

# Projet ARA: Simulation de MANET avec Peer-Sim

Étudiants: - Nicolas Guittonneau () - Yoann Ghigoff (3506454)

Les figures sont situées en fin de document.

## Exercice 1

**Question 1** Donnez l'algorithme général de déplacement d'un noeud:

Initialement le noeud n'est pas en mouvement.

move:

Si le noeud n'est pas en mouvement:

- calcul aléatoire de la vitesse du noeud
- calcul de sa prochaine destination en se basant sur la stratégie de destination

Calcul de la distance courante restante à parcourir

Calcul de la distance totale à parcourir par le noeud jusqu'à sa prochaine destination.

Si le noeud est arrivé à destination:

il s'arrête et s'envoie un Event de type pause qui va relancer l'algorithme move après que le temps 'pause' soit écoulé.

Sinon:

Le noeud se déplace vers sa destination et s'envoie un Event pour déclencher son prochain déplacement.

**Question 2** Contenu du fichier de configuration Peersim pour cette question:

```
random.seed 6
network.size 42
simulation.endtime 200000
```

```
protocol.positionprotocolimpl PositionProtocolImpl
protocol.positionprotocolimpl.maxspeed 100
protocol.positionprotocolimpl.minspeed 10
protocol.positionprotocolimpl.width 1000
protocol.positionprotocolimpl.height 1000
protocol.positionprotocolimpl.pause 3000
```

```
initial_position_strategy Strategy1InitNext
```

```

initial_position_strategy.positionprotocol positionprotocolimpl
next_destination_strategy Strategy1InitNext
next_destination_strategy.positionprotocol positionprotocolimpl

control.graphicalmonitor GraphicalMonitor
control.graphicalmonitor.positionprotocol positionprotocolimpl
control.graphicalmonitor.time_slow 0.0002
control.graphicalmonitor.step 1

init.init_module Initialisation

```

### Question 3

- SD: Stratégie déplacement
- SPI: Stratégie Position Initiale

Pour la stratégie 1:

La SD définit une position pseudo aléatoire comprise entre les paramètres width et height définis dans le fichier de config. La SPI de la Stratégie 1 appelle simplement le SD avec une vitesse de zéro.

**Question 4** La SD de la stratégie 2 retourne la position actuelle du noeud. Les noeuds sont donc statiques.

### Question 8

- Stratégie 3

Cette SD repose sur le paramètre scope, définissant une zone de déplacements carré centrée sur le milieu de la fenêtre. La taille de la zone est définie par la formule:  $(scope-20) \times 2$

Si  $scope < 20$ , la zone est de taille 0, tous les noeuds sont donc statiques au milieu de la fenêtre. Dans le pire des cas, les noeuds peuvent être de part et d'autre de la diagonale du carré, soit à une distance de  $n\sqrt{2}$ , avec  $n$  étant la taille d'un côté de la zone. Ce qui revient à résoudre l'inégalité suivante:  $((scope-20) \times \sqrt{2}) < scope$

Après simplification:  $scope < \sim 30.93$

Le graphe est donc connexe pour un scope de 0 à 30.

- Stratégie 4

Si le graphe est connexe à l'initialisation, déplace les noeuds dans la zone tout en conservant la propriété connexe du graphe.

- Stratégie 5

Cette SPI garantit que la distance maximum entre deux noeuds est bornée par le minimum entre le scope et le paramètre `distance_init_max`. La SPI génère donc un graphe connexe.

- Stratégie 6

Cette SPI forme une topologie en “étoile” autour du centre de la fenêtre. L'angle de chaque noeud est calculé en fonction de son ID, et la distance depuis le centre est calculé en fonction du scope et de la taille du réseau, garantissant de générer un graphe connexe.

**Question 10** Évolution de la densité en fonction de la portée et de la stratégie utilisée.

portée	SPI	SD	D(t)	E(t) / D(T)	ED(t) / D(T)
125	1	1	1,00	1,35	0,18
250	1	1	3,87	1,11	0,12
375	1	1	8,01	1,05	0,09
500	1	1	12,99	1,03	0,10
625	1	1	19,09	1,03	0,09
750	1	1	24,84	1,02	0,08
875	1	1	30,12	1,01	0,07
1000	1	1	35,71	0,99	0,06
125	3	3	30,19	1,01	0,08
250	3	3	27,21	1,01	0,08
375	3	3	26,06	1,01	0,10
500	3	3	25,70	1,01	0,09
625	3	3	25,06	1,02	0,08
750	3	3	25,36	1,02	0,07
875	3	3	25,46	1,02	0,07
1000	3	3	25,19	1,02	0,08

### Question 11

- Stratégie 1: La taille de la zone étant fixe, l'augmentation de la portée est donc directement proportionnelle avec celle de la densité.
- Stratégie 3: La taille de la zone de déplacement augmente proportionnellement avec le scope, la densité reste donc constante avec l'augmentation de la portée.

