

L'extension LaTeX `piton`^{*}

F. Pantigny
fpantigny@wanadoo.fr

6 janvier 2024

Résumé

L'extension `piton` propose des outils pour composer des codes informatiques en Python, OCaml, C et SQL avec une coloration syntaxique en utilisant la bibliothèque Lua LPEG. L'extension `piton` nécessite l'emploi de LuaLaTeX.

1 Présentation

L'extension `piton` utilise la librairie Lua nommée LPEG¹ pour « parser » le code Python, OCaml, C ou SQL et le composer avec un coloriage syntaxique. Comme elle utilise du code Lua, elle fonctionne uniquement avec `lualatex` (et ne va pas fonctionner avec les autres moteurs de compilation LaTeX, que ce soit `latex`, `pdflatex` ou `xelatex`). Elle n'utilise aucun programme extérieur et la compilation ne requiert donc pas `--shell-escape`. La compilation est très rapide puisque tout le travail du parseur est fait par la librairie LPEG, écrite en C.

Voici un exemple de code Python composé avec l'environnement `{Piton}` proposé par `piton`.

```
from math import pi

def arctan(x,n=10):
    """Calcule la valeur mathématique de arctan(x)

    n est le nombre de termes de la somme
    """
    if x < 0:
        return -arctan(-x) # appel récursif
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)
        (on a utilisé le fait que arctan(x) + arctan(1/x) =  $\pi/2$  pour  $x > 0$ )2
    else:
        s = 0
        for k in range(n):
            s += (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1)
        return s
```

^{*}Ce document correspond à la version 2.3 de `piton`, à la date du 2024/01/06.

1. LPEG est une librairie de capture de motifs (*pattern-matching* en anglais) pour Lua, écrite en C, fondée sur les PEG (*parsing expression grammars*) : <http://www.inf.puc-rio.br/~roberto/lpeg/>
2. Cet échappement vers LaTeX a été obtenu en débutant par `#>`.

2 Installation

L'extension `piton` est composée de deux fichiers : `piton.sty` et `piton.lua` (le fichier LaTeX `piton.sty` chargé par `\usepackage` va à son tour charger le fichier `piton.lua`). Les deux fichiers doivent être présents dans un répertoire où LaTeX pourra les trouver, de préférence dans une arborescence `texmf`. Le mieux reste néanmoins d'installer `piton` avec une distribution TeX comme MiKTeX, TeX Live ou MacTeX.

3 Utilisation de l'extension

3.1 Choix du langage

L'extension `piton` prend en charge quatre langages informatiques : Python, OCaml, SQL et C, ou plutôt C++.

Par défaut, le langage est Python.

On peut changer de langage avec la clé `language` de `\PitonOptions` :

```
\PitonOptions{language = C}
```

Dans la suite de ce document, on parlera de Python mais les fonctionnalités s'appliquent aussi aux autres langages.

3.2 Chargement de l'extension

L'extension `piton` se charge simplement avec la commande `\usepackage : \usepackage{piton}`.

On a cependant deux remarques à formuler :

- l'extension `piton` utilise l'extension `xcolor` (mais `piton` ne charge pas `xcolor` : si `xcolor` n'est pas chargée avant le `\begin{document}`, une erreur fatale sera levée) ;
- l'extension `piton` n'est utilisable qu'avec LuaLaTeX : si un autre moteur de compilation (comme `latex`, `pdflatex` ou `xelatex`) est utilisé, une erreur fatale sera levée.

3.3 Les commandes et environnements à la disposition de l'utilisateur

L'extension `piton` fournit plusieurs outils pour composer du code Python : les commandes `\piton`, l'environnement `{Piton}` et la commande `\PitonInputFile`.

- La commande `\piton` doit être utilisée pour composer de petits éléments de code à l'intérieur d'un paragraphe. Par exemple :

```
\piton{def carré(x): return x*x}      def carré(x): return x*x
```

La syntaxe et les particularités de la commande sont détaillées ci-après.

- L'environnement `{Piton}` doit être utilisé pour composer des codes de plusieurs lignes. Comme cet environnement prend son argument selon un mode verbatim, il ne peut pas être utilisé dans l'argument d'une commande LaTeX. Pour les besoins de personnalisation, il est possible de définir de nouveaux environnements similaires à `{Piton}` en utilisant la commande `\NewPitonEnvironment` : cf. partie 4.3 p. 8.
- La commande `\PitonInputFile` doit être utilisée pour insérer et composer un fichier extérieur. Il est possible de n'insérer qu'une partie du fichier : cf. partie 5.2, p. 10.

Nouveau 2.2 La clé `path` de la commande `\PitonOptions` permet de spécifier un chemin pour le fichier à inclure.

3.4 La syntaxe de la commande `\piton`

La commande `\piton` possède en fait une syntaxe double. Elle est peut être utilisée comme une commande standard de LaTeX prenant son argument entre accolades (`\piton{...}`), ou bien selon la syntaxe de la commande `\verb` où l'argument est délimité entre deux caractères identiques (par ex. : `\piton|...|`). On détaille maintenant ces deux syntaxes.

— Syntaxe `\piton{...}`

Quand son argument est donné entre accolades, la commande `\piton` ne prend pas son argument en mode verbatim. Les points suivants doivent être remarqués :

- plusieurs espaces successives sont remplacées par une unique espace, ainsi que les retours à la ligne
mais la commande `_` est fournie pour forcer l'insertion d'une espace ;
- il n'est pas possible d'utiliser le caractère `%` à l'intérieur,
mais la commande `\%` est fournie pour insérer un `%` ;
- les accolades doivent apparaître par paires correctement imbriquées,
mais les commandes `\{` et `\}` sont aussi fournies pour insérer des accolades individuelles ;
- les commandes LaTeX³ sont complètement développées sans être exécutées
et on peut donc utiliser `\\` pour insérer une contre-oblique.

Les autres caractères (y compris `#`, `^`, `_`, `&`, `$` et `@`) doivent être insérés sans contre-oblique.

Exemples :

<pre>\piton{ma_chaine = '\\n'} \piton{def pair(n): return n%2==0} \piton{c="#" # une affectation } \piton{c="#" \ \ \ # une affectation } \piton{my_dict = {'a': 3, 'b': 4}}</pre>	<pre>ma_chaine = '\\n' def pair(n): return n%2==0 c="#" # une affectation c="#" # une affectation my_dict = {'a': 3, 'b': 4}</pre>
--	--

La commande `\piton` avec son argument entre accolades peut être utilisée dans les arguments des autres commandes LaTeX.⁴

— Syntaxe `\piton|...|`

Quand la commande `\piton` prend son argument entre deux caractères identiques, cet argument est pris *en mode verbatim*. De ce fait, avec cette syntaxe, la commande `\piton` ne peut *pas* être utilisée dans l'argument d'une autre fonction.

Exemples :

<pre>\piton ma_chaine = '\\n' \piton def pair(n): return n%2==0! \piton c="#" # une affectation + \piton my_dict = {'a': 3, 'b': 4} </pre>	<pre>ma_chaine = '\\n' def pair(n): return n%2==0 c="#" # une affectation my_dict = {'a': 3, 'b': 4}</pre>
---	--

4 Personnalisation

Concernant la fonte de caractères utilisée dans les listings produits par l'extension `piton`, il s'agit simplement de la fonte mono-chasse courante (`piton` utilise simplement en interne la commande LaTeX standard `\ttfamily`). Pour la changer, le mieux est d'utiliser `\setmonofont` de `fontspec`.

3. Cela s'applique aux commandes commençant par une contre-oblique `\` mais également aux caractères actifs, c'est-à-dire ceux de catcode 13.

4. La commande `\piton` peut par exemple être utilisée dans une note de bas de page. Exemple : `s = 'Une chaîne'`.

4.1 Les clés de la commande `\PitonOptions`

La commande `\PitonOptions` prend en argument une liste de couples *clé=valeur*. La portée des réglages effectués par cette commande est le groupe TeX courant.⁵

Ces clés peuvent aussi être appliquées à un environnement `{Piton}` individuel (entre crochets).

- La clé `language` spécifie le langage informatique considéré (la casse n'est pas prise en compte). Quatre valeurs sont possibles : `Python`, `OCaml`, `C` et `SQL`. La valeur initiale est `Python`.
- La clé `path` indique un chemin où seront cherchés les fichiers inclus par `\PitonInputFile`.
- La clé `gobble` prend comme valeur un entier positif n : les n premiers caractères de chaque ligne sont alors retirés (avant formatage du code) dans les environnements `{Piton}`. Ces n caractères ne sont pas nécessairement des espaces.
- Quand la clé `auto-gobble` est activée, l'extension `piton` détermine la valeur minimale n du nombre d'espaces successifs débutant chaque ligne (non vide) de l'environnement `{Piton}` et applique `gobble` avec cette valeur de n .
- Quand la clé `env-gobble` est activée, `piton` analyse la dernière ligne de l'environnement, c'est-à-dire celle qui contient le `\end{Piton}` et détermine si cette ligne ne comporte que des espaces suivis par `\end{Piton}`. Si c'est le cas, `piton` calcule le nombre n de ces espaces et applique `gobble` avec cette valeur de n . Le nom de cette clé vient de *environment gobble* : le nombre d'espaces à retirer ne dépend que de la position des délimiteurs `\begin{Piton}` et `\end{Piton}` de l'environnement.
- **Nouveau 2.3** La clé `write` prend en argument un nom de fichier (avec l'extension) et écrit le contenu de l'environnement courant dans ce fichier. À la première utilisation du fichier par `piton`, celui-ci est effacé.
- La clé `line-numbers` active la numérotation des lignes (en débordement à gauche) dans les environnements `{Piton}` et dans les listings produits par la commande `\PitonInputFile`.

