

contrôle d'algorithmique de graphes

On a un graphe orienté valué, à 17 sommets numérotés de 0 à 16 et 34 arcs. Les poids des arcs sont donnés sur l'annexe distribuée à part.

On oublie l'orientation des arcs et on lui applique au graphe non orienté, l'algorithme de Prim, à partir de l'arbre réduit au sommet 0. Donnez la liste des arêtes de l'arbre recouvrant de poids minimal, dans l'ordre où elles sont ajoutées à cet arbre pendant l'exécution de l'algorithme. Donnez le poids de l'arbre et dessinez l'arbre.

On reprend l'orientation des arcs et on applique au graphe l'algorithme de Dijkstra pour calculer des chemins de poids minimal menant du sommet 0 à chacun des autres sommets. Dessinez l'arbre des chemins obtenus. A coté de chaque sommet s , écrivez la liste des valeurs successives de $\text{dist}[s]$ au cours de l'exécution de l'algorithme. Par exemple à coté du sommet 4 on pourra écrire ∞ , 43, 26. De plus on dessinera en pointillé l'arc qui explique le 43.

Dans chacun des deux exercices, vous devez écrire son poids sur chaque arête ou arc que vous dessinez (en trait plein ou en pointillé).

Pour mémoire les algorithmes utilisés peuvent se traduire en C par :

```
int prim_arcs(graphe_arcs g, int nv, int ne, int poids[2*ne],
              int dist[], int pere[])
{ TETESUITE(0) int dehors[nv], s, t, c=0, k;
  tas h; tas_init(&h,dist,nv);
  for(s=nv;s--;) dist[s]=pere[s]=-1, dehors[s]=1;
  dist[0]=0, tas_set(&h,0);
  while(s=tas_pop(&h),s>=0)
    for(c+=dist[s],dehors[s]=0,k=tete[s];k>=0;k=suite[k])
      if(dehors[t=g[k]])
        if(poids[k|1]+0u<dist[t]+0u)
          dist[t]=poids[k|1], pere[t]=s, tas_set(&h,t);
  return c;
}

void dijkstra(graphe_arcs g, int nv, int ne, int poids[2*ne],
              int dep, int arr, int dist[], int pere[])
{ TETESUITE(1) tas h; tas_init(&h,dist,nv);
  for(int s=nv;s--;) dist[s]=pere[s]=-1;
  dist[dep]=0, tas_set(&h,dep);
  int s, t;
  while(s=tas_pop(&h),s>=0 && s!=arr)
    for(int k=tete[s];k>=0;k=suite[k])
      if(dist[s]+poids[k]+0u<dist[t=g[k]]+0u)
        pere[t]=s, dist[t]=dist[s]+poids[k], tas_set(&h,t);
}
```

Tous les documents sur papier sont autorisés, mais tout instrument électronique est interdit (ordinateur, tablette, calculette, téléphone portable, baladeur etc.)

sujet 1		$p(0 \rightarrow 16)=27$	$p(0 \rightarrow 13)=22$	$p(1 \rightarrow 0)=14$	$p(1 \rightarrow 14)=35$
$p(2 \rightarrow 1)=34$	$p(2 \rightarrow 15)=16$	$p(3 \rightarrow 2)=6$	$p(3 \rightarrow 16)=20$	$p(4 \rightarrow 3)=17$	
$p(4 \rightarrow 0)=33$	$p(5 \rightarrow 4)=19$	$p(5 \rightarrow 1)=23$	$p(6 \rightarrow 5)=1$	$p(6 \rightarrow 2)=24$	
$p(7 \rightarrow 6)=6$	$p(7 \rightarrow 3)=21$	$p(8 \rightarrow 7)=24$	$p(8 \rightarrow 4)=32$	$p(9 \rightarrow 8)=25$	
$p(9 \rightarrow 5)=35$	$p(10 \rightarrow 9)=9$	$p(10 \rightarrow 6)=29$	$p(11 \rightarrow 10)=22$	$p(11 \rightarrow 7)=30$	
$p(12 \rightarrow 11)=19$	$p(12 \rightarrow 8)=33$	$p(13 \rightarrow 12)=24$	$p(13 \rightarrow 9)=18$	$p(14 \rightarrow 13)=6$	
$p(14 \rightarrow 10)=20$	$p(15 \rightarrow 14)=20$	$p(15 \rightarrow 11)=22$	$p(16 \rightarrow 15)=8$	$p(16 \rightarrow 12)=17$	

sujet 2		$p(0 \rightarrow 16)=17$	$p(0 \rightarrow 13)=17$	$p(1 \rightarrow 0)=6$	$p(1 \rightarrow 14)=21$
$p(2 \rightarrow 1)=33$	$p(2 \rightarrow 15)=33$	$p(3 \rightarrow 2)=7$	$p(3 \rightarrow 16)=23$	$p(4 \rightarrow 3)=14$	
$p(4 \rightarrow 0)=3$	$p(5 \rightarrow 4)=5$	$p(5 \rightarrow 1)=27$	$p(6 \rightarrow 5)=25$	$p(6 \rightarrow 2)=1$	
$p(7 \rightarrow 6)=23$	$p(7 \rightarrow 3)=12$	$p(8 \rightarrow 7)=16$	$p(8 \rightarrow 4)=5$	$p(9 \rightarrow 8)=29$	
$p(9 \rightarrow 5)=34$	$p(10 \rightarrow 9)=18$	$p(10 \rightarrow 6)=14$	$p(11 \rightarrow 10)=26$	$p(11 \rightarrow 7)=27$	
$p(12 \rightarrow 11)=19$	$p(12 \rightarrow 8)=23$	$p(13 \rightarrow 12)=15$	$p(13 \rightarrow 9)=12$	$p(14 \rightarrow 13)=5$	
$p(14 \rightarrow 10)=23$	$p(15 \rightarrow 14)=20$	$p(15 \rightarrow 11)=35$	$p(16 \rightarrow 15)=18$	$p(16 \rightarrow 12)=26$	

sujet 3		$p(0 \rightarrow 16)=7$	$p(0 \rightarrow 13)=12$	$p(1 \rightarrow 0)=33$	$p(1 \rightarrow 14)=31$
$p(2 \rightarrow 1)=32$	$p(2 \rightarrow 15)=15$	$p(3 \rightarrow 2)=32$	$p(3 \rightarrow 16)=2$	$p(4 \rightarrow 3)=22$	
$p(4 \rightarrow 0)=19$	$p(5 \rightarrow 4)=26$	$p(5 \rightarrow 1)=7$	$p(6 \rightarrow 5)=3$	$p(6 \rightarrow 2)=13$	
$p(7 \rightarrow 6)=5$	$p(7 \rightarrow 3)=27$	$p(8 \rightarrow 7)=8$	$p(8 \rightarrow 4)=13$	$p(9 \rightarrow 8)=22$	
$p(9 \rightarrow 5)=9$	$p(10 \rightarrow 9)=27$	$p(10 \rightarrow 6)=34$	$p(11 \rightarrow 10)=19$	$p(11 \rightarrow 7)=24$	
$p(12 \rightarrow 11)=19$	$p(12 \rightarrow 8)=2$	$p(13 \rightarrow 12)=6$	$p(13 \rightarrow 9)=6$	$p(14 \rightarrow 13)=28$	
$p(14 \rightarrow 10)=26$	$p(15 \rightarrow 14)=20$	$p(15 \rightarrow 11)=2$	$p(16 \rightarrow 15)=28$	$p(16 \rightarrow 12)=35$	

