

1 Tests et résultats

Dans cette partie, nous allons comparer les performances de nos algorithmes implémentés: *Next-Fit(NF)*, *Next-Fit Decreasing(NFD)*, *First-Fit(FF)*, *First-Fit Decreasing(FFD)*, *Best-Fit(BF)* et *Best-Fit Decreasing (BFD)*.

Pour pouvoir faire une bonne comparaison avec les autres méthodes de résolution du problème du Bin Packing, on a trouvé judicieux de prendre les même instances du benchmark Scholl.

Remarque: Les algorithmes ont été développés en utilisant le langage de programmation Python, et exécutés sur un **HP probook [Intel Core i7-6500U CPU @2.50GHz, 8Go RAM]** en utilisant l'IDE IntelliJ pycharm Le générateur d'instances utilise la fonction random() de la bibliothèque random de Python, cette fonction utilise le Mersenne Twister qui est un générateur de nombres pseudo-aléatoires, réputé pour sa qualité.

Pour pouvoir comparer entre les performances des différentes méthodes heuristiques, notre étude comportera 2 axes:

- Le temps d'exécution.
- La qualité de la solution.

1.1 Analyse des résultats par rapport au temps d'exécution

Les résultats en temps d'exécution sont présentés dans le tableau suivant:

N	N=50					
C	NF	NFD	FF	FFD	BF	BFD
100	0.000144	0.000127	0.000190	0.000184	0.000241	0.000215
120	0.000124	0.000130	0.000160	0.000167	0.000198	0.000213
150	9.665489	9.436607	0.000126	0.000124	0.000150	0.000149
1000	0.000140	0.000116	0.000269	0.000216	0.000214	0.000225

N	N=100					
C	NF	NFD	FF	FFD	BF	BFD
100	0.000464	0.000470	0.000713	0.000715	0.000793	0.000787
120	0.000494	0.000480	0.000644	0.000574	0.000695	0.000771
150	0.000329	0.000362	0.000402	0.000397	0.000483	0.000494
1000	0.000427	0.000361	0.000690	0.000760	0.000945	0.000751

N	N=200					
C	NF	NFD	FF	FFD	BF	BFD
100	0.001325	0.001391	0.001916	0.001862	0.002066	0.002173
120	0.001197	0.001158	0.001533	0.001542	0.001815	0.001871
150	0.000745	0.000760	0.001045	0.001219	0.001976	0.001678
1000	0.000800	0.000801	0.001478	0.001676	0.001954	0.001746
100000	0.000739	0.000702	0.001153	0.001635	0.001162	0.001505

N	N=500					
C	NF	NFD	FF	FFD	BF	BFD
100	0.007068	0.007047	0.010820	0.010633	0.011144	0.010667
120	0.006306	0.006812	0.008905	0.008931	0.010936	0.010151
150	0.003895	0.003845	0.006202	0.005959	0.006320	0.005925
1000	0.002363	0.002021	0.003468	0.003332	0.003123	0.003095

Figure 1: Tableau des temps d'exécution des heuristiques

Pour faciliter la lecture des résultats, l'utilisation d'un graphique s'impose. Ci-dessous un histogramme représentant les temps d'exécution en fonction des instances pour chaque heuristique:

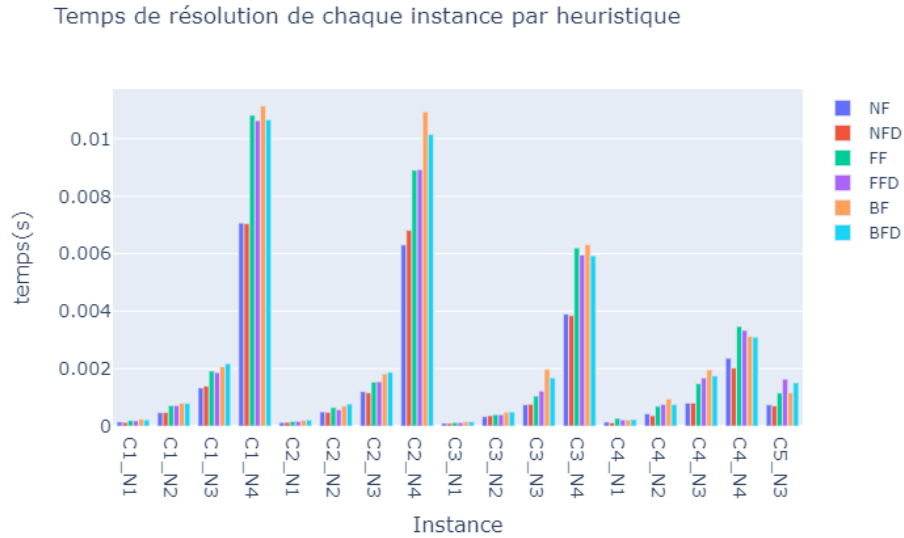


Figure 2: Histogramme des temps d'exécution des heuristiques

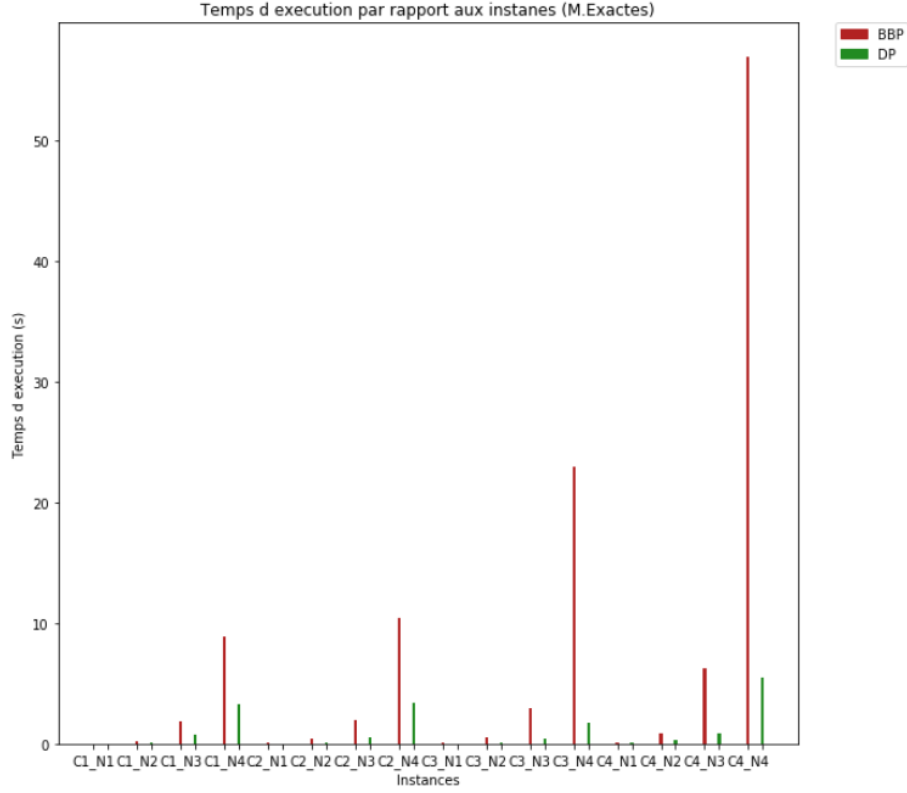


Figure 3: Comparaison des temps d’exécution des heuristiques avec les méthodes exactes

1.1.1 Analyse des résultats

- En augmentant la complexité du problème (N et C), le temps d’exécution des heuristiques augmente, mais tout en restant incomparable avec celui des méthodes exactes [figure 06].
- Toutes les méthodes heuristiques arrivent rapidement à trouver une solution aux instances du problème pour les trois classes d’instances du Benchmark Scholl (moins de 0.012s).
- Les performances de NF et NFD sont meilleures que celles des autres méthodes, avec le BF et BFD qui consomment le plus de temps, dans la plupart des exécutions, pour trouver une solution.
- Les heuristiques FF et FFD s’exécutent en des temps légèrement meilleurs que BF et BFD mais moins rapides que NF et NFD.

