

Jean Paul Roy

Python

Apprentissage actif

pour l'étudiant et le futur enseignant

2^e édition



Table des matières

I	L'essentiel du langage	1
1	L'environnement Python	3
1.1	Installation de la distribution Python standard avec IDLE	3
1.2	Installation de la distribution Anaconda	5
1.2.1	Le gestionnaire de paquets : <code>conda</code>	6
1.2.2	IDLE est aussi intégré dans Anaconda !	9
1.2.3	L'interface graphique : Anaconda Navigator	10
1.2.4	L'éditeur Spyder	10
1.2.5	La console Qt : juste le goût de IPython pur	11
1.2.6	Le projet Jupyter	12
1.3	L'éditeur professionnel : Visual Studio	16
1.4	Conclusion. Quel éditeur choisir ?	18
2	Variables, nombres et fonctions	21
2.1	Qu'est-ce qu'une variable ?	21
2.2	Qu'est-ce qu'un type ?	22
2.3	Le type <code>int</code> des nombres entiers	24
2.4	Les nombres flottants	24
2.5	Les nombres complexes	26
2.6	Qu'est-ce qu'un module en Python ?	27
2.7	Donc pas de nombres rationnels en Python ?	28
2.8	L'égalité est-elle fiable sur les nombres flottants ?	28
2.9	L'infini existe-t-il en programmation ?	29
2.10	Qu'est-ce que la priorité d'un opérateur ?	29
2.11	Comment construire couples, triplets, <i>etc.</i> ?	30
2.12	Quelle différence entre expression et instruction ?	31
2.13	Les expressions booléennes	32
2.14	Les instructions conditionnelles	34
2.15	Comment tirer un nombre au hasard ?	36

2.16	Fonctions, paramètres et variables locales	36
2.16.1	Le typage optionnel	38
2.17	Qu'est-ce qu'une variable globale ?	39
2.18	Les différentes formes de paramètres	40
2.19	Les arguments optionnels de la fonction <code>print</code>	42
2.20	Les lambda-expressions	42
2.21	Comment documenter une fonction ?	44
2.22	La différence entre fonction et méthode	45
2.23	Qu'est-ce qu'une fonction récursive ?	46
2.23.1	Suivre une fonction à la trace	48
2.23.2	Le rôle de la pile de récursion	50
2.23.3	La récurrence <i>terminale</i>	50
2.24	La boucle <code>while</code>	53
2.25	La boucle <code>for</code>	55
2.26	Comment interrompre brutalement une boucle ?	57
2.27	Le calcul d'une somme en compréhension	58
2.28	La complexité d'un calcul	58
3	Traitement du texte : les bases	61
3.1	Les caractères Unicode	61
3.2	Les textes sont des chaînes de caractères	62
3.3	Comment programmer avec des chaînes ?	65
3.4	Les chaînes formatées	66
3.5	Une chaîne peut-elle contenir du code Python ?	68
4	Dessiner	71
4.1	Le graphisme de la tortue	71
4.1.1	L'état d'une tortue	72
4.1.2	La fenêtre graphique	72
4.1.3	Le graphisme cartésien	73
4.1.4	Le graphisme polaire	76
4.1.5	Une courbe fractale	76
4.2	Le système <i>py5</i> : un <i>Processing</i> en Python	78
4.2.1	Installation de <i>py5</i>	79
4.2.2	Fonctionnement de <i>py5</i>	80
4.2.3	Application à la chute des corps	81
4.3	Stéganographie avec le module <i>Pillow</i>	82
5	Les collections d'objets	87
5.1	Collections et séquences	87
5.2	Les chaînes et les tuples sont des séquences non mutables	87

5.3	Les listes sont des séquences mutables	88
5.4	Les constructions fonctionnelles de listes	90
5.5	Déstructuration d'un objet itérable	92
5.6	Suppression d'objets avec <code>del</code>	93
5.7	Listes et partage de mémoire	94
5.8	Les ensembles	97
5.9	Les dictionnaires	99
5.10	Les annotations de type	102
5.11	Gestion des erreurs : les exceptions	103
6	Les entrées-sorties (i/o)	109
6.1	Le système de fichiers et le module <code>os</code>	109
6.2	Écriture dans un fichier texte sur disque (sortie)	111
6.3	Lecture d'un fichier texte sur disque (entrée)	112
6.3.1	La construction <code>with</code>	114
6.3.2	Comment utiliser <code>split</code> ?	115
6.4	Des fichiers en mémoire centrale	115
6.5	Exécution d'un script Python au terminal	117
7	Les objets et les classes	119
7.1	Définition d'une nouvelle classe d'objets	119
7.2	Les attributs de classe	124
7.3	Utilisation des méthodes spéciales	126
7.4	Boucle <code>for</code> et méthodes spéciales : les itérateurs	126
7.5	Les générateurs	128
7.6	Les objets <i>soft</i>	129
7.7	La hiérarchie des classes	130
7.8	Les classes abstraites	133
7.9	Qu'est-ce qu'un décorateur ?	134
8	Traitement avancé du texte	137
8.1	Expressions régulières : le module <code>re</code>	137
8.1.1	Présence d'une sous-chaîne dans une chaîne	138
8.1.2	Les méta-caractères d'un motif	139
8.1.3	Remplacements dans une chaîne	141
8.2	Analyse lexicale avec l'outil <code>lex</code>	143
8.3	Analyse syntaxique avec l'outil <code>yacc</code>	146
8.4	Recherche de texte dans une page Web : <code>requests</code>	150