### Exercice 2

**Question 1** Évolution de la densité en fonction de la taille du réseau.

Taille du réseau	D(t)	ED(t) / D(T)
20	9,62	0,24
30	14,18	0,21
40	21,42	0,10
50	25,77	0,06
60	28,55	0,09
70	34,47	0,06
80	40,89	0,05
90	46,37	0,04
100	48,03	0,04
120	55,20	0,03
140	64,63	0,02
160	68,56	0,04
180	76,97	0,02
200	81,44	0,02

*Courbes: Voir figures 1 et 2*

Sans surprise avec une taille du terrain constante, la densité du réseau augmente avec le nombre de noeud. De même, la variation de la densité diminue avec l'augmentation de la taille du réseau. On peut conclure qu'à partir d'un réseau de taille 50, la variation du nombre de voisins reste à peu près constante durant toute la simulation.

**Question 2** Pour détecter la terminaison d'un gossip, il suffit de maintenir deux variables représentant le nombre de messages reçus et le nombre de messages envoyés. Lorsque ces deux variables sont identiques, c'est que tous les messages envoyés ont été reçus, et qu'il n'y a donc plus de messages en cours de transmission. La diffusion est donc terminée, on peut alors lancer la suivante.

**Question 4** *Courbes: Voir figures 3 et 4*

L'atteignabilité est de 100% quelque soit la taille du réseau, ce résultat est logique puisque que l'algorithme de flooding retransmet les messages dans tous les cas et le réseau est connexe durant toute la simulation (garantie par SPI\_5 et SD\_4).

**Question 5** *Courbe: Voir figure 5*

Pour chaque test, l'économie de rediffusion correspond à la valeur de probabilité donnée en entrée. Pour les valeurs de  $p$  supérieures à 0.5, la taille du réseau ne semble pas avoir d'impact sur les résultats, en revanche, pour une probabilité  $p$  inférieure, on note une nette amélioration de l'atteignabilité lorsque le réseau dépasse 50 noeuds, taille à partir de laquelle le nombre de voisins est constant, comme démontré à la question 1.

**Question 6** *Courbes: Voir figures 6 à 10*

Afin de maximiser à la fois Att et Er, il semble logique que la probabilité doit être inversement proportionnelle à la taille du voisinage, en effet, si la densité est importante, la probabilité qu'un voisin ai reçu le message en même temps que moi est plus élevée. On remarque sur les graphiques que les meilleurs résultats sont dans la fourchette d'une taille de réseau de 40-70 noeuds. Pour des réseaux plus petits, l'atteignabilité est trop faible, dû au fait qu'il n'y ai pas assez de voisins, et pour les réseaux plus grand la rediffusion est trop élevée, dû à la densité trop élevée.

**Question 7** *Courbe: Voir figure 11*

Comparé aux algorithmes précédents, c'est pour le moment la solution qui semble la plus optimale et qui offre la meilleure maximisation à la fois de l'atteignabilité et de l'économie de rediffusion, et ce quelque soit la taille du réseau. Avec une atteignabilité moyenne proche de 100% pour toute taille de réseau, et une économie de rediffusion aux alentours de 17%.

Évolution de l'atteignabilité et de l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau et en utilisant un algorithme probabiliste basé sur la distance émetteur-récepteur.

Taille du réseau	Att500 Moyen (%)	ER500 Moyen (%)	Ecart-type Att	Ecart-type ER
20	98	19	11,76	9,58
30	100	23	0,00	10,30
40	96	23	17,62	9,74
50	100	21	0,00	8,54
60	100	19	0,00	7,59
70	100	20	0,00	7,69
80	100	18	0,00	7,91
90	100	19	0,00	7,66
100	100	18	0,00	7,27
120	100	17	0,00	7,87
140	100	17	0,00	6,83
160	100	15	0,00	6,68
180	100	15	0,00	6,60
200	100	15	0,00	6,64

### Question 8

**Algorithme 3 avec mécanisme de rediffusion** Évolution de l'atteignabilité et de l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau et en utilisant un algorithme basé sur la densité locale avec mécanisme de rediffusion.