Nouveau 2.1 Cette clé propose en fait plusieurs sous-clés.

- La clé `line-numbers/skip-empty-lines` demande que les lignes vides soient considérées comme non existantes en ce qui concerne la numérotation des lignes (si la clé `/absolute` est active, la clé `/skip-empty-lines` n'a pas d'effet dans `\PitonInputFile`). La valeur initiale de cette clé est `true` (et non `false`).⁶
- La clé `line-numbers/label-empty-lines` demande que les labels (c'est-à-dire les numéros) des lignes vides soient affichés. Si la clé `/skip-empty-lines` est active, la clé `/label-empty-lines` est sans effet. La valeur initiale de cette clé est `true`.
- La clé `line-numbers/absolute` demande, pour les listings générés par `\PitonInputFile`, que les numéros de lignes affichés soient absolus (c'est-à-dire ceux du fichier d'origine). Elle n'a d'intérêt que si on n'insère qu'une partie du fichier (cf. part 5.2, p. 10). La clé `/absolute` est sans effet dans les environnements `{Piton}`.
- La clé `line-numbers/resume` reprend la numérotation là où elle avait été laissée au dernier listing. En fait, la clé `line-numbers/resume` a un alias, qui est `resume` tout court.
- La clé `line-numbers/start` impose que la numérotation commence à ce numéro.
- La clé `sep` est la distance horizontale entre les numéros de lignes (insérés par `line-numbers`) et les lignes du code informatique. La valeur initiale est 0.7 em.

Pour la commodité, un dispositif de factorisation du préfixe `line-numbers` est disponible, c'est-à-dire que l'on peut écrire :

```
\PitonOptions
{
  line-numbers =
  {
    skip-empty-lines = false ,
    label-empty-lines = false ,
    sep = 1 em
  }
}
```

5. On rappelle que tout environnement LaTeX est, en particulier, un groupe.

6. Avec le langage Python, les lignes vides des *docstrings* sont prises en compte.

```

    }
}

```

- La clé `left-margin` fixe une marge sur la gauche. Cette clé peut être utile, en particulier, en conjonction avec la clé `line-numbers` si on ne souhaite pas que les numéros de ligne soient dans une position en débordement sur la gauche.

Il est possible de donner à la clé `left-margin` la valeur spéciale `auto`. Avec cette valeur, une marge est insérée automatiquement pour les numéros de ligne quand la clé `line-numbers` est utilisée. Voir un exemple à la partie 6.1 p. 18.

- La clé `background-color` fixe la couleur de fond des environnements `{Piton}` et des listings produits par `\PitonInputFile` (ce fond a une largeur que l'on peut fixer avec la clé `width` décrite ci-dessous). La clé `background-color` accepte une couleur définie « à la volée », c'est-à-dire que l'on peut écrire par exemple `background-color = [cmyk]{0.1,0.05,0,0}`

La clé `background-color` accepte aussi en argument une *liste* de couleurs. Les lignes sont alors colorisées de manière cyclique avec ces couleurs.

Exemple : `\PitonOptions{background-color = {gray!5,white}}`

- Avec la clé `prompt-background-color`, `piton` ajoute un fond coloré aux lignes débutant par le prompt « `>>>` » (et sa continuation « `...` ») caractéristique des consoles Python avec boucle REPL (*read-eval-print loop*). Pour un exemple d'utilisation de cette clé, voir la partie 7.2 p. 22.
- La clé `width` fixe la largeur du listing produit. Cette largeur s'applique aux fonds colorés spécifiés par les clés `background-color` et `prompt-background-color` et également quand une coupure automatique des lignes est demandée par `break-lines` (cf. 5.1.2, p. 9).

Cette clé peut prendre comme valeur une longueur explicite mais aussi la valeur spéciale `min`. Avec cette valeur, la largeur sera calculée à partir de la largeur maximale des lignes de code. Attention : l'usage de cette valeur spéciale `min` requiert deux compilations LuaLaTeX⁷.

Pour un exemple d'utilisation de `width=min`, voir la partie 6.2 sur les exemples, p. 18.

- En activant la clé `show-spaces-in-strings`, les espaces dans les chaînes de caractères⁸ sont matérialisés par le caractère □ (U+2423 : OPEN BOX). Bien sûr, le caractère U+2423 doit être présent dans la fonte mono-chasse utilisée.⁹

Exemple : `my_string = 'Très_bonne_réponse'`

- Avec la clé `show-spaces`, tous les espaces sont matérialisés (et aucune coupure de ligne ne peut plus intervenir sur ces espaces matérialisés, même si la clé `break-lines`¹⁰ est active).

```

\begin{Piton}[language=C,line-numbers,auto-gobble,background-color = gray!15]
void bubbleSort(int arr[], int n) {
    int temp;
    int swapped;
    for (int i = 0; i < n-1; i++) {
        swapped = 0;
        for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
                swapped = 1;
            }
        }
    }
    if (!swapped) break;
}

```

7. La largeur maximale est calculée lors de la première compilation, écrite sur le fichier `aux`, puis réutilisée lors de la compilation suivante. Certains outils comme `latexmk` (utilisé par Overleaf) effectuent automatiquement un nombre suffisant de compilations.

8. Pour le langage Python, cela ne s'applique que pour les chaînes courtes, c'est-à-dire celles délimitées par `'` ou `"`. En OCaml, cela ne s'applique pas pour les *quoted strings*.

9. L'extension `piton` utilise simplement la fonte mono-chasse courante. Pour la changer, le mieux est d'utiliser `\setmonofont de fontspec`.

10. cf. 5.1.2 p. 9.

```

    }
}
\end{Piton}

1 void bubbleSort(int arr[], int n) {
2     int temp;
3     int swapped;
4     for (int i = 0; i < n-1; i++) {
5         swapped = 0;
6         for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
7             if (arr[j] > arr[j + 1]) {
8                 temp = arr[j];
9                 arr[j] = arr[j + 1];
10                arr[j + 1] = temp;
11                swapped = 1;
12            }
13        }
14        if (!swapped) break;
15    }
16 }

```

La commande `\PitonOptions` propose d'autres clés qui seront décrites plus loin (voir en particulier la coupure des pages et des lignes p. 8).

4.2 Les styles

4.2.1 Notion de style

L'extension `piton` fournit la commande `\SetPitonStyle` pour personnaliser les différents styles utilisés pour formater les éléments syntaxiques des listings Python. Ces personnalisations ont une portée qui correspond au groupe TeX courant.¹¹

La commande `\SetPitonStyle` prend en argument une liste de couples *clé=valeur*. Les clés sont les noms des styles et les valeurs sont les instructions LaTeX de formatage correspondantes.

Ces instructions LaTeX doivent être des instructions de formatage du type de `\bfseries`, `\slshape`, `\color{...}`, etc. (les commandes de ce type sont parfois qualifiées de *semi-globales*). Il est aussi possible de mettre, à la fin de la liste d'instructions, une commande LaTeX prenant exactement un argument.

Voici un exemple qui change le style utilisé pour le nom d'une fonction Python, au moment de sa définition (c'est-à-dire après le mot-clé `def`). Elle utilise la commande `\highLight` de `lua-ul` (qui nécessite lui-même le chargement de `luacolor`).

```

\SetPitonStyle
{ Name.Function = \bfseries \highLight[red!50] }

```

Ici, `\highLight[red!50]` doit être considéré comme le nom d'une fonction LaTeX qui prend exactement un argument, puisque, habituellement, elle est utilisée avec `\highLight[red!50]{text}`.

Avec ce réglage, on obtient : `def cube(x) : return x * x * x`

L'usage des différents styles suivant le langage informatique considéré est décrit dans la partie 8, à partir de la page 25.

La commande `\PitonStyle` prend en argument le nom d'un style et permet de récupérer la valeur (en tant que liste d'instructions LaTeX) de ce style.

11. On rappelle que tout environnement LaTeX est, en particulier, un groupe.

Par exemple, on peut écrire, dans le texte courant, `{\PitonStyle{Keyword}{function}}` et on aura le mot **function** formaté comme un mot-clé.

La syntaxe `{\PitonStyle{style}{...}}` est nécessaire pour pouvoir tenir compte à la fois des commandes semi-globales et des commandes à argument présentes dans la valeur courante du style *style*.

4.2.2 Styles locaux et globaux

Un style peut être défini de manière globale avec la commande `\SetPitonStyle`. Cela veut dire qu'il s'appliquera par défaut à tous les langages informatiques qui utilisent ce style.

Par exemple, avec la commande

```
\SetPitonStyle{Comment = \color{gray}}
```

tous les commentaires (que ce soit en Python, en C, en OCaml, etc.) seront composés en gris.

