6 — Comparaisons, booléens, tests

6.1 Problème : compter les points au mölkky

ACTIVITÉ 1

Au jeu de mölkky, chaque joueur marque à son tour de jeu entre 0 et 12 points, qui viennent s'ajouter à son score précédent. Le premier à atteindre un score de 51 gagne. Mais gare! Quiconque dépasse le score cible de 51 revient immédiatement à 25 points.

Écrire un algorithme demandant un score `"Entrer le score : "` et un nombre de points marqués `"Entrer le gain : "`, et qui affiche le nouveau score `"Nouveau score : "` ou signale une éventuelle victoire `"Victoire"`.

Traiter chacun des cas de l'activité est facile. Pour traiter ces trois cas *simultanément*, il faut utiliser les instructions de **branchement** de ce chapitre.
En pseudo-code, on écrira `si ... sinon si ... sinon`, ce qui donnera dans le langage Python : `if ... elif ... else`.

6.2 Conditions et branchements

L'instruction conditionnelle `si` permet de soumettre l'exécution d'un bloc à une condition :

```
si n > 0 :
    afficher "le nombre" n "est positif."
```

Pour l'implémentation de cet algorithme en Python, il faut utiliser le mot-clé `if` suivi d'une **condition** puis terminée par le symbole `:`.

Ce qui donne :

```
if n > 0:
    print("le nombre", n, "est positif.")
```

Les conditions Les conditions peuvent être exprimées en terme de **comparaisons numériques** entre deux expressions :

opérateur Python	rôle
>	plus grand que $>$
<	plus petit que $<$
>=	supérieur ou égal $\geq$
<=	inférieur ou égal $\leq$
==	égal à $=$
!=	différent de $\neq$

REMARQUE

Attention à ne pas confondre en python les opérateurs = et ==. Le premier est utiliser pour l'affectation de variable et le deuxième pour tester une condition. **Ce qui n'a RIEN à voir !**

Il n'y a pas ce problème lorsqu'on écrit des algorithmes en **pseudo-code** car l'affectation est notée $\leftarrow$ et le test de condition $=$.

Par exemple, affecter à la variable `age` la valeur `85` s'écrit :

pseudo-code	$age \leftarrow 85$
Python	`age = 85`

De même tester si la variable `age` vaut la valeur `80` s'écrit :

pseudo-code	$age = 80$
Python	`age == 80`

Bloc alternatif

En plus d'un bloc à n'exécuter que lorsque sa condition est vérifiée, une instruction `si` peut contenir un bloc alternatif : **à n'excuter que dans le cas contraire**.
Ce bloc alternatif s'écrit avec le mot-clé `sinon`.
On dit alors que l'instruction complète est constituée de deux branches, dont une seule sera choisie lors de l'exécution.

