UFR IM²AG

UNIVERSITÉ Grenoble Alpes

UE INF404 - Projet Logiciel

Introduction

L2 Informatique

Année 2024 - 2025

Emploi du temps et calendrier

Emploi du temps hebdomadaire

- Cours : vendredi 8h-9h30
- TPs : 3h dont 1h30 encadrée et 1h30 de libre-service
  - groupes INF-1 et INF-3 (à partir du 20/01)
    lundi 8h-11h15
  - groupe INF-4 (à partir du 22/01)
    mercredi 9h45-13h
  - groupe INF-2 (à partir du 23/01)
    jeudi 8h-11h15

(surveiller ADE pour les modifications éventuelles . . . !)

Calendrier du semestre

- 10 semaines de cours et TPs
- 2 semaines d'interruptions pédagogiques
- 1 semaine de partiel (10 mars)

→ voir également la page INF404 sur Moodle . . .

Emploi du temps et calendrier

Emploi du temps hebdomadaire

- Cours : vendredi 8h-9h30
- TPs : 3h dont 1h30 encadrée et 1h30 de libre-service
  - groupes INF-1 et INF-3 (à partir du 20/01)
    lundi 8h-11h15
  - groupe INF-4 (à partir du 22/01)
    mercredi 9h45-13h
  - groupe INF-2 (à partir du 23/01)
    jeudi 8h-11h15

(surveiller ADE pour les modifications éventuelles . . . !)

Calendrier du semestre

- 10 semaines de cours et TPs
- 2 semaines d'interruptions pédagogiques
- 1 semaine de partiel (10 mars)

→ voir également la page INF404 sur Moodle . . .

Evaluation

Trois évaluations ...

- CC1 : démonstration (orale) du projet final
- CC2 : devoir surveillé (semaine du 11 mars)
- ET : examen terminal

$$\boxed{\text{Note finale} = 40\%\ \text{CC1} + 20\%\ \text{CC2} + 40\%\ \text{ET}}$$

INF404 = 3 ECTS ...

L'UE en 2 mots ...

Projet logiciel

- développement logiciel (INF301, INF304) en langage C
  $\hookrightarrow$ algorithmique, test et mise au point de pgms
- travail en binômes
- qualité du code ($\neq$ quantité de code écrit !)

Thème : langage et interpréteurs

- nouvelles notions théoriques ($\sim$ INF302)
  langage (définition, analyse)
- compléments algorithmiques : récursivité, arbres
- démarche "systématique" pour le traitement d'un langage

Déroulement

- un tronc commun sur 5 semaines
- des extensions "libres" sur 5 semaines

L'UE en 2 mots ...

Projet logiciel

- développement logiciel (INF301, INF304) en langage C
  $\hookrightarrow$ algorithmique, test et mise au point de pgms
- travail en binômes
- qualité du code ($\neq$ quantité de code écrit !)

Thème : langage et interpréteurs

- nouvelles notions théoriques ($\sim$ INF302)
  langage (définition, analyse)
- compléments algorithmiques : récursivité, arbres
- démarche "systématique" pour le traitement d'un langage

Déroulement

- un tronc commun sur 5 semaines
- des extensions "libres" sur 5 semaines

L'UE en 2 mots ...

Projet logiciel

- développement logiciel (INF301, INF304) en langage C
  $\hookrightarrow$ algorithmique, test et mise au point de pgms
- travail en binômes
- qualité du code ($\neq$ quantité de code écrit !)

Thème : langage et interpréteurs

- nouvelles notions théoriques ($\sim$ INF302)
  langage (définition, analyse)
- compléments algorithmiques : récursivité, arbres
- démarche "systématique" pour le traitement d'un langage

Déroulement

- un tronc commun sur 5 semaines
- des extensions "libres" sur 5 semaines

L'UE en 2 mots ...

Projet logiciel

- développement logiciel (INF301, INF304) en langage C
  $\hookrightarrow$ algorithmique, test et mise au point de pgms
- travail en binômes
- qualité du code ($\neq$ quantité de code écrit !)

Thème : langage et interpréteurs

- nouvelles notions théoriques ($\sim$ INF302)
  langage (définition, analyse)
- compléments algorithmiques : récursivité, arbres
- démarche "systématique" pour le traitement d'un langage

Déroulement

- un tronc commun sur 5 semaines
- des extensions "libres" sur 5 semaines

Outline

Langages en informatique ? (1)

Différents contextes d'utilisation ...

- langages de programmation
  python, ocaml, C, R, ...
- langages de commandes
  shell-scripts, Makefile, ...
- langages de "description de documents"
  DOC, PDF, PostScript, HTML, CSS, JPEG, MPEG, ...
- langages de "description de données"
- etc.