Taille du réseau	k	Att500 Moyen (%)	ER500 Moyen (%)
20	1	40	73
30	1	34	76
40	1	42	80
50	1	40	81
60	1	38	83
70	1	41	83
80	1	33	83
90	1	32	83
100	1	26	83
120	1	30	84

Taille du réseau	k	Att500 Moyen (%)	ER500 Moyen (%)
140	1	27	84
160	1	23	84
180	1	22	84
200	1	21	84
20	2	53	70
30	2	43	74
40	2	51	79
50	2	45	81
60	2	45	82
70	2	48	83
80	2	40	83
90	2	39	83
100	2	34	84
120	2	35	85
140	2	37	85
160	2	31	85
180	2	31	85
200	2	31	86
20	3	68	62
30	3	44	71
40	3	57	78
50	3	56	80
60	3	56	81
70	3	59	82
80	3	48	83
90	3	51	84
100	3	44	84
120	3	43	85
140	3	48	86
160	3	36	85
180	3	39	86

Taille du réseau	k	Att500 Moyen (%)	ER500 Moyen (%)
200	3	36	86
20	4	71	51
30	4	53	66
40	4	69	76
50	4	63	78
60	4	65	80
70	4	64	81
80	4	55	82
90	4	58	83
100	4	49	83
120	4	53	85
140	4	52	86
160	4	50	86
180	4	48	87
200	4	49	87
20	5	85	45
30	5	64	62
40	5	77	73
50	5	71	75
60	5	76	78
70	5	75	79
80	5	63	81
90	5	70	82
100	5	60	82
120	5	64	84
140	5	64	86
160	5	58	86
180	5	53	86
200	5	54	87

*Courbes: Voir figures 12 à 16*



**Algorithme 4 avec mécanisme de rediffusion** Évolution de l'atteignabilité et de l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau et en utilisant un algorithme basé sur la distance émetteur-récepteur avec mécanisme de rediffusion.

Taille du réseau	Att500 Moyen (%)	ER500 Moyen (%)	Ecart-type Att	Ecart-type ER
20	100	32	0,00	10,45
30	98	33	14,00	8,63
40	100	34	0,00	8,27
50	100	34	0,00	7,68
60	100	33	0,00	6,67
70	100	32	0,00	6,11
80	100	33	0,00	6,46
90	100	31	0,00	6,03
100	100	32	0,00	5,66
120	100	31	0,00	5,33
140	100	31	0,00	4,79
160	100	30	0,00	5,02
180	100	29	0,00	4,91
200	100	29	0,00	4,46

*Courbe: Voir figure 17*

## Question 9

## Figures

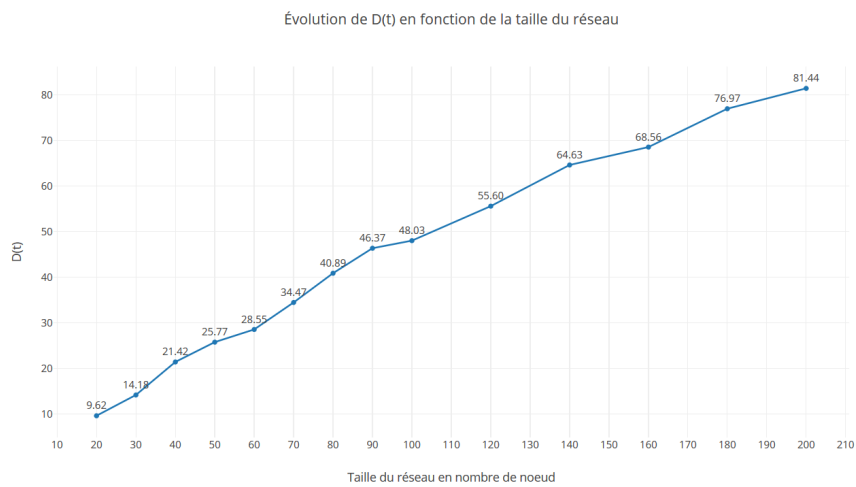


Figure 1: Question 1: Évolution de  $D(t)$  en fonction de la taille du réseau

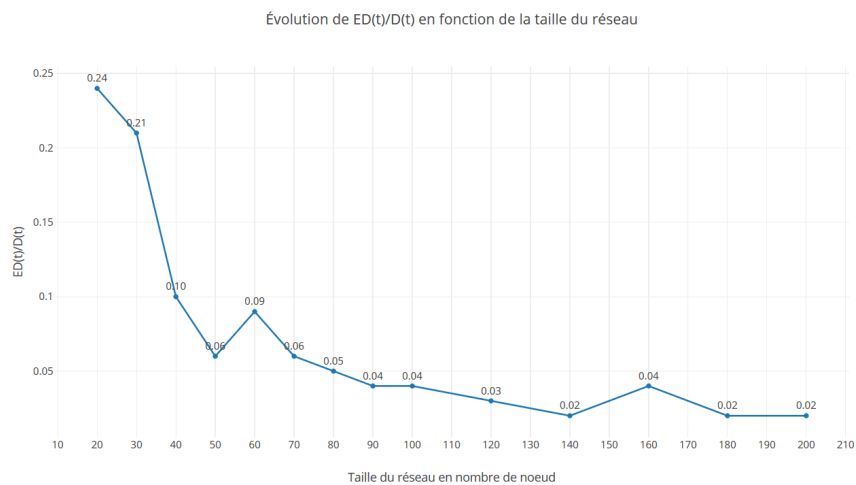


Figure 2: Question 1: Évolution de  $ED(t)/D(t)$  en fonction de la taille du réseau