sujet 4		$p(0 \rightarrow 16)=32$	$p(0 \rightarrow 13)=7$	$p(1 \rightarrow 0)=25$	$p(1 \rightarrow 14)=17$
$p(2 \rightarrow 1)=31$	$p(2 \rightarrow 15)=32$	$p(3 \rightarrow 2)=33$	$p(3 \rightarrow 16)=5$	$p(4 \rightarrow 3)=19$	
$p(4 \rightarrow 0)=35$	$p(5 \rightarrow 4)=12$	$p(5 \rightarrow 1)=11$	$p(6 \rightarrow 5)=27$	$p(6 \rightarrow 2)=25$	
$p(7 \rightarrow 6)=33$	$p(7 \rightarrow 3)=18$	$p(8 \rightarrow 7)=11$	$p(8 \rightarrow 4)=21$	$p(9 \rightarrow 8)=15$	
$p(9 \rightarrow 5)=8$	$p(10 \rightarrow 9)=1$	$p(10 \rightarrow 6)=19$	$p(11 \rightarrow 10)=23$	$p(11 \rightarrow 7)=21$	
$p(12 \rightarrow 11)=19$	$p(12 \rightarrow 8)=16$	$p(13 \rightarrow 12)=32$	$p(13 \rightarrow 9)=35$	$p(14 \rightarrow 13)=16$	
$p(14 \rightarrow 10)=29$	$p(15 \rightarrow 14)=20$	$p(15 \rightarrow 11)=15$	$p(16 \rightarrow 15)=3$	$p(16 \rightarrow 12)=9$	

sujet 5		$p(0 \rightarrow 16)=22$	$p(0 \rightarrow 13)=2$	$p(1 \rightarrow 0)=17$	$p(1 \rightarrow 14)=27$
$p(2 \rightarrow 1)=30$	$p(2 \rightarrow 15)=25$	$p(3 \rightarrow 2)=23$	$p(3 \rightarrow 16)=19$	$p(4 \rightarrow 3)=16$	
$p(4 \rightarrow 0)=5$	$p(5 \rightarrow 4)=22$	$p(5 \rightarrow 1)=15$	$p(6 \rightarrow 5)=5$	$p(6 \rightarrow 2)=2$	
$p(7 \rightarrow 6)=15$	$p(7 \rightarrow 3)=33$	$p(8 \rightarrow 7)=3$	$p(8 \rightarrow 4)=29$	$p(9 \rightarrow 8)=19$	
$p(9 \rightarrow 5)=7$	$p(10 \rightarrow 9)=10$	$p(10 \rightarrow 6)=4$	$p(11 \rightarrow 10)=16$	$p(11 \rightarrow 7)=29$	
$p(12 \rightarrow 11)=8$	$p(12 \rightarrow 8)=30$	$p(13 \rightarrow 12)=23$	$p(13 \rightarrow 9)=18$	$p(14 \rightarrow 13)=15$	
$p(14 \rightarrow 10)=8$	$p(15 \rightarrow 14)=20$	$p(15 \rightarrow 11)=17$	$p(16 \rightarrow 15)=13$	$p(16 \rightarrow 12)=29$	

sujet 6		$p(0 \rightarrow 16)=12$	$p(0 \rightarrow 13)=32$	$p(1 \rightarrow 0)=9$	$p(1 \rightarrow 14)=13$
$p(2 \rightarrow 1)=29$	$p(2 \rightarrow 15)=7$	$p(3 \rightarrow 2)=24$	$p(3 \rightarrow 16)=22$	$p(4 \rightarrow 3)=13$	
$p(4 \rightarrow 0)=21$	$p(5 \rightarrow 4)=8$	$p(5 \rightarrow 1)=30$	$p(6 \rightarrow 5)=18$	$p(6 \rightarrow 2)=14$	
$p(7 \rightarrow 6)=32$	$p(7 \rightarrow 3)=13$	$p(8 \rightarrow 7)=6$	$p(8 \rightarrow 4)=2$	$p(9 \rightarrow 8)=12$	
$p(9 \rightarrow 5)=17$	$p(10 \rightarrow 9)=19$	$p(10 \rightarrow 6)=24$	$p(11 \rightarrow 10)=20$	$p(11 \rightarrow 7)=26$	
$p(12 \rightarrow 11)=8$	$p(12 \rightarrow 8)=9$	$p(13 \rightarrow 12)=3$	$p(13 \rightarrow 9)=12$	$p(14 \rightarrow 13)=3$	
$p(14 \rightarrow 10)=11$	$p(15 \rightarrow 14)=20$	$p(15 \rightarrow 11)=30$	$p(16 \rightarrow 15)=34$	$p(16 \rightarrow 12)=3$	

sujet 7 $p(0 \rightarrow 16)=2$ $p(0 \rightarrow 13)=27$ $p(1 \rightarrow 0)=1$ $p(1 \rightarrow 14)=23$
 $p(2 \rightarrow 1)=28$ $p(2 \rightarrow 15)=24$ $p(3 \rightarrow 2)=14$ $p(3 \rightarrow 16)=25$ $p(4 \rightarrow 3)=21$
 $p(4 \rightarrow 0)=2$ $p(5 \rightarrow 4)=29$ $p(5 \rightarrow 1)=34$ $p(6 \rightarrow 5)=7$ $p(6 \rightarrow 2)=26$
 $p(7 \rightarrow 6)=14$ $p(7 \rightarrow 3)=4$ $p(8 \rightarrow 7)=33$ $p(8 \rightarrow 4)=10$ $p(9 \rightarrow 8)=5$
 $p(9 \rightarrow 5)=16$ $p(10 \rightarrow 9)=28$ $p(10 \rightarrow 6)=9$ $p(11 \rightarrow 10)=13$ $p(11 \rightarrow 7)=23$
 $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=23$ $p(13 \rightarrow 12)=29$ $p(13 \rightarrow 9)=6$ $p(14 \rightarrow 13)=2$
 $p(14 \rightarrow 10)=14$ $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=32$ $p(16 \rightarrow 15)=9$ $p(16 \rightarrow 12)=12$

sujet 8 $p(0 \rightarrow 16)=27$ $p(0 \rightarrow 13)=22$ $p(1 \rightarrow 0)=28$ $p(1 \rightarrow 14)=9$
 $p(2 \rightarrow 1)=16$ $p(2 \rightarrow 15)=6$ $p(3 \rightarrow 2)=4$ $p(3 \rightarrow 16)=4$ $p(4 \rightarrow 3)=18$
 $p(4 \rightarrow 0)=7$ $p(5 \rightarrow 4)=15$ $p(5 \rightarrow 1)=14$ $p(6 \rightarrow 5)=20$ $p(6 \rightarrow 2)=14$
 $p(7 \rightarrow 6)=7$ $p(7 \rightarrow 3)=19$ $p(8 \rightarrow 7)=25$ $p(8 \rightarrow 4)=18$ $p(9 \rightarrow 8)=9$
 $p(9 \rightarrow 5)=26$ $p(10 \rightarrow 9)=2$ $p(10 \rightarrow 6)=29$ $p(11 \rightarrow 10)=17$ $p(11 \rightarrow 7)=31$
 $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=2$ $p(13 \rightarrow 12)=20$ $p(13 \rightarrow 9)=35$ $p(14 \rightarrow 13)=25$
 $p(14 \rightarrow 10)=17$ $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=10$ $p(16 \rightarrow 15)=19$ $p(16 \rightarrow 12)=21$