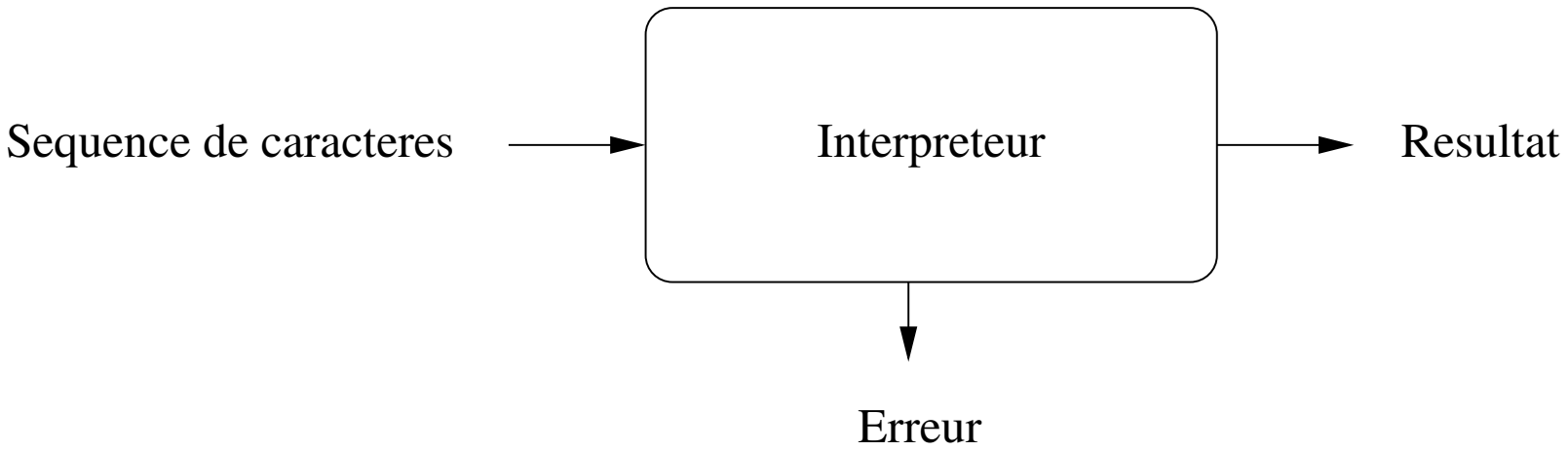
Langages en informatique ? (2)

Différents modes de traitement . . .

En entrée : un texte T écrit dans un langage L

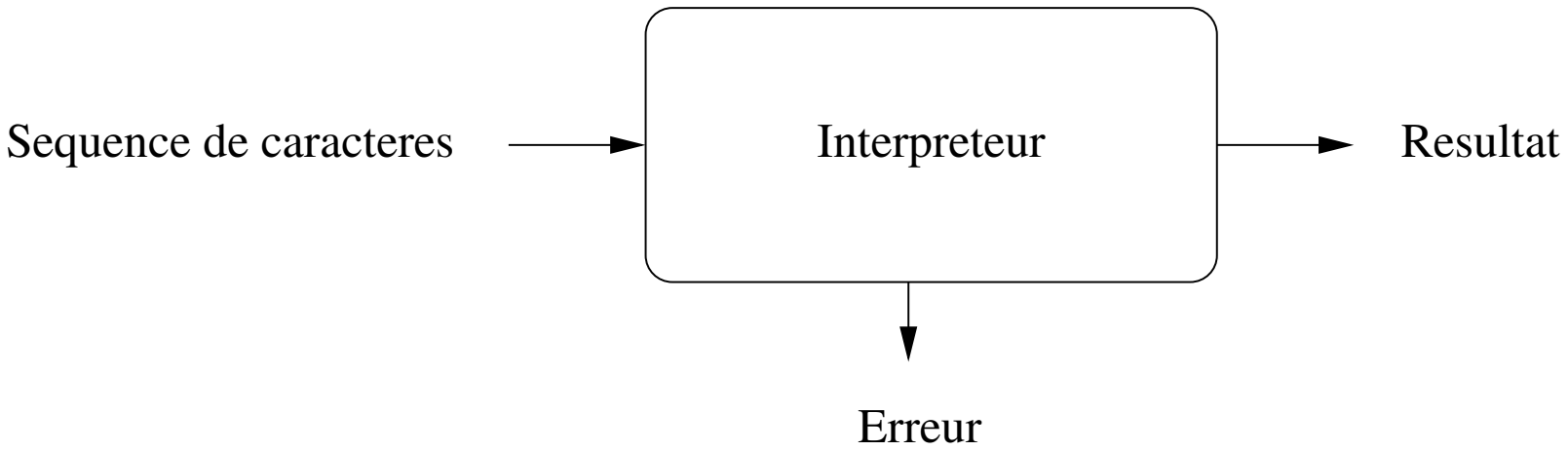
- analyser :
  $\hookrightarrow$ vérifier que $T \in L$
- traduire (compiler) :
  $\hookrightarrow$ traduire T vers un langage L', en préservant le sens
- **interpréter :**
  $\hookrightarrow$ produire le **résultat** R défini par T
- etc.

Schéma général d'un interpréteur



Exemple d'interpréteurs ?

Schéma général d'un interpréteur



Exemple d'interpréteurs ?

Outline

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$

`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11 \ (\neq 21)$

`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21 \ (\neq 11)$

`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...

`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...

`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...

`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$

`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$

`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$

`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...

`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...

`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...