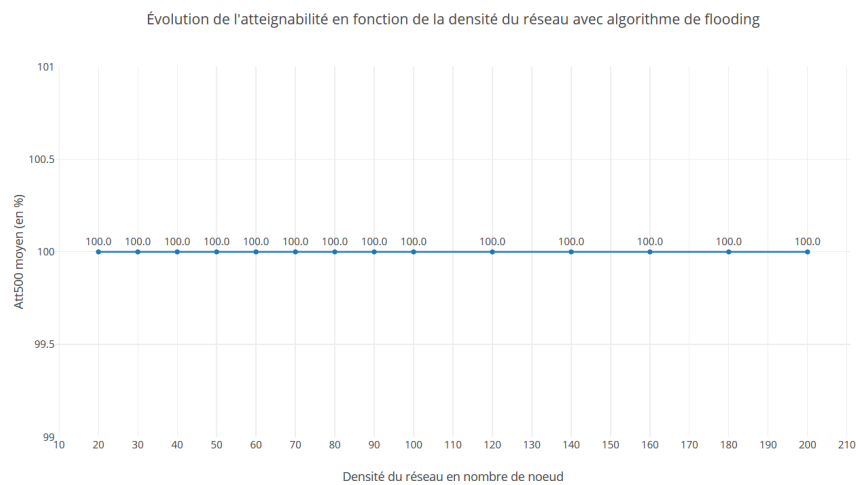


Figure 3: Question 4: Atteignabilité en fonction de la densité du réseau

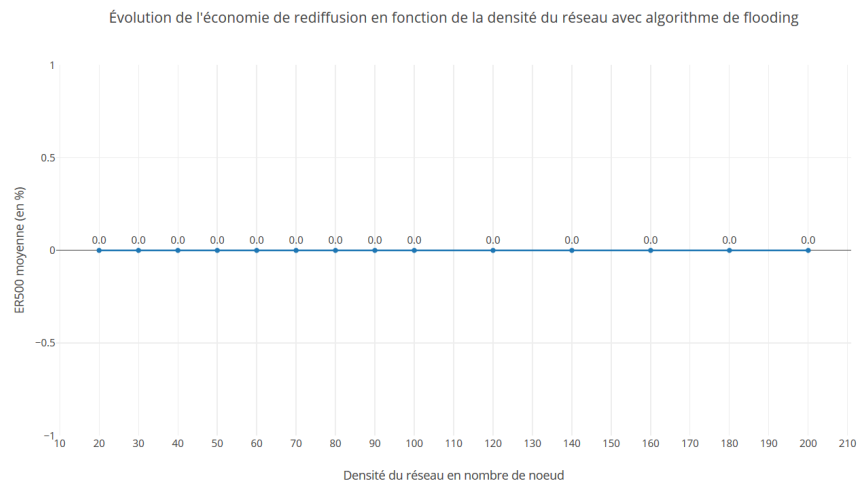


Figure 4: Q4: Économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau

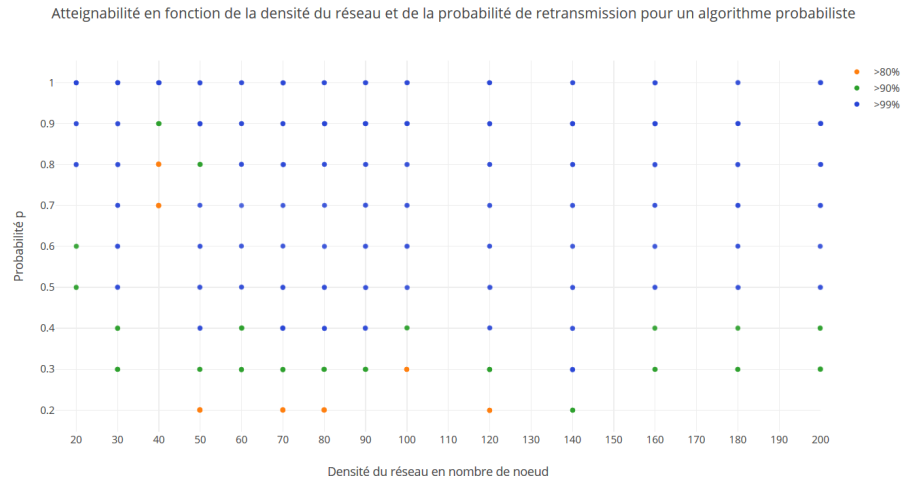


Figure 5: Q5: Atteignabilité en fonction de la densité du réseau pour un algorithme probabiliste

