

Opération de chargement d'un B-Arbre

Chargement = Construction d'un B-arbre avec un ensemble de données existant

Souvent utilisé lors de la construction d'index (de type B-arbre) sur un fichier de données déjà existant

Si la construction se fait par des opérations d'insertion répétées, cela prendrait beaucoup de temps

- Chaque insertion provoque la traversée de toute une branche de l'arbre
- Même si les données sont insérées de manière ordonnée, le nombre d'écritures physiques reste élevé

une insertion classique coûte h lectures + $[1 \text{ à } (2h+1)]$ écritures
 h étant la hauteur de l'arbre

Idées principales du chargement d'un B-arbre

1. Parcourir les données en ordre croissant pour les placer dans l'arbre.
Cela revient donc à insérer toujours dans la feuille la plus à droite de l'arbre.
2. Retarder l'écriture d'un bloc jusqu'au moment de son éclatement.
Le nouveau bloc (issu de l'éclatement) n'est pas physiquement écrit.
3. Garder en MC une pile de Buffers représentant les blocs de la branche la plus à droite de l'arbre
=> (ce sont les nouveaux blocs issus des éclatements qui se sont produits à chaque niveau).
4. A la fin de l'opération de chargement, les Buffers représentant la branche la plus à droite, sont physiquement écrits.

Dans ce cas *une insertion* coûte **0 lectures** + **[0 à h] écritures**

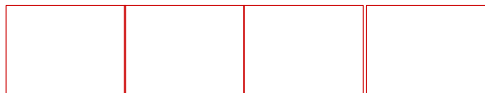
Exemple. Chargement d'un B-arbre d'ordre 5 avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

En rouge : les buffers associés aux nouveaux blocs alloués mais pas encore écrits
En noir : les blocs physiquement écrits en MS

Déroulement de l'opération :

Au départ on commence par allouer un nouveau bloc (**a**) vide. Un buffer vide lui est alors associé en MC

a

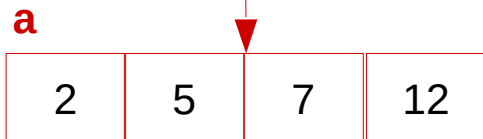


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :

2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

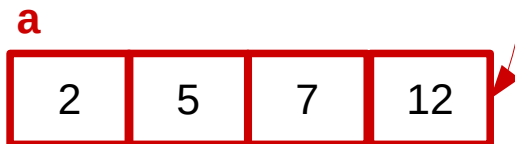
Les 4 premières valeurs sont directement placées dans le buffer (**a**) en MC



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 20 va provoquer l'éclatement du bloc a (présent en MC)

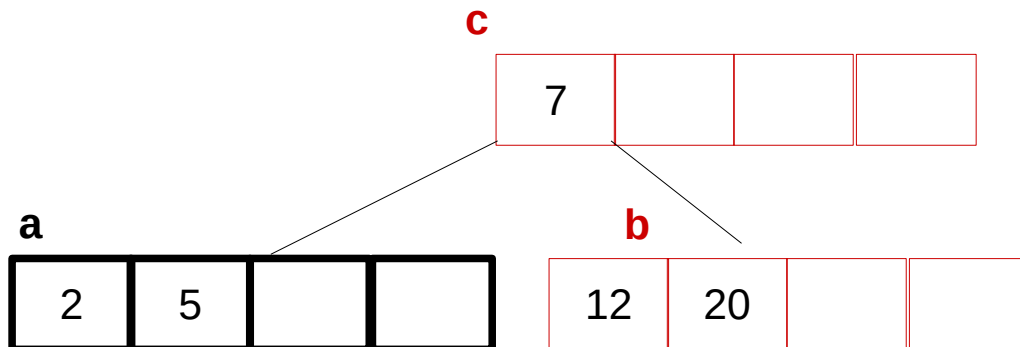


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'éclatement de **a** :

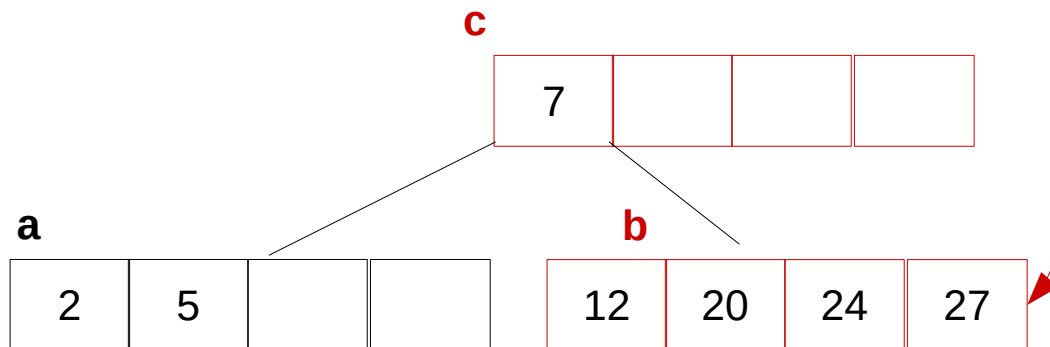
- Allocation d'un nouveau bloc (**b**) avec son buffer en MC
- **Ecriture physique** de la 1ere moitié [2,5] dans (**a**)
- Rangement de la 2^e moitié [12,20] dans le buffer de (**b**)
- Allocation d'un nouveau bloc (**c**) avec son buffer pour contenir la valeur du milieu:7 (issue de l'éclatement de **a**)



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, **24, 27**, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

