

# Le langage Erlang

## Brique ROSE

Samuel Tardieu  
sam@rfc1149.net

École Nationale Supérieure des Télécommunications

- Langage de programmation créé par Éricsson
  - Pour les autocommutateurs (centraux téléphoniques)
  - Adapté pour les applications réparties temps-réel mou
  - Doit permettre une mise à jour de l'application sans interruption
  - Doit permettre une répartition de la charge et une migration de service
- Disponibilité
  - Open Source depuis fin 1998
  - Fonctionne sur Unix, Windows et systèmes embarqués
  - Utilise un bytecode compact et efficace et/ou du code natif

- Caractéristiques du langage
  - Langage fonctionnel
  - Parallélisation grâce à des processus concurrents
  - Faiblement typé
  - Basé sur l'unification (*pattern matching*)
- Interpréteur et outils
  - Interpréteur interactif
  - Outils de gestion graphiques
  - Base de données intégrée avec langage de requête
  - Permet de booter un nœud sur le réseau

- Pas de «procédure», uniquement des fonctions renvoyant quelque chose
- Les fonctions sont des objets du langage à part entière et peuvent être manipulées
- Aucune structure de boucle impérative n'existe
- Pas de limite sur la taille des entiers manipulés
- L'unification permet une expression claire :

```
fact (0) -> 1;  
fact (N) -> N * fact (N-1).
```

- Types de base
  - Atomes (commencent par une minuscule ou entre guillemets simples) : `foo`, `'Bar'`, `'123'`
  - Entiers : `1`, `2`
  - Flottants : `1.0`, `2.5`
- Types composites
  - Tuples : `{2, 1.0, a}`
  - Listes : `[2.4, 1, 2, 3, [xyz, "foobar"]]`
- Un caractère est représenté par un entier, une chaîne de caractères par une liste d'entiers : `"abc" = [97, 98, 99]`

- Une variable
  - a un nom qui commence par une majuscule
  - est accessible dans les scopes imbriqués
  - n'est liée qu'une fois
- L'unification permet
  - d'affecter une valeur à une variable
  - de tester la valeur d'une variable
- Exemple :

```
A = 3.  % Affectation
```

```
A = 3.  % Unification: succes
```

```
A = 4.  % Echec
```

- Un module
  - est déclaré par la construction `-module (name)`.
  - déclare les fonctions exportées avec leur arité : `-export ([f/1, g/2])`.
  - seules les fonctions exportées peuvent être appelées de l'extérieur du module

```
-module (math).  
-export ([fact/1]).
```

```
fact (0) -> 1;  
fact (N) -> N * fact (N-1).
```

# Construction d'une fonction

- Une fonction possède
  - une partie gauche (clause) qui sera unifiée lors de l'appel
  - une partie droite (corps)
- Une déclaration se termine par un `.` (point), une clause par un `;` (point-virgule) si d'autres clauses suivent

```
fact (0) -> 1;  
fact (N) -> N * fact (N-1).
```



- Erlang gère la récursivité terminale
- La récursivité terminale est préférable à la récursivité non-terminale (mémoire consommée en  $O(1)$ )
- Exemple :

```
-module (math).  
-export ([fact/1]).
```

```
fact (0, A) -> A;  
fact (N, A) -> fact (N-1, A*N).
```

```
fact (N)      -> fact (N, 1).
```

- Les gardes permettent de tester les paramètres
- Une garde ne peut contenir que des opérations simples

```
-module (math).  
-export ([fact/1]).
```

```
fact (0, A) -> A;  
fact (N, A) -> fact (N-1, A*N).
```

```
fact (N) when integer (N), N >= 0 ->  
    fact (N, 1).
```

# Lambda expressions

- Une expression lambda est une fonction anonyme
- L'environnement (fermeture) est capturé
- Exemple :

```
-module (lambda).  
-export ([adder/1]).
```

```
adder (N) ->  
    fun (X) ->  
        N + X    % "Capture" N  
    end.
```

- Une liste non-vide possède
  - une tête
  - une queue (qui est une liste)
- $[1, 2, 3] = [1 \mid [2 \mid [3 \mid []]]]$
- Exemple :  
`length ([])`  $\rightarrow 0$ ;  
`length ([_ | T])`  $\rightarrow 1 + \text{length (T)}$ .
- Dans toute unification, `_` peut être utilisé pour une correspondance réussissant toujours

- Permet d'exprimer un filtrage sur les éléments d'une liste
- Exemple : `[X || X <- L, X > 5]` représente la liste des éléments de L supérieurs à 5
- Exemple : `[(X,Y) || X <- L1, Y <- L2]` construit le produit cartésien des listes L1 et L2
- Tri rapide (quicksort) :

```
sort ([])      -> [];  
sort ([P | L]) ->  
    sort ([X || X <- L, X < P]) ++  
    [P] ++  
    sort ([X || X <- L, X >= P]).
```

- Un processus Erlang est une entité autonome doté d'un PID unique
- Il peut avoir un ou plusieurs noms symboliques
- Il possède une boîte à lettres
  - tout processus peut envoyer un message à un autre processus en plaçant l'information dans la boîte du destinataire
  - tout processus peut attendre, dans sa boîte, avec un *timeout* éventuel, un message qui vérifierait certaines propriétés

# Exemple de processus

## Compteur sérialisé :

```
start () ->  
    spawn (?MODULE, counter, [1]).
```

```
counter (N) ->  
    receive  
        Sender -> Sender ! N  
    end,  
    counter (N+1).
```

```
get (PID) ->  
    PID ! self (),  
    receive  
        Answer -> Answer  
    end.
```

# Processus nommé

```
start () ->
    register (cnt, spawn (?MODULE, counter, [1])).

counter (N) ->
    receive
        Sender -> Sender ! N
    end,
    counter (N+1).

get () ->
    cnt ! self (),
    receive
        Answer -> Answer
    end.
```



# Limite de temps

```
start () ->
    register (cnt, spawn (?MODULE, counter, [1])).

counter (N) ->
    receive
        Sender -> Sender ! N,
        counter (N+1)
    after 1000 ->
        counter (N*2)
    end.

get () ->
    cnt ! self (),
    receive
        Answer -> Answer
    end.
```