1.1.2 Interprétation des résultats

- Les algorithmes BF et BFD nécessitent plus de temps car le principe de BF repose sur le fait qu'il faut d'abord parcourir toutes les boîtes déjà ouvertes avant de prendre une décision (ranger un article).
- Les algorithmes NF et NFD sont les plus rapides car le principe de NF repose sur le fait que la décision où mettre l'article concerne seulement la dernière boîte ouverte, donc on n'a pas à parcourir l'ensemble des boîtes pour chaque article.
- L'algorithme *FF* (resp *FFD*) impose de parcourir partiellement la liste des boîtes ouvertes jusqu'à trouver la 1ère boîte qui convient, ce qui justifie le temps d'exécution moyen (entre celui de BF et NF).

1.2 Analyse des résultats par rapport à la qualité de la solution

Pour cela, on utilisera la métrique Worst Case Ratio [voir Partie 01]

Remarque: Vu que les instances du benchmark Scholl contiennent des articles déjà ordonnés, les versions *online* (*NF,FF,BF*) et *offline* (*NFD, FF,BFD*) des heuristiques donnent exactement les mêmes résultats (car la différence entre les deux est l'étape d'ordonnancement des articles). Dans cette partie nous allons nous contenter d'étudier la qualité de la solution des algorithmes *onlines*.

Ci-dessous un tableau récapitulatif des ratios obtenus pour chaque heuristique sur l'ensemble des instances du benchmark [figure 07] , ainsi qu'une représentation graphique (en histogramme) de ces résultats [figure 08]:

Instance	Ratio		
	BF	FF	NF
C1 N1	1.0625	1.0625	1.4375
C1 N2	1.0	1.0	1.428571
C1_N3	1.011494	1.011494	1.396825
C1 N4	1.005988	1.005988	1.396449
C2 N1	1.0	1.0	1.125
C2_N2	1.071428	1.071428	1.190476
C2 N3	1.0	1.0	1.137931
C2_N4	1.0	1.0	1.098591
C3 N3	1.072727	1.072727	1.178571

Figure 4: Tableau des ratios obtenues par les heuristiques

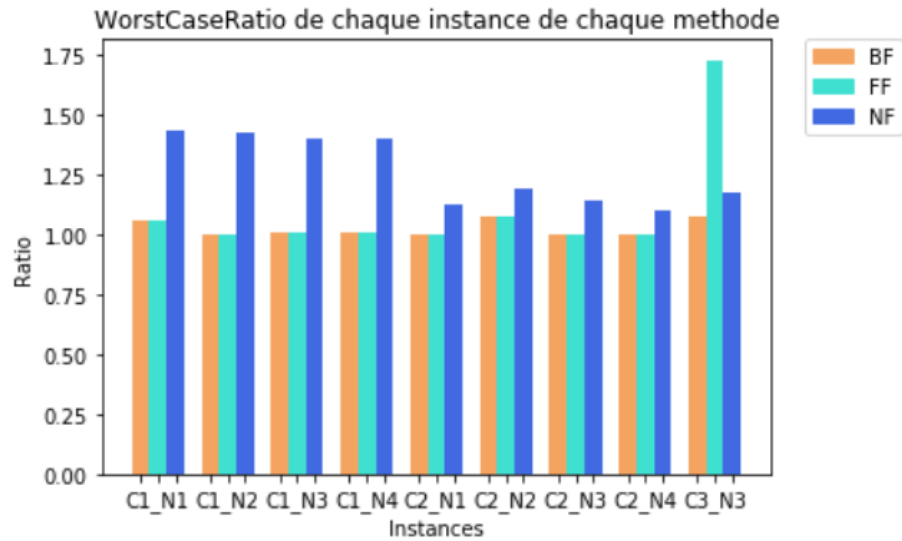


Figure 5: Histogramme des ratios des heuristiques en fonction des instances

Ci-dessous une représentation graphique (en histogramme) qui représente le ratio de toutes les instances du Benchmark *Scholl*, toutes classes confondues par heuristique (BF, FF et NF):