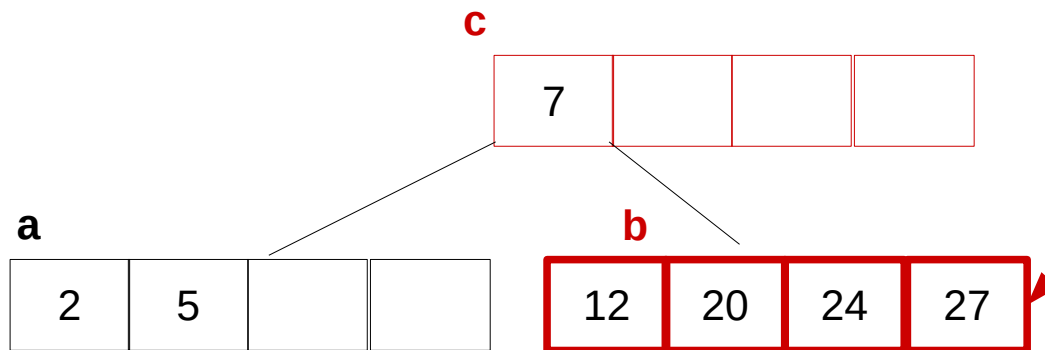
Les valeurs 24 et 27 sont insérées au niveau de la feuille la plus à droite (**b**) en MC



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, **30**, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 30 provoquera l'éclatement de **b**

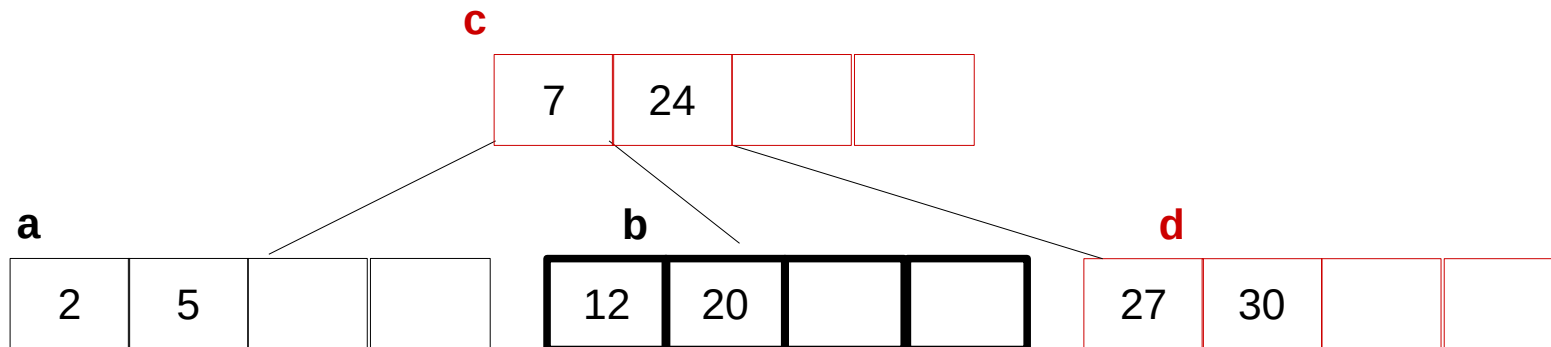


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

La valeur 30 provoque un éclatement de **b** :

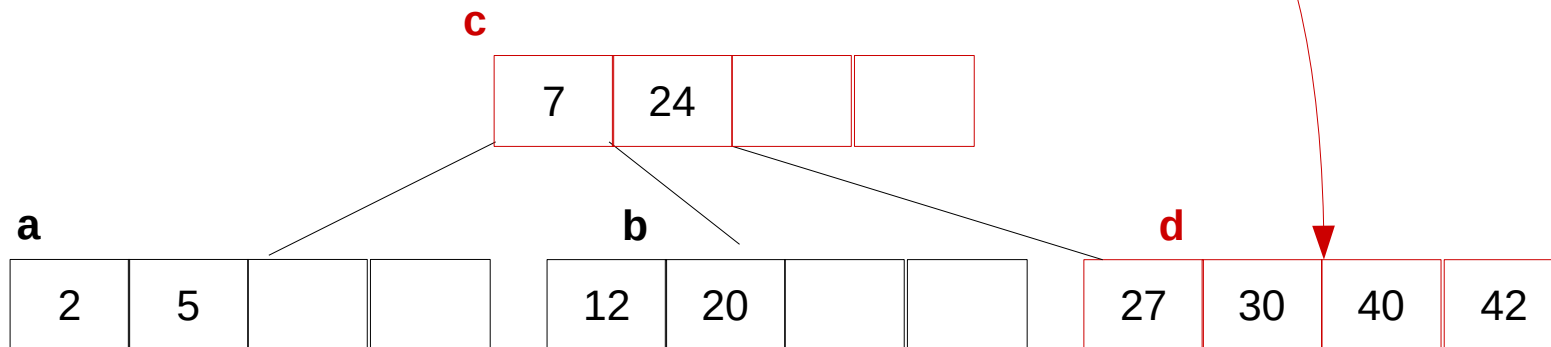
- Allocation d'un nouveau bloc (**d**) avec son buffer en MC
- **Ecriture physique** de la 1ere moitié [12,20] dans (**b**)
- Rangement de la 2^e moitié [27,30] dans le buffer de (**d**)
- Ajouter la valeur du milieu 24 (issue de l'éclatement de **b**) dans le buffer du bloc parent (**c**) en MC.



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

Les valeurs 40 et 42 sont rangées dans la feuille la plus à droite : le buffer **d**.