Exemple

Pseudo-code

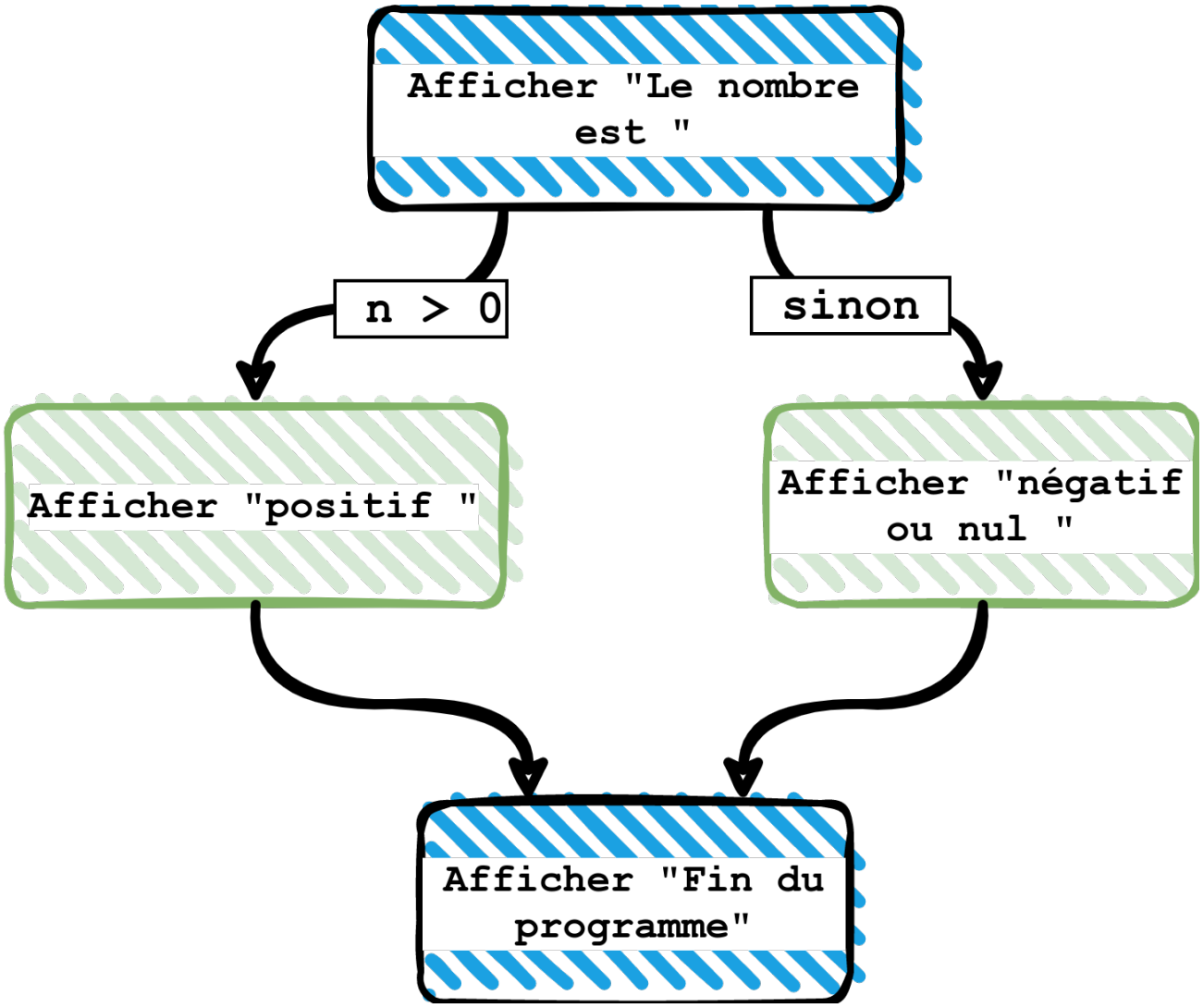
```
si n > 0 :
    afficher "Positif"
sinon :
    afficher "Négatif ou nul"
```

En langage Python, l'instruction `sinon` est traduit par le mot-clé `else` suivi du symbole `:`.

Python

```
if n > 0:
    print("Positif")
else:
```

```
    print("Négatif ou nul")
```



Trois branches ou plus Enfin, il est possible d'introduire trois branches ou plus. Après un premier test avec le mot-clé `si`, chaque branche suivante peut être ajoutée avec **sa propre condition**.

Pour cela on utilise en pseudo-code le mot clé `sinon si` qui est traduit en Python par `elif`.

Ce mot-clé est suivi d'une condition terminée par le symbole `:`.