Nouveau 2.2 Mais il est aussi possible de définir un style localement pour un certain langage informatique en passant le nom du langage en argument optionnel (entre crochets) de la commande `\SetPitonStyle`.¹²

Par exemple, avec la commande

```
\SetPitonStyle[SQL]{Keywords = \color[HTML]{006699} \bfseries \MakeUppercase}
```

les mots-clés dans les listings SQL seront composés en lettres capitales, même s'ils s'apparaissent en minuscules dans le fichier source LaTeX (on rappelle que, en SQL, les mot-clés ne sont pas sensibles à la casse et donc forcer leur mise en capitales peut être envisagé).

Comme on s'en doute, si un langage informatique utilise un certain style et que ce style n'est pas défini localement pour ce langage, c'est la version globale qui est utilisée. Cette notion de globalité n'a pas de rapport avec la notion de liaison locale de TeX (notion de groupe TeX).

Les styles fournis par défaut par *piton* sont tous définis globalement.

4.2.3 Le style UserFunction

Il existe un style spécial nommé **UserFunction**. Ce style s'applique aux noms des fonctions précédemment définies par l'utilisateur (par exemple, avec le langage Python, ces noms de fonctions sont ceux qui apparaissent après le mot-clé **def** dans un listing Python précédent). La valeur initiale de ce style est nulle (=vide), ce qui fait que ces noms de fonctions sont formatés comme du texte courant (en noir). Néanmoins, il est possible de changer la valeur de ce style, comme tous les autres styles, avec la commande `\SetPitonStyle`.

Dans l'exemple suivant, on prend comme valeur de ce style **UserFunction** la valeur initiale du style **Name.Function** (qui s'applique au nom des fonctions *au moment de leur définition*).

```
\SetPitonStyle{UserFunction = \color[HTML]{CC00FF}}
```

```
def transpose(v,i,j):
    x = v[i]
    v[i] = v[j]
    v[j] = x

def passe(v):
    for in in range(0,len(v)-1):
        if v[in] > v[in+1]:
            transpose(v,in,in+1)
```

Comme on le voit, le nom **transpose** a été mis en évidence comme étant le nom d'une fonction définie précédemment par l'utilisateur (d'où le nom **UserFunction** pour ce style).

12. On rappelle que, dans *piton*, les noms des langages informatiques ne sont pas sensibles à la casse.

Bien sûr, la liste des noms de fonctions Python précédemment définies est gardée en mémoire de LuaLaTeX (de manière globale, c'est-à-dire indépendamment des groupes TeX). L'extension `piton` fournit une commande qui permet de vider cette liste : c'est la commande `\PitonClearUserFunctions`. Quand elle est utilisée sans argument, cette commande s'applique à tous les langages informatiques utilisés par l'utilisateur mais on peut spécifier en argument optionnel (entre crochets) une liste de langages informatiques auxquels elle s'appliquera.¹³

4.3 Définition de nouveaux environnements

Comme l'environnement `{Piton}` a besoin d'absorber son contenu d'une manière spéciale (à peu près comme du texte verbatim), il n'est pas possible de définir de nouveaux environnements directement au-dessus de l'environnement `{Piton}` avec les commandes classiques `\newenvironment` (de LaTeX standard) et `\NewDocumentEnvironment` (de LaTeX3).

C'est pourquoi `piton` propose une commande `\NewPitonEnvironment`. Cette commande a la même syntaxe que la commande classique `\NewDocumentEnvironment`.

Par exemple, avec l'instruction suivante, un nouvel environnement `{Python}` sera défini avec le même comportement que l'environnement `{Piton}` :

```
\NewPitonEnvironment{Python}{0}{\PitonOptions{#1}}{}
```

Si on souhaite un environnement `{Python}` qui compose le code inclus dans une boîte de `tcolorbox`, on peut écrire (à condition, bien entendu, d'avoir chargé l'extension `tcolorbox`) :

```
\NewPitonEnvironment{Python}{}
{\begin{tcolorbox}}
{\end{tcolorbox}}
```

Avec ce nouvel environnement `{Python}`, on peut écrire :

```
\begin{Python}
def carré(x):
    """Calcule le carré d'un nombre"""
    return x*x
\end{Python}
```

```
def carré(x):
    """Calcule le carré d'un nombre"""
    return x*x
```

5 Fonctionnalités avancées

5.1 Coupure des pages et des lignes

5.1.1 Coupure des pages

Par défaut les listings produits par l'environnement `{Piton}` et par la commande `\PitonInputFile` sont insécables.

Néanmoins, la commande `\PitonOptions` propose la clé `splittable` pour autoriser de telles coupures.

- Si la clé `splittable` est utilisée sans valeur, les listings sont sécables n'importe où.

¹³. On rappelle que, dans `piton`, les noms des langages informatiques ne sont pas sensibles à la casse.

- Si la clé `splittable` est utilisée avec une valeur numérique n (qui doit être un entier naturel non nul), alors les listings seront sécables mais aucune coupure ne pourra avoir lieu entre les n premières lignes, ni entre les n dernières. De ce fait, `splittable=1` est équivalent à `splittable`.

Remarque

Même avec une couleur de fond (fixée avec `background-color`), les sauts de page sont possibles, à partir du moment où la clé `splittable` est utilisée.¹⁴

5.1.2 Coupure des lignes

Par défaut, les éléments produits par `piton` ne peuvent pas être coupés par une fin de ligne. Il existe néanmoins des clés pour autoriser de telles coupures (les points de coupure possibles sont les espaces, y compris les espaces dans les chaînes Python).

- Avec la clé `break-lines-in-piton`, les coupures de ligne sont autorisées dans la commande `\piton{...}` (mais pas dans la commande `\piton|...|`, c'est-à-dire avec la syntaxe verbatim).
- Avec la clé `break-lines-in-Piton`, les coupures de ligne sont autorisées dans l'environnement `{Piton}` (d'où la lettre P capitale dans le nom) et les listings produits par `\PitonInputFile`.
- La clé `break-lines` est la conjonction des deux clés précédentes.

L'extension `piton` fournit aussi plusieurs clés pour contrôler l'apparence des coupures de ligne autorisées par `break-lines-in-Piton`.

- Avec la clé `indent-broken-lines`, l'indentation de la ligne coupée est respectée à chaque retour à la ligne.
- La clé `end-of-broken-line` correspond au symbole placé à la fin d'une ligne coupée. Sa valeur initiale est : `\hspace*{0.5em}\textbackslash`.
- La clé `continuation-symbol` correspond au symbole placé à chaque retour de ligne dans la marge gauche. Sa valeur initiale est : `+\;` (la commande `\;` insère un petit espace horizontal).
- La clé `continuation-symbol-on-indentation` correspond au symbole placé à chaque retour de ligne au niveau de l'indentation (uniquement dans le cas où la clé `indent-broken-lines` est active). Sa valeur initiale est : `$_hookrightarrow\;$`.

Le code suivant a été composé avec le réglage suivant :

```
\PitonOptions{width=12cm,break-lines,indent-broken-lines,background-color=gray!15}
```

```
def dict_of_liste(liste):
    """Convertit une liste de subrs et de descriptions de \
    ↪ glyphes en dictionnaire"""
    dict = {}
    for liste_lettre in liste:
        if (liste_lettre[0][0:3] == 'dup'): # si c'est un subr
            nom = liste_lettre[0][4:-3]
            print("On traite le subr de numéro " + nom)
        else:
            nom = liste_lettre[0][1:-3] # si c'est un glyphe
            print("On traite le glyphe du caractère " + nom)
        dict[nom] = [traite_ligne_Postscript(k) for k in \
    ↪ liste_lettre[1:-1]]
    return dict
```

14. Avec la clé `splittable`, un environnement `{Piton}` est sécable même dans un environnement de `tcolorbox` (à partir du moment où la clé `breakable` de `tcolorbox` est utilisée). On précise cela parce que, en revanche, un environnement de `tcolorbox` inclus dans un autre environnement de `tcolorbox` n'est pas sécable, même quand les deux utilisent la clé `breakable`.

5.2 Insertion d'une partie d'un fichier

La commande `\PitonInputFile` permet d'insérer (avec formatage) le contenu d'un fichier. En fait, il existe des mécanismes permettant de n'insérer qu'une partie du fichier en question.

- On peut spécifier la partie à insérer par les numéros de lignes (dans le fichier d'origine).
- **Nouveau 2.1** On peut aussi spécifier la partie à insérer par des marqueurs textuels.

Dans les deux cas, si on souhaite numérotter les lignes avec les numéros des lignes du fichier d'origine, il convient d'utiliser la clé `line-numbers/absolute`.

5.2.1 Avec les numéros de lignes absolus

La commande `\PitonInputFile` propose les clés `first-line` et `last-line` pour n'insérer que la partie du fichier comprise entre les lignes correspondantes. Ne pas confondre avec la clé `line-numbers/start` qui demande un numérotage des lignes commençant à la valeur donnée à cette clé (en un sens `line-numbers/start` concerne la sortie alors que `first-line` et `last-line` concernent l'entrée).

5.2.2 Avec des marqueurs textuels

Nouveau 2.1

Pour utiliser cette technique, il convient d'abord de spécifier le format des marqueurs marquant le début et la fin de la partie du fichier à inclure. Cela se fait avec les deux clés `marker/beginning` et `marker/end` (usuellement dans la commande `\PitonOptions`).