`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : cahier des charges

En entrée : séquence de caractères S (clavier ou fichier)
En sortie :

- la valeur de S, si S est une expression arithmétique **correcte**
- un message d'erreur (explicite !) sinon ...

Exemples :

`5 + 2` $\rightsquigarrow 7$
`5 + 2 * 3` $\rightsquigarrow 11$ $(\neq 21)$
`(5 + 2) * 3` $\rightsquigarrow 21$ $(\neq 11)$
`5 + * 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5 # 3` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`42 / (5 + 2 - 7)` $\rightsquigarrow$ erreur ...
`5/2` $\rightsquigarrow 2$ (ou 2.5 ?)

démo : la commande `bc` (basic calculator) sous Linux ...

Calculatrice : difficultées ?

Savez-vous programmer cette calculatrice ? En combien de temps ? ?

Analyser une expression arithmétique

- lire des caractères, identifier opérateurs et opérandes
- détecter/identifier toutes les erreurs possibles

→ une **définition** du **langage des expressions arithmétiques** ?

Evaluer une expression arithmétique

- priorité et associativité des opérateurs, parenthèses ?
- expressions non évaluables ?

Extensions possibles :

- nouveaux opérateurs (div, mod), opérateurs unaires
- nouvelles formes pour les opérateurs (`plus`, `moins`)
- nombres décimaux, etc.

Calculatrice : difficultées ?

Savez-vous programmer cette calculatrice ? En combien de temps ? ?

Analyser une expression arithmétique

- lire des caractères, identifier opérateurs et opérandes
- détecter/identifier toutes les erreurs possibles

→ une **définition** du **langage des expressions arithmétiques** ?

Evaluer une expression arithmétique

- priorité et associativité des opérateurs, parenthèses ?
- expressions non évaluables ?

Extensions possibles :

- nouveaux opérateurs (div, mod), opérateurs unaires
- nouvelles formes pour les opérateurs (`plus`, `moins`)
- nombres décimaux, etc.

Calculatrice : difficultées ?

Savez-vous programmer cette calculatrice ? En combien de temps ? ?

Analyser une expression arithmétique

- lire des caractères, identifier opérateurs et opérandes
- détecter/identifier toutes les erreurs possibles

→ une **définition** du **langage des expressions arithmétiques** ?

Evaluer une expression arithmétique

- priorité et associativité des opérateurs, parenthèses ?
- expressions non évaluables ?

Extensions possibles :

- nouveaux opérateurs (div, mod), opérateurs unaires
- nouvelles formes pour les opérateurs (`plus`, `moins`)
- nombres décimaux, etc.

Calculatrice : difficultées ?

Savez-vous programmer cette calculatrice ? En combien de temps ? ?

Analyser une expression arithmétique

- lire des caractères, identifier opérateurs et opérandes
- détecter/identifier toutes les erreurs possibles

→ une **définition** du **langage des expressions arithmétiques** ?

Evaluer une expression arithmétique

- priorité et associativité des opérateurs, parenthèses ?
- expressions non évaluables ?

Extensions possibles :

- nouveaux opérateurs (div, mod), opérateurs unaires
- nouvelles formes pour les opérateurs (`plus`, `moins`)
- nombres décimaux, etc.

Outline

Définir un langage ?

Objectifs ?

- **spécifier** les entrées correctes de l'interpréteur
- classifier les erreurs possibles
- permettre une programmation "systématique" (semi-automatique !)

Définition (classique) en 4 niveaux

1. alphabet
2. lexique
3. syntaxe
4. sémantique

Dans la suite : langage des Expressions Arithmétiques Simples (EAS)

Définir un langage ?

Objectifs ?

- **spécifier** les entrées correctes de l'interpréteur
- classifier les erreurs possibles
- permettre une programmation "systématique" (semi-automatique !)

Définition (classique) en 4 niveaux

1. alphabet
2. lexique
3. syntaxe
4. sémantique

Dans la suite : langage des Expressions Arithmétiques Simples (EAS)

Définir un langage ?

Objectifs ?

- **spécifier** les entrées correctes de l'interpréteur
- classifier les erreurs possibles
- permettre une programmation "systématique" (semi-automatique !)

Définition (classique) en 4 niveaux

1. alphabet
2. lexique
3. syntaxe
4. sémantique

Dans la suite : langage des Expressions Arithmétiques Simples (EAS)

Alphabet

Ensemble V des caractères du langage

Exemples :

- en Français ?
  lettres de l'aphabet + lettres accentuées + ponctuation + chiffres ...
- en Anglais ?
  lettres de l'aphabet + ~~lettres accentuées~~ + ponctuation + chiffres ...
- en langage C ?
  caractères alphanumériques + ponctuation (?) + autres ...
  caractère non présent dans le langage ?