9	Les interfaces graphiques (GUI)	151
9.1	Le module <code>tkinter</code>	151
9.1.1	La programmation dirigée par les événements	151
9.1.2	La fenêtre du programme	152
9.1.3	Dessiner avec les classes <code>Canvas</code> et <code>Button</code>	153
9.1.4	L'interface graphique comme sous-classe de <code>Tk</code>	156
9.1.5	Les options du gestionnaire <code>pack</code>	157
9.1.6	Gestion des événements souris et clavier	157
9.1.7	Variables de contrôle	160
9.1.8	Compléments sur les événements souris	162
9.1.9	Animation en style MVC avec <code>tkinter</code>	164
9.1.10	La tortue dans une interface graphique <code>tkinter</code>	167
9.2	Programmer une animation avec <code>pygame</code>	168
10	Introduction à SciPy pour la science des données	171
10.1	Les tableaux numériques de Numpy	171
10.2	Les graphiques avec Gnuplot	175
10.3	Les graphiques avec Matplotlib	177
10.4	Un petit tour de SymPy	180
II	Exercices de programmation	185
11	EXERCICES	187
	Nombres, fonctions, boucles	
11.1	Valeur d'une expression	187
11.2	Avec ou sans résultat ?	187
11.3	Quotient et reste. Écriture binaire d'un entier	188
11.4	Heures – minutes – secondes	188
11.5	Écriture binaire d'un nombre flottant	188
11.6	Décomposition en sous-fonctions	189
11.7	Une fonction, comment ça marche ?	189
11.8	Addition relativiste des vitesses	190
11.9	La formule de Stirling	190
11.10	Payez vos impôts !	190
11.11	Une variable locale dans une lambda ?	191
11.12	Tirage au hasard de nombres entiers	191
11.13	Nombres fractionnaires (rationnels)	192
11.14	Solutions complexes d'une équation de degré 2	192
11.15	Nombres complexes et géométrie plane	192
11.16	La division euclidienne dans les entiers	193

11.17	Travail arithmétique sur les chiffres d'un entier	193
11.18	Boucles <code>for</code> emboîtées	194
11.19	Calcul de x^n par dichotomie	194
11.20	Tester si un nombre entier est premier (naïf)	194
11.21	Nombres premiers entre eux. Le PGCD	195
11.22	Calcul de a^b modulo n dans les grands entiers	196
11.23	Tester si un grand nombre est premier (Fermat)	196
11.24	Calcul des nombres de Fibonacci	197
11.25	Vérification qu'un dé est correctement truqué	198
11.26	Dérivation numérique approchée	199
11.27	Approximation numérique d'un sinus	200
11.28	Valeur approchée d'une intégrale simple	200
11.29	Coût du (temps de) calcul de $n!$	202
11.30	Rectification d'un arc paramétré	203
11.31	Valeur approchée d'une intégrale double	204
11.32	Centre de gravité d'une figure plane	205
11.33	Solution approchée d'une équation (dichotomie)	205
11.34	Solution approchée d'une équation (Newton)	206
11.35	Régime d'un système dépendant du temps	206
11.36	Cryptographie à clé publique (RSA/1)	207

Chaînes de caractères

11.37	Affichage d'une table de multiplication	208
11.38	Construction de l'alphabet minuscule	208
11.39	Les plus longs mots d'une phrase	208
11.40	Travail textuel sur les chiffres d'un entier	209
11.41	Récurrence sur des chaînes	209
11.42	Le codage secret selon César	210
11.43	Les palindromes	210
11.44	Le nombre de Champernowne	211
11.45	Vérification d'un code bancaire IBAN	211
11.46	Les règles de réécriture	212
11.47	L'addition binaire avec retenue	212
11.48	Analyse lexicale <i>à la main</i>	213
11.49	HTML et Unicode	214

Graphisme de la tortue, Processing

11.50	Graphismes polaire et cartésien	214
11.51	Tracé d'un cercle avec centre et rayon	215
11.52	Mangez des oursins!	215
11.53	Un traceur minimal de courbes paramétrées	215
11.54	Dessin d'une courbe en coordonnées polaires	216

11.55	Le jeu du chaos	217
11.56	Une courbe fractale du dragon	217
11.57	La tortue, le hasard et les flaques	218
11.58	Génération d'une fractale par un L-système	219
11.59	Animation d'une collision	220