Prenons d'abord un exemple.

Supposons que le fichier à inclure contienne des solutions à des exercices de programmation sur le modèle suivant :

```
#[Exercice 1] Version itérative
def fibo(n):
    if n==0: return 0
    else:
        u=0
        v=1
        for i in range(n-1):
            w = u+v
            u = v
            v = w
        return v
#<Exercice 1>
```

Les marqueurs de début et de fin sont les chaînes `#[Exercice 1]` et `#<Exercice 1>`. La chaîne « Exercice 1 » sera appelée le *label* de l'exercice (ou de la partie du fichier à inclure).

Pour spécifier des marqueurs de cette sorte dans `piton`, on utilisera les clés `marker/beginning` et `marker/end` de la manière suivante (le caractère `#` des commentaires de Python doit être inséré sous la forme échappée `\#`).

```
\PitonOptions{ marker/beginning = \#[#1] , marker/end = \#<#1> }
```

Comme on le voit, `marker/beginning` est une expression correspondant à la fonction mathématique qui, au nom du label (par exemple `Exercice 1`), associe le marqueur de début (dans l'exemple `#[Exercice 1]`). La chaîne `#1` correspond aux occurrences de l'argument de cette fonction (c'est la syntaxe habituelle de TeX). De même pour `marker/end`.

Pour insérer une partie marquée d'un fichier, il suffit alors d'utiliser la clé `range` de `\PitonInputFile`.

```
\PitonInputFile[range = Exercice 1]{nom_du_fichier}
```

```
def fibo(n):
    if n==0: return 0
    else:
        u=0
        v=1
        for i in range(n-1):
            w = u+v
            u = v
            v = w
        return v
```

La clé `marker/include-line` demande que les lignes contenant les marqueurs soient également insérées.

```
\PitonInputFile[marker/include-lines,range = Exercice 1]{nom_du_fichier}
```

```
#[Exercice 1] Version itérative
```

```
def fibo(n):
    if n==0: return 0
    else:
        u=0
        v=1
        for i in range(n-1):
            w = u+v
            u = v
            v = w
        return v
```

```
#<Exercice 1>
```

Il existe en fait aussi les clés `begin-range` et `end-range` pour insérer plusieurs contenus marqués simultanément.

Par exemple, pour insérer les solutions des exercices 3 à 5, on pourra écrire (à condition que le fichier soit structuré correctement!) :

```
\PitonInputFile[begin-range = Exercice 3, end-range = Exercice 5]{nom_du_fichier}
```

5.3 Mise en évidence d'identificateurs

On peut demander le changement de formatage de certains identificateurs avec la clé `identifiers` de `\PitonOptions`.¹⁵

Cette clé prend en argument une valeur au format suivant :

```
{ names = noms, style = instructions }
```

- *noms* est une liste de noms d'identificateurs (séparés par des virgules) ;
- *instructions* est une liste d'instructions LaTeX de formatage du même type que pour les styles précédemment définis (cf. 4.2 p. 6).

Attention : Seuls les identifiants peuvent voir leur formatage affecté. Les mots-clés et les noms de fonctions prédéfinies ne seront pas affectés, même s'ils figurent dans la liste *noms*.

```
\PitonOptions
{
    identifiers =
    {
```

15. Cette fonctionnalité n'est pas disponible avec le langage SQL car, en SQL, il n'y a pas d'identificateurs (il n'y a que des noms de tables et des noms de champs).

```

        names = { l1 , l2 } ,
        style = \color{red}
    }
}

\begin{Piton}
def tri(l):
    """Tri par segmentation"""
    if len(l) <= 1:
        return l
    else:
        a = l[0]
        l1 = [ x for x in l[1:] if x < a ]
        l2 = [ x for x in l[1:] if x >= a ]
        return tri(l1) + [a] + tri(l2)
\end{Piton}

def tri(l):
    """Tri par segmentation"""
    if len(l) <= 1:
        return l
    else:
        a = l[0]
        l1 = [ x for x in l[1:] if x < a ]
        l2 = [ x for x in l[1:] if x >= a ]
        return tri(l1) + [a] + tri(l2)

```

En utilisant la clé `identifiers`, on peut ajouter de nouvelles fonctions prédéfinies (ou de nouveaux mots-clés, etc.) qui seront détectées par `piton`.

```

\PitonOptions
{
    identifiers =
    {
        names = { cos, sin, tan, floor, ceil, trunc, pow, exp, ln, factorial } ,
        style = \PitonStyle{Name.Builtin}
    }
}

\begin{Piton}
from math import *
cos(pi/2)
factorial(5)
ceil(-2.3)
floor(5.4)
\end{Piton}

from math import *
cos(pi/2)
factorial(5)
ceil(-2.3)
floor(5.4)

```

5.4 Les échappements vers LaTeX

L'extension `piton` propose plusieurs mécanismes d'échappement vers LaTeX :

- Il est possible d'avoir des commentaires entièrement composés en LaTeX.

- Il est possible d’avoir, dans les commentaires Python, les éléments entre $\$$ composés en mode mathématique de LaTeX.
- Il est possible d’insérer du code LaTeX à n’importe quel endroit d’un listing Python.

Ces mécanismes vont être détaillés dans les sous-parties de cette partie.

À remarquer également que, dans le cas où `piton` est utilisée dans la classe `beamer`, `piton` détecte la plupart des commandes et environnements de Beamer : voir la sous-section 5.5, p. 15.

5.4.1 Les « commentaires LaTeX »

Dans ce document, on appelle « commentaire LaTeX » des commentaires qui débutent par `#>`. Tout ce qui suit ces deux caractères, et jusqu’à la fin de la ligne, sera composé comme du code LaTeX standard.

Il y a deux outils pour personnaliser ces commentaires.

- Il est possible de changer le marquage syntaxique utilisé (qui vaut initialement `#>`). Pour ce faire, il existe une clé `comment-latex`, *disponible uniquement dans le préambule du document*, qui permet de choisir les caractères qui (précédés par `#`) serviront de marqueur syntaxique.

Par exemple, avec le réglage suivant (fait dans le préambule du document) :

```
\PitonOptions{comment-latex = LaTeX}
```

les commentaires LaTeX commenceront par `#LaTeX`.

Si on donne la valeur nulle à la clé `comment-latex`, tous les commentaires Python (débutant par `#`) seront en fait des « commentaires LaTeX ».

- Il est possible de changer le formatage du commentaire LaTeX lui-même en changeant le style `piton Comment.LaTeX`.

Par exemple, avec `\SetPitonStyle{Comment.LaTeX = \normalfont\color{blue}}`, les commentaires LaTeX seront composés en bleu.

Si on souhaite qu’un croisillon (`#`) soit affiché en début de commentaire dans le PDF, on peut régler `Comment.LaTeX` de la manière suivante :

```
\SetPitonStyle{Comment.LaTeX = \color{gray}\#\normalfont\space }
```

Pour d’autres exemples de personnalisation des commentaires LaTeX, voir la partie 6.2 p. 18.

Si l’utilisateur a demandé l’affichage des numéros de ligne avec `line-numbers`, il est possible de faire référence à ce numéro de ligne avec la commande `\label` placée dans un commentaire LaTeX.¹⁶

5.4.2 La clé « math-comments »

Il est possible de demander que, dans les commentaires Python normaux, c’est-à-dire débutant par `#` (et non par `#>`), les éléments placés entre symboles $\$$ soient composés en mode mathématique de LaTeX (le reste du commentaire restant composé en verbatim).

La clé `math-comments` (*qui ne peut être activée que dans le préambule du document*) active ce comportement.

Dans l’exemple suivant, on suppose que `\PitonOptions{math-comments}` a été utilisé dans le préambule du document.

```
\begin{Piton}
def carré(x):
    return x*x # renvoie  $x^2$ 
\end{Piton}

def carré(x):
    return x*x # renvoie  $x^2$ 
```

16. Cette fonctionnalité est implémentée en redéfinissant, dans les environnements `{Piton}`, la commande `\label`. Il peut donc y avoir des incompatibilités avec les extensions qui redéfinissent (globalement) cette commande `\label` (comme `varioref`, `refcheck`, `showlabels`, etc.)

5.4.3 Le mécanisme « escape »

Il est aussi possible de surcharger les listings Python pour y insérer du code LaTeX à peu près n'importe où (mais entre deux lexèmes, bien entendu). Cette fonctionnalité n'est pas activée par défaut par `piton`. Pour l'utiliser, il faut spécifier les deux délimiteurs marquant l'échappement (le premier le commençant et le deuxième le terminant) en utilisant les clés `begin-escape` et `end-escape` (*qui ne sont accessibles que dans le préambule du document*). Les deux délimiteurs peuvent être identiques.