Pour les EAS :

$$V = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /, \underline{\text{espace}}, \underline{\text{tabulation}}, \underline{\text{fin-de-ligne}}\}$$

On pourra ajouter :

- des lettres (pour écrire des opérateurs `plus`, `moins`, `exp`, `log`, etc.)
- le caractère ' . ' (pour érire des "nombres à virgules"), etc.

espace, tabulation, fin-de-ligne sont des **séparateurs**

Alphabet

Ensemble V des caractères du langage

Exemples :

- en Français ?
  lettres de l'aphabet + lettres accentuées + ponctuation + chiffres . . .
- en Anglais ?
  lettres de l'aphabet + ~~lettres accentuées~~ + ponctuation + chiffres . . .
- en langage C ?
  caractères alphanumériques + ponctuation (?) + autres . . .
  caractère non présent dans le langage ?

Pour les EAS :

$$V = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /, \text{espace}, \text{tabulation}, \text{fin-de-ligne}\}$$

On pourra ajouter :

- des lettres (pour écrire des opérateurs `plus`, `moins`, `exp`, `log`, etc.)
- le caractère ' . ' (pour érire des "nombres à virgules"), etc.

espace, tabulation, fin-de-ligne sont des **séparateurs**

Alphabet

Ensemble V des caractères du langage

Exemples :

- en Français ?
  lettres de l'aphabet + lettres accentuées + ponctuation + chiffres . . .
- en Anglais ?
  lettres de l'aphabet + ~~lettres accentuées~~ + ponctuation + chiffres . . .
- en langage C ?
  caractères alphanumériques + ponctuation (?) + autres . . .
  caractère non présent dans le langage ?

Pour les EAS :

$$V = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /, \text{espace}, \text{tabulation}, \text{fin-de-ligne}\}$$

On pourra ajouter :

- des lettres (pour écrire des opérateurs `plus`, `moins`, `exp`, `log`, etc.)
- le caractère ' . ' (pour érire des "nombres à virgules"), etc.

espace, tabulation, fin-de-ligne sont des **séparateurs**

Alphabet

Ensemble V des caractères du langage

Exemples :

- en Français ?
  lettres de l'aphabet + lettres accentuées + ponctuation + chiffres . . .
- en Anglais ?
  lettres de l'aphabet + ~~lettres accentuées~~ + ponctuation + chiffres . . .
- en langage C ?
  caractères alphanumériques + ponctuation (?) + autres . . .
  caractère non présent dans le langage ?

Pour les EAS :

$$V = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /, \text{espace}, \text{tabulation}, \text{fin-de-ligne}\}$$

On pourra ajouter :

- des lettres (pour écrire des opérateurs `plus`, `moins`, `exp`, `log`, etc.)
- le caractère ' . ' (pour érire des "nombres à virgules"), etc.

espace, tabulation, fin-de-ligne sont des **séparateurs**

Alphabet

Ensemble V des caractères du langage

Exemples :

- en Français ?
  lettres de l'aphabet + lettres accentuées + ponctuation + chiffres . . .
- en Anglais ?
  lettres de l'aphabet + ~~lettres accentuées~~ + ponctuation + chiffres . . .
- en langage C ?
  caractères alphanumériques + ponctuation (?) + autres . . .
  caractère non présent dans le langage ?

Pour les EAS :

$$V = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /\ \underline{\text{espace}}, \underline{\text{tabulation}}, \underline{\text{fin-de-ligne}}\}$$

On pourra ajouter :

- des lettres (pour écrire des opérateurs `plus`, `moins`, `exp`, `log`, etc.)
- le caractère '`.`' (pour érire des "nombres à virgules"), etc.

espace, tabulation, fin-de-ligne sont des **séparateurs**

Lexique

Ensemble des **lexèmes** *(= "mots") du langage*

Exemples :

- en Français ?
  les mots du dictionnaire (un ensemble **fini !**)
- en langage C ?
  mots-clé (`while`, `if`), entier, opérateurs, `;`, `{`, *etc.*
  identificateurs (ensemble **infini** ?)
  exemple de lexème incorrect ?

Pour les EAS :

Deux classes de lexèmes :

- entiers : séquence non vide de chiffres
- opérateurs : PLUS ('+'), MOINS ('-'), MULT ('*'), DIV ('/')

Lexique

Ensemble des **lexèmes** *(= "mots") du langage*

Exemples :

- en Français ?
  les mots du dictionnaire (un ensemble **fini !**)
- en langage C ?
  mots-clé (`while`, `if`), entier, opérateurs, `;`, `{`, *etc.*
  identificateurs (ensemble **infini** ?)
  exemple de lexème incorrect ?

Pour les EAS :

Deux classes de lexèmes :

- entiers : séquence non vide de chiffres
- opérateurs : PLUS ('+'), MOINS ('-'), MULT ('*'), DIV ('/')

Lexique

Ensemble des **lexèmes** *(= "mots") du langage*

Exemples :

- en Français ?
  les mots du dictionnaire (un ensemble **fini !**)
- en langage C ?
  mots-clé (`while`, `if`), entier, opérateurs, `;`, `{`, *etc.*
  identificateurs (ensemble **infini** ?)
  exemple de lexème incorrect ?

Pour les EAS :

Deux classes de lexèmes :

- entiers : séquence non vide de chiffres
- opérateurs : PLUS ('+'), MOINS ('-'), MULT ('*'), DIV ('/')

Lexique

Ensemble des **lexèmes** *(= "mots") du langage*

Exemples :

- en Français ?
  les mots du dictionnaire (un ensemble **fini !**)
- en langage C ?
  mots-clé (`while`, `if`), entier, opérateurs, `;`, `{`, *etc.*
  identificateurs (ensemble **infini** ?)
  exemple de lexème incorrect ?