sujet 9 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=20$ $p(1 \rightarrow 14)=19$
 $p(2 \rightarrow 1)=15$ $p(2 \rightarrow 15)=23$ $p(3 \rightarrow 2)=5$ $p(3 \rightarrow 16)=7$ $p(4 \rightarrow 3)=15$
 $p(4 \rightarrow 0)=23$ $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(5 \rightarrow 1)=18$ $p(6 \rightarrow 5)=9$ $p(6 \rightarrow 2)=26$
 $p(7 \rightarrow 6)=24$ $p(7 \rightarrow 3)=10$ $p(8 \rightarrow 7)=28$ $p(8 \rightarrow 4)=26$ $p(9 \rightarrow 8)=2$
 $p(9 \rightarrow 5)=25$ $p(10 \rightarrow 9)=11$ $p(10 \rightarrow 6)=14$ $p(11 \rightarrow 10)=10$ $p(11 \rightarrow 7)=28$
 $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=16$ $p(13 \rightarrow 12)=11$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=13$
 $p(14 \rightarrow 10)=31$ $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=23$ $p(16 \rightarrow 15)=29$ $p(16 \rightarrow 12)=30$

sujet 10 $p(0 \rightarrow 16)=7$ $p(0 \rightarrow 13)=12$ $p(1 \rightarrow 0)=12$ $p(1 \rightarrow 14)=5$
 $p(2 \rightarrow 1)=14$ $p(2 \rightarrow 15)=5$ $p(3 \rightarrow 2)=30$ $p(3 \rightarrow 16)=21$ $p(4 \rightarrow 3)=12$
 $p(4 \rightarrow 0)=4$ $p(5 \rightarrow 4)=22$ $p(5 \rightarrow 1)=22$ $p(6 \rightarrow 5)=22$ $p(6 \rightarrow 2)=3$
 $p(7 \rightarrow 6)=6$ $p(7 \rightarrow 3)=25$ $p(8 \rightarrow 7)=20$ $p(8 \rightarrow 4)=34$ $p(9 \rightarrow 8)=6$
 $p(9 \rightarrow 5)=35$ $p(10 \rightarrow 9)=20$ $p(10 \rightarrow 6)=10$ $p(11 \rightarrow 10)=14$ $p(11 \rightarrow 7)=25$
 $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=6$ $p(13 \rightarrow 12)=2$ $p(13 \rightarrow 9)=12$ $p(14 \rightarrow 13)=12$
 $p(14 \rightarrow 10)=34$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=25$ $p(16 \rightarrow 15)=15$ $p(16 \rightarrow 12)=15$

sujet 11 $p(0 \rightarrow 16)=32$ $p(0 \rightarrow 13)=7$ $p(1 \rightarrow 0)=4$ $p(1 \rightarrow 14)=15$
 $p(2 \rightarrow 1)=13$ $p(2 \rightarrow 15)=22$ $p(3 \rightarrow 2)=31$ $p(3 \rightarrow 16)=24$ $p(4 \rightarrow 3)=20$
 $p(4 \rightarrow 0)=9$ $p(5 \rightarrow 4)=8$ $p(5 \rightarrow 1)=2$ $p(6 \rightarrow 5)=35$ $p(6 \rightarrow 2)=15$
 $p(7 \rightarrow 6)=34$ $p(7 \rightarrow 3)=16$ $p(8 \rightarrow 7)=23$ $p(8 \rightarrow 4)=7$ $p(9 \rightarrow 8)=34$
 $p(9 \rightarrow 5)=34$ $p(10 \rightarrow 9)=29$ $p(10 \rightarrow 6)=30$ $p(11 \rightarrow 10)=7$ $p(11 \rightarrow 7)=33$
 $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=20$ $p(13 \rightarrow 12)=17$ $p(13 \rightarrow 9)=6$ $p(14 \rightarrow 13)=35$
 $p(14 \rightarrow 10)=2$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=3$ $p(16 \rightarrow 15)=25$ $p(16 \rightarrow 12)=24$

sujet 12 $p(0 \rightarrow 16)=22$ $p(0 \rightarrow 13)=2$ $p(1 \rightarrow 0)=31$ $p(1 \rightarrow 14)=1$
 $p(2 \rightarrow 1)=12$ $p(2 \rightarrow 15)=15$ $p(3 \rightarrow 2)=21$ $p(3 \rightarrow 16)=27$ $p(4 \rightarrow 3)=17$
 $p(4 \rightarrow 0)=25$ $p(5 \rightarrow 4)=29$ $p(5 \rightarrow 1)=6$ $p(6 \rightarrow 5)=24$ $p(6 \rightarrow 2)=27$
 $p(7 \rightarrow 6)=16$ $p(7 \rightarrow 3)=31$ $p(8 \rightarrow 7)=15$ $p(8 \rightarrow 4)=15$ $p(9 \rightarrow 8)=27$
 $p(9 \rightarrow 5)=9$ $p(10 \rightarrow 9)=3$ $p(10 \rightarrow 6)=15$ $p(11 \rightarrow 10)=11$ $p(11 \rightarrow 7)=30$
 $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=34$ $p(13 \rightarrow 12)=8$ $p(13 \rightarrow 9)=35$ $p(14 \rightarrow 13)=23$
 $p(14 \rightarrow 10)=5$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=5$ $p(16 \rightarrow 15)=35$ $p(16 \rightarrow 12)=33$

sujet 13 $p(0 \rightarrow 16)=12$ $p(0 \rightarrow 13)=32$ $p(1 \rightarrow 0)=23$ $p(1 \rightarrow 14)=11$
 $p(2 \rightarrow 1)=11$ $p(2 \rightarrow 15)=32$ $p(3 \rightarrow 2)=22$ $p(3 \rightarrow 16)=6$ $p(4 \rightarrow 3)=14$
 $p(4 \rightarrow 0)=6$ $p(5 \rightarrow 4)=15$ $p(5 \rightarrow 1)=10$ $p(6 \rightarrow 5)=2$ $p(6 \rightarrow 2)=4$
 $p(7 \rightarrow 6)=33$ $p(7 \rightarrow 3)=11$ $p(8 \rightarrow 7)=7$ $p(8 \rightarrow 4)=34$ $p(9 \rightarrow 8)=31$
 $p(9 \rightarrow 5)=8$ $p(10 \rightarrow 9)=12$ $p(10 \rightarrow 6)=35$ $p(11 \rightarrow 10)=4$ $p(11 \rightarrow 7)=27$
 $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=13$ $p(13 \rightarrow 12)=34$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=22$
 $p(14 \rightarrow 10)=8$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=18$ $p(16 \rightarrow 15)=10$ $p(16 \rightarrow 12)=7$

sujet 14 $p(0 \rightarrow 16)=2$ $p(0 \rightarrow 13)=27$ $p(1 \rightarrow 0)=15$ $p(1 \rightarrow 14)=32$
 $p(2 \rightarrow 1)=10$ $p(2 \rightarrow 15)=14$ $p(3 \rightarrow 2)=12$ $p(3 \rightarrow 16)=9$ $p(4 \rightarrow 3)=11$
 $p(4 \rightarrow 0)=11$ $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(5 \rightarrow 1)=25$ $p(6 \rightarrow 5)=15$ $p(6 \rightarrow 2)=16$
 $p(7 \rightarrow 6)=15$ $p(7 \rightarrow 3)=2$ $p(8 \rightarrow 7)=10$ $p(8 \rightarrow 4)=7$ $p(9 \rightarrow 8)=24$
 $p(9 \rightarrow 5)=18$ $p(10 \rightarrow 9)=21$ $p(10 \rightarrow 6)=20$ $p(11 \rightarrow 10)=8$ $p(11 \rightarrow 7)=35$
 $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=27$ $p(13 \rightarrow 12)=25$ $p(13 \rightarrow 9)=23$ $p(14 \rightarrow 13)=10$
 $p(14 \rightarrow 10)=22$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=20$ $p(16 \rightarrow 15)=31$ $p(16 \rightarrow 12)=16$