Dans l'exemple suivant, on suppose que le préambule du document contient l'instruction :

```
\PitonOptions{begin-escape=!,end-escape=!}
```

Dans le code suivant, qui est une programmation récursive de la factorielle, on décide de surligner en jaune l'instruction qui contient l'appel récursif. Cet exemple utilise la commande `\highLight` de `lua-ul` (cette extension requiert aussi l'extension `luacolor`).

```
\begin{Piton}
def fact(n):
    if n==0:
        return 1
    else:
        !\highLight{!return n*fact(n-1)!}
\end{Piton}

def fact(n):
    if n==0:
        return 1
    else:
        return n*fact(n-1)
```

En fait, dans le cas présent, il serait sans doute plus habile d'utiliser la commande `\@highLight` de `lua-ul` : cette commande bascule vers un fond jaune jusqu'à la fin du groupe TeX courant. Comme le nom de cette commande contient le caractère `@`, il convient de lui donner un synonyme sans caractère `@` pour pouvoir l'utiliser directement dans `{Piton}`.

```
\makeatletter
\NewCommandCopy{\Jaune}{\@highLight}
\makeatother

\begin{Piton}
def fact(n):
    if n==0:
        return 1
    else:
        !\Jaune!return n*fact(n-1)
\end{Piton}

def fact(n):
    if n==0:
        return 1
    else:
        return n*fact(n-1)
```

Attention : L'échappement vers LaTeX permis par les clés `begin-escape` et `end-escape` n'est pas actif dans les chaînes de caractères ni dans les commentaires (pour avoir un commentaire entièrement en échappement vers LaTeX, c'est-à-dire ce qui est appelé dans ce document « commentaire LaTeX », il suffit de le faire débiter par `#>`).

5.4.4 Le mécanisme « escape-math »

Le mécanisme « `escape-math` » est très similaire au mécanisme « `escape` » puisque la seule différence est que les éléments en échappement LaTeX y sont composés en mode mathématique.

On active ce mécanisme avec les clés `begin-escape-math` et `end-escape-math` (*qui ne sont accessibles que dans le préambule du document*).

Malgré la proximité technique, les usages du mécanisme « `escape-math` » sont en fait assez différents de ceux du mécanisme « `escape` ». En effet, comme le contenu en échappement est composé en mode mathématique, il est en particulier composé dans un groupe TeX et ne pourra donc pas servir à changer le formatage d'autres unités lexicales.

Dans les langages où le caractère \$ ne joue pas un rôle syntaxique important, on peut assez naturellement vouloir activer le mécanisme « `escape-math` » avec le caractère \$:

```
\PitonOptions{begin-escape-math=$,end-escape-math=$}
```

Remarquer que le caractère \$ ne doit *pas* être protégé par une contre-oblique.

Néanmoins, il est sans doute plus prudent d'utiliser \ (et \).

```
\PitonOptions{begin-escape-math=\(,end-escape-math=\)}
```

Voici un exemple d'utilisation typique :

```
\begin{Piton}[line-numbers]
def arctan(x,n=10):
    if \ (x < 0) :
        return \ (-\arctan(-x)\)
    elif \ (x > 1) :
        return \ (\pi/2 - \arctan(1/x)\)
    else:
        s = \ (0)
        for \ (k) in range(\ (n)): s += \ (\smash{\frac{(-1)^k}{2k+1} x^{2k+1}}\)
        return s
\end{Piton}
```

```
1 def arctan(x,n=10):
2     if x < 0 :
3         return -arctan(-x)
4     elif x > 1 :
5         return pi/2 - arctan(1/x)
6     else:
7         s = 0
8         for k in range(n): s +=  $\frac{(-1)^k}{2k+1} x^{2k+1}$ 
9         return s
```

5.5 Comportement dans la classe Beamer

Première remarque

Remarquons que, comme l'environnement `{Piton}` prend son argument selon un mode verbatim, il convient, ce qui n'est pas surprenant, de l'utiliser dans des environnements `{frame}` de Beamer protégés par la clé `fragile`, c'est-à-dire débutant par `\begin{frame}[fragile]`.¹⁷

Quand l'extension `piton` est utilisée dans la classe `beamer`¹⁸, le comportement de `piton` est légèrement modifié, comme décrit maintenant.

17. On rappelle que pour un environnement `{frame}` de Beamer qui utilise la clé `fragile`, l'instruction `\end{frame}` doit être seule sur une ligne (à l'exception d'éventuels espaces en début de ligne).

18. L'extension `piton` détecte la classe `beamer` et l'extension `beamerarticle` si elle est chargée précédemment, mais il est aussi possible, si le besoin s'en faisait sentir, d'activer ce comportement avec la clé `beamer` au chargement de `piton` : `\usepackage{beamer}{piton}`

5.5.1 `{Piton}` et `\PitonInputFile` sont “overlay-aware”

Quand `piton` est utilisé avec Beamer, l’environnement `{Piton}` et la commande `\PitonInputFile` acceptent l’argument optionnel `<...>` de Beamer pour indiquer les « *overlays* » concernés.

On peut par exemple écrire :

```
\begin{Piton}<2-5>
...
\end{Piton}
```

ou aussi

```
\PitonInputFile<2-5>{mon_fichier.py}
```

5.5.2 Commandes de Beamer reconnues dans `{Piton}` et `\PitonInputFile`

Quand `piton` est utilisé dans la classe `beamer`, les commandes suivantes de `beamer` (classées selon leur nombre d’arguments obligatoires) sont directement reconnues dans les environnements `{Piton}` (ainsi que dans les listings composés par la commande `\PitonInputFile`, même si c’est sans doute moins utile).

- aucun argument obligatoire : `\pause`¹⁹;
- un argument obligatoire : `\action`, `\alert`, `\invisible`, `\only`, `\uncover` et `\visible`;
- deux arguments obligatoires : `\alt`;
- trois arguments obligatoires : `\temporal`.

Les accolades dans les arguments obligatoires de ces commandes doivent être équilibrées (cependant, les accolades présentes dans des chaînes courtes²⁰ de Python ne sont pas prises en compte).

Concernant les fonctions `\alt` et `\temporal`, aucun retour à la ligne ne doit se trouver dans les arguments de ces fonctions.

Voici un exemple complet de fichier :

```
\documentclass{beamer}
\usepackage{piton}
\begin{document}
\begin{frame}[fragile]
\begin{Piton}
def string_of_list(l):
    """Convertit une liste de nombres en chaîne"""
    \only<2->{s = "{" + str(l[0])}
    \only<3->{for x in l[1:]: s = s + "," + str(x)}
    \only<4->{s = s + "}"}
    return s
\end{Piton}
\end{frame}
\end{document}
```

Dans l’exemple précédent, les accolades des deux chaînes de caractères Python `"{"` et `"}"` sont correctement interprétées (sans aucun caractère d’échappement).

19. On remarquera que, bien sûr, on peut aussi utiliser `\pause` dans un « commentaire LaTeX », c’est-à-dire en écrivant `#> \pause`. Ainsi, si le code Python est copié, il est interprétable par Python.

20. Les chaînes courtes de Python sont les chaînes (string) délimitées par les caractères `'` ou `"` non triplés. En Python, les chaînes de caractères courtes ne peuvent pas s’étendre sur plusieurs lignes de code.

5.5.3 Environnements de Beamer reconnus dans `{Piton}` et `\PitonInputFile`

Quand `piton` est utilisé dans la classe `beamer`, les environnements suivants de Beamer sont directement reconnus dans les environnements `{Piton}` (ainsi que dans les listings composés par la commande `\PitonInputFile` même si c'est sans doute moins utile) : `{actionenv}`, `{alertenv}`, `{invisibleenv}`, `{onlyenv}`, `{uncoverenv}` et `{visibleenv}`.

Il y a néanmoins une restriction : ces environnements doivent englober des *lignes entières de code Python*.

On peut par exemple écrire :

```
\documentclass{beamer}
\usepackage{piton}
\begin{document}
\begin{frame}[fragile]
\begin{Piton}
def carré(x):
    """Calcule le carré de l'argument"""
    \begin{uncoverenv}<2>
    return x*x
    \end{uncoverenv}
\end{Piton}
\end{frame}
\end{document}
```

Remarque à propos de la commande `\alert` et de l'environnement `{alertenv}` de Beamer

Beamer propose un moyen aisé de changer la couleur utilisée par l'environnement `{alertenv}` (et par la commande `\alert` qui s'appuie dessus). Par exemple, on peut écrire :

```
\setbeamercolor{alerted text}{fg=blue}
```

Néanmoins, dans le cas d'une utilisation à l'intérieur d'un environnement `{Piton}` un tel réglage n'est sans doute pas pertinent, puisque, justement, `piton` va (le plus souvent) changer la couleur des éléments selon leur valeur lexicale. On préférera sans doute un environnement `{alertenv}` qui change la couleur de fond des éléments à mettre en évidence.

Voici un code qui effectuera ce travail en mettant un fond jaune. Ce code utilise la commande `\@highLight` de l'extension `lua-ul` (cette extension nécessite elle-même l'extension `luacolor`).

```
\setbeamercolor{alerted text}{bg=yellow!50}
\makeatletter
\AddToHook{env/Piton/begin}
{ \renewenvironment<>{alertenv}{\only#1{\@highLight[alerted text.bg]}}{}}
\makeatother
```

Ce code redéfinit localement l'environnement `{alertenv}` à l'intérieur de l'environnement `{Piton}` (on rappelle que la commande `\alert` s'appuie sur cet environnement `{alertenv}`).

5.6 Notes de pied de page dans les environnements de `piton`

Si vous voulez mettre des notes de pied de page dans un environnement de `piton` (ou bien dans un listing produit par `\PitonInputFile`, bien que cela paraisse moins pertinent dans ce cas-là) vous pouvez utiliser une paire `\footnotemark–\footnotetext`.