Les séquences

11.60	Tirage d'un élément aléatoire dans une séquence	221
11.61	Courbe d'un système dépendant du temps	222
11.62	Inversion des mots d'une phrase	222
11.63	Recherche séquentielle dans une liste non triée	223
11.64	Comptage d'éléments dans une collection	223
11.65	Extraction d'éléments dans une séquence	224
11.66	Recherche dichotomique dans une liste triée	224
11.67	Compactage d'une liste	225
11.68	Le drapeau hollandais de Dijkstra	225
11.69	Les fonctionnelles <code>map</code> et <code>reduce</code>	226
11.70	Vérification des éléments d'une collection	227
11.71	Attention aux mutations dans les listes!	228
11.72	Le triangle de Pascal	228
11.73	Tri stupide d'une liste	229
11.74	Tri d'une liste sur place, par sélection	230
11.75	Chronométrage d'un algorithme sur une longue liste aléatoire	231
11.76	Tri par insertion : récurrence et itération	231
11.77	Tri d'une liste avec copie, par fusion	232
11.78	Tri rapide	233
11.79	Trier sur des critères exotiques	234
11.80	Crible d'Ératosthène pour les nombres premiers	235
11.81	Cryptographie à clé publique (RSA/2)	235
11.82	Unicode et les bizarreries typographiques	236
11.83	Opérations sur des matrices	238
11.84	Un carré magique d'ordre impair	239
11.85	Message caché dans une image	240
11.86	Automates cellulaires 1-D	240
11.87	Les piles de données	242
11.88	Retour sur la pile de récursion	243
11.89	Polynômes creux	245
11.90	Polynômes de Legendre	248
11.91	Polynôme d'Interpolation de Lagrange	248
11.92	Racines simples d'un polynôme (1)	250

11.93	Racines simples d'un polynôme (2)	251
-------	-----------------------------------	-----

Itérateurs, ensembles et dictionnaires

11.94	Fermeture-éclair : l'itérateur <code>zip</code>	252
11.95	Générateur des éléments distincts d'une liste	253
11.96	Réunion et intersection de listes	253
11.97	Produit cartésien d'ensembles	254
11.98	Combinaisons dans un ensemble	255
11.99	Dictionnaires et fréquences	256
11.100	Mémorisation : remplacer le temps par l'espace	256
11.101	Automate cellulaire 2-D : le Jeu de la Vie	257
11.102	Arbres binaires d'expression	259
11.103	La machine à pile VRISC1	263
11.104	La machine VRISC2 : les sauts à étiquette	264
11.105	Parcours itératif d'un arbre binaire	266
11.106	Introduction à la simplification symbolique	267
11.107	L'algorithme de dérivation symbolique	268
11.108	Calcul numérique avec <code>numpy</code>	270
11.109	Ajustement numérique d'une courbe : SciPy	272

Expressions régulières

11.110	Quelques expressions régulières	274
11.111	Mais tout n'est pas régulier !	274
11.112	Fin de l'analyseur lexical du § 8.2 avec <i>lex</i>	276
11.113	Fin de l'analyseur syntaxique du § 8.3	276
11.114	Une calculette interactive avec <i>lex</i> & <i>yacc</i>	277
11.114.1	L'analyseur lexical (<i>lexer</i>)	279
11.114.2	L'analyseur syntaxique (<i>parser</i>)	279
11.114.3	L'évaluateur	281
11.115	Retour sur les <i>cpbb</i> à dos de <i>yacc</i>	282

Fichiers, Web

11.116	Écriture dans un fichier texte sur disque	283
11.117	Lecture d'un fichier texte sur disque	283
11.118	Transformation d'un fichier texte sur disque	284
11.119	Lecture d'un fichier CSV : en Python pur	284
11.120	Échange de données au format JSON	285
11.121	Lecture d'un fichier CSV : avec l'IA et <code>pandas</code>	286
11.122	Sérialisation des données : <code>json</code> ou <code>pickle</code> ?	288
11.123	Lancer un programme à heure donnée : <code>cron</code>	289

Objets et projets avancés

11.124	Classe des matrices $n \times p$ sans <code>numpy</code>	290
--------	--	-----

11.125	Une poursuite dans la classe des tortues en py5	292
11.126	Incursion dans le graphisme 3D avec tkinter	295
11.127	Ajustement par programmation génétique	297
11.128	Introduction au moteur physique pymunk	301
11.129	Décoration de la récurrence terminale	308
11.130	Des neurones pour l'IA : le perceptron	309
11.130.1	Un neurone formel simplifié	309
11.130.2	L'algorithme d'apprentissage d'un perceptron	311
11.130.3	Les réseaux de perceptrons à couches cachées	312
11.131	La programmation audionumérique	315
11.131.1	Le son numérique	315
11.131.2	Construire une note de musique en python	316
11.131.3	Exercices autour de la construction d'une note	317
11.131.4	Introduction minimaliste au solfège pour informaticien	321
Bibliographie		325
Index		329