sujet 15 $p(0 \rightarrow 16)=27$ $p(0 \rightarrow 13)=22$ $p(1 \rightarrow 0)=7$ $p(1 \rightarrow 14)=18$
 $p(2 \rightarrow 1)=9$ $p(2 \rightarrow 15)=31$ $p(3 \rightarrow 2)=2$ $p(3 \rightarrow 16)=23$ $p(4 \rightarrow 3)=19$
 $p(4 \rightarrow 0)=27$ $p(5 \rightarrow 4)=22$ $p(5 \rightarrow 1)=29$ $p(6 \rightarrow 5)=4$ $p(6 \rightarrow 2)=28$
 $p(7 \rightarrow 6)=8$ $p(7 \rightarrow 3)=17$ $p(8 \rightarrow 7)=2$ $p(8 \rightarrow 4)=15$ $p(9 \rightarrow 8)=28$
 $p(9 \rightarrow 5)=17$ $p(10 \rightarrow 9)=30$ $p(10 \rightarrow 6)=5$ $p(11 \rightarrow 10)=1$ $p(11 \rightarrow 7)=32$
 $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=6$ $p(13 \rightarrow 12)=16$ $p(13 \rightarrow 9)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=33$
 $p(14 \rightarrow 10)=25$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=33$ $p(16 \rightarrow 15)=6$ $p(16 \rightarrow 12)=1$

sujet 16 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=34$ $p(1 \rightarrow 14)=28$
 $p(2 \rightarrow 1)=8$ $p(2 \rightarrow 15)=13$ $p(3 \rightarrow 2)=3$ $p(3 \rightarrow 16)=26$ $p(4 \rightarrow 3)=16$
 $p(4 \rightarrow 0)=32$ $p(5 \rightarrow 4)=8$ $p(5 \rightarrow 1)=33$ $p(6 \rightarrow 5)=17$ $p(6 \rightarrow 2)=16$
 $p(7 \rightarrow 6)=25$ $p(7 \rightarrow 3)=8$ $p(8 \rightarrow 7)=5$ $p(8 \rightarrow 4)=23$ $p(9 \rightarrow 8)=21$
 $p(9 \rightarrow 5)=27$ $p(10 \rightarrow 9)=4$ $p(10 \rightarrow 6)=25$ $p(11 \rightarrow 10)=5$ $p(11 \rightarrow 7)=29$
 $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=20$ $p(13 \rightarrow 12)=31$ $p(13 \rightarrow 9)=35$ $p(14 \rightarrow 13)=32$
 $p(14 \rightarrow 10)=28$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=35$ $p(16 \rightarrow 15)=16$ $p(16 \rightarrow 12)=10$

sujet 17 $p(0 \rightarrow 16)=7$ $p(0 \rightarrow 13)=12$ $p(1 \rightarrow 0)=26$ $p(1 \rightarrow 14)=14$
 $p(2 \rightarrow 1)=7$ $p(2 \rightarrow 15)=30$ $p(3 \rightarrow 2)=28$ $p(3 \rightarrow 16)=29$ $p(4 \rightarrow 3)=13$
 $p(4 \rightarrow 0)=13$ $p(5 \rightarrow 4)=29$ $p(5 \rightarrow 1)=13$ $p(6 \rightarrow 5)=6$ $p(6 \rightarrow 2)=28$
 $p(7 \rightarrow 6)=7$ $p(7 \rightarrow 3)=23$ $p(8 \rightarrow 7)=32$ $p(8 \rightarrow 4)=31$ $p(9 \rightarrow 8)=14$
 $p(9 \rightarrow 5)=26$ $p(10 \rightarrow 9)=13$ $p(10 \rightarrow 6)=10$ $p(11 \rightarrow 10)=33$ $p(11 \rightarrow 7)=2$
 $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=34$ $p(13 \rightarrow 12)=22$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=20$
 $p(14 \rightarrow 10)=31$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=13$ $p(16 \rightarrow 15)=26$ $p(16 \rightarrow 12)=19$

sujet 18 $p(0 \rightarrow 16)=32$ $p(0 \rightarrow 13)=7$ $p(1 \rightarrow 0)=18$ $p(1 \rightarrow 14)=24$
 $p(2 \rightarrow 1)=6$ $p(2 \rightarrow 15)=12$ $p(3 \rightarrow 2)=29$ $p(3 \rightarrow 16)=8$ $p(4 \rightarrow 3)=10$
 $p(4 \rightarrow 0)=29$ $p(5 \rightarrow 4)=15$ $p(5 \rightarrow 1)=17$ $p(6 \rightarrow 5)=19$ $p(6 \rightarrow 2)=5$
 $p(7 \rightarrow 6)=24$ $p(7 \rightarrow 3)=14$ $p(8 \rightarrow 7)=24$ $p(8 \rightarrow 4)=4$ $p(9 \rightarrow 8)=18$
 $p(9 \rightarrow 5)=25$ $p(10 \rightarrow 9)=22$ $p(10 \rightarrow 6)=30$ $p(11 \rightarrow 10)=2$ $p(11 \rightarrow 7)=34$
 $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=24$ $p(13 \rightarrow 12)=13$ $p(13 \rightarrow 9)=23$ $p(14 \rightarrow 13)=8$
 $p(14 \rightarrow 10)=10$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=15$ $p(16 \rightarrow 15)=12$ $p(16 \rightarrow 12)=28$

sujet 19 $p(0 \rightarrow 16)=22$ $p(0 \rightarrow 13)=2$ $p(1 \rightarrow 0)=10$ $p(1 \rightarrow 14)=10$
 $p(2 \rightarrow 1)=5$ $p(2 \rightarrow 15)=29$ $p(3 \rightarrow 2)=19$ $p(3 \rightarrow 16)=11$ $p(4 \rightarrow 3)=18$
 $p(4 \rightarrow 0)=34$ $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(5 \rightarrow 1)=21$ $p(6 \rightarrow 5)=32$ $p(6 \rightarrow 2)=17$
 $p(7 \rightarrow 6)=17$ $p(7 \rightarrow 3)=29$ $p(8 \rightarrow 7)=27$ $p(8 \rightarrow 4)=12$ $p(9 \rightarrow 8)=11$
 $p(9 \rightarrow 5)=35$ $p(10 \rightarrow 9)=31$ $p(10 \rightarrow 6)=15$ $p(11 \rightarrow 10)=30$ $p(11 \rightarrow 7)=31$
 $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=3$ $p(13 \rightarrow 12)=4$ $p(13 \rightarrow 9)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=7$
 $p(14 \rightarrow 10)=13$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=28$ $p(16 \rightarrow 15)=22$ $p(16 \rightarrow 12)=2$

sujet 20 $p(0 \rightarrow 16)=12$ $p(0 \rightarrow 13)=32$ $p(1 \rightarrow 0)=2$ $p(1 \rightarrow 14)=20$
 $p(2 \rightarrow 1)=4$ $p(2 \rightarrow 15)=22$ $p(3 \rightarrow 2)=20$ $p(3 \rightarrow 16)=25$ $p(4 \rightarrow 3)=15$
 $p(4 \rightarrow 0)=15$ $p(5 \rightarrow 4)=11$ $p(5 \rightarrow 1)=1$ $p(6 \rightarrow 5)=21$ $p(6 \rightarrow 2)=29$
 $p(7 \rightarrow 6)=34$ $p(7 \rightarrow 3)=9$ $p(8 \rightarrow 7)=19$ $p(8 \rightarrow 4)=20$ $p(9 \rightarrow 8)=15$
 $p(9 \rightarrow 5)=34$ $p(10 \rightarrow 9)=16$ $p(10 \rightarrow 6)=35$ $p(11 \rightarrow 10)=34$ $p(11 \rightarrow 7)=28$
 $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=17$ $p(13 \rightarrow 12)=30$ $p(13 \rightarrow 9)=11$ $p(14 \rightarrow 13)=30$
 $p(14 \rightarrow 10)=16$ $p(15 \rightarrow 14)=31$ $p(15 \rightarrow 11)=30$ $p(16 \rightarrow 15)=32$ $p(16 \rightarrow 12)=22$