Néanmoins, il est également possible d'extraire les notes de pieds de page avec l'extension `footnote` ou bien l'extension `footnotehyper`.

Si `piton` est chargée avec l'option `footnote` (avec `\usepackage[footnote]{piton}`) l'extension `footnote` est chargée (si elle ne l'est pas déjà) et elle est utilisée pour extraire les notes de pied de page.

Si `piton` est chargée avec l'option `footnotehyper`, l'extension `footnotehyper` est chargée (si elle ne l'est pas déjà) et elle est utilisée pour extraire les notes de pied de page.

Attention : Les extensions `footnote` et `footnotehyper` sont incompatibles. L'extension `footnotehyper` est le successeur de l'extension `footnote` et devrait être utilisée préférentiellement. L'extension `footnote` a quelques défauts ; en particulier, elle doit être chargée après l'extension `xcolor` et elle n'est pas parfaitement compatible avec `hyperref`.

Dans ce document, l'extension `piton` a été chargée avec l'option `footnotehyper` et c'est pourquoi des notes peuvent être mises dans les environnements `{Piton}` : voir un exemple sur la première page de ce document.

5.7 Tabulations

Même s'il est recommandé d'indenter les listings Python avec des espaces (cf. PEP 8), `piton` accepte les caractères de tabulations (U+0009) en début de ligne. Chaque caractère U+0009 est remplacé par n espaces. La valeur initiale de n est 4 mais on peut la changer avec la clé `tab-size` de `\PitonOptions`.

Il existe aussi une clé `tabs-auto-gobble` qui détermine le nombre minimal de caractères U+0009 débutant chaque ligne (non vide) de l'environnement `{Piton}` et applique `gobble` avec cette valeur (avant le remplacement des caractères U+0009 par des espaces, bien entendu). Cette clé est donc similaire à la clé `auto-gobble` mais agit sur des caractères U+0009 au lieu de caractères U+0020 (espaces).

6 Exemples

6.1 Numérotation des lignes

On rappelle que l'on peut demander la numérotation des lignes des listings avec la clé `line-numbers`. Par défaut, les numéros de ligne sont composés par `piton` en débordement à gauche (en utilisant en interne la commande `\llap` de LaTeX).

Si on ne veut pas de débordement, on peut utiliser l'option `left-margin=auto` qui va insérer une marge adaptée aux numéros qui seront insérés (elle est plus large quand les numéros dépassent 10).

```
\PitonOptions{background-color=gray!10, left-margin = auto, line-numbers}
\begin{Piton}
def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)          #> (appel récursif)
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x) #> (autre appel récursif)
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )
\end{Piton}
```

```
1 def arctan(x,n=10):
2     if x < 0:
3         return -arctan(-x)          (appel récursif)
4     elif x > 1:
5         return pi/2 - arctan(1/x) (autre appel récursif)
6     else:
7         return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )
```

6.2 Formatage des commentaires LaTeX

On peut modifier le style `Comment.LaTeX` (avec `\SetPitonStyle`) pour faire afficher les commentaires LaTeX (qui débutent par `#>`) en butée à droite.

```

\PytonOptions{background-color=gray!10}
\SetPytonStyle{Comment.LaTeX = \hfill \normalfont\color{gray}}
\begin{Pyton}
def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)          #> appel récursif
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x) #> autre appel récursif
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )
\end{Pyton}

```

```

def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)          appel récursif
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)    autre appel récursif
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )

```

On peut aussi faire afficher les commentaires dans une deuxième colonne à droite si on limite la largeur du code proprement dit avec la clé `width`. Dans l'exemple qui suit, on utilise la clé `width` avec la valeur spéciale `min`.

```

\PytonOptions{width=min, background-color=gray!10}
\NewDocumentCommand{\MyLaTeXCommand}{m}{\hfill \normalfont\itshape\rlap{\quad #1}}
\SetPytonStyle{Comment.LaTeX = \MyLaTeXCommand}
\begin{Pyton}
def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)          #> appel récursif
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x) #> autre appel récursif
    else:
        s = 0
        for k in range(n):
            s += (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1)
        return s
\end{Pyton}

```

```

def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)          appel récursif
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)    autre appel récursif
    else:
        s = 0
        for k in range(n):
            s += (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1)
        return s

```

6.3 Notes dans les listings

Pour pouvoir extraire les notes (introduites par `\footnote`), l'extension `piton` doit être chargée, soit avec la clé `footnote`, soit avec la clé `footnotehyper`, comme expliqué à la section 5.6 p. 17. Dans le présent document, l'extension `piton` a été chargée par la clé `footnotehyper`.

Bien entendu, une commande `\footnote` ne peut apparaître que dans un commentaire LaTeX (qui débute par `#>`). Un tel commentaire peut se limiter à cette unique commande `\footnote`, comme dans l'exemple suivant.

```

\PytonOptions{background-color=gray!10}
\begin{Pyton}
def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)#>\footnote{Un premier appel récursif.}
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)#>\footnote{Un deuxième appel récursif.}
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )
\end{Pyton}

```

```

def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)21
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)22
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )

```

Si on utilise l'environnement `{Pyton}` dans un environnement `{minipage}` de LaTeX, les notes sont, bien entendu, composées au bas de l'environnement `{minipage}`. Rappelons qu'une telle `{minipage}` ne peut être coupée par un saut de page.

```

\PytonOptions{background-color=gray!10}
\emphase\begin{minipage}{\linewidth}
\begin{Pyton}
def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)#>\footnote{Un premier appel récursif.}
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)#>\footnote{Un deuxième appel récursif.}
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )
\end{Pyton}
\end{minipage}

```

```

def arctan(x,n=10):
    if x < 0:
        return -arctan(-x)a
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)b
    else:
        return sum( (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1) for k in range(n) )

```

-
- ^a. Un premier appel récursif.
^b. Un deuxième appel récursif.

6.4 Un exemple de réglage des styles

Les styles graphiques ont été présentés à la partie 4.2, p. 6.

On présente ici un réglage de ces styles adapté pour les documents en noir et blanc. On l'utilise avec la fonte *DejaVu Sans Mono*²³ spécifiée avec la commande `\setmonofont` de `fontspec`. Ce réglage utilise la commande `\highLight` de `lua-ul` (cette extension nécessite elle-même l'extension `luacolor`).

²¹. Un premier appel récursif.
²². Un deuxième appel récursif.
²³. Voir : <https://dejavu-fonts.github.io>

```

\setmonofont[Scale=0.85]{DejaVu Sans Mono}

\SetPitonStyle
{
  Number = ,
  String = \itshape ,
  String.Doc = \color{gray} \itshape ,
  Operator = ,
  Operator.Word = \bfseries ,
  Name.Builtin = ,
  Name.Function = \bfseries \highLight[gray!20] ,
  Comment = \color{gray} ,
  Comment.LaTeX = \normalfont \color{gray},
  Keyword = \bfseries ,
  Name.Namespace = ,
  Name.Class = ,
  Name.Type = ,
  InitialValues = \color{gray}
}

```

Dans ce réglage, de nombreuses valeurs fournies aux clés sont vides, ce qui signifie que le style correspondant n'insérera aucune instruction de formatage (l'élément sera composé dans la couleur standard, le plus souvent, en noir, etc.). Ces entrées avec valeurs nulles sont néanmoins nécessaires car la valeur initiale de ces styles dans `python` n'est *pas* vide.

```

from math import pi

def arctan(x,n=10):
    """Compute the mathematical value of arctan(x)

    n is the number of terms in the sum
    """
    if x < 0:
        return -arctan(-x) # appel récursif
    elif x > 1:
        return pi/2 - arctan(1/x)
        (on a utilisé le fait que  $\arctan(x) + \arctan(1/x) = \pi/2$  pour  $x > 0$ )
    else:
        s = 0
        for k in range(n):
            s += (-1)**k/(2*k+1)*x**(2*k+1)
        return s

```

7 Utilisation avec pyluatex

7.1 Utilisation standard de pyluatex

L'extension `pyluatex` est une extension qui permet l'exécution de code Python à partir de `lualatex` (pourvu que Python soit installé sur la machine et que la compilation soit effectuée avec `lualatex` et `--shell-escape`).

Voici, à titre d'exemple, un environnement `{PitonExecute}` qui formate un listing Python (avec `python`) et qui affiche également dessous le résultat de l'exécution de ce code avec Python.

```

\ExplSyntaxOn
\NewDocumentEnvironment { PitonExecute } { ! O { } } % le ! est obligatoire
{

```

```

\PyLTVerbatimEnv
\begin{pythonq}
}
{
\end{pythonq}
\directlua
{
tex.print("\PitonOptions{#1}")
tex.print("\begin{Piton}")
tex.print(pyluatex.get_last_code())
tex.print("\end{Piton}")
tex.print("")
}
\begin{center}
\directlua{tex.print(pyluatex.get_last_output())}
\end{center}
}
\ExplSyntaxOff

```

Cet environnement `{PitonExecute}` prend en argument optionnel (entre crochets) les options proposées par la commande `\PitonOptions`.

