

*Sémantique*  
*des langages de programmation*  
*cours M1.1 – présentation*

Daniel Hirschhoff

<http://perso.ens-lyon.fr/daniel.hirschhoff>

## *Sémantique, origines*

- ▶ deux acceptions
  - ▶ expérimentale: étude de la signification dans les langues naturelles
  - ▶ théorique: étude du sens et du langage
    - ▶ philosophie, et, plus particulièrement. . .
    - ▶ . . . logique symbolique et mathématique

## *Sémantique, origines*

- ▶ deux acceptions
  - ▶ expérimentale: étude de la signification dans les langues naturelles
  - ▶ théorique: étude du sens et du langage
    - ▶ philosophie, et, plus particulièrement. . .
    - ▶ . . . logique symbolique et mathématique
- ▶ application naturelle: les langages artificiels que sont les mathématiques, la logique, puis les langages de l'informatique

## *Sémantique, origines*

- ▶ deux acceptions
  - ▶ expérimentale: étude de la signification dans les langues naturelles
  - ▶ théorique: étude du sens et du langage
    - ▶ philosophie, et, plus particulièrement. . .
    - ▶ . . . logique symbolique et mathématique
- ▶ application naturelle: les langages artificiels que sont les mathématiques, la logique, puis les langages de l'informatique
- ▶ des articulations dont on hérite en informatique
  - ▶ *syntaxe* et *sémantique*
  - ▶ Gottlob Frege: *dénotation* (Sinn) et *sens* (Bedeutung)



## Sémantique, origines

- ▶ deux acceptions
  - ▶ expérimentale: étude de la signification dans les langues naturelles
  - ▶ théorique: étude du sens et du langage
    - ▶ philosophie, et, plus particulièrement. . .
    - ▶ . . . logique symbolique et mathématique
- ▶ application naturelle: les langages artificiels que sont les mathématiques, la logique, puis les langages de l'informatique
- ▶ des articulations dont on hérite en informatique
  - ▶ *syntaxe* et *sémantique*
  - ▶ Gottlob Frege: *dénotation* (Sinn) et *sens* (Bedeutung) dans "Hesperus (1<sup>è</sup> étoile qui apparaît le soir) = Phosphorus (dernière le matin)", il y a
    - ▶ un fait sur le monde (en ce sens,  $H = P$  équivaut à  $H = H$ )
    - ▶ un fait sur le langage  
(les "modes de présentation" de la dénotation)

# *Langues, langages, calculs*

## *sémantique*

- ▶ sens 'usuel': **langue** naturelle, les mots et leur(s) sens, signification(s)
- ▶ **langages** (langues artificielles)  
que disent les programmes? (les types, les formules, ... )  
comparer les langages, raisonner sur les programmes
- ▶ des langages aux **calculs** ( $\lambda$ -calcul,  $\pi$ -calcul, ... ): quels mécanismes essentiels sont à la base des langages de programmation?  
que disent les langages?

# *Langues, langages, calculs*

## *sémantique*

- ▶ sens 'usuel': **langue** naturelle, les mots et leur(s) sens, signification(s)
- ▶ **langages** (langues artificielles)  
que disent les programmes? (les types, les formules, ... )  
comparer les langages, raisonner sur les programmes
- ▶ des langages aux **calculs** ( $\lambda$ -calcul,  $\pi$ -calcul, ... ): quels mécanismes essentiels sont à la base des langages de programmation?  
que disent les langages?
- ▶ c'est un moyen de mieux comprendre la notion de calcul 🎵

## *Pourquoi s'intéresser à la sémantique*

- ▶ intensionnalité: on attache de l'importance à *comment* on décrit les choses, on 'garde le langage'
  - ▶ domaines d'application: langages de programmation, méthodes pour l'analyse formelle des systèmes
  - ▶ liens avec la théorie de la preuve (correspondance de Curry Howard)



## *Pourquoi s'intéresser à la sémantique*

- ▶ intensionnalité: on attache de l'importance à *comment* on décrit les choses, on 'garde le langage'
  - ▶ domaines d'application: langages de programmation, méthodes pour l'analyse formelle des systèmes
  - ▶ liens avec la théorie de la preuve (correspondance de Curry Howard)
- ▶ vision extensionnelle
  - ▶ "tout ça c'est des machines de Turing" (c'est Vénus)

