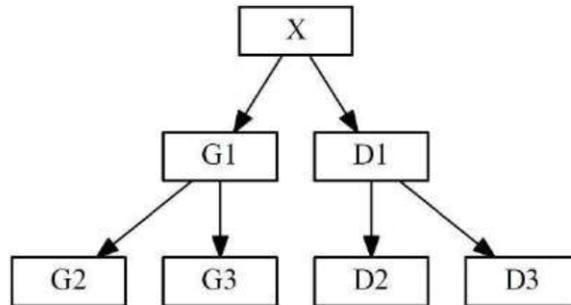


# Exercice : Arbre binaire de recherche (ABR)

Un arbre binaire est soit vide, soit un nœud qui a une valeur et au plus deux fils (le sous-arbre gauche et le sous-arbre droit).



- X est un nœud , sa valeur est X.valeur
- G1 est le fils gauche de X, noté X.fils\_gauche
- D1 est le fils droit de X, noté X.fils\_droit

Un arbre binaire de recherche est ordonné de la manière suivante :

Pour chaque nœud X,

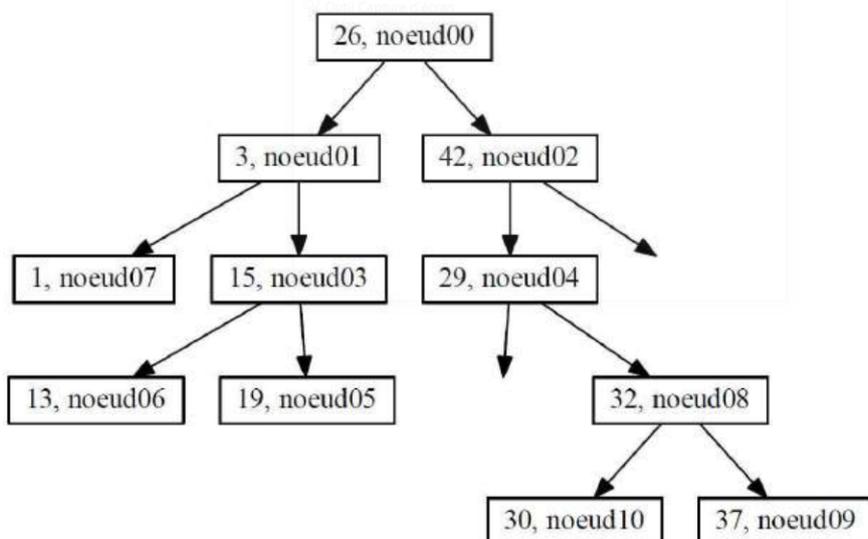
- les valeurs de tous les nœuds du sous-arbre gauche sont strictement inférieures à la valeur du nœud X ;
- les valeurs de tous les nœuds du sous-arbre droit sont supérieures ou égales à la valeur du nœud X.

Ainsi, par exemple, toutes les valeurs des nœuds G1, G2 et G3 sont strictement inférieures à la valeur du nœud X et toutes les valeurs des nœuds D1, D2 et D3 sont supérieures ou égales à la valeur du nœud X.

Voici un exemple d'arbre binaire de recherche dans lequel on a stocké dans cet ordre les valeurs :

[26, 3, 42, 15, 29, 19, 13, 1, 32, 37, 30]

L'étiquette d'un nud indique la valeur du nœud suivie du nom du nœud . Les nœuds ont été nommés dans l'ordre de leur insertion dans l'arbre ci-dessous. '29, noeud04' signifie que le nœud nommé noeud04 possède la valeur 29.



1) On insère la valeur 25 dans l'arbre, dans un nouveau nœud nommé noeud11.

**Recopier** l'arbre binaire de recherche étudié et placer la valeur 25 sur cet arbre en coloriant en rouge le chemin parcouru.

**Préciser** sous quel nœud la valeur 25 sera insérée et si elle est insérée en fils gauche ou en fils droit, et expliquer toutes les étapes de la décision.

- 2) Préciser toutes les valeurs entières que l'on peut stocker dans le nœud fils gauche du `noeud04` (vide pour l'instant), en respectant les règles sur les arbres binaires de recherche?
- 3) Voici un algorithme récursif permettant de parcourir et d'afficher les valeurs de l'arbre :

```
Parcours(A) # A est un arbre binaire de recherche
  Afficher(A.valeur)
  Parcours(A.fils_gauche)
  Parcours(A.fils_droit)
```

- a) Écrire la liste de toutes les valeurs dans l'ordre où elles seront affichées.
  - b) Choisir le type de parcours d'arbres binaires de recherche réalisé parmi les propositions suivantes :  
Préfixe, Suffixe ou Infixe
- 4) En vous inspirant de l'algorithme précédent, écrire un algorithme `Parcours2` permettant de parcourir et d'afficher les valeurs de l'arbre A dans l'ordre croissant.