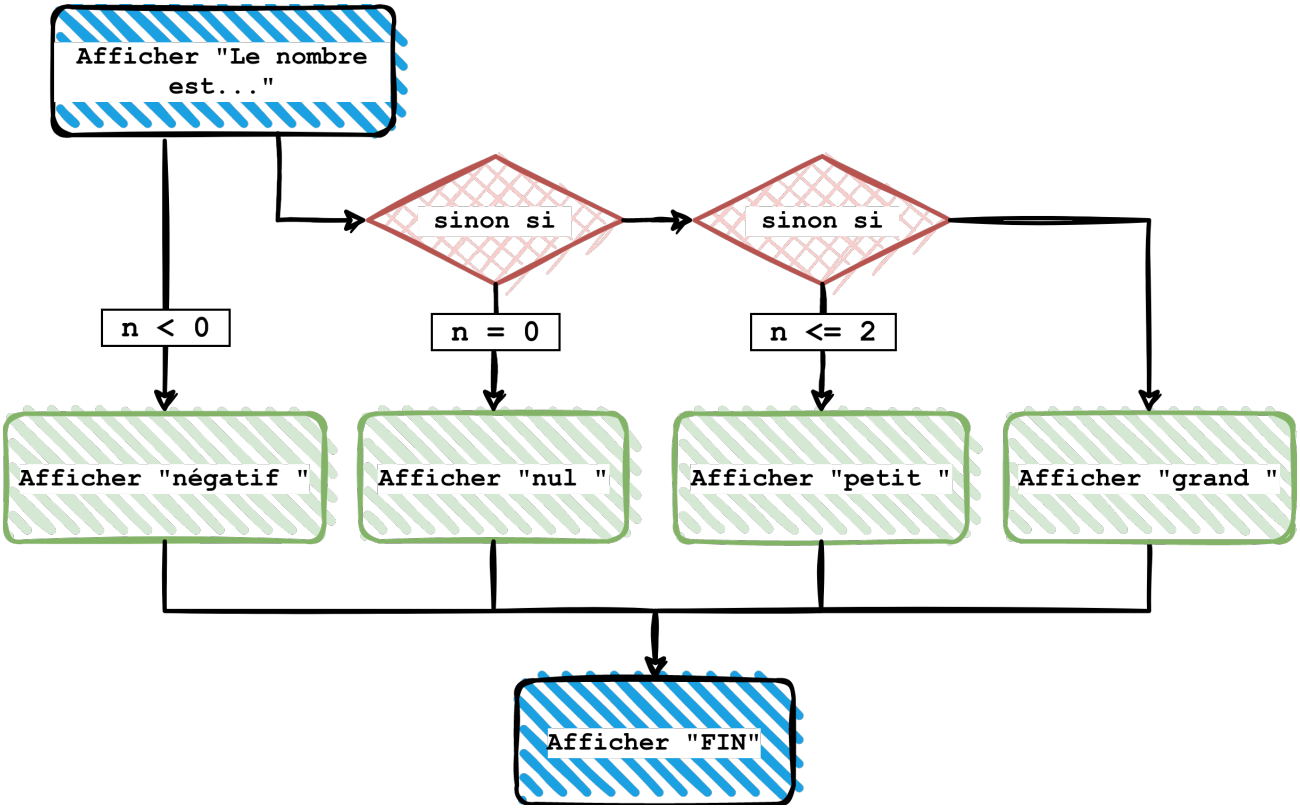
Exemple

Pseudo-code

```
si n < 0:
    afficher "Négatif"
sinon si n = 0:
    afficher "Nul"
sinon si n <= 2:
    afficher "Petit"
sinon:
    afficher "Grand"
```

Python

```python
if n < 0:
    print("Négatif")
elif n == 0:
    print("Nul")
elif n <= 2:
    print("Petit")
else:
    print("Grand")
```



REMARQUE

Remarquez bien que l'**ordre** dans lequel apparaissent les conditions est important.

REMARQUE

Les opérateur de comparaison (tout comme on l'a vu + et ∗) s'utilisent **aussi** avec **autre chose** que les nombres !

Python compare les chaînes en fonction de l'**ordre lexicographique**.

Exemples :

- `"abcd" < "b"` est une condition qui est `Vrai`
- `"123" < "13"` est une condition qui est `Vrai`

- attention aux majuscules : `"Z" < "a"` est `Vrai`
- attention aux accents : `"wagon" < "été"` est `Vrai`

Attention, on ne peut pas comparer une **chaîne de caractère** et un nombre **entier** ou un **flottant**.

ACTIVITÉ 2

Au bowling, on a deux chances pour faire tomber un total de dix quilles. Écrire un algorithme qui demande le nombre de quilles renversées avec chacune des deux boules et affiche `"X"` si toutes les quilles sont tombées à la première boule, `"/"` si toutes les quilles sont tombées, et sinon le nombre de quille renversées.

Exemples :

```
>>> Score première boule : 2
>>> Score deuxième boule : 3
5

>>> Score première boule : 7
>>> Score deuxième boule : 3
/

>>> Score première boule : 10
>>> Score deuxième boule : 0
X
```

6.3 Expressions booléennes

Les *conditions* sont des expressions algorithmique ordinaire qui produisent un résultat. On les appelle des **expressions booléennes**.

Une expression booléenne admet deux résultats possibles :

pseudo-code	`vrai` ou `faux`
Python	`True` ou `False`

Exemple

Par exemple, l'expression booléenne $10 < 5$ est évaluée par l'algorithme et produit le résultat `faux`.