## *Pourquoi s'intéresser à la sémantique*

- ▶ intensionnalité: on attache de l'importance à *comment* on décrit les choses, on 'garde le langage'
  - ▶ domaines d'application: langages de programmation, méthodes pour l'analyse formelle des systèmes
  - ▶ liens avec la théorie de la preuve (correspondance de Curry Howard)
- ▶ vision extensionnelle
  - ▶ "tout ça c'est des machines de Turing" (c'est Vénus)
  - ▶ sens et dénotation
    - "I took a speed-reading course and was able to read War and Peace in 20 minutes. It's about Russia."* – Woody Allen

## *Pourquoi s'intéresser à la sémantique*

- ▶ intensionnalité: on attache de l'importance à *comment* on décrit les choses, on 'garde le langage'
  - ▶ domaines d'application: langages de programmation, méthodes pour l'analyse formelle des systèmes
  - ▶ liens avec la théorie de la preuve (correspondance de Curry Howard)
- ▶ vision extensionnelle
  - ▶ "tout ça c'est des machines de Turing" (c'est Vénus)
  - ▶ sens et dénotation
    - ▶ *"I took a speed-reading course and was able to read War and Peace in 20 minutes. It's about Russia."* – Woody Allen
  - ▶ les objectifs et les résultats ne sont pas de même nature

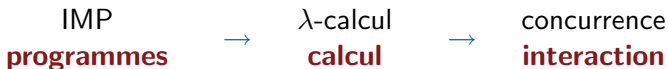
## *Pourquoi s'intéresser à la sémantique*

- ▶ intensionnalité: on attache de l'importance à *comment* on décrit les choses, on 'garde le langage'
  - ▶ domaines d'application: langages de programmation, méthodes pour l'analyse formelle des systèmes
  - ▶ liens avec la théorie de la preuve (correspondance de Curry Howard)
- ▶ vision extensionnelle
  - ▶ "tout ça c'est des machines de Turing" (c'est Vénus)
  - ▶ sens et dénotation
    - "I took a speed-reading course and was able to read War and Peace in 20 minutes. It's about Russia."* – Woody Allen
  - ▶ les objectifs et les résultats ne sont pas de même nature
- ▶ un des enjeux du domaine: faire du sens, et pas du babillage c'est le 'lieu du style' (déclaratif/impératif, appel par valeur/par nom, communication/interaction, ...)

## *Pourquoi s'intéresser à la sémantique*

- ▶ intensionnalité: on attache de l'importance à *comment* on décrit les choses, on 'garde le langage'
  - ▶ domaines d'application: langages de programmation, méthodes pour l'analyse formelle des systèmes
  - ▶ liens avec la théorie de la preuve (correspondance de Curry Howard)
- ▶ vision extensionnelle
  - ▶ "tout ça c'est des machines de Turing" (c'est Vénus)
  - ▶ sens et dénotation
    - "I took a speed-reading course and was able to read War and Peace in 20 minutes. It's about Russia."* – Woody Allen
  - ▶ les objectifs et les résultats ne sont pas de même nature
- ▶ un des enjeux du domaine: faire du sens, et pas du babillage c'est le 'lieu du style' (déclaratif/impératif, appel par valeur/par nom, communication/interaction, ...)
- ▶ relisons ces 3 slides à la fin du cours

## *Contenu et déroulement*



- ▶ 1. présentation des méthodes sur des langages noyaux
- ▶ 2.  $\lambda$ -calcul
- ▶ 3. parallélisme, algèbres de processus (CCS,  $\pi$ -calcul)
- ▶ 4. par-ci par-là: des morceaux du cours de réécriture (L3.2)
- ▶ ce faisant
  - des méthodes à connaître
  - ouverture vers un (des) domaines de recherche
  
  - le cours est plutôt axé vers l'aspect théorique de ces sujets, peu sur les outils pour l'analyse formelle des systèmes
  - il ne faut pas avoir peur d'une dose raisonnable de formalisme
- ▶ TDs: Romain Kervarc (créneau peu amène)
- ▶ 1 partiel, 1 examen (sur cours **et** TDs)

## *Sources, références*

- ▶ IMP
  - ▶ Winskel, *The Formal Semantics of Programming Languages*
- ▶  $\lambda$ -calcul
  - ▶ Krivine,  *$\lambda$ -calcul, types et modèles*
  - ▶ Hindley et Seldin, *Combinators and  $\lambda$ -calculus*
  - ▶ Barendregt, *The  $\lambda$ -calculus, its syntax and semantics*
- ▶ concurrence
  - ▶ Milner, *Communication and concurrency*
  - ▶ Milner, *Communicating and mobile systems: the  $\pi$ -calculus*
- ▶ des “personnages”: J-Y Girard, P. Wadler, ...