Pour les EAS :

Deux classes de lexèmes :

- entiers : séquence non vide de chiffres
- opérateurs : PLUS ('+'), MOINS ('-'), MULT ('*'), DIV ('/')

Analyse lexicale

Spécifier l'ensemble des lexèmes

- un lexéme l = une séquence d'éléments de l'alphabet V ($l \in V^*$)
- l'ensemble des lexémes = un sous-ensemble de V^*

$\hookrightarrow$ peut être décrit par **expression régulière**

Lexique des EAS :

- entier = chiffre.(chiffre)*
- operateur = '+' + '-' + '*' + '/'

Exo : ajouter les "nombres réels" (ex : 3.1416, 0.5, .42, etc.)

Analyse lexicale

- séq. de **caractères** $\rightsquigarrow$ séq. de **lexèmes** (+ catégorie lexicale)
  `[1, 2, esp, +, esp, esp 4, 5]` $\rightsquigarrow$ [entier (12), opérateur (PLUS), entier (45)]
- détecte les erreurs lexicales

Analyse lexicale

Spécifier l'ensemble des lexèmes

- un lexéme l = une séquence d'éléments de l'alphabet V ($l \in V^*$)
- l'ensemble des lexémes = un sous-ensemble de V^*

$\hookrightarrow$ peut être décrit par **expression régulière**

Lexique des EAS :

- entier = chiffre.(chiffre)*
- operateur = '+' + '-' + '*' + '/'

Exo : ajouter les "nombres réels" (ex : 3.1416, 0.5, .42, etc.)

Analyse lexicale

- séq. de **caractères** $\rightsquigarrow$ séq. de **lexèmes** (+ catégorie lexicale)
  `[1, 2, esp, +, esp, esp 4, 5]` $\rightsquigarrow$ [entier (12), opérateur (PLUS), entier (45)]
- détecte les erreurs lexicales

Syntaxe

Ensemble des "textes" **bien formés** *du langage*

Exemples :

- en Français ?
  règles de **grammaire** (ex : sujet - verbe - complément)
- en langage C ?
  $\exists$ aussi des règles de grammaire ...
  exemple de texte C incorrect ?

Pour les EAS :

- une EAS contient des entiers et des opérateurs
- entiers et opérateurs **alternent**
- un texte commence et se termine par un entier

Syntaxe

Ensemble des "textes" **bien formés** *du langage*

Exemples :

- en Français ?
  règles de **grammaire** (ex : sujet - verbe - complément)
- en langage C ?
  $\exists$ aussi des règles de grammaire ...
  exemple de texte C incorrect ?

Pour les EAS :

- une EAS contient des entiers et des opérateurs
- entiers et opérateurs **alternent**
- un texte commence et se termine par un entier

Analyse syntaxique

Spécifier les règles de syntaxe

un texte bien formé est une séquence de lexèmes

$\hookrightarrow$ peut être décrit par expression régulière sur les lexèmes . . .

Syntaxe des EAS :

$$\text{entier.(operateur.entier)}^*$$

Exo : ajouter le "moins unaire" (ex : $25 - -2$, $-3 + 1$, $- - - - 5$, etc.)

Analyse syntaxique

- séq. de **lexème** $\rightsquigarrow$ Ok/Erreur
  entier (12), operateur (PLUS), entier (45) $\rightsquigarrow$ Ok
  entier (12), opérateur (PLUS), operateur (MOINS), entier (45) $\rightsquigarrow$ Erreur
- détecte les erreurs syntaxiques

Analyse syntaxique

Spécifier les règles de syntaxe

un texte bien formé est une séquence de lexèmes

$\hookrightarrow$ peut être décrit par expression régulière sur les lexèmes . . .

Syntaxe des EAS :

$$\text{entier.(operateur.entier)}^*$$

Exo : ajouter le "moins unaire" (ex : $25 - -2$, $-3 + 1$, $- - - - 5$, etc.)

Analyse syntaxique

- séq. de **lexème** $\rightsquigarrow$ Ok/Erreur
  entier (12), operateur (PLUS), entier (45) $\rightsquigarrow$ Ok
  entier (12), opérateur (PLUS), operateur (MOINS), entier (45) $\rightsquigarrow$ Erreur
- détecte les erreurs syntaxiques

Analyse syntaxique

Spécifier les règles de syntaxe

un texte bien formé est une séquence de lexèmes

$\hookrightarrow$ peut être décrit par expression régulière sur les lexèmes . . .

Syntaxe des EAS :

$$\text{entier.(operateur.entier)}^*$$

Exo : ajouter le "moins unaire" (ex : $25 - -2$, $-3 + 1$, $- - - - 5$, etc.)