sujet 21 $p(0 \rightarrow 16)=2$ $p(0 \rightarrow 13)=27$ $p(1 \rightarrow 0)=29$ $p(1 \rightarrow 14)=6$
 $p(2 \rightarrow 1)=3$ $p(2 \rightarrow 15)=4$ $p(3 \rightarrow 2)=10$ $p(3 \rightarrow 16)=28$ $p(4 \rightarrow 3)=12$
 $p(4 \rightarrow 0)=31$ $p(5 \rightarrow 4)=32$ $p(5 \rightarrow 1)=5$ $p(6 \rightarrow 5)=34$ $p(6 \rightarrow 2)=6$
 $p(7 \rightarrow 6)=16$ $p(7 \rightarrow 3)=35$ $p(8 \rightarrow 7)=11$ $p(8 \rightarrow 4)=28$ $p(9 \rightarrow 8)=8$
 $p(9 \rightarrow 5)=9$ $p(10 \rightarrow 9)=25$ $p(10 \rightarrow 6)=31$ $p(11 \rightarrow 10)=27$ $p(11 \rightarrow 7)=1$
 $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=31$ $p(13 \rightarrow 12)=21$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=18$
 $p(14 \rightarrow 10)=19$ $p(15 \rightarrow 14)=7$ $p(15 \rightarrow 11)=8$ $p(16 \rightarrow 15)=7$ $p(16 \rightarrow 12)=31$

sujet 22 $p(0 \rightarrow 16)=27$ $p(0 \rightarrow 13)=22$ $p(1 \rightarrow 0)=21$ $p(1 \rightarrow 14)=16$
 $p(2 \rightarrow 1)=2$ $p(2 \rightarrow 15)=21$ $p(3 \rightarrow 2)=35$ $p(3 \rightarrow 16)=7$ $p(4 \rightarrow 3)=9$
 $p(4 \rightarrow 0)=1$ $p(5 \rightarrow 4)=18$ $p(5 \rightarrow 1)=20$ $p(6 \rightarrow 5)=23$ $p(6 \rightarrow 2)=18$
 $p(7 \rightarrow 6)=33$ $p(7 \rightarrow 3)=15$ $p(8 \rightarrow 7)=14$ $p(8 \rightarrow 4)=1$ $p(9 \rightarrow 8)=1$
 $p(9 \rightarrow 5)=8$ $p(10 \rightarrow 9)=34$ $p(10 \rightarrow 6)=16$ $p(11 \rightarrow 10)=31$ $p(11 \rightarrow 7)=33$
 $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=10$ $p(13 \rightarrow 12)=1$ $p(13 \rightarrow 9)=23$ $p(14 \rightarrow 13)=17$
 $p(14 \rightarrow 10)=33$ $p(15 \rightarrow 14)=7$ $p(15 \rightarrow 11)=10$ $p(16 \rightarrow 15)=28$ $p(16 \rightarrow 12)=5$

sujet 23 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=13$ $p(1 \rightarrow 14)=2$
 $p(2 \rightarrow 1)=1$ $p(2 \rightarrow 15)=3$ $p(3 \rightarrow 2)=1$ $p(3 \rightarrow 16)=10$ $p(4 \rightarrow 3)=17$
 $p(4 \rightarrow 0)=17$ $p(5 \rightarrow 4)=4$ $p(5 \rightarrow 1)=24$ $p(6 \rightarrow 5)=1$ $p(6 \rightarrow 2)=6$
 $p(7 \rightarrow 6)=26$ $p(7 \rightarrow 3)=6$ $p(8 \rightarrow 7)=6$ $p(8 \rightarrow 4)=9$ $p(9 \rightarrow 8)=5$ $p(9 \rightarrow 5)=18$
 $p(10 \rightarrow 9)=8$ $p(10 \rightarrow 6)=1$ $p(11 \rightarrow 10)=24$ $p(11 \rightarrow 7)=30$ $p(12 \rightarrow 11)=10$
 $p(12 \rightarrow 8)=24$ $p(13 \rightarrow 12)=27$ $p(13 \rightarrow 9)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=5$ $p(14 \rightarrow 10)=1$
 $p(15 \rightarrow 14)=7$ $p(15 \rightarrow 11)=23$ $p(16 \rightarrow 15)=3$ $p(16 \rightarrow 12)=14$

sujet 24 $p(0 \rightarrow 16)=7$ $p(0 \rightarrow 13)=12$ $p(1 \rightarrow 0)=5$ $p(1 \rightarrow 14)=12$
 $p(2 \rightarrow 1)=35$ $p(2 \rightarrow 15)=20$ $p(3 \rightarrow 2)=26$ $p(3 \rightarrow 16)=13$ $p(4 \rightarrow 3)=14$
 $p(4 \rightarrow 0)=33$ $p(5 \rightarrow 4)=25$ $p(5 \rightarrow 1)=28$ $p(6 \rightarrow 5)=14$ $p(6 \rightarrow 2)=18$
 $p(7 \rightarrow 6)=8$ $p(7 \rightarrow 3)=21$ $p(8 \rightarrow 7)=9$ $p(8 \rightarrow 4)=17$ $p(9 \rightarrow 8)=33$
 $p(9 \rightarrow 5)=17$ $p(10 \rightarrow 9)=17$ $p(10 \rightarrow 6)=21$ $p(11 \rightarrow 10)=28$ $p(11 \rightarrow 7)=3$
 $p(12 \rightarrow 11)=34$ $p(12 \rightarrow 8)=3$ $p(13 \rightarrow 12)=18$ $p(13 \rightarrow 9)=11$ $p(14 \rightarrow 13)=4$
 $p(14 \rightarrow 10)=4$ $p(15 \rightarrow 14)=7$ $p(15 \rightarrow 11)=1$ $p(16 \rightarrow 15)=13$ $p(16 \rightarrow 12)=23$

Barème

Prim : 10pt

6pt -1/2pt par erreur : liste des 16 arêtes dans l'ordre avec leur poids

2pt : somme des poids

2pt -1/4pt par erreur : dessin de l'arbre

Dijkstra : 10pt

dessin de l'arbre :

3pt -1/4 pt par erreur : 16 arcs pleins

2pt -2/n pt par erreur : n arcs en pointillé

3pt -1/4 pt par erreur : distance finale de chacun des 16 autres sommets que 0

2pt -2/n pt par erreur : distance intermédiaire (entre l'infini et la distance finale) de chacun des sommets

sujet 2 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=6$ $p(1 \rightarrow 14)=21$ $p(2 \rightarrow 1)=33$
 $p(2 \rightarrow 15)=33$ $p(3 \rightarrow 2)=7$ $p(3 \rightarrow 16)=23$ $p(4 \rightarrow 3)=14$ $p(4 \rightarrow 0)=3$ $p(5 \rightarrow 4)=5$
 $p(5 \rightarrow 1)=27$ $p(6 \rightarrow 5)=25$ $p(6 \rightarrow 2)=1$ $p(7 \rightarrow 6)=23$ $p(7 \rightarrow 3)=12$ $p(8 \rightarrow 7)=16$
 $p(8 \rightarrow 4)=5$ $p(9 \rightarrow 8)=29$ $p(9 \rightarrow 5)=34$ $p(10 \rightarrow 9)=18$ $p(10 \rightarrow 6)=14$
 $p(11 \rightarrow 10)=26$ $p(11 \rightarrow 7)=27$ $p(12 \rightarrow 11)=19$ $p(12 \rightarrow 8)=23$ $p(13 \rightarrow 12)=15$
 $p(13 \rightarrow 9)=12$ $p(14 \rightarrow 13)=5$ $p(14 \rightarrow 10)=23$ $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=35$
 $p(16 \rightarrow 15)=18$ $p(16 \rightarrow 12)=26$
 $p(4 \rightarrow 0)=3$ $p(8 \rightarrow 4)=5$ $p(5 \rightarrow 4)=5$ $p(1 \rightarrow 0)=6$ $p(3 \rightarrow 4)=14$ $p(2 \rightarrow 3)=7$
 $p(6 \rightarrow 2)=1$ $p(7 \rightarrow 3)=12$ $p(10 \rightarrow 6)=14$ $p(13 \rightarrow 0)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=5$
 $p(9 \rightarrow 13)=12$ $p(12 \rightarrow 13)=15$ $p(16 \rightarrow 0)=17$ $p(15 \rightarrow 16)=18$ $p(11 \rightarrow 12)=19$
 $\text{prim}()=170$