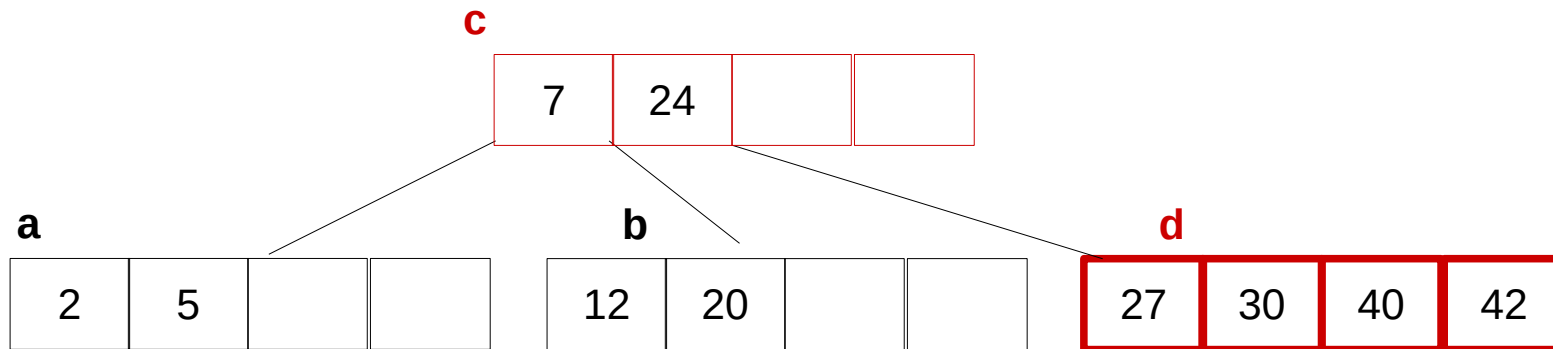


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, **47**, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 47 provoque l'éclatement de **d** :

→ ...

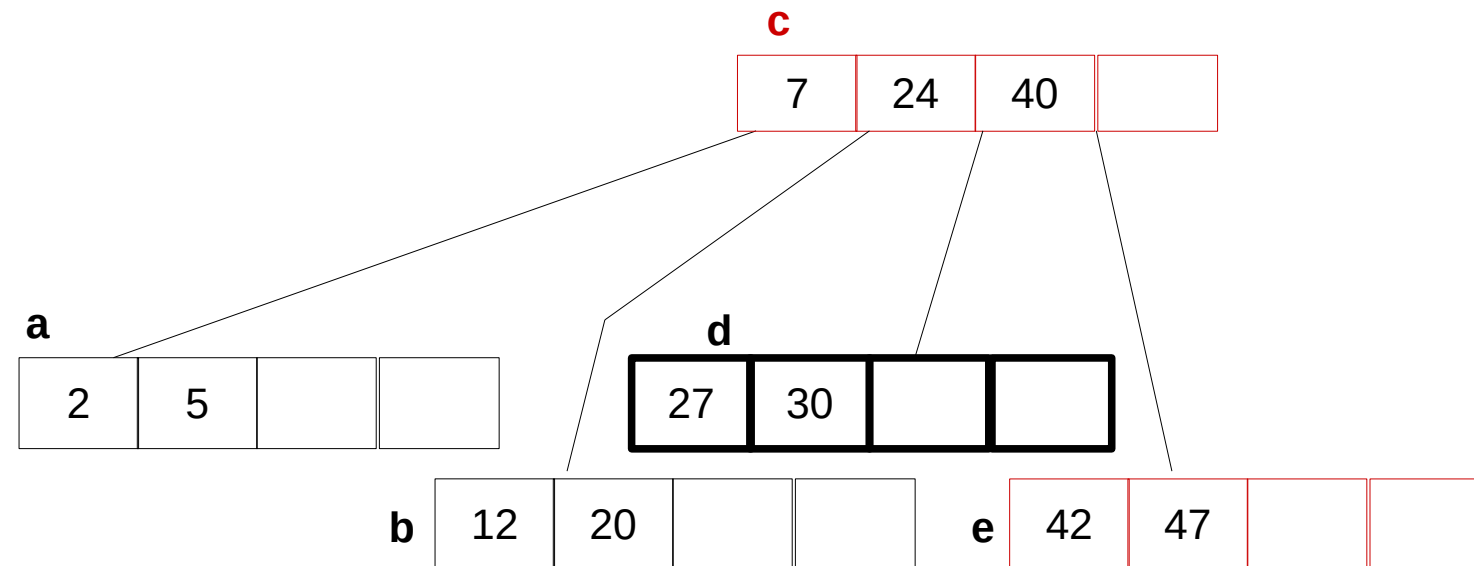


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 47 provoque l'éclatement de **d** :

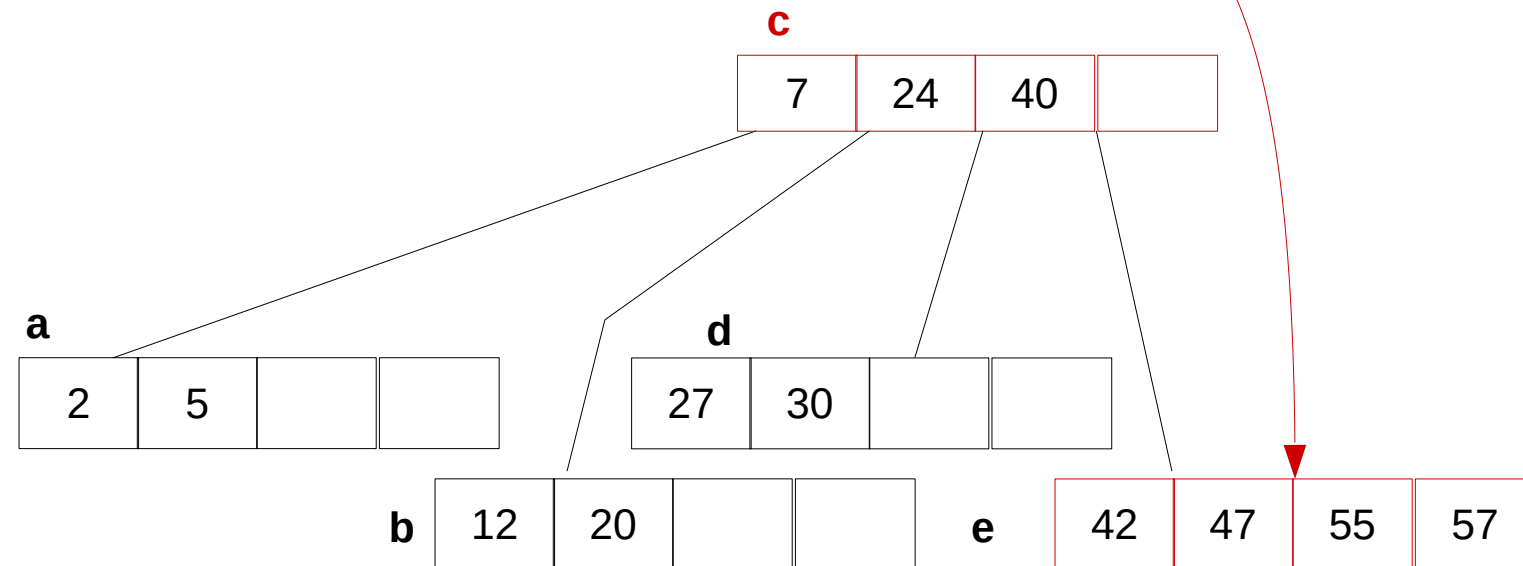
- Allocation de **e** pour contenir la 2^e moitié [42,47]
- **Ecriture physique** de **d** (contenant la 1^{ere} moitié [27,30])
- Insertion de la val du milieu (40) dans le parent : le buffer associé à **c**.