Analyse syntaxique

- séq. de **lexème** $\rightsquigarrow$ Ok/Erreur
  entier (12), operateur (PLUS), entier (45) $\rightsquigarrow$ Ok
  entier (12), opérateur (PLUS), operateur (MOINS), entier (45) $\rightsquigarrow$ Erreur
- détecte les erreurs syntaxiques

Sémantique

Ensemble des "textes" (bien formés) du langage qui ont **un sens**

Exemples :

- en Français ?
  la soupe mange le chien . . .
- en langage C ?
  - pas de variables non déclarées
  - règles de typage
  - pas d'accès mémoire incorrects
    (ex : hors des tableaux, pointeurs `NULL`), etc.

Sémantique des EAS :

Pas de division par 0 . . .

Sémantique

Ensemble des "textes" (bien formés) du langage qui ont **un sens**

Exemples :

- en Français ?
  la soupe mange le chien . . .
- en langage C ?
  - pas de variables non déclarées
  - règles de typage
  - pas d'accès mémoire incorrects
    (ex : hors des tableaux, pointeurs `NULL`), etc.

Sémantique des EAS :

Pas de division par 0 . . .

Sémantique

Ensemble des "textes" (bien formés) du langage qui ont **un sens**

Exemples :

- en Français ?
  la soupe mange le chien . . .
- en langage C ?
  - pas de variables non déclarées
  - règles de typage
  - pas d'accès mémoire incorrects
    (ex : hors des tableaux, pointeurs `NULL`), etc.

Sémantique des EAS :

Pas de division par 0 . . .

Sémantique

Ensemble des "textes" (bien formés) du langage qui ont **un sens**

Exemples :

- en Français ?
  la soupe mange le chien . . .
- en langage C ?
  - pas de variables non déclarées
  - règles de typage
  - pas d'accès mémoire incorrects
    (ex : hors des tableaux, pointeurs `NULL`), etc.

Sémantique des EAS :

Pas de division par 0 . . .

Outline

Cahier des charges de la calculatrice V1

Ecrire un interpréteur d'expressions arithmétiques

($\sim$ "calculatrice en ligne", comme la commande `bc` sous Linux)

Version initiale = "Expressions Arithmétiques Simples" (EAS)

- les opérandes sont des entiers
- opérateurs arithmétiques usuels (+, -, *, /)
- pas de priorités (évaluation de gauche à droite)

Exemples :

$$
\begin{aligned}
25 + 2 &\rightsquigarrow 27 \\
25 - 4 * 2 &\rightsquigarrow 42 \\
25 &\rightsquigarrow 25 \\
25 + *2 &\rightsquigarrow \text{erreur !} \\
-25 &\rightsquigarrow \text{erreur !} \\
25 \# 2 &\rightsquigarrow \text{erreur !} \\
25/0 &\rightsquigarrow \text{erreur !}
\end{aligned}
$$

Cahier des charges de la calculatrice V1

Ecrire un interpréteur d'expressions arithmétiques

($\sim$ "calculatrice en ligne", comme la commande `bc` sous Linux)

Version initiale = "Expressions Arithmétiques Simples" (EAS)

- les opérandes sont des entiers
- opérateurs arithmétiques usuels (+, -, *, /)
- pas de priorités (évaluation de gauche à droite)

Exemples :

$$
\begin{aligned}
25 + 2 &\rightsquigarrow 27 \\
25 - 4 * 2 &\rightsquigarrow 42 \\
25 &\rightsquigarrow 25 \\
25 + *2 &\rightsquigarrow \text{erreur !} \\
-25 &\rightsquigarrow \text{erreur !} \\
25 \# 2 &\rightsquigarrow \text{erreur !} \\
25/0 &\rightsquigarrow \text{erreur !}
\end{aligned}
$$

Cahier des charges de la calculatrice V1

Ecrire un interpréteur d'expressions arithmétiques

($\sim$ "calculatrice en ligne", comme la commande `bc` sous Linux)

Version initiale = "Expressions Arithmétiques Simples" (EAS)