Voici un exemple d'utilisation de cet environnement `{PitonExecute}` :

```

\begin{PitonExecute}[background-color=gray!15]
def square(x):
    return x*x
print(f'Le carré de 12 est {square(12)}.'.')
\end{PitonExecute}

```

```

def square(x):
    return x*x
print(f'Le carré de 12 est {square(12)}.'.')

```

Le carré de 12 est 144.

7.2 Utilisation de l'environnement `{pythonrepl}` de `pyluatex`

L'environnement `{pythonrepl}` de `pyluatex` passe son contenu à Python et renvoie ce que l'on obtient quand on fournit ce code à une boucle REPL (*read-eval-print loop*) de Python. On obtient un entrelacement d'instructions précédées par le prompt `>>>` de Python et des valeurs renvoyées par Python (et de ce qui a été demandé d'être affiché avec des `print` de Python).

Il est ensuite possible de passer cela à un environnement `{Piton}` qui va faire un coloriage syntaxique et mettre sur fond grisé les lignes correspondant aux instructions fournies à l'interpréteur Python (grâce à la clé `prompt-background-color` de `\PitonOptions`).

Voici la programmation d'un environnement `{PitonREPL}` qui effectue ce travail (pour des raisons techniques, le `!` est ici obligatoire dans la signature de l'environnement).

```

\NewDocumentEnvironment { PitonREPL } { ! 0 { } } % le ! est obligatoire
{
\PitonOptions
{
background-color=white,
prompt-background-color = gray!10,
#1
}
}

```

```

\PyLTVerbatimEnv
\begin{pythonrepl}
}
{
\directlua
{
tex.print("\begin{Piton}")
tex.print(pyluatex.get_last_output())
tex.print("\end{Piton}")
tex.print("")
}
\end{pythonrepl}
}

```

Voici un exemple d'utilisation de ce nouvel environnement `{PitonREPL}`.

```

\begin{PitonREPL}
def valeur_absolue(x):
    "Renvoie la valeur absolue de x"
    if x > 0:
        return x
    else:
        return -x

valeur_absolue(-3)
valeur_absolue(0)
valeur_absolue(5)
\end{PitonREPL}

```

```

>>> def valeur_absolue(x):
...     "Renvoie la valeur absolue de x"
...     if x > 0:
...         return x
...     else:
...         return -x
...
>>> valeur_absolue(-3)
3
>>> valeur_absolue(0)
0
>>> valeur_absolue(5)
5

```

En fait, il est possible de ne pas faire afficher les prompts eux-mêmes (c'est-à-dire les chaînes de caractères `>>>` et `...`). En effet, `python` propose un style pour ces éléments, qui est appelé **Prompt**. Par défaut, la valeur de ce style est vide, ce qui fait qu'aucune action n'est exécutée sur ces éléments qui sont donc affichés tels quels. En fournissant comme valeur une fonction qui se contente de gober son argument, on peut demander à ce qu'ils ne soient pas affichés.

```

\NewDocumentCommand{\Gobe}{m}{-} 24
\SetPitonStyle{ Prompt = \Gobe }

```

L'exemple précédent donne alors :

24. On a défini ici une fonction `\Gobe` mais, en fait, elle existe déjà en L3 sous le nom `\use_none:n`.

```

\begin{PitonREPL}
def valeur_absolue(x):
    "Renvoie la valeur absolue de x"
    if x > 0:
        return x
    else:
        return -x

valeur_absolue(-3)
valeur_absolue(0)
valeur_absolue(5)
\end{PitonREPL}

```

```

def valeur_absolue(x):
    "Renvoie la valeur absolue de x"
    if x > 0:
        return x
    else:
        return -x

```

```
valeur_absolue(-3)
```

```
3
```

```
valeur_absolue(0)
```

```
0
```

```
valeur_absolue(5)
```

```
5
```


8 Les styles pour les différents langages informatiques

8.1 Le langage Python

Le langage par défaut de l'extension `piton` est Python. Si besoin est, on peut revenir au langage Python avec `\PitonOptions{language=Python}`.

Les réglages initiaux effectués par `piton` dans `piton.sty` sont inspirés par le style `manni` de `Pygments` tel qu'il est appliqué au langage Python par `Pygments`.²⁵

Style	Usage
<code>Number</code>	les nombres
<code>String.Short</code>	les chaînes de caractères courtes (entre ' ou ")
<code>String.Long</code>	les chaînes de caractères longues (entre ''' ou """) sauf les chaînes de documentation (qui sont gérées par <code>String.Doc</code>)
<code>String</code>	cette clé fixe à la fois <code>String.Short</code> et <code>String.Long</code>
<code>String.Doc</code>	les chaînes de documentation (seulement entre """ suivant PEP 257)
<code>String.Interpol</code>	les éléments syntaxiques des champs des f-strings (c'est-à-dire les caractères { et }); ce style hérite des styles <code>String.Short</code> et <code>String.Long</code> (suivant la chaîne où apparaît l'interpolation)
<code>Interpol.Inside</code>	le contenu des interpolations dans les f-strings (c'est-à-dire les éléments qui se trouvent entre { et }); si l'utilisateur n'a pas fixé ce style, ces éléments sont analysés et formatés par <code>piton</code> au même titre que le reste du code.
<code>Operator</code>	les opérateurs suivants : <code>!= == << >> - ~ + / * % = < > & . @</code>
<code>Operator.Word</code>	les opérateurs suivants : <code>in, is, and, or</code> et <code>not</code>
<code>Name.Builtin</code>	la plupart des fonctions prédéfinies par Python
<code>Name.Decorator</code>	les décorateurs (instructions débutant par @)
<code>Name.Namespace</code>	le nom des modules (= bibliothèques extérieures)
<code>Name.Class</code>	le nom des classes au moment de leur définition, c'est-à-dire après le mot-clé <code>class</code>
<code>UserFunction</code>	le nom des fonctions précédemment définies par l'utilisateur (la valeur initiale de ce paramètre est vide et ces éléments sont affichés en noir — ou plutôt dans la couleur courante)
<code>Exception</code>	les exceptions prédéfinies (ex. : <code>SyntaxError</code>)
<code>InitialValues</code>	les valeurs initiales (et le symbole <code>=</code> qui précède) des arguments optionnels dans les définitions de fonctions ; si l'utilisateur n'a pas fixé ce style, ces éléments sont analysés et formatés par <code>piton</code> au même titre que le reste du code.
<code>Comment</code>	les commentaires commençant par <code>#</code>
<code>Comment.LaTeX</code>	les commentaires commençant par <code>#></code> qui sont composés par <code>piton</code> comme du code LaTeX (et appelés simplement « commentaires LaTeX » dans ce document)
<code>Keyword.Constant</code>	<code>True, False</code> et <code>None</code>
<code>Keyword</code>	les mots-clés suivants : <code>assert, break, case, continue, del, elif, else, except, exec, finally, for, from, global, if, import, lambda, non local, pass, raise, return, try, while, with, yield</code> et <code>yield from</code> .

25. Voir <https://pygments.org/styles/>. À remarquer que, par défaut, `Pygments` propose pour le style `manni` un fond coloré dont la couleur est la couleur HTML `#F0F3F3`. Il est possible d'avoir la même couleur dans `{Piton}` avec l'instruction : `\PitonOptions{background-color = [HTML]{F0F3F3}}`

8.2 Le langage OCaml

On peut basculer vers le langage OCaml avec `\PitonOptions{language = OCaml}`

On peut aussi choisir le langage OCaml pour un environnement `{Piton}` individuel :

```
\begin{Piton}[language=OCaml]
...
\end{Piton}
```

L'option est aussi disponible pour `\PitonInputFile` : `\PitonInputFile[language=OCaml]{...}`

Style	Usage
Number	les nombres
String.Short	les caractères (entre ')
String.Long	les chaînes de caractères, entre " mais aussi les <i>quoted-strings</i>
String	cette clé fixe à la fois <code>String.Short</code> et <code>String.Long</code>
Operator	les opérateurs, en particulier +, -, /, *, @, !=, ==, &&
Operator.Word	les opérateurs suivants : <code>and</code> , <code>asr</code> , <code>land</code> , <code>lor</code> , <code>lsl</code> , <code>lxor</code> , <code>mod</code> et <code>or</code>
Name.Builtin	les fonctions <code>not</code> , <code>incr</code> , <code>decr</code> , <code>fst</code> et <code>snd</code>
Name.Type	le nom des types OCaml
Name.Field	le nom d'un champ de module
Name.Constructor	le nom des constructeurs de types (qui débutent par une majuscule)
Name.Module	le nom des modules
Name.Function	le nom des fonctions définies par l'utilisateur <i>au moment de leur définition</i> (après le mot-clé <code>let</code>)
UserFunction	le nom des fonctions précédemment définies par l'utilisateur (la valeur initiale de ce paramètre est vide et ces éléments sont affichés en noir — ou plutôt dans la couleur courante)
Exception	les exceptions prédéfinies (ex. : <code>End_of_File</code>)
TypeParameter	les paramètreurs de type
Comment	les commentaires, entre (* et *) ; ces commentaires peuvent être imbriqués
Keyword.Constant	<code>true</code> et <code>false</code>
Keyword	les mots-clés suivants : <code>assert</code> , <code>as</code> , <code>begin</code> , <code>class</code> , <code>constraint</code> , <code>done</code> , <code>downto</code> , <code>do</code> , <code>else</code> , <code>end</code> , <code>exception</code> , <code>external</code> , <code>for</code> , <code>function</code> , <code>functor</code> , <code>fun</code> , <code>if</code> , <code>include</code> , <code>inherit</code> , <code>initializer</code> , <code>in</code> , <code>lazy</code> , <code>let</code> , <code>match</code> , <code>method</code> , <code>module</code> , <code>mutable</code> , <code>new</code> , <code>object</code> , <code>of</code> , <code>open</code> , <code>private</code> , <code>raise</code> , <code>rec</code> , <code>sig</code> , <code>struct</code> , <code>then</code> , <code>to</code> , <code>try</code> , <code>type</code> , <code>value</code> , <code>val</code> , <code>virtual</code> , <code>when</code> , <code>while</code> et <code>with</code>