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

Les valeurs 55 et 57 sont insérées dans la feuille la plus à droite : le buffer **e**.

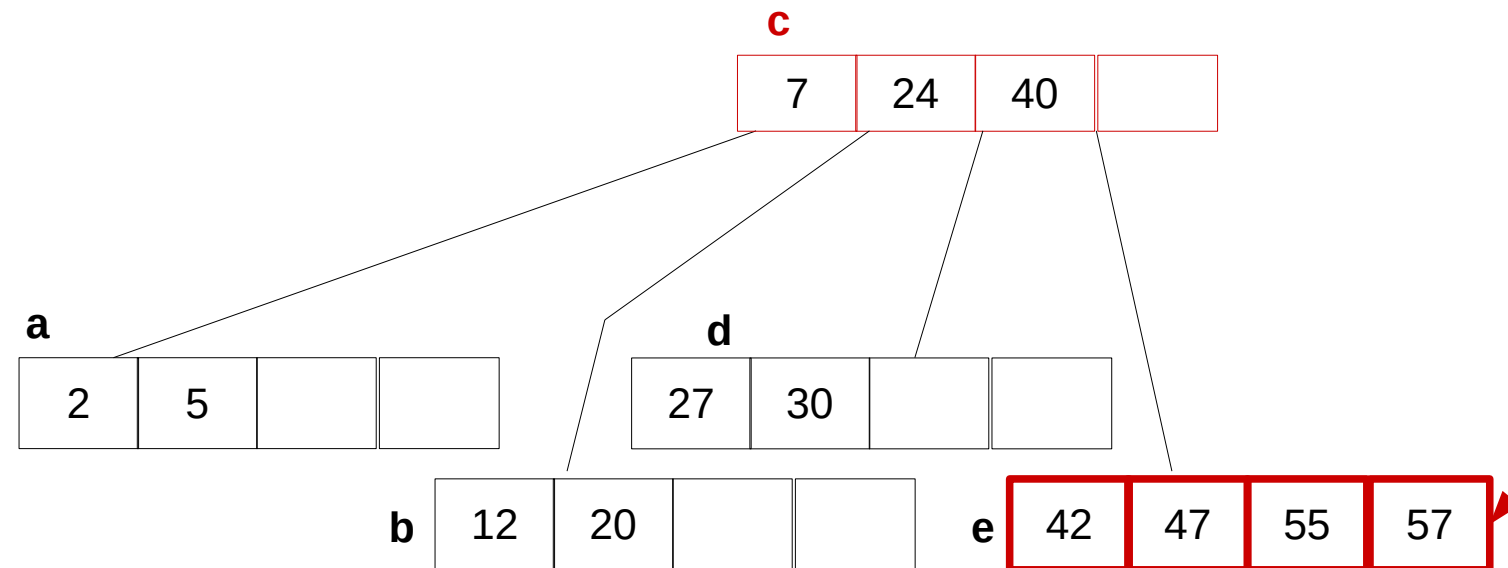


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, **60**, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 60 va provoquer l'éclatement de la feuille la plus à droite : **e**