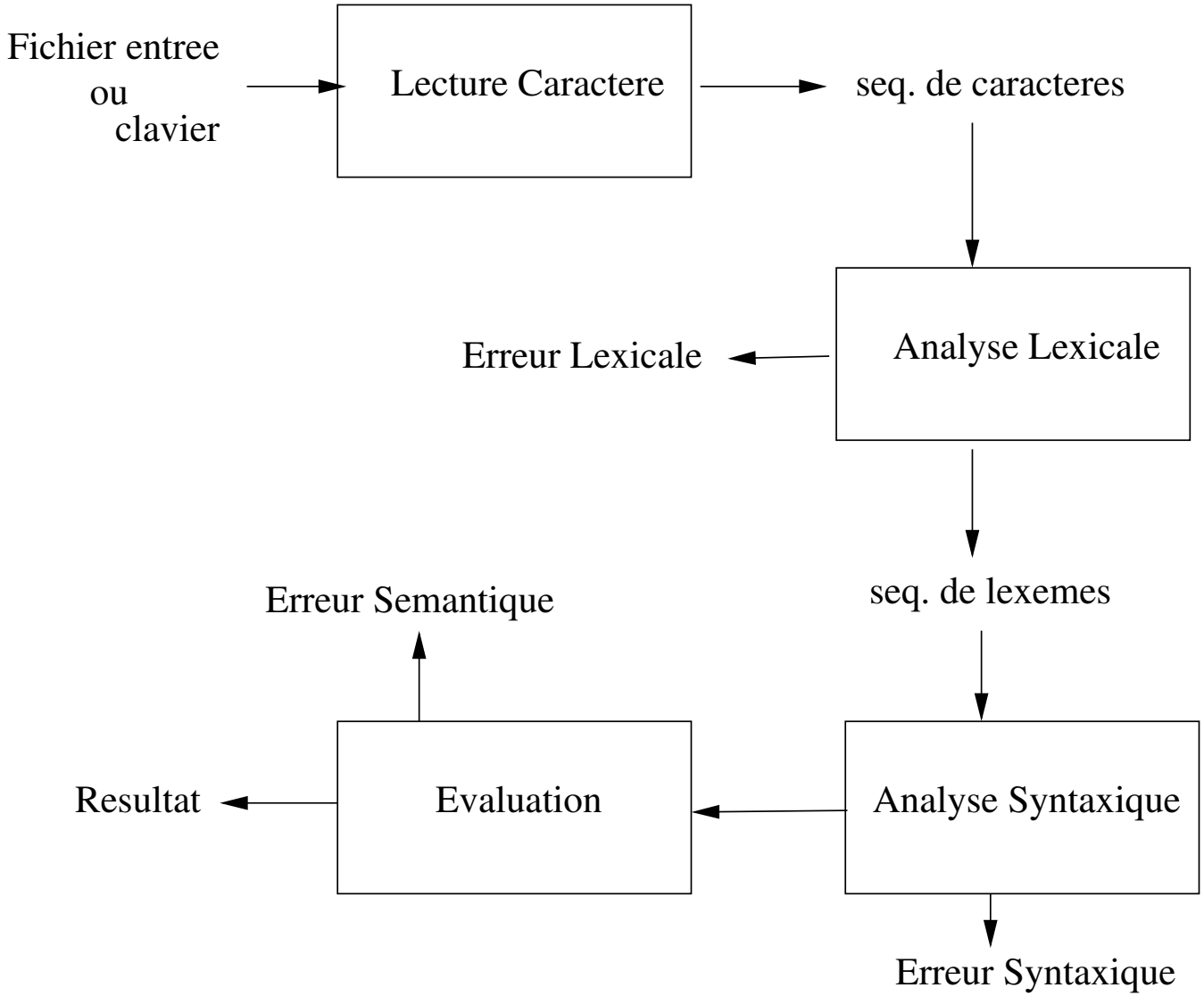
- les opérandes sont des entiers
- opérateurs arithmétiques usuels (+, -, *, /)
- pas de priorités (évaluation de gauche à droite)

Exemples :

$$
\begin{array}{rcl}
25 + 2 & \rightsquigarrow & 27 \\
25 - 4 * 2 & \rightsquigarrow & 42 \\
25 & \rightsquigarrow & 25 \\
25 + *2 & \rightsquigarrow & \text{erreur !} \\
-25 & \rightsquigarrow & \text{erreur !} \\
25 \# 2 & \rightsquigarrow & \text{erreur !} \\
25/0 & \rightsquigarrow & \text{erreur !}
\end{array}
$$

Structure de la calculatrice

Quatre composants/modules principaux . . .



Lecture des caractères

Accès à une *séquence de caractères*

En entrée : un nom de fichier (ou la chaîne vide si lecture au clavier)
En sortie : accès séquentiel aux caractères du fichier / msg d'erreur ...

Primitives :

`demarrer_car`, `avancer_car`, `caractere_courant`, `fin_de_sequence_car`, `arreter_car`

Implémentation :

- utilisation des primitives de `stdio.h` ...
- module fourni, à compléter/modifier le cas échéant ...

Lecture des caractères

Accès à une *séquence de caractères*

En entrée : un nom de fichier (ou la chaîne vide si lecture au clavier)
En sortie : accès séquentiel aux caractères du fichier / msg d'erreur ...

Primitives :

`demarrer_car`, `avancer_car`, `caractere_courant`, `fin_de_sequence_car`, `arreter_car`

Implémentation :

- utilisation des primitives de `stdio.h` ...
- module fourni, à compléter/modifier le cas échéant ...

Lecture des caractères

Accès à une *séquence de caractères*

En entrée : un nom de fichier (ou la chaîne vide si lecture au clavier)
En sortie : accès séquentiel aux caractères du fichier / msg d'erreur ...

Primitives :

`demarrer_car`, `avancer_car`, `caractere_courant`, `fin_de_sequence_car`, `arreter_car`

Implémentation :

- utilisation des primitives de `stdio.h` ...
- module fourni, à compléter/modifier le cas échéant ...

