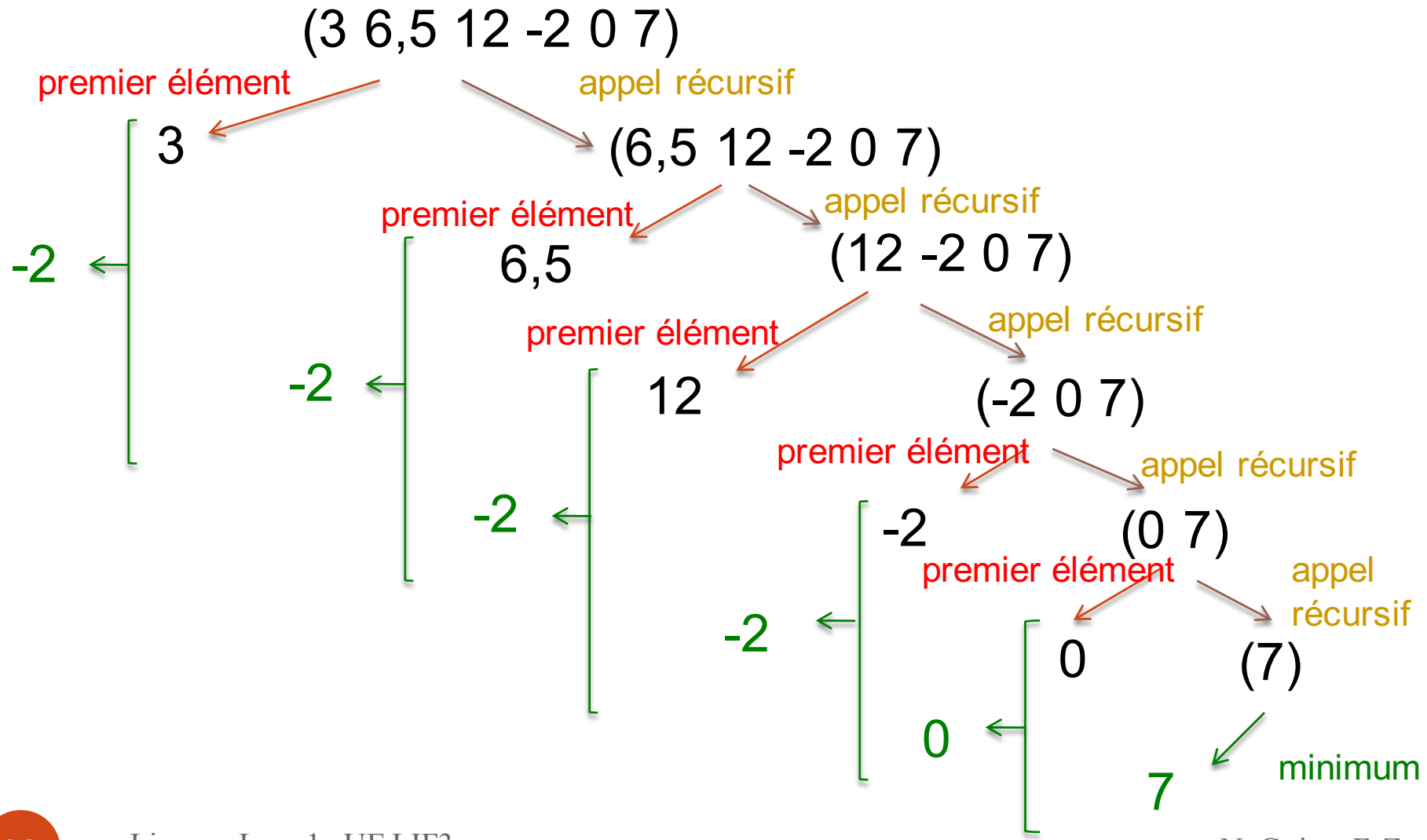
Algorithme récursif

Soient vide?, reste et premier des fonctions primitives

Définition de la fonction minimum (L)

```
Si vide?(reste(L)) Alors
        retourne premier(L)
Sinon
        Si premier(L) < minimum(reste(L)) Alors
                retourne premier(L)
        Sinon
                retourne minimum(reste(L))
        FinSi
FinSi
```