→

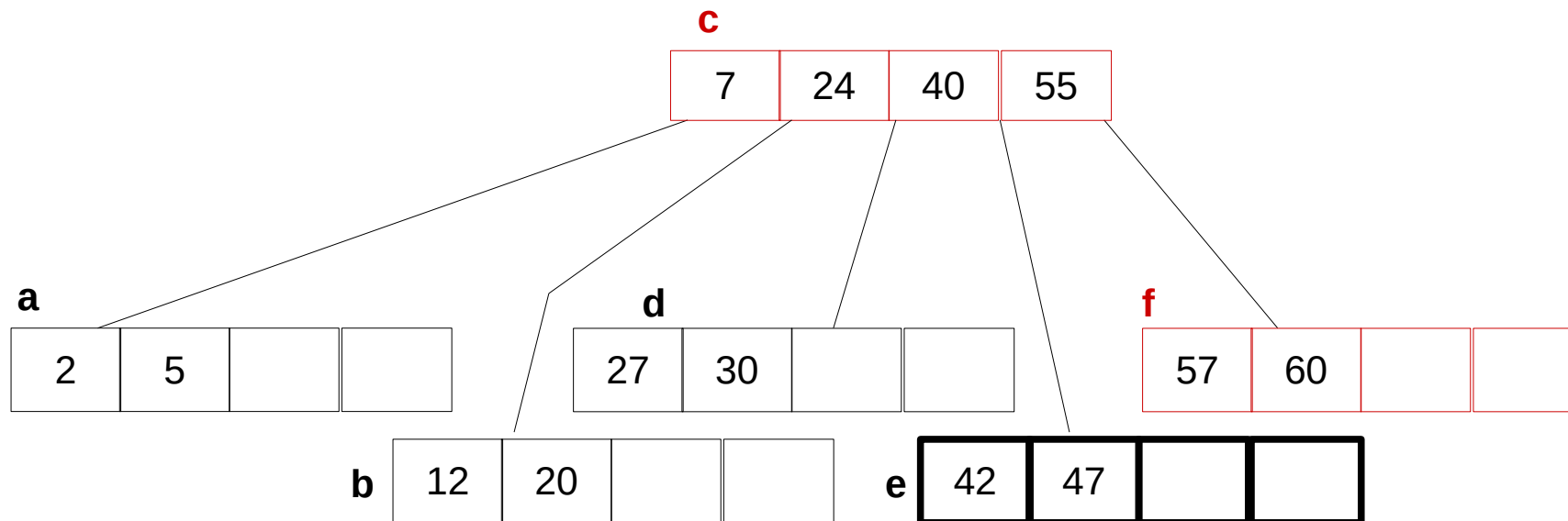


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 60 provoque l'éclatement de **e** :

- Allocation de **f** pour contenir la 2^e moitié [57,60]
- **Ecriture physique** de **e** (contenant la 1^{ere} moitié [42,47])
- Insertion de la val du milieu (55) dans le parent : **c**.

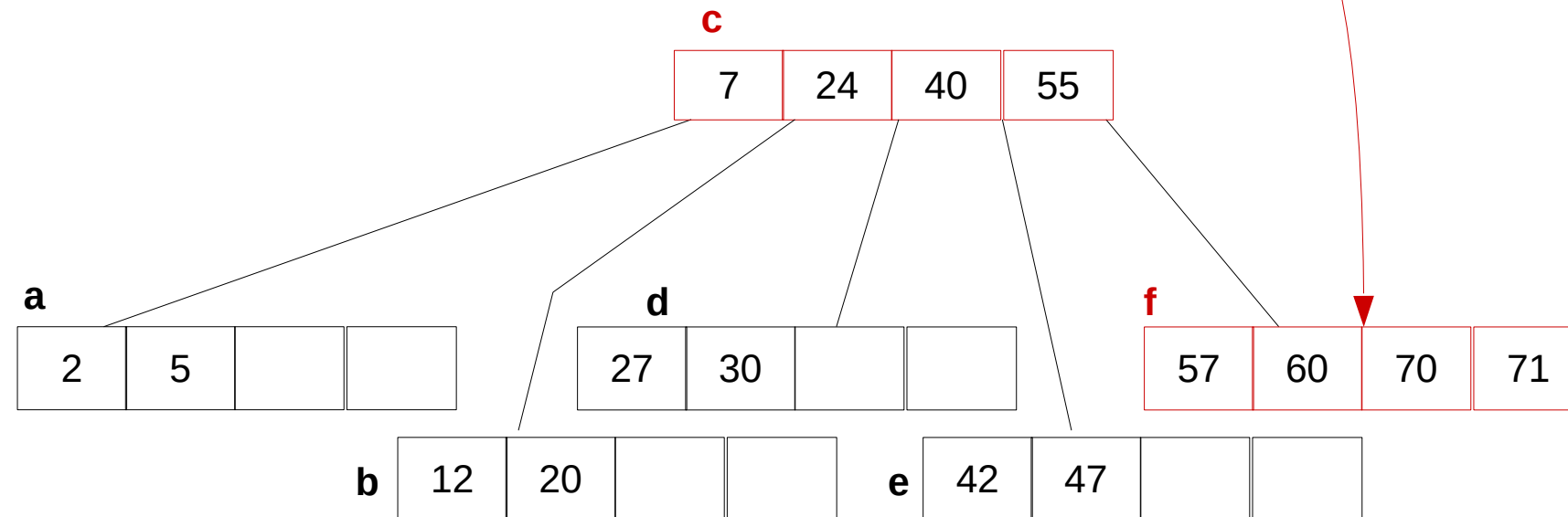


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

Les valeurs 70 et 71 sont insérées dans la feuille la plus à droite : **f**.

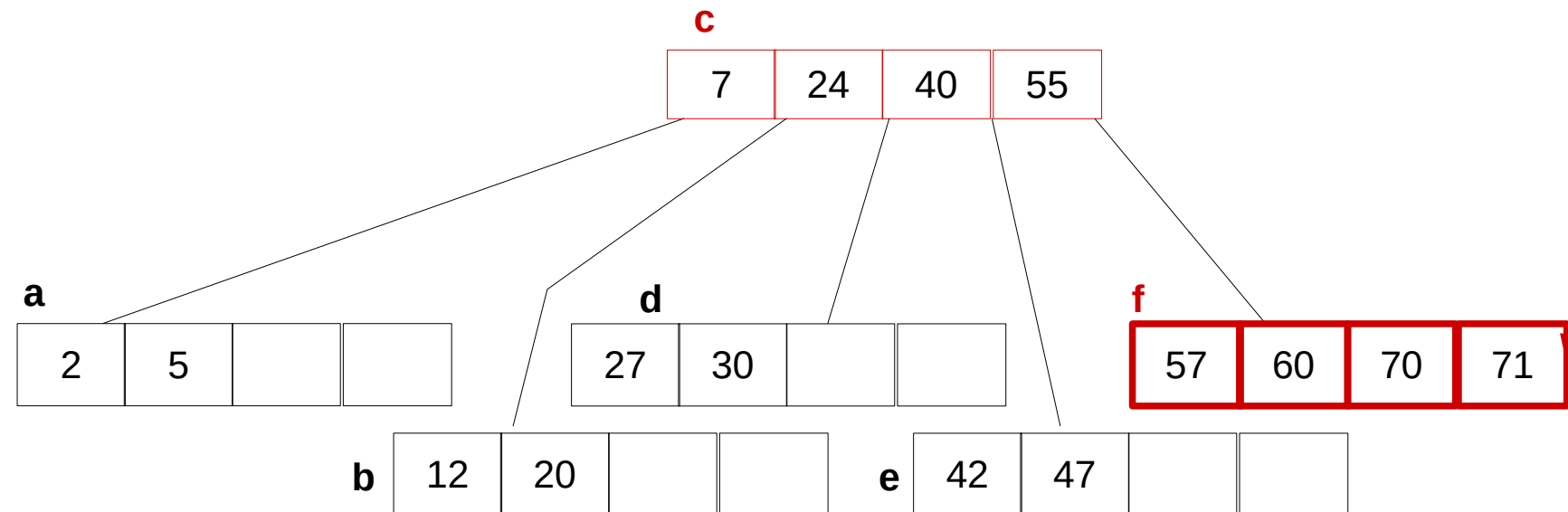
L'arbre est maintenant formé de 6 blocs (**a**, **b**, **c**, **d**, **e** et **f**) dont 4 (**a**, **b**, **d** et **e**) ont déjà été écrits physiquement en MS et 2 (**c** et **f**) sont encore en MC