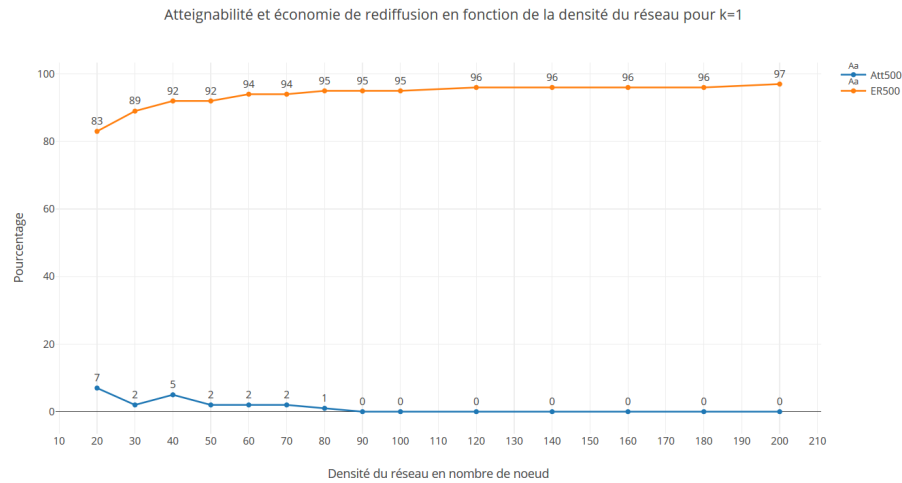


Figure 6: Q6: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau pour k=1

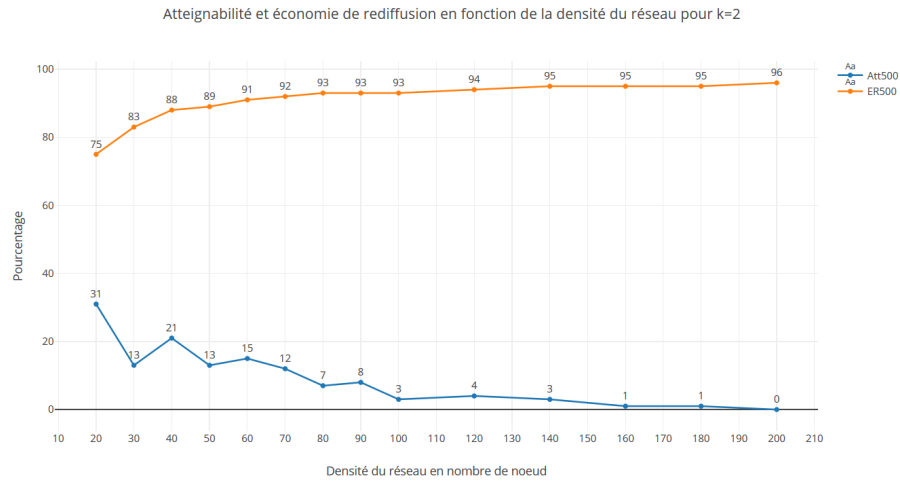


Figure 7: Q6: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau pour k=2

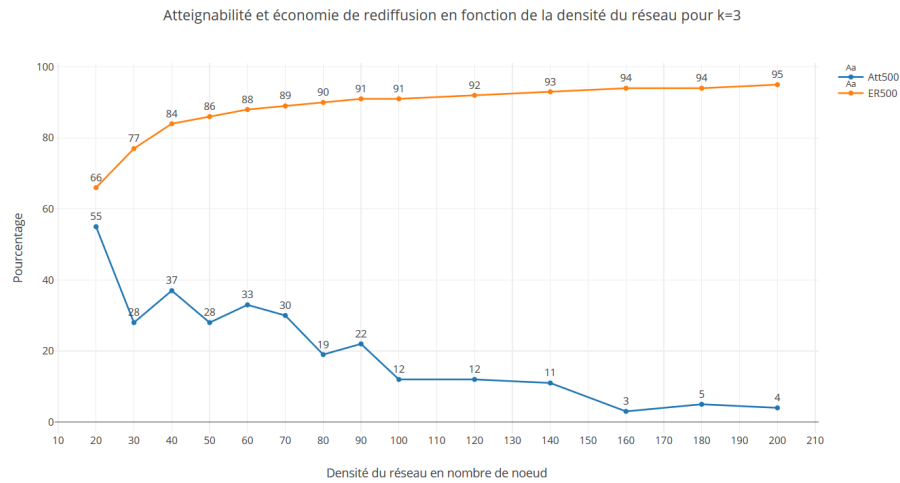


Figure 8: Q6: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau pour k=3

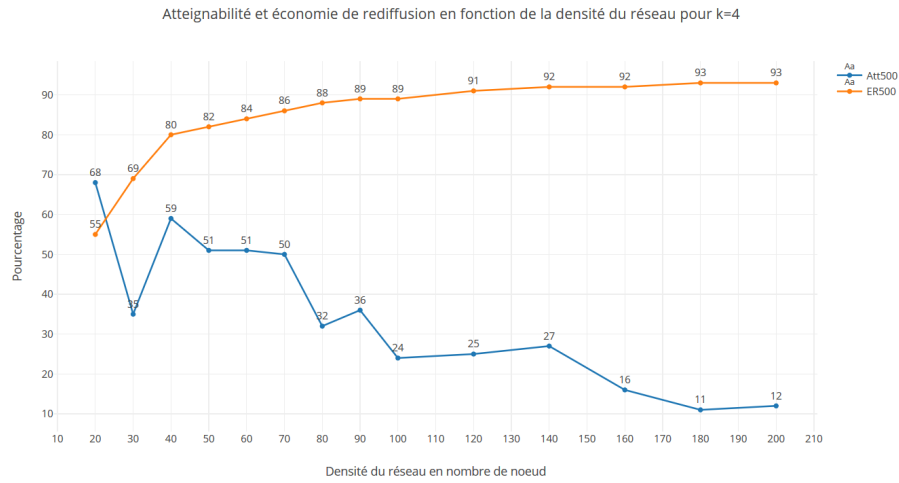