				9			
				12			
11	19	12	15	13	5	14	
				17			
15	18	16	17	0	6	1	
				3			
2	7	3	14	4	5	5	
1		12		5			
6		7		8			
14							
10							
							1:90
							27
2:81	7	3:74	14	4:60		5:63	
				5		34	
6:91	-23	7:71	16	8:55	-29	9:29	
14		-27		23		12	
10:77	26	11:51	19	12:32	15	13:17	
				-26		17	
14:55	20	15:35	18	16:17	17	0	

sujet 4 $p(0 \rightarrow 16)=32$ $p(0 \rightarrow 13)=7$ $p(1 \rightarrow 0)=25$ $p(1 \rightarrow 14)=17$ $p(2 \rightarrow 1)=31$
 $p(2 \rightarrow 15)=32$ $p(3 \rightarrow 2)=33$ $p(3 \rightarrow 16)=5$ $p(4 \rightarrow 3)=19$ $p(4 \rightarrow 0)=35$
 $p(5 \rightarrow 4)=12$ $p(5 \rightarrow 1)=11$ $p(6 \rightarrow 5)=27$ $p(6 \rightarrow 2)=25$ $p(7 \rightarrow 6)=33$
 $p(7 \rightarrow 3)=18$ $p(8 \rightarrow 7)=11$ $p(8 \rightarrow 4)=21$ $p(9 \rightarrow 8)=15$ $p(9 \rightarrow 5)=8$ $p(10 \rightarrow 9)=1$
 $p(10 \rightarrow 6)=19$ $p(11 \rightarrow 10)=23$ $p(11 \rightarrow 7)=21$ $p(12 \rightarrow 11)=19$ $p(12 \rightarrow 8)=16$
 $p(13 \rightarrow 12)=32$ $p(13 \rightarrow 9)=35$ $p(14 \rightarrow 13)=16$ $p(14 \rightarrow 10)=29$ $p(15 \rightarrow 14)=20$
 $p(15 \rightarrow 11)=15$ $p(16 \rightarrow 15)=3$ $p(16 \rightarrow 12)=9$
 $p(13 \rightarrow 0)=7$ $p(14 \rightarrow 13)=16$ $p(1 \rightarrow 14)=17$ $p(5 \rightarrow 1)=11$ $p(9 \rightarrow 5)=8$
 $p(10 \rightarrow 9)=1$ $p(4 \rightarrow 5)=12$ $p(8 \rightarrow 9)=15$ $p(7 \rightarrow 8)=11$ $p(12 \rightarrow 8)=16$
 $p(16 \rightarrow 12)=9$ $p(15 \rightarrow 16)=3$ $p(3 \rightarrow 16)=5$ $p(11 \rightarrow 15)=15$ $p(6 \rightarrow 10)=19$
 $p(2 \rightarrow 6)=25$ $\text{prim}()=190$

			13	16	14		
			7		17		
			0		1	2	
					11	25	
			4	12	5	6	
					8	19	
	7	11	8	15	9	1	10
			16				
	11		12				
	15		9				
	15	3	16				
			5				
			3				
							1:61
							11
	2:114	33	3:81	19	4:62	12	5:50
							8
	6:92	-33	7:66	11	8:55		9:42
	19		-21		16		35
	10:73	23	11:50		12:39	32	13:7
			15				7
	14:55	20	15:35	3	16:32	32	0

sujet 5 $p(0 \rightarrow 16)=22$ $p(0 \rightarrow 13)=2$ $p(1 \rightarrow 0)=17$ $p(1 \rightarrow 14)=27$ $p(2 \rightarrow 1)=30$
 $p(2 \rightarrow 15)=25$ $p(3 \rightarrow 2)=23$ $p(3 \rightarrow 16)=19$ $p(4 \rightarrow 3)=16$ $p(4 \rightarrow 0)=5$
 $p(5 \rightarrow 4)=22$ $p(5 \rightarrow 1)=15$ $p(6 \rightarrow 5)=5$ $p(6 \rightarrow 2)=2$ $p(7 \rightarrow 6)=15$ $p(7 \rightarrow 3)=33$
 $p(8 \rightarrow 7)=3$ $p(8 \rightarrow 4)=29$ $p(9 \rightarrow 8)=19$ $p(9 \rightarrow 5)=7$ $p(10 \rightarrow 9)=10$ $p(10 \rightarrow 6)=4$
 $p(11 \rightarrow 10)=16$ $p(11 \rightarrow 7)=29$ $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=30$ $p(13 \rightarrow 12)=23$
 $p(13 \rightarrow 9)=18$ $p(14 \rightarrow 13)=15$ $p(14 \rightarrow 10)=8$ $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=17$
 $p(16 \rightarrow 15)=13$ $p(16 \rightarrow 12)=29$
 $p(13 \rightarrow 0)=2$ $p(4 \rightarrow 0)=5$ $p(14 \rightarrow 13)=15$ $p(10 \rightarrow 14)=8$ $p(6 \rightarrow 10)=4$
 $p(2 \rightarrow 6)=2$ $p(5 \rightarrow 6)=5$ $p(9 \rightarrow 5)=7$ $p(7 \rightarrow 6)=15$ $p(8 \rightarrow 7)=3$ $p(1 \rightarrow 5)=15$
 $p(11 \rightarrow 10)=16$ $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(3 \rightarrow 4)=16$ $p(15 \rightarrow 11)=17$ $p(16 \rightarrow 15)=13$
 $\text{prim}()=151$

		1		2				
		15		2				
		5	5	6	15	7	3	8
		7		4				
		9		10	16	11	8	12
				8		17		
		13	15	14		15	13	16
		2						
		0						
		5						
3	16	4						