8.3 Le langage C (et C++)

On peut basculer vers le langage C avec `\PitonOptions{language = C}`

On peut aussi choisir le langage C pour un environnement `{Piton}` individuel :

```
\begin{Piton}[language=C]
...
\end{Piton}
```

L'option est aussi disponible pour `\PitonInputFile` : `\PitonInputFile[language=C]{...}`

Style	Usage
Number	les nombres
String.Long	les chaînes de caractères (entre ")
String.Interpol	les éléments %d, %i, %f, %c, etc. dans les chaînes de caractères ; ce style hérite du style String.Long
Operator	les opérateurs suivants : != == << >> - ~ + / * % = < > & . @
Name.Type	les types prédéfinis suivants : bool, char, char16_t, char32_t, double, float, int, int8_t, int16_t, int32_t, int64_t, long, short, signed, unsigned, void et wchar_t
Name.Builtin	les fonctions prédéfinies suivantes : printf, scanf, malloc, sizeof et alignof
Name.Class	le nom des classes au moment de leur définition, c'est-à-dire après le mot-clé class
Name.Function	le nom des fonctions définies par l'utilisateur <i>au moment de leur définition</i>
UserFunction	le nom des fonctions précédemment définies par l'utilisateur (la valeur initiale de ce paramètre est vide et ces éléments sont affichés en noir — ou plutôt dans la couleur courante)
Preproc	les instructions du préprocesseur (commençant par #)
Comment	les commentaires (commençant par // ou entre /* et */)
Comment.LaTeX	les commentaires commençant par //> qui sont composés par piton comme du code LaTeX (et appelés simplement « commentaires LaTeX » dans ce document)
Keyword.Constant	default, false, NULL, nullptr et true
Keyword	les mots-clés suivants : alignas, asm, auto, break, case, catch, class, constexpr, const, continue, decltype, do, else, enum, extern, for, goto, if, noexcept, private, public, register, restricted, try, return, static, static_assert, struct, switch, thread_local, throw, typedef, union, using, virtual, volatile et while

8.4 Le langage SQL

On peut basculer vers le langage SQL avec `\PitonOptions{language = SQL}`

On peut aussi choisir le langage SQL pour un environnement `{Piton}` individuel :

```
\begin{Piton}[language=SQL]
...
\end{Piton}
```

L'option est aussi disponible pour `\PitonInputFile` : `\PitonInputFile[language=SQL]{...}`

Style	Usage
Number	les nombres
String.Long	les chaînes de caractères (entre ' et non entre " car les éléments entre " sont des noms de champs et formatés avec <code>Name.Field</code>)
Operator	les opérateurs suivants : <code>= != <> >= > < <= * + /</code>
Name.Table	les noms des tables
Name.Field	les noms des champs des tables
Name.Builtin	les fonctions prédéfinies suivantes (leur nom n'est <i>pas</i> sensible à la casse) : <code>avg, count, char_lenght, concat, curdate, current_date, date_format, day, lower, ltrim, max, min, month, now, rank, round, rtrim, substring, sum, upper</code> et <code>year</code> .
Comment	les commentaires (débutant par <code>--</code> ou bien entre <code>/*</code> et <code>*/</code>)
Comment.LaTeX	les commentaires commençant par <code>--></code> qui sont composés par <code>piton</code> comme du code LaTeX (et appelés simplement « commentaires LaTeX » dans ce document)
Keyword	les mots-clés suivants (leur nom n'est <i>pas</i> sensible à la casse) : <code>add, after, all, alter, and, as, asc, between, by, change, column, create, cross join, delete, desc, distinct, drop, from, group, having, in, inner, insert, into, is, join, left, like, limit, merge, not, null, on, or, order, over, right, select, set, table, then, truncate, union, update, values, when, where</code> et <code>with</code> .

Si on souhaite que les mots-clés soient capitalisés automatiquement, on peut modifier le style `Keywords` localement pour le langage SQL avec l'instruction :

```
\SetPitonStyle[SQL]{Keywords = \bfseries \MakeUppercase}
```

Index

A

auto-gobble, 4

B

background-color, 5

Beamer (classe), 15

begin-escape, 13

begin-escape-math, 14

begin-range, 11

break-lines, 9

break-lines-in-Piton, 9

break-lines-in-piton, 9

C

comment-latex, 12

commentaires LaTeX, 12, 18

continuation-symbol, 9

continuation-symbol-on-indentation, 9

E

échappements vers LaTeX, 12

end-escape, 13

end-escape-math, 14

end-of-broken-line, 9

end-range, 11

env-gobble, 4

escape-math, 14

F

footnote (extension), 17

footnote (clé), 17

footnotehyper (extension), 17

footnotehyper (clé), 17

G

gobble, 4

auto-gobble, 4

env-gobble, 4

I

identifiers (clé), 11

indent-broken-lines, 9

L

language (clé), 2

left-margin, 5

line-numbers, 4

M

marker/beginning, 10

marker/end, 10

marker/include-line, 10

math-comments, 13

N

\NewPitonEnvironment, 8

notes dans les listings, 19

numérotation des lignes de code, 18

P

path, 4

{Piton}, 2

\piton, 3

\PitonInputFile, 9

\PitonOptions, 4

\PitonStyle, 6

prompt-background-color, 5

pyluatex (extension), 21

{pythonrepl} (environnement de pyluatex), 22

S

\SetPitonStyle, 6

show-spaces, 5

show-spaces-in-strings, 5

splittable, 8

styles (concept de piton), 6

T

tab-size, 17

tabulations, 17

U

UserFunction (style), 7

W

width, 5

write, 4

Autre documentation

Le document `piton.pdf` (fourni avec l’extension `piton`) contient une traduction anglaise de la documentation ici présente, ainsi que le code source commenté et un historique des versions.

Les versions successives du fichier `piton.sty` fournies par TeXLive sont disponibles sur le serveur SVN de TeXLive :

<https://tug.org/svn/texlive/trunk/Master/texmf-dist/tex/lualatex/piton/piton.sty>

Le développement de l’extension `piton` se fait sur le dépôt GitHub suivant :

<https://github.com/fpantigny/piton>

Table des matières

1	Présentation	1
2	Installation	2
3	Utilisation de l’extension	2
3.1	Choix du langage	2
3.2	Chargement de l’extension	2
3.3	Les commandes et environnements à la disposition de l’utilisateur	2
3.4	La syntaxe de la commande <code>\piton</code>	3
4	Personnalisation	3
4.1	Les clés de la commande <code>\PitonOptions</code>	4
4.2	Les styles	6
4.2.1	Notion de style	6
4.2.2	Styles locaux et globaux	7
4.2.3	Le style <code>UserFunction</code>	7
4.3	Définition de nouveaux environnements	8
5	Fonctionnalités avancées	8
5.1	Coupure des pages et des lignes	8
5.1.1	Coupure des pages	8
5.1.2	Coupure des lignes	9
5.2	Insertion d’une partie d’un fichier	10
5.2.1	Avec les numéros de lignes absolus	10
5.2.2	Avec des marqueurs textuels	10
5.3	Mise en évidence d’identificateurs	11
5.4	Les échappements vers LaTeX	12
5.4.1	Les « commentaires LaTeX »	13
5.4.2	La clé « <code>math-comments</code> »	13
5.4.3	Le mécanisme « <code>escape</code> »	14
5.4.4	Le mécanisme « <code>escape-math</code> »	15
5.5	Comportement dans la classe Beamer	15
5.5.1	<code>{Piton}</code> et <code>\PitonInputFile</code> sont “overlay-aware”	16
5.5.2	Commandes de Beamer reconnues dans <code>{Piton}</code> et <code>\PitonInputFile</code>	16
5.5.3	Environnements de Beamer reconnus dans <code>{Piton}</code> et <code>\PitonInputFile</code>	17
5.6	Notes de pied de page dans les environnements de <code>piton</code>	17
5.7	Tabulations	18

6	Exemples	18
6.1	Numérotation des lignes	18
6.2	Formatage des commentaires LaTeX	18
6.3	Notes dans les listings	19
6.4	Un exemple de réglage des styles	20
7	Utilisation avec pyluatex	21
7.1	Utilisation standard de pyluatex	21
7.2	Utilisation de l’environnement <code>{pythonrepl}</code> de pyluatex	22
8	Les styles pour les différents langages informatiques	25
8.1	Le langage Python	25
8.2	Le langage OCaml	26
8.3	Le langage C (et C++)	27
8.4	Le langage SQL	28
	Index	29