Illustration de l'algorithme



Remarques

- Minimum est ici une fonction, le mot retourne permet de dire quel est son résultat
- Minimum est l'appel récursif
- En programmation fonctionnelle, on n'a plus besoin de la séquence
- En programmation récursive, on n'a plus besoin de la boucle

Pour écrire un algorithme récursif

- Il faut choisir
  - Sur quoi on fait l'appel récursif
  - Comment on passe du résultat de l'appel récursif au résultat que l'on cherche
  - Le cas d'arrêt

Structure type d'une fonction récursive

Si	je suis dans le cas d'arrêt
Alors	voila le résultat
Sinon	le résultat est le résultat de l'application d'une fonction sur le résultat de l'appel récursif

Les bugs

- Mon algorithme est faux car son résultat n'est pas défini si la liste est vide ou si elle contient autre chose que des nombres

- Pour éviter les bugs il faut :
  - Définir le problème aussi bien que possible
    C'est la spécification
  - Tenter de prouver que son programme répond à la spécification
  - Passer des jeux d'essai, aussi divers et tordus que possible

Pour résumer

LIF1 : Programmation	Impérative	Itérative
Langage C	Séquence (faire les choses l'une après l'autre)	Boucle (répéter)
↓	↓	↓
LIF3 : Programmation	Fonctionnelle	Récursive
Langage Scheme	Appliquer une fonction à des arguments pour obtenir un résultat Composer les fonctions pour enchaîner les traitements	La répétition est assurée par l'enchaînement des appels récursifs Le test de la boucle est remplacé par le cas d'arrêt

Débuts en Scheme

Évaluer une expression

Définir une fonction

Notion de fonction

- Une fonction prend des arguments et retourne **un** résultat
- Arguments et résultats peuvent être de n'importe quel type :
  - Nombre
  - Booléen
  - Caractère
  - Chaîne de caractères
  - Liste
  - Fonction

Écriture de l'appel à une fonction (1)

- Syntaxe :
  - Parenthèse ouvrante
  - Nom de la fonction
  - Espace
  - Premier argument
  - Espace
  - Deuxième argument
  - Etc
  - Parenthèse fermante

(NomFct Arg1 Arg2 … Argn)

Écriture de l'appel à une fonction (2)

- Sémantique : il faut donner à la fonction le bon nombre d'arguments, et du bon type

- Exemples :
  - (+ 5 13) retourne 18
  - (- 10 b) retourne la différence si *b* a une valeur numérique, une erreur sinon
  - (+ (* 2 5) (- 3 1)) retourne 12
  - (* 5) n'est pas correct
  - (/ 5 "a") non plus

Évaluation de l'appel à une fonction

- Lorsqu'on lui fournit un appel de fonction, Scheme
  - Évalue chacun des arguments
  - Regarde s'il connaît la fonction, sinon affiche un message d'erreur
  - Applique la fonction aux résultats de l'évaluation des arguments
  - Affiche le résultat

- C'est un processus récursif

Exemples d'erreurs

- (1 + 2) → erreur : 1 n'est pas une fonction
- (toto (1 2 3)) → erreur : 1 n'est pas une fonction

- Dans certains cas particuliers, les arguments ne sont pas évalués avant l'application de la fonction. On parle alors de forme spéciale plutôt que de fonction

Les variables

- Dans le langage Scheme, une variable se nomme symbole
- L'affectation revient à attribuer une valeur à un symbole. On utilise pour cela la forme spéciale define
- Exemples :

  (define a 5)

  (define b 2)

  (+ a b) → 7

La forme spéciale quote

- La forme spéciale quote permet d'empêcher l'évaluation

- Exemples :

  (define a 5)

  a → 5

  (quote a) → a

  (quote (+ 1 2)) → (+ 1 2)

  '(+ 1 2) → (+ 1 2)

La forme spéciale eval

- À l'inverse de quote, eval force l'évaluation
- Exemples :

(eval '(+ 3 2)) → 5

(define toto 5)

(define tata toto)

tata → 5

(define titi 'toto)

titi → toto

(eval titi) → 5

Définition d'une fonction

- Syntaxe :

```
(define fonction
   (lambda liste-des-arguments
      corps-de-la-fonction))
```