					1:42	
					15	
2:55		3:65	16	4:49	22	5:27
2		-33				7
6:53	-15	7:42	3	8:39	19	9:20
4		-29				18
10:49	16	11:33	8	12:25	23	13:2
						2
14:55	20	15:35	13	16:22	22	0

sujet 6 $p(0 \rightarrow 16)=12$ $p(0 \rightarrow 13)=32$ $p(1 \rightarrow 0)=9$ $p(1 \rightarrow 14)=13$ $p(2 \rightarrow 1)=29$
 $p(2 \rightarrow 15)=7$ $p(3 \rightarrow 2)=24$ $p(3 \rightarrow 16)=22$ $p(4 \rightarrow 3)=13$ $p(4 \rightarrow 0)=21$
 $p(5 \rightarrow 4)=8$ $p(5 \rightarrow 1)=30$ $p(6 \rightarrow 5)=18$ $p(6 \rightarrow 2)=14$ $p(7 \rightarrow 6)=32$ $p(7 \rightarrow 3)=13$
 $p(8 \rightarrow 7)=6$ $p(8 \rightarrow 4)=2$ $p(9 \rightarrow 8)=12$ $p(9 \rightarrow 5)=17$ $p(10 \rightarrow 9)=19$
 $p(10 \rightarrow 6)=24$ $p(11 \rightarrow 10)=20$ $p(11 \rightarrow 7)=26$ $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=9$
 $p(13 \rightarrow 12)=3$ $p(13 \rightarrow 9)=12$ $p(14 \rightarrow 13)=3$ $p(14 \rightarrow 10)=11$ $p(15 \rightarrow 14)=20$
 $p(15 \rightarrow 11)=30$ $p(16 \rightarrow 15)=34$ $p(16 \rightarrow 12)=3$
 $p(1 \rightarrow 0)=9$ $p(16 \rightarrow 0)=12$ $p(12 \rightarrow 16)=3$ $p(13 \rightarrow 12)=3$ $p(14 \rightarrow 13)=3$
 $p(11 \rightarrow 12)=8$ $p(8 \rightarrow 12)=9$ $p(4 \rightarrow 8)=2$ $p(7 \rightarrow 8)=6$ $p(5 \rightarrow 4)=8$
 $p(10 \rightarrow 14)=11$ $p(9 \rightarrow 13)=12$ $p(3 \rightarrow 4)=13$ $p(6 \rightarrow 5)=18$ $p(2 \rightarrow 6)=14$
 $p(15 \rightarrow 2)=7$ $\text{prim}()=138$

							15
							7
							2
							14
	3	13	4	8	5	18	6
			2				
	7	6	8		9		10
			9		12		11
	11	8	12	3	13	3	14
			3				
			16	12	0	9	1
							1:91
							30
	2:63	24	3:39	13	4:26		5:61
					2		17
	6:62	32	7:30	6	8:24		9:44
			-26		9		12
	10:43	20	11:23	8	12:15		13:32
					3		32
	14:66	20	15:46	34	16:12	12	0

sujet 7 $p(0 \rightarrow 16)=2$ $p(0 \rightarrow 13)=27$ $p(1 \rightarrow 0)=1$ $p(1 \rightarrow 14)=23$ $p(2 \rightarrow 1)=28$
 $p(2 \rightarrow 15)=24$ $p(3 \rightarrow 2)=14$ $p(3 \rightarrow 16)=25$ $p(4 \rightarrow 3)=21$ $p(4 \rightarrow 0)=2$
 $p(5 \rightarrow 4)=29$ $p(5 \rightarrow 1)=34$ $p(6 \rightarrow 5)=7$ $p(6 \rightarrow 2)=26$ $p(7 \rightarrow 6)=14$ $p(7 \rightarrow 3)=4$
 $p(8 \rightarrow 7)=33$ $p(8 \rightarrow 4)=10$ $p(9 \rightarrow 8)=5$ $p(9 \rightarrow 5)=16$ $p(10 \rightarrow 9)=28$
 $p(10 \rightarrow 6)=9$ $p(11 \rightarrow 10)=13$ $p(11 \rightarrow 7)=23$ $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=23$
 $p(13 \rightarrow 12)=29$ $p(13 \rightarrow 9)=6$ $p(14 \rightarrow 13)=2$ $p(14 \rightarrow 10)=14$ $p(15 \rightarrow 14)=20$
 $p(15 \rightarrow 11)=32$ $p(16 \rightarrow 15)=9$ $p(16 \rightarrow 12)=12$
 $p(1 \rightarrow 0)=1$ $p(16 \rightarrow 0)=2$ $p(4 \rightarrow 0)=2$ $p(15 \rightarrow 16)=9$ $p(8 \rightarrow 4)=10$
 $p(9 \rightarrow 8)=5$ $p(13 \rightarrow 9)=6$ $p(14 \rightarrow 13)=2$ $p(12 \rightarrow 16)=12$ $p(11 \rightarrow 12)=8$
 $p(10 \rightarrow 11)=13$ $p(6 \rightarrow 10)=9$ $p(5 \rightarrow 6)=7$ $p(7 \rightarrow 6)=14$ $p(3 \rightarrow 7)=4$
 $p(2 \rightarrow 3)=14$ $\text{prim}()=118$

		2	14	3														
				4														
5	7	6	14	7														
		9																
		10	13	11	8	12												
						12												
				15	9	16	2	0	1	1								
								2										
								4										
								10										
								8	5	9								
										6								
										13	2	14						

						1:83
						34
2:63	14	3:49		4:47		5:49
-26		4		10		16
6:44		7:45		8:37		9:33
9		23		23		6
10:35	13	11:22	8	12:14		13:27
		-32		12		27
14:31	20	15:11	9	16:2	2	0

sujet 8 $p(0 \rightarrow 16)=27$ $p(0 \rightarrow 13)=22$ $p(1 \rightarrow 0)=28$ $p(1 \rightarrow 14)=9$ $p(2 \rightarrow 1)=16$
 $p(2 \rightarrow 15)=6$ $p(3 \rightarrow 2)=4$ $p(3 \rightarrow 16)=4$ $p(4 \rightarrow 3)=18$ $p(4 \rightarrow 0)=7$ $p(5 \rightarrow 4)=15$
 $p(5 \rightarrow 1)=14$ $p(6 \rightarrow 5)=20$ $p(6 \rightarrow 2)=14$ $p(7 \rightarrow 6)=7$ $p(7 \rightarrow 3)=19$ $p(8 \rightarrow 7)=25$
 $p(8 \rightarrow 4)=18$ $p(9 \rightarrow 8)=9$ $p(9 \rightarrow 5)=26$ $p(10 \rightarrow 9)=2$ $p(10 \rightarrow 6)=29$
 $p(11 \rightarrow 10)=17$ $p(11 \rightarrow 7)=31$ $p(12 \rightarrow 11)=8$ $p(12 \rightarrow 8)=2$ $p(13 \rightarrow 12)=20$
 $p(13 \rightarrow 9)=35$ $p(14 \rightarrow 13)=25$ $p(14 \rightarrow 10)=17$ $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=10$
 $p(16 \rightarrow 15)=19$ $p(16 \rightarrow 12)=21$
 $p(4 \rightarrow 0)=7$ $p(5 \rightarrow 4)=15$ $p(1 \rightarrow 5)=14$ $p(14 \rightarrow 1)=9$ $p(2 \rightarrow 1)=16$
 $p(3 \rightarrow 2)=4$ $p(16 \rightarrow 3)=4$ $p(15 \rightarrow 2)=6$ $p(11 \rightarrow 15)=10$ $p(12 \rightarrow 11)=8$
 $p(8 \rightarrow 12)=2$ $p(9 \rightarrow 8)=9$ $p(10 \rightarrow 9)=2$ $p(6 \rightarrow 2)=14$ $p(7 \rightarrow 6)=7$
 $p(13 \rightarrow 12)=20$ $\text{prim}()=147$