Ainsi les deux pseudo-code suivant sont équivalent et n'affichent jamais rien :

```
# algo 1
si 10 < 5:
    afficher "jamais"

# algo 2
si faux:
    afficher "jamais"
```

Il est possible de faire des opérations avec les expressions booléennes grâce à trois **opérateurs** :

- `et`, appelé la *conjonction*
- `ou`, appelé la *disjonction*
- `non`, appelé la *négation*

Exemple

Par exemple, prenons deux expressions booléennes e_1 et e_2, alors :

$(e_1$ `et` $e_2)$ est une expression booléenne `vraie`	si et seulement si e_1 est `vraie` et e_2 est `vraie`
$(e_1$ `ou` $e_2)$ est une expression booléenne `vraie`	si et seulement si e_1 est `vraie` ou e_2 est `vraie`
$($`non` $e_1)$ est une expression booléenne `vraie`	si et seulement si e_1 est `fausse`

Les opérateur booléens permettent donc de combiner plusieurs tests de comparaison et d'égalité **en une seule expression**.

Exemple

Par exemple l'algorithme suivant compare les coordonnées `(xa, ya)` et `xb, yb)` de deux points x et y et affiche des informations sur leurs positions relatives.

si $x_a = x_b$ et $y_a = y_b$:
    afficher "points confondus"
sinon si $x_a = x_b$ ou $y_a = y_b$:
    afficher "points alignés horizontalement ou verticalement"
sinon :
    afficher "points indépendants"

ce qui se traduit en Python par :

```
if xa == xb and ya == yb:
    print("points confondus")
```

```
elif xa == xb or ya == yb:
    print("points alignés horizontalement ou verticalement")
else:
    print("points indépendants)
```

REMARQUE

Priorité des opérateurs booléens Comme pour les expressions arithmétiques, on a établit des conventions de priorité :

la négation est **plus prioritaire que** la conjonction qui est **plus prioritaire que** la disjonction.

L'expression

$$a \text{ ou non } b \text{ et } c$$

doit être comprise comme

$$a \text{ ou } \big((\text{non } b) \text{ et c}\big) \ .$$

Mais, **il ne faut pas hésiter à mettre des parenthèses** pour faciliter la lecture !

REMARQUE

Paresse des opérateurs booléens en Python

conjonction : L'expression booléenne `e1 and e2` n'est vraie que si `e1` est vraie et `e2` est vraie. Ainsi, **il suffit que** `e1` soit fausse pour que l'expression complète soit fausse, et ceci, sans même avoir à évaluer l'expression `e2` !

Et c'est exactement ce que fait l'interprète Python : il tente d'éviter

d'évaluer une expression si le résultat final est déjà connu. Dans notre exemple, l'interprète fonctionne ainsi :

1. évaluer `e1`
2. si `e1` est `faux` alors la conjonction vaut `faux`
3. sinon, évaluer `e2` (et la conjonction à la même valeur que `e2`)

Exemple

Par exemple, imaginons un algorithme qui indique si un nombre a est divisible par un nombre b. Cette situation est caractérisée par le fait que a vaut 0 ou que le reste de la division de a par b vaut 0. Le reste s'obtient grâce à l'opérateur a mod b (appelé *modulo* et qui se calcule en Python en écrivant `a % b`)

Cependant, l'opérateur *modulo* n'a pas de sens si b vaut 0 (car on ne peut pas, mais **vraiment pas** diviser par 0!!!!), ce qui déclenche une erreur en Python.

Ainsi, la condition complète pour savoir si a est divisible par b sera donc :

- soit $a = 0$;
- soit $b \neq 0$ **et** a mod $b = 0$

En l'écrivant ainsi dans un programme en Python, l'évaluation paresseuse du **et** évite l'évaluation problématique de a mod b lorsque b vaut 0.

Algorithme correct :

si $a = 0$ ou $\left(b \neq 0 \text{ et } a \text{ mod } b = 0\right)$:
    afficher "divisible"
sinon :
    afficher "pas divisible"

Algorithme incorrect qui engendre une erreur en Python lorsque $b = 0$:

si $a = 0$ ou $\left(a \text{ mod } b = 0 \text{ et } b \neq 0\right)$
    afficher "divisible"
sinon :
    afficher "pas divisible"

ACTIVITÉ 3

Implémenter un programme qui demande deux nombres à l'utilisateur et affiche “divisible” si le premier est divisble par le second et qui affiche “pas divisible” sinon.

Exemples et tests :

```
>>> Saisir la première valeur: 15
>>> Saisir la deuxième valeur: 3
divisible

>>> Saisir la première valeur: 15
>>> Saisir la deuxième valeur: 4
non divisible

>>> Saisir la première valeur: 15
```

```
>>> Saisir la deuxième valeur: 0
non divisible

>>> Saisir la première valeur: 0
>>> Saisir la deuxième valeur: 100
divisible
```