- Exemple :

```
(define plus-1
      (lambda (x)
            (+ x 1)))
```

- Test : (plus-1 3) → 4

Spécification d'une fonction

```
; description de ce que fait la fonction
(define fonction ; -> type du résultat
    (lambda liste-des-arguments ; type des arguments
        corps-de-la-fonction))
```

- Exemple :

```
; ajoute 1 à un nombre
(define plus-1 ; -> un nombre
        (lambda (x) ; x un nombre
                (+ x 1)))
```

L'alternative

- L'alternative est définie en Scheme par la forme spéciale if

- Syntaxe :
  (if condition valeur-si-vrai valeur-si-faux)

- Exemples :
  (if (> 3 2) 'yes 'no) → yes

  (if (> 2 3) 'yes 'no) → no

  (if (> 3 2) (- 3 2) (+ 3 2)) → 1

Quelques fonctions prédéfinies (1)

- Opérateurs arithmétiques :
  +, -, *, /, sqrt, min, max, abs, etc.
  (sqrt 9) → 3
  (min 5 2 1 3) → 1

- Opérateurs booléens : not, or, and
  (not #t) → #f
  (and (> 3 2) (> 2 5)) → #f
  (or (> 3 2) (> 2 5)) → #t

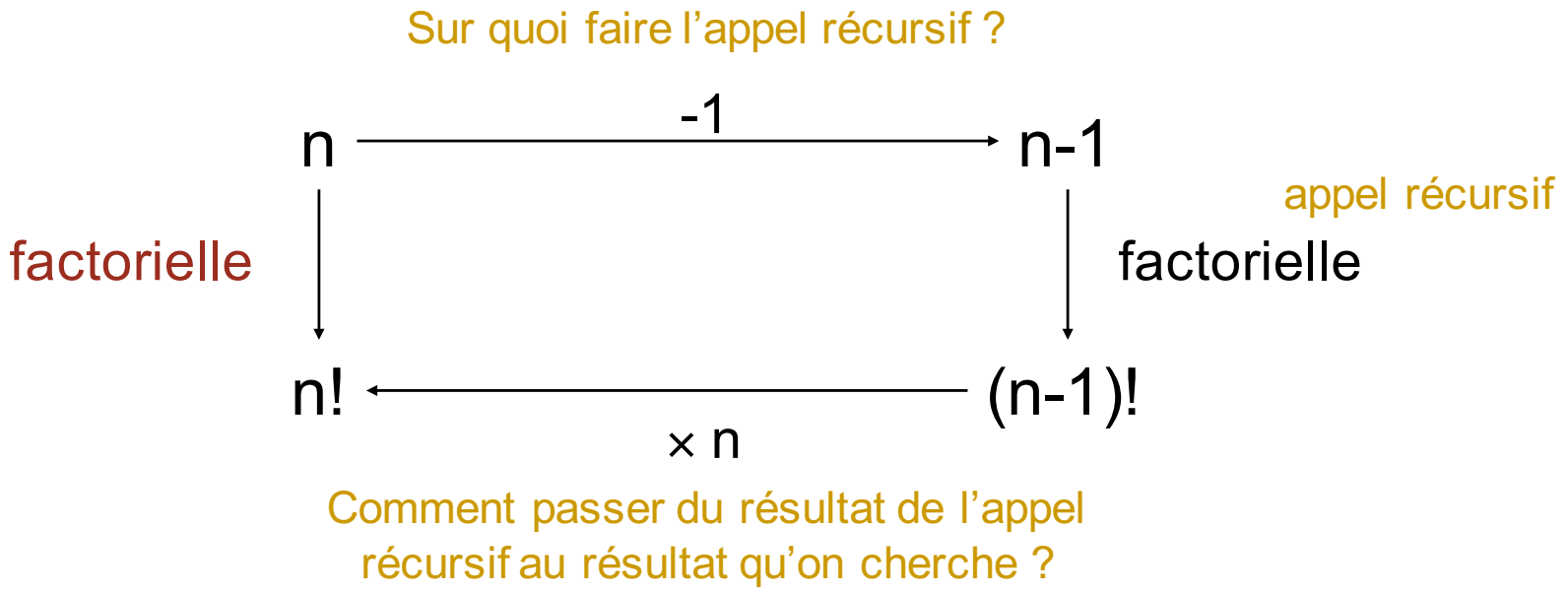
Quelques fonctions prédéfinies (2)

- Opérateurs de comparaison :
  - =, <, >, <=, >= pour les nombres
  - eq? pour tout sauf les listes et les chaînes de caractères
  - equal? pour tout y compris les listes

- Pour tester le type d'un objet :
  boolean?, number?, symbol?, string?