Analyse lexicale

Accès à une *séquence de lexèmes*

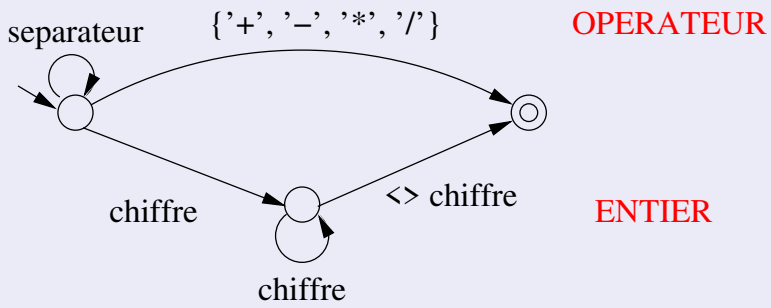
En entrée : une séquence de caractères
En sortie : accès séquentiel aux lexèmes / msg d'erreur ...
Primitives : définition d'un type `Lexeme` (publique) `demarrer`, `avancer`, `lexeme_courant`, `fin_de_sequence`, `arreter`

Implémentation :

- reconnaissance des lexèmes :

  entier = chiffre.(chiffre)* et operateur = '+' + '-' + '*' + '/'

  $\rightsquigarrow$ automate :



  Exo : ajouter des "nombres décimaux" ?

- module fourni, à compléter/modifier le cas échéant ...

Analyse syntaxique . . .

En entrée : une séquence de lexèmes

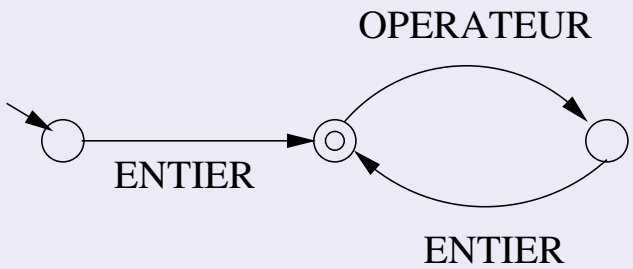
En sortie : valeur de l'expression arithmétique / msg d'erreur

Primitives :

```
int analyser (char *f, int *resulat) ;
// etat initial : f est un nom d'un fichier
// etat final :
    renvoie vrai si f contient une expression correcte syntaxiquement
    dans ce cas resultat est la valeur de l'expression
```

Implémentation :

entier.(operateur.entier)* $\rightsquigarrow$ automate !



Exo : ajouter le "moins unaire" ?

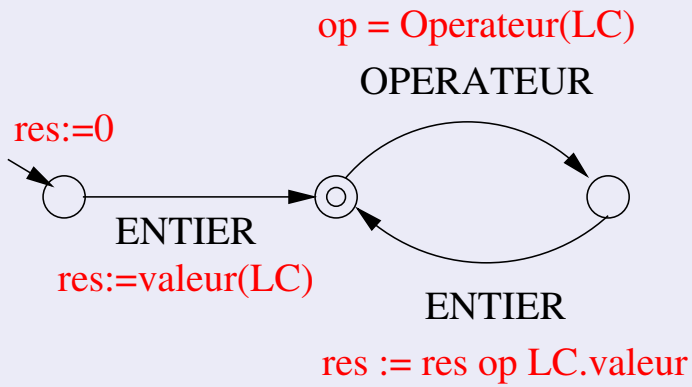
. . .et évaluation !

Ni parenthèses, ni priorité d'opérateurs $\rightsquigarrow$ évaluation de gauche à droite

$\Rightarrow$ évaluation possible pendant l'**analyse syntaxique**

Implémentation

Etendre l'automate avec des actions



Variables et fonctions auxilliaires

- `res` : valeur de l'expression (un entier)
- `LC` : lexeme courant (fourni par l'analyse lexicale)
- `Valeur(LC)` : valeur d'un lexeme ENTIER
- `Operateur(LC)` : type d'opérateur (PLUS, MOINS, etc.)

La suite ?

Etendre cette version

- nombres à virgules ($25.2 - 7.36$)
- nouveaux opérateurs (`exp`, `modulo`, `plus`, etc.)
- "moins unaire" ($-25 + 12$, $- - -25 + - - 12$)

Généralisation : priorités, donc parenthèses . . .

ex : $5 + 3 * 4 = 17 \quad (5 + 3) * 4 = 32$

- nouveaux lexèmes : `PARO` et `PARF`
  $\rightarrow$ on peut étendre l'analyse lexicale . . .

Mais :

- la syntaxe ne se décrit plus par un automate
  pas un **langage régulier** (imbrication de parenthèses)
- algo d'analyse et d'évaluation ? ? ?

$\Rightarrow$ **définir un nouveau formalisme ?**

La suite ?

Etendre cette version

- nombres à virgules ($25.2 - 7.36$)
- nouveaux opérateurs (`exp`, `modulo`, `plus`, etc.)
- "moins unaire" ($-25 + 12$, $- - -25 + - - 12$)

Généralisation : priorités, donc parenthèses ...

ex : $5 + 3 * 4 = 17 \quad (5 + 3) * 4 = 32$

- nouveaux lexèmes : `PARO` et `PARF`
  $\rightarrow$ on peut étendre l'analyse lexicale ...

Mais :

- la syntaxe ne se décrit plus par un automate
  pas un **langage régulier** (imbrication de parenthèses)
- algo d'analyse et d'évaluation ? ? ?

$\Rightarrow$ **définir un nouveau formalisme ?**