Figure 9: Q6: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau pour k=4

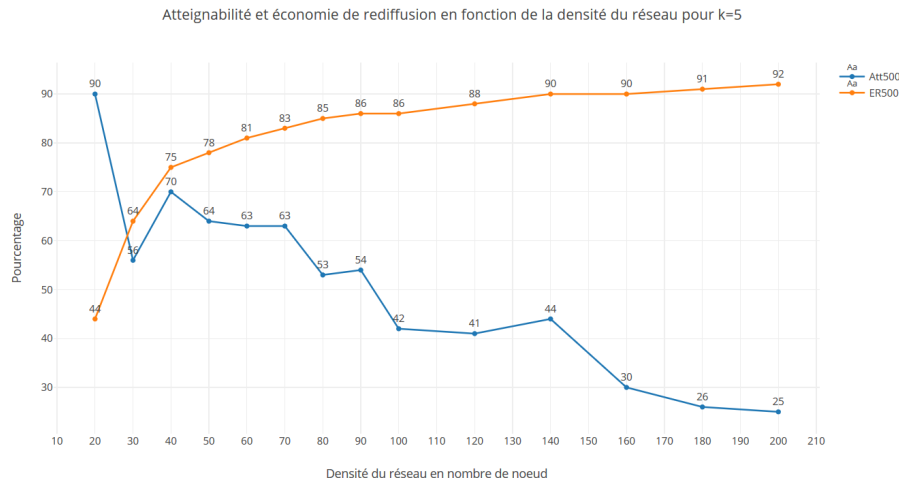


Figure 10: Q6: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau pour k=5

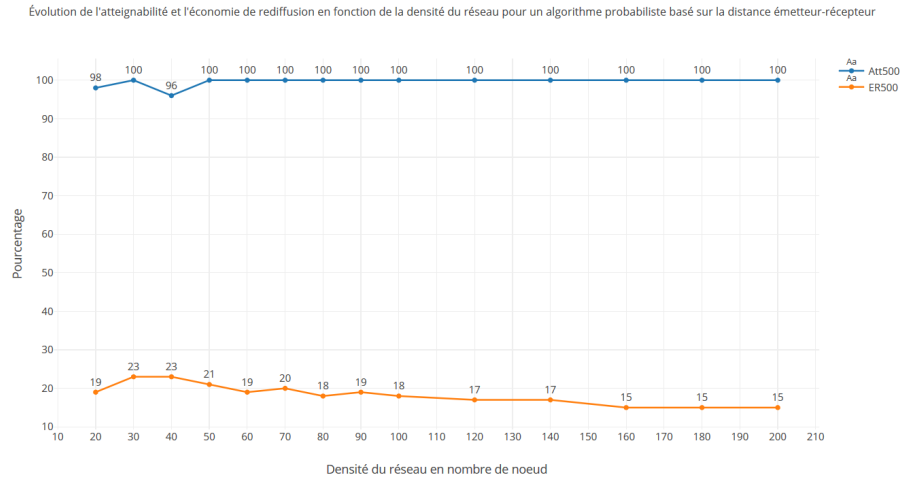


Figure 11: Q7: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau pour un algorithme probabiliste basé sur la distance émetteur-récepteur