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, **76**, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de la prochaine valeur (76) dans la feuille la plus à droite (**f**) provoquera son éclatement ...

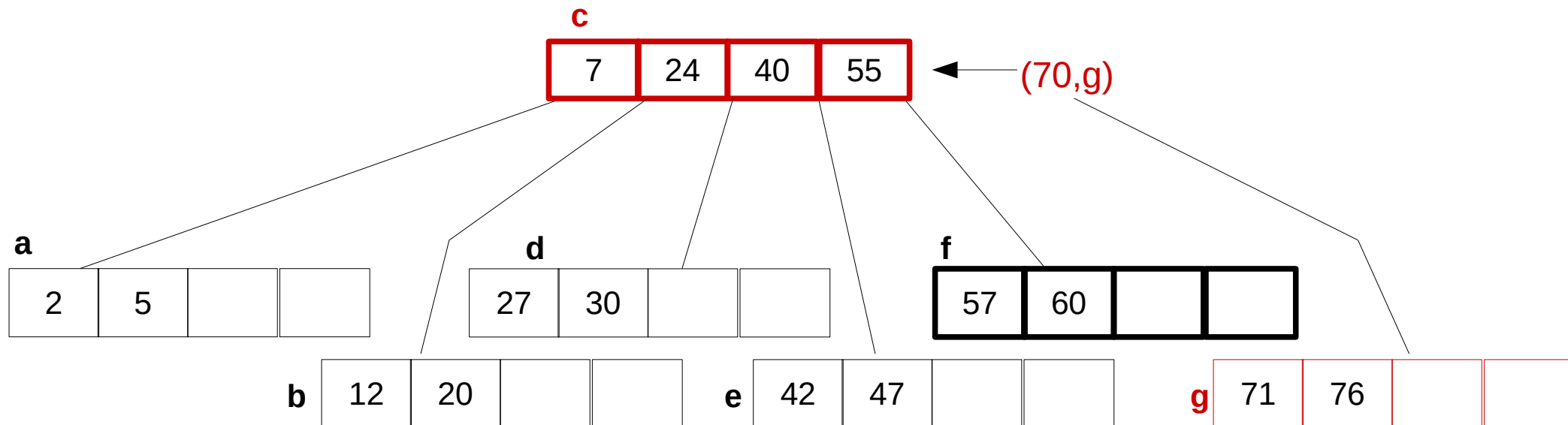


Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, **76**, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 76 (dans la feuille la plus à droite) provoque :

- L'éclatement de **f**
 - Allocation de **g**, (pour contenir la 2^e moitié [71,76])
 - **Ecriture physique** de **f** (contenant la 1^{ere} moitié [57,60]) et
 - insertion de la valeur du milieu (70) dans **c**
- puis l'éclatement de (**c**)
 - ...



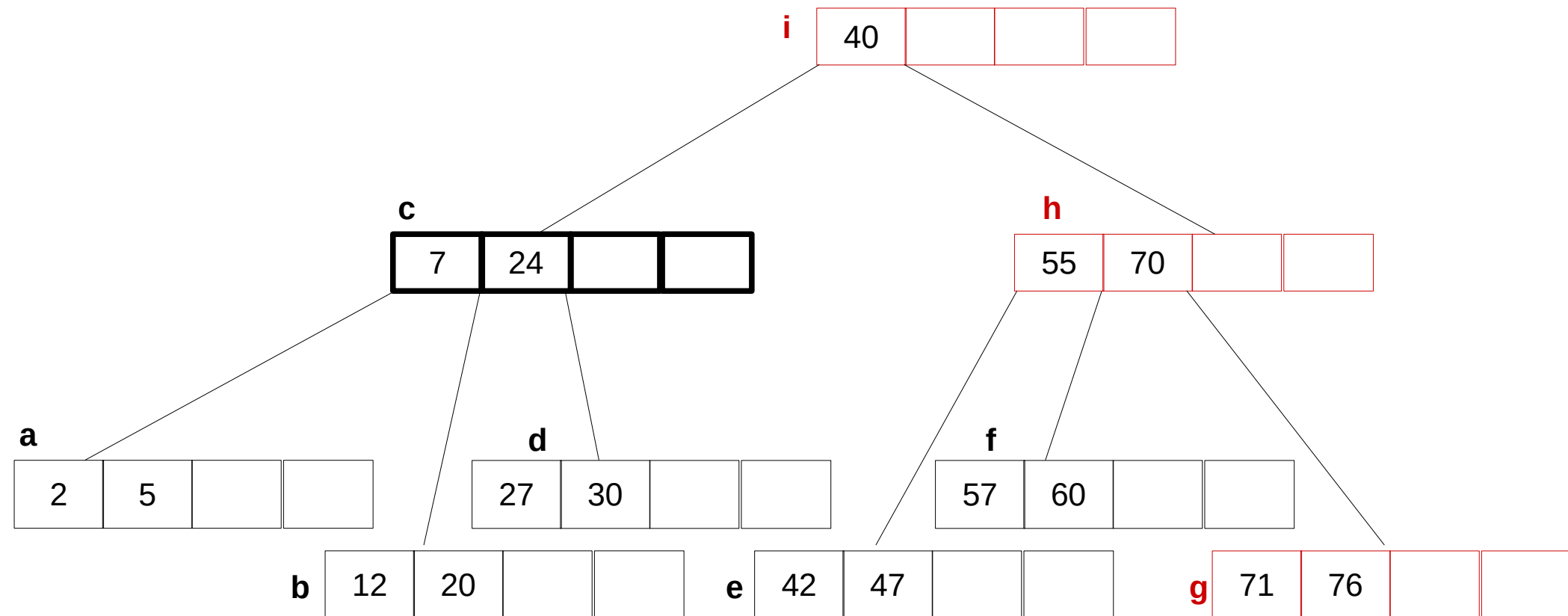
Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :

2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, **76**, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

L'insertion de 76 (dans la feuille la plus à droite) provoque :

- Eclatement de **f** (Allocation de **g**, **Ecriture physique** de **f** et insertion de 70 dans **c**)
- Eclatement de **c**
 - Allocation de **h**, [55,70], **Ecriture physique** de **c** [7,24] et
 - insertion de la val du milieu (40) dans un nouveau bloc alloué **i**



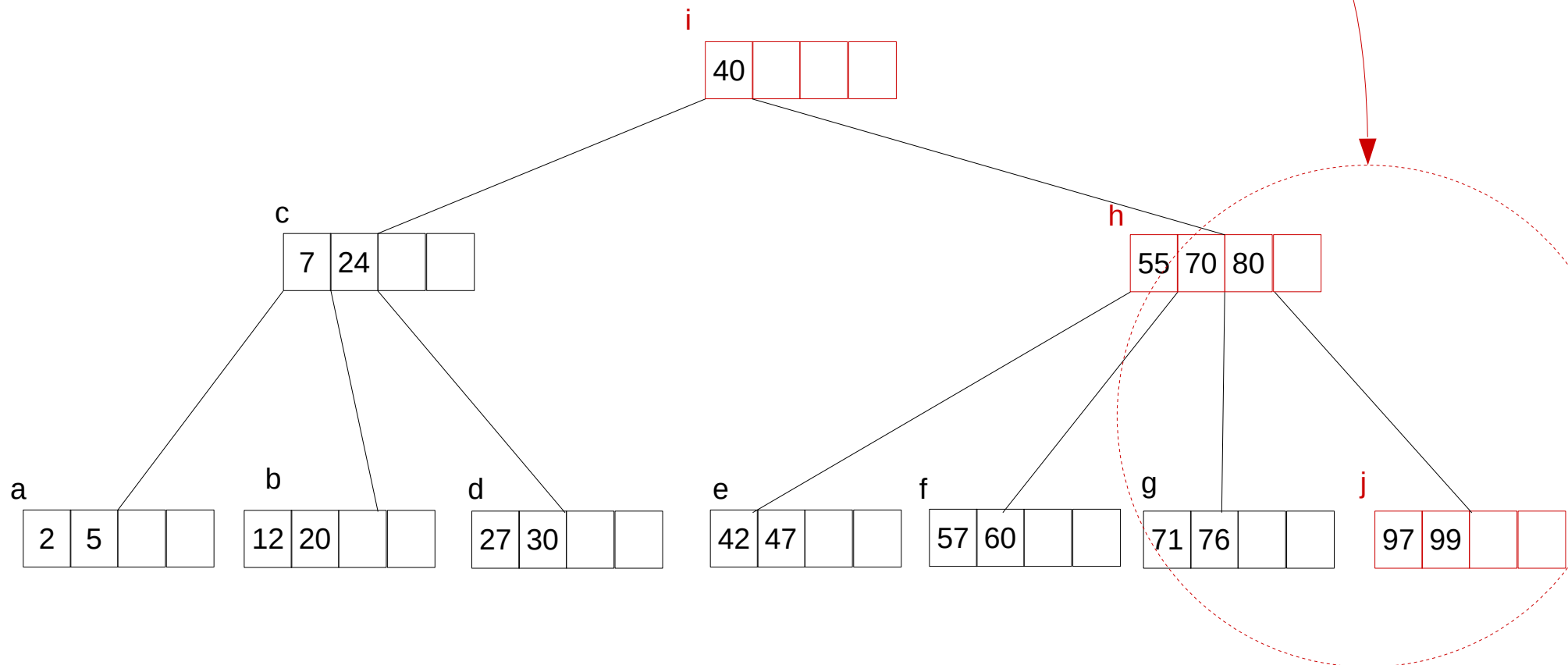
Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :

2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, **80, 97, 99**

Déroulement de l'opération :

Après l'insertion des valeurs restantes (80,97 et 99), il y aurait eu l'éclatement de **g** provoquant l'allocation du blocs **j** et l'écriture physique du bloc **g**.