Ma première fonction récursive : choix de la méthode

- On veut écrire une fonction qui étant donné un entier n calcule n!



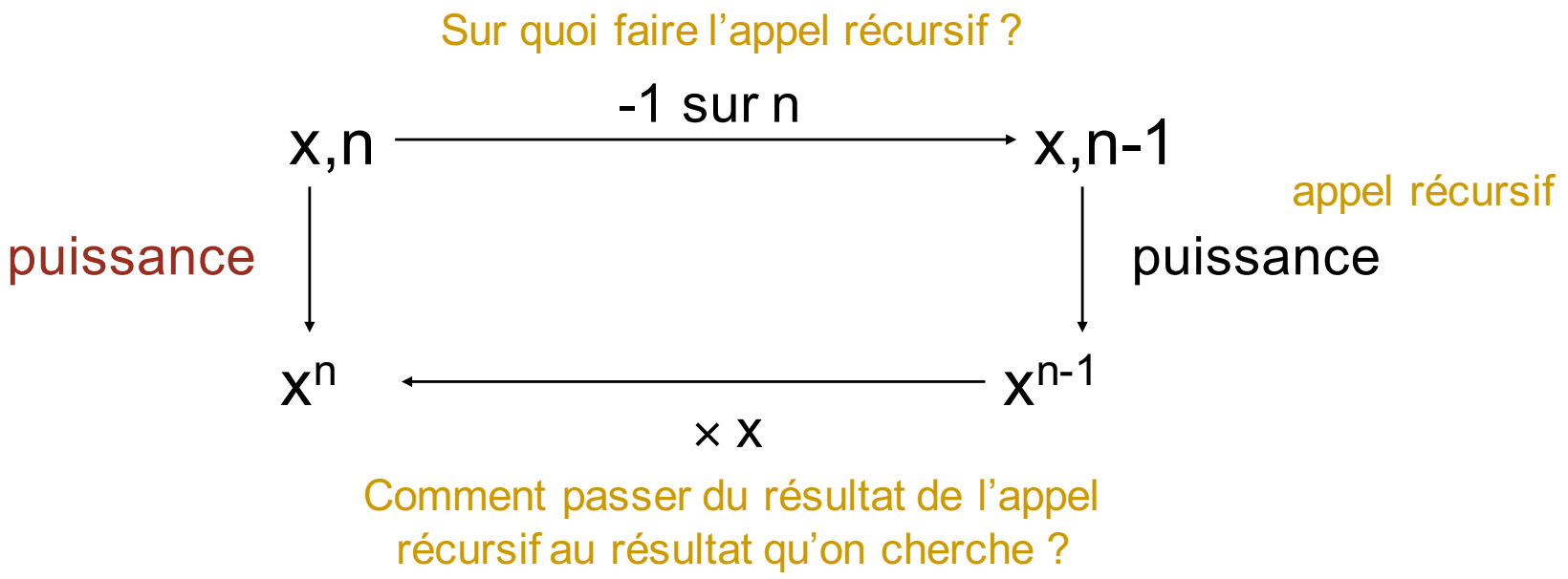
Ma première fonction récursive : écriture

- Cas d'arrêt : 0! = 1
- Récursivité : n! = 1 x 2 x 3 x … x n = n x (n-1)!

```
(define factorielle  ; → entier positif
   (lambda  (n)  ; n entier positif
         (if        (= n 0)
                    1
                    (* n (factorielle  (- n 1))))))
```

Une autre fonction récursive : choix de la méthode

- On veut écrire une fonction qui étant donné un nombre x et un entier positif n calcule x^n



Une autre fonction récursive : écriture

- Cas d'arrêt : $x^0 = 1$
- Récursivité : $x^n = x \times x \times x \times \ldots \times x \times x = x \times x^{(n-1)}$

```
(define puissance  ; → nombre
   (lambda (x n) ; x nombre, n entier positif
         (if       (= n 0)
                   1
                   (* x (puissance  x (- n 1))))))
```