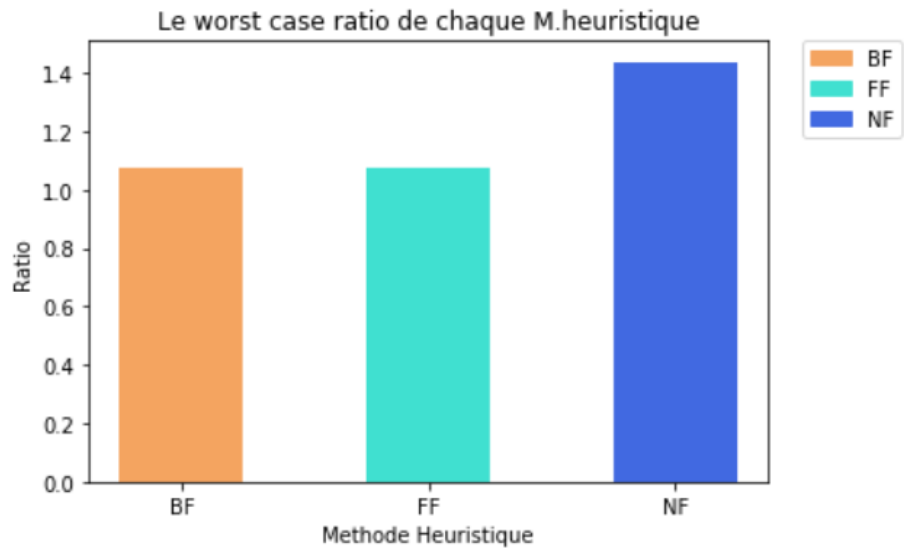


Figure 6: Histogramme des ratios des heuristiques pour tout le benchmark Scholl

1.2.1 Analyse des résultats

- Les ratios obtenus pour BF et FF (BFD et FF resp) sont identiques et différent de NF (NFD).
- Les heuristiques BF , FF (et respectivement BFD , FF) arrivent pour certains types d'instances à trouver la valeur optimales du problème (ratio égale 1), contrairement à NF (respectivement NFD) qui ne trouve pas assez souvent la solution (ratio supérieure à 1).

1.2.2 Interprétation des résultats

La différence dans la qualité de la solution obtenue est due aux nombres de boîtes considérées pour prendre une décision qui est plus large dans First Fit et Best Fit (toutes les boîtes ouvertes peuvent accueillir l'article), par contre dans Next Fit seulement la dernière boîte peut accueillir l'article.

1.3 Conclusion

En exécutant les heuristiques étudiées (FF , NF , BF et leurs versions *offline*) sur les instances du benchmark Scholl, on a trouvé que l'heuristique NF est la plus rapide à s'exécuter, mais elle donne la plus mauvaise qualité de solution. Par contre les heuristiques FF et BF sont moins rapides (avec BF légèrement moins rapide que FF) mais offrent une meilleure qualité.

Comme on a pu le constater durant ce chapitre, les méthodes heuristiques de type *online* (FF , NF , BF) et de type *offline* (FF , NFD , BFD) donnent de très bons résultats par rapport au temps d'exécution. Mais l'un des inconvénient avec les méthodes heuristiques c'est qu'elles n'assurent pas la qualité de la solution.

Ces algorithmes sont connus sous le nom d'algorithmes gloutons, c'est à dire qu'ils cherchent à trouver une solution dans un temps très réduit, mais ne donnent pas d'assurance sur la qualité de cette solution. C'est pour cela que ces méthodes sont généralement utilisées pour initialiser d'autres méthodes plus sophistiquées comme les métaheuristiques.