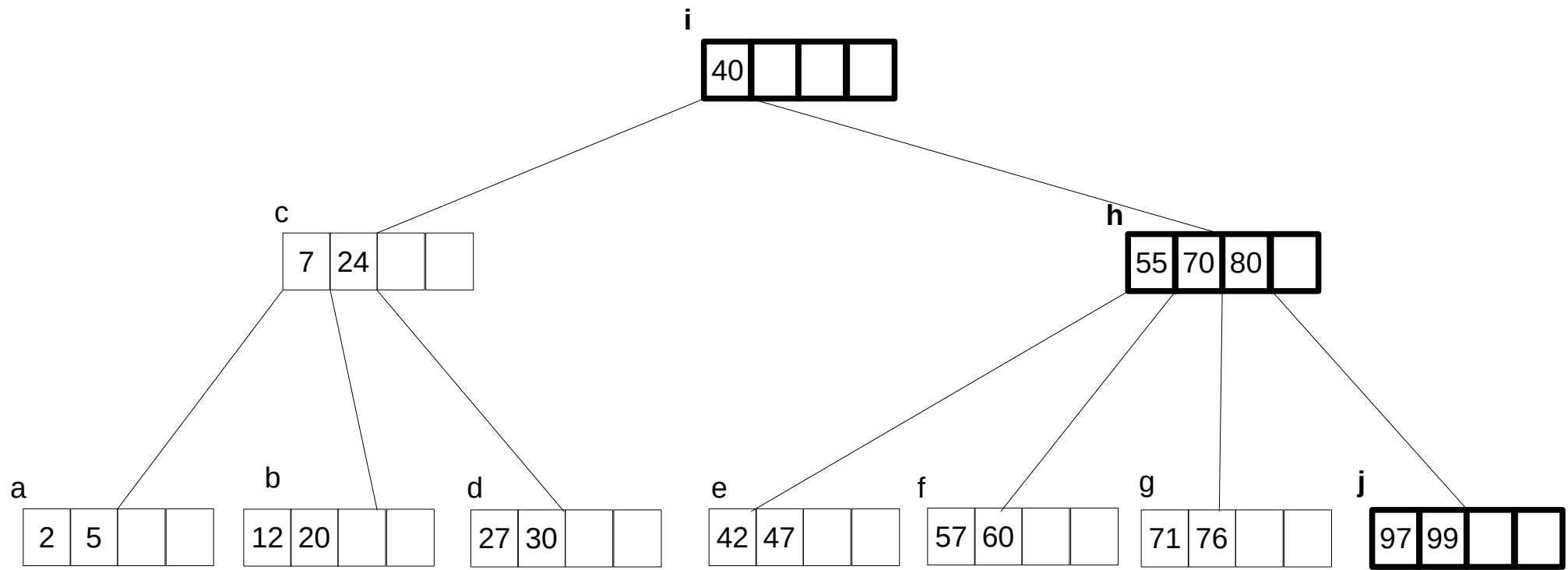
L'arbre est maintenant formé de 10 blocs, dont 7 (**a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f** et **g**) ont déjà été écrits physiquement en MS et 3 (**h**, **i** et **j**) sont encore en MC dans des buffers.



Exemple. Chargement d'un B-arbre avec les données suivantes :
2, 5, 7, 12, 20, 24, 27, 30, 40, 42, 47, 55, 57, 60, 70, 71, 76, 80, 97, 99

Déroulement de l'opération :

A la fin de l'opération de chargement, les 3 Buffers en MC (**h**, **i** et **j**) sont **écrits physiquement** en MS.



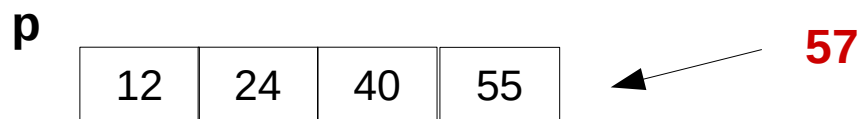
Amélioration de l'opération de chargement

Le mécanisme de chargement précédent est efficace, mais l'arbre généré est faiblement chargé (**aux environs des 50%**)

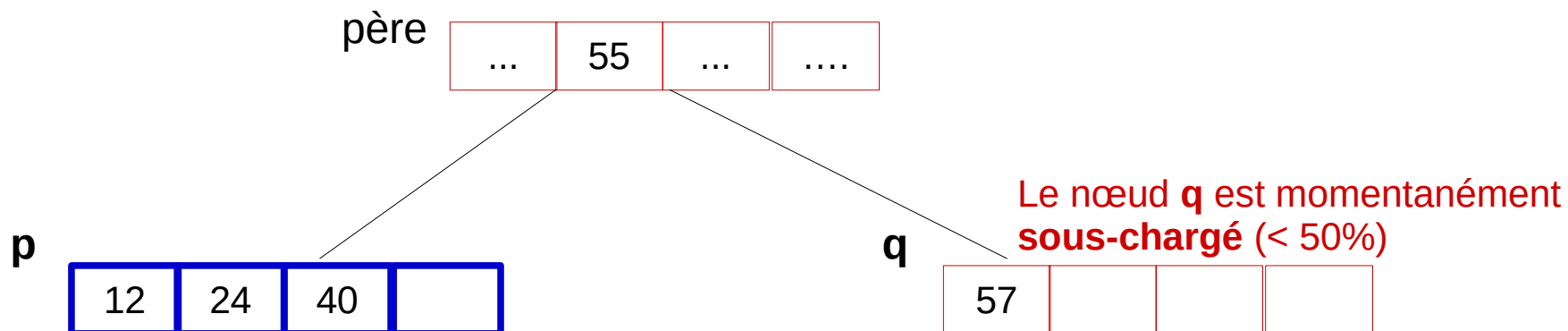
On peut améliorer le facteur de chargement de l'arbre durant cette opération en utilisant un **éclatement particulier** :

- Au lieu de partager la séquence ordonnée en 2 moitiés égales, on effectue un partage déséquilibré en faveur du nœud de gauche.

Exemple d'un éclatement déséquilibré
(75 % dans le nœud de gauche et 25 % dans celui de droite)



L'insertion de **57** dans **p**, provoque son éclatement (allocation d'un nouveau nœud **q**)



Amélioration de l'opération de chargement

Comme l'opération de chargement continue à insérer les données dans les nœuds les plus à droite, ces derniers finiront par se remplir plus.

A la fin de l'opération de chargement, certains nœuds de la branche la plus à droite risquent de rester sous-chargés.

Une action de rééquilibrage de la charge est alors effectuée sur les nœuds de cette branche (ceux ayant un chargement $< 50\%$) à l'aide de **redistributions** avec leurs frères gauches respectifs.