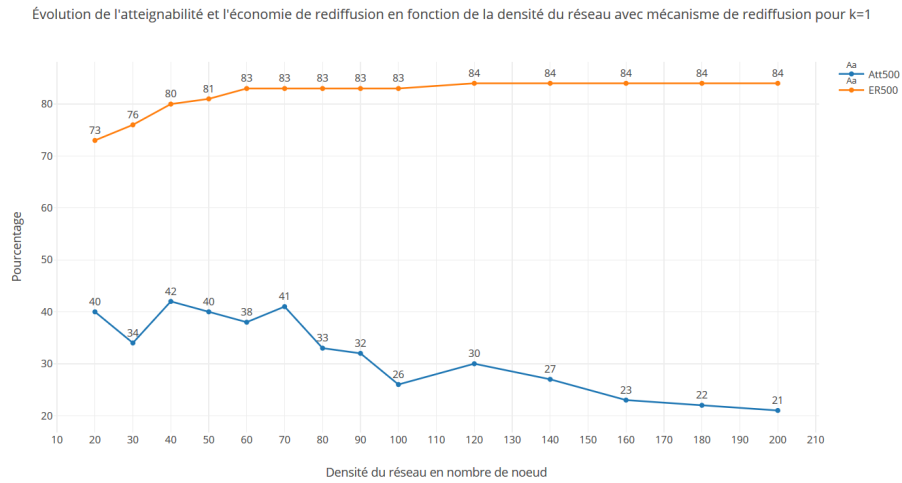


Figure 12: Q8 Algo 3: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour k=1

Évolution de l'atteignabilité et l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour  $k=2$

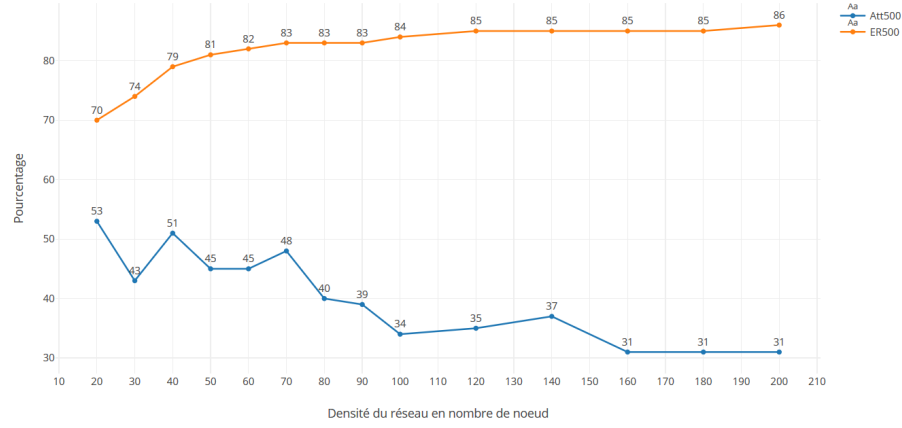


Figure 13: Q8 Algo 3: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour  $k=2$

Évolution de l'atteignabilité et l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour  $k=3$

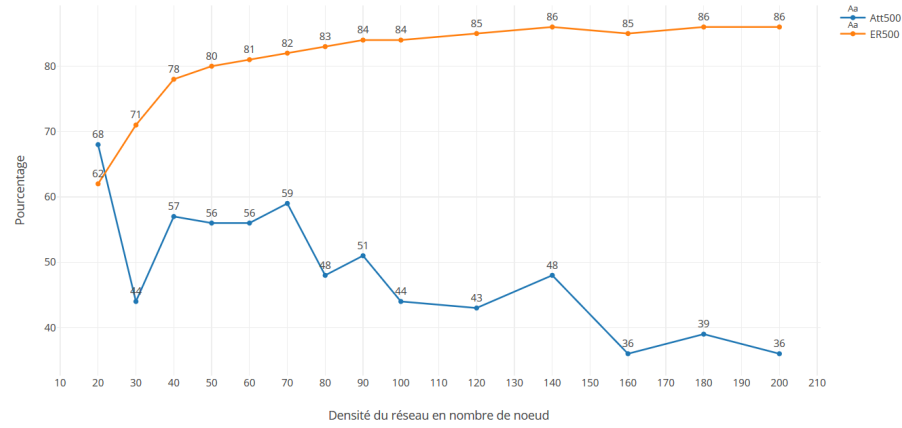


Figure 14: Q8 Algo 3: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour  $k=3$



