

Enoncé

Une expression arithmétique ne comportant que les quatre opérations $+$, $-$, \times , \div peut être représentée sous forme d'arbre binaire. Les nœuds internes sont des opérateurs et les feuilles sont des nombres. Dans un tel arbre, la disposition des nœuds joue le rôle des parenthèses que nous connaissons bien.



En parcourant en profondeur infixe l'arbre binaire ci-dessus, on retrouve l'expression notée habituellement :

$$(3 \times (8 + 7)) - (2 + 1)$$

La classe `Noeud` ci-après permet d'implémenter une structure d'arbre binaire.

Compléter la fonction récursive `expression_infixe` qui prend en paramètre un objet de la classe `Noeud` et qui renvoie l'expression arithmétique représentée par l'arbre binaire passé en paramètre, sous forme d'une chaîne de caractères contenant des parenthèses.

Résultat attendu avec l'arbre ci-dessus :

Script Python

```
>>> e = Noeud(Noeud(Noeud(None, 3, None), '*', Noeud(Noeud(None, 8, None),
'+', Noeud(None, 7, None))), '+', Noeud(Noeud(None, 2, None), '+',
Noeud(None, 1, None)))

>>> expression_infixe(e)
'((3*(8+7))-(2+1))'
```

Script Python

```
1 class Noeud:
2     """
3         classe implémentant un noeud d'arbre binaire
4     """
5
6     def __init__(self, g, v, d):
7         """
8             un objet Noeud possède 3 attributs :
9             - gauche : le sous-arbre gauche,
10            - valeur : la valeur de l'étiquette,
11            - droit : le sous-arbre droit.
12        """
13        self.gauche = g
14        self.valeur = v
15        self.droit = d
16
17    def __str__(self):
18        """
19            renvoie la représentation du noeud en chaîne de caractères
20        """
21        return str(self.valeur)
```

```
22 def est_une_feuille(self):
23     """
24     renvoie True si et seulement si le noeud est une feuille
25     """
26     return self.gauche is None and self.droit is None
27
28
29
30 def expression_infixe(e):
31     s = ...
32     if e.gauche is not None:
33         s = '(' + s + expression_infixe(...)
34     s = s + ...
35     if ... is not None:
36         s = s + ... + ...
37     return s
```