Évolution de l'atteignabilité et l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour k=4

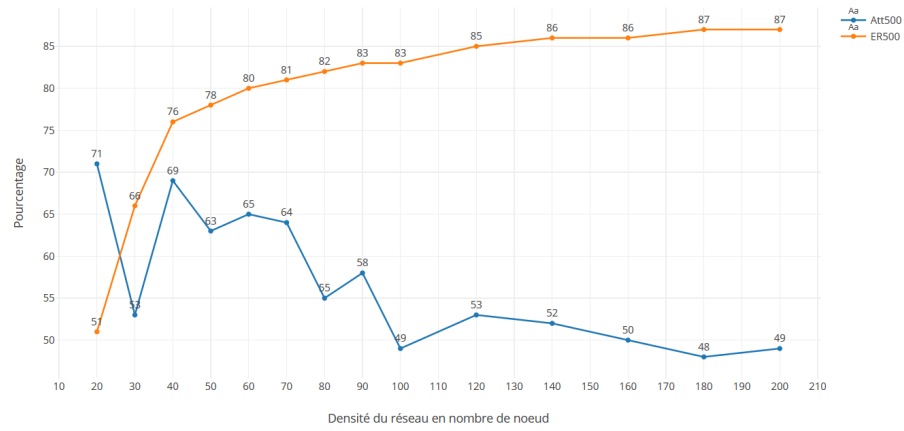


Figure 15: Q8 Algo 3: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour k=4

Évolution de l'atteignabilité et l'économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour k=5

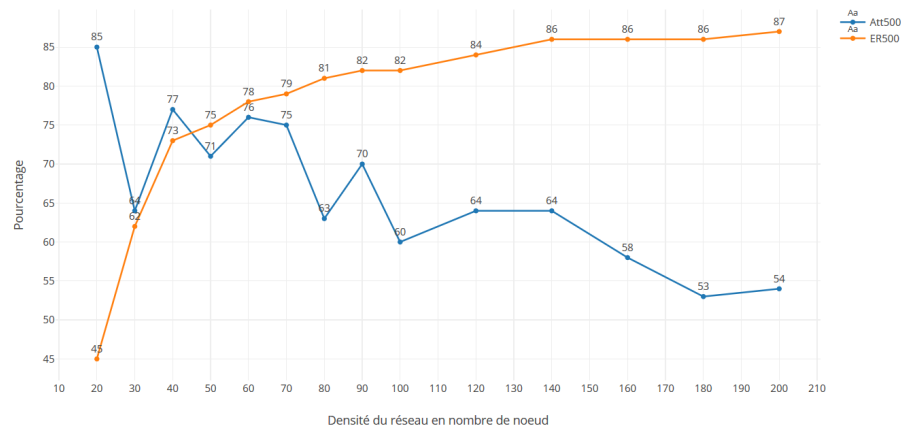


Figure 16: Q8 Algo 3: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour k=5

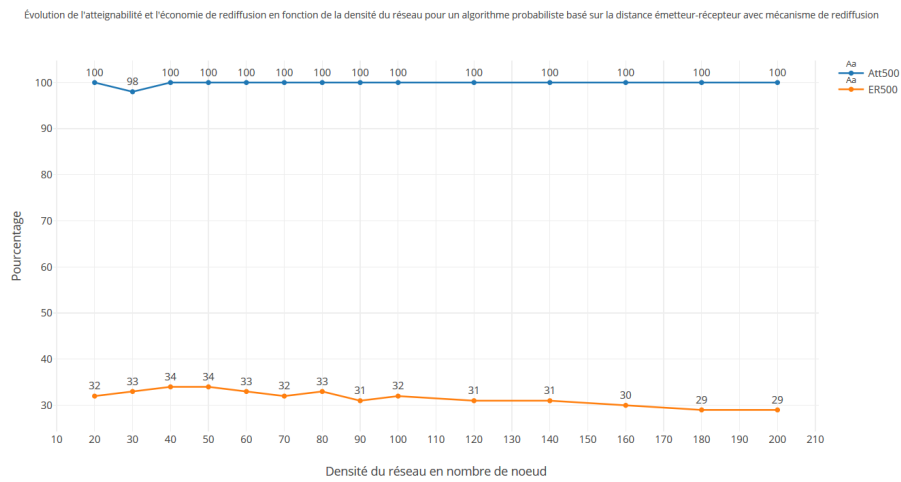


Figure 17: Q8 Algo 4: Atteignabilité et économie de rediffusion en fonction de la densité du réseau avec mécanisme de rediffusion pour un algorithme basé sur la distance émetteur-récepteur avec mécanisme de rediffusion