					8	9	9	2	10
					2				
			11	8	12	20	13		
			10						
		14	15		16				
		9	6		4				
0		1	16	2	4	3			
7		14		14					
4	15	5		6	7	7			
						1:97			
						14			
2:84	4	3:80	18	4:62		5:83			
-14				18		26			
6:76	7	7:69	25	8:44		9:57			
-29				2		35			
10:67	17	11:50	8	12:42	20	13:22			
						22			
14:66	20	15:46	19	16:27	27	0			

sujet 9 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=20$ $p(1 \rightarrow 14)=19$
 $p(2 \rightarrow 1)=15$ $p(2 \rightarrow 15)=23$ $p(3 \rightarrow 2)=5$ $p(3 \rightarrow 16)=7$ $p(4 \rightarrow 3)=15$
 $p(4 \rightarrow 0)=23$ $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(5 \rightarrow 1)=18$ $p(6 \rightarrow 5)=9$ $p(6 \rightarrow 2)=26$ $p(7 \rightarrow 6)=24$
 $p(7 \rightarrow 3)=10$ $p(8 \rightarrow 7)=28$ $p(8 \rightarrow 4)=26$ $p(9 \rightarrow 8)=2$ $p(9 \rightarrow 5)=25$
 $p(10 \rightarrow 9)=11$ $p(10 \rightarrow 6)=14$ $p(11 \rightarrow 10)=10$ $p(11 \rightarrow 7)=28$ $p(12 \rightarrow 11)=8$
 $p(12 \rightarrow 8)=16$ $p(13 \rightarrow 12)=11$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=13$ $p(14 \rightarrow 10)=31$
 $p(15 \rightarrow 14)=20$ $p(15 \rightarrow 11)=23$ $p(16 \rightarrow 15)=29$ $p(16 \rightarrow 12)=30$
 $p(13 \rightarrow 0)=17$ $p(12 \rightarrow 13)=11$ $p(11 \rightarrow 12)=8$ $p(10 \rightarrow 11)=10$ $p(9 \rightarrow 10)=11$
 $p(8 \rightarrow 9)=2$ $p(14 \rightarrow 13)=13$ $p(6 \rightarrow 10)=14$ $p(5 \rightarrow 6)=9$ $p(4 \rightarrow 5)=1$
 $p(3 \rightarrow 4)=15$ $p(2 \rightarrow 3)=5$ $p(16 \rightarrow 3)=7$ $p(7 \rightarrow 3)=10$ $p(1 \rightarrow 2)=15$
 $p(15 \rightarrow 14)=20$ $\text{prim}()=168$

16
 7
 1 15 2 5 3 15 4 1 5 9 6
 10 14
 7 8 2 9 11 10 10 11 8 12 11 13 13 14 20 15
 17
 0

1:87 2:79 5 3:74 4:70
 18 -26 10 26 -25
 5:69 9 6:60 7:64 8:44 9:46
 -25 14 28 16 29
 10:46 10 11:36 8 12:28 11 13:17
 -30 17
 14:66 20 15:46 29 16:17 17 0

sujet 10 $p(0 \rightarrow 16)=7$ $p(0 \rightarrow 13)=12$ $p(1 \rightarrow 0)=12$ $p(1 \rightarrow 14)=5$ $p(2 \rightarrow 1)=14$
 $p(2 \rightarrow 15)=5$ $p(3 \rightarrow 2)=30$ $p(3 \rightarrow 16)=21$ $p(4 \rightarrow 3)=12$ $p(4 \rightarrow 0)=4$
 $p(5 \rightarrow 4)=22$ $p(5 \rightarrow 1)=22$ $p(6 \rightarrow 5)=22$ $p(6 \rightarrow 2)=3$ $p(7 \rightarrow 6)=6$ $p(7 \rightarrow 3)=25$
 $p(8 \rightarrow 7)=20$ $p(8 \rightarrow 4)=34$ $p(9 \rightarrow 8)=6$ $p(9 \rightarrow 5)=35$ $p(10 \rightarrow 9)=20$
 $p(10 \rightarrow 6)=10$ $p(11 \rightarrow 10)=14$ $p(11 \rightarrow 7)=25$ $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=6$
 $p(13 \rightarrow 12)=2$ $p(13 \rightarrow 9)=12$ $p(14 \rightarrow 13)=12$ $p(14 \rightarrow 10)=34$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=25$ $p(16 \rightarrow 15)=15$ $p(16 \rightarrow 12)=15$
 $p(4 \rightarrow 0)=4$ $p(16 \rightarrow 0)=7$ $p(3 \rightarrow 4)=12$ $p(13 \rightarrow 0)=12$ $p(12 \rightarrow 13)=2$
 $p(8 \rightarrow 12)=6$ $p(9 \rightarrow 8)=6$ $p(1 \rightarrow 0)=12$ $p(14 \rightarrow 1)=5$ $p(2 \rightarrow 1)=14$ $p(6 \rightarrow 2)=3$
 $p(15 \rightarrow 2)=5$ $p(7 \rightarrow 6)=6$ $p(10 \rightarrow 6)=10$ $p(11 \rightarrow 10)=14$ $p(5 \rightarrow 4)=22$ $\text{prim}()=140$

8	6	9						
6								
12	2	13		14		15		
		12		5		5		
16	7	0	12	1	14	2		
		4				3		
3	12	4	22	5		6	6	7
						10		
						10	14	11
1:63	14	2:49		3:65		4:54		5:59
		3		25		34		35
		6:46	6	7:40	20	8:20		9:24
						6		12
		10:60	14	11:46	32	12:14	2	13:12
						-15		12
		14:53	31	15:22	15	16:7	7	0

sujet 11 $p(0 \rightarrow 16)=32$ $p(0 \rightarrow 13)=7$ $p(1 \rightarrow 0)=4$ $p(1 \rightarrow 14)=15$ $p(2 \rightarrow 1)=13$
 $p(2 \rightarrow 15)=22$ $p(3 \rightarrow 2)=31$ $p(3 \rightarrow 16)=24$ $p(4 \rightarrow 3)=20$ $p(4 \rightarrow 0)=9$
 $p(5 \rightarrow 4)=8$ $p(5 \rightarrow 1)=2$ $p(6 \rightarrow 5)=35$ $p(6 \rightarrow 2)=15$ $p(7 \rightarrow 6)=34$ $p(7 \rightarrow 3)=16$
 $p(8 \rightarrow 7)=23$ $p(8 \rightarrow 4)=7$ $p(9 \rightarrow 8)=34$ $p(9 \rightarrow 5)=34$ $p(10 \rightarrow 9)=29$
 $p(10 \rightarrow 6)=30$ $p(11 \rightarrow 10)=7$ $p(11 \rightarrow 7)=33$ $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=20$
 $p(13 \rightarrow 12)=17$ $p(13 \rightarrow 9)=6$ $p(14 \rightarrow 13)=35$ $p(14 \rightarrow 10)=2$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=3$ $p(16 \rightarrow 15)=25$ $p(16 \rightarrow 12)=24$
 $p(1 \rightarrow 0)=4$ $p(5 \rightarrow 1)=2$ $p(13 \rightarrow 0)=7$ $p(9 \rightarrow 13)=6$ $p(4 \rightarrow 5)=8$
 $p(8 \rightarrow 4)=7$ $p(2 \rightarrow 1)=13$ $p(14 \rightarrow 1)=15$ $p(10 \rightarrow 14)=2$ $p(11 \rightarrow 10)=7$
 $p(15 \rightarrow 11)=3$ $p(6 \rightarrow 2)=15$ $p(12 \rightarrow 13)=17$ $p(3 \rightarrow 4)=20$ $p(7 \rightarrow 3)=16$
 $p(16 \rightarrow 12)=24$ $\text{prim}()=166$

			9		10	7	11
			6		2		3
12	17	13			14		15
24		7			15		
16		0	4		1	13	2
					2		15
3	20	4	8		5		6
16		7					
7		8					
							14:64
							15
							1:49
							2
2:102	31	3:71	20	4:51			5:47
				7			34
6:93		7:67	23	8:44	-34		9:13
30				20			6
10:63	7	11:56	32	12:24	17	13:7	
							7
		15:57	25	16:32	32		0

sujet 12 p(0→16)=22 p(0→13)=2 p(1→0)=31 p(1→14)=1 p(2→1)=12
 p(2→15)=15 p(3→2)=21 p(3→16)=27 p(4→3)=17 p(4→0)=25
 p(5→4)=29 p(5→1)=6 p(6→5)=24 p(6→2)=27 p(7→6)=16 p(7→3)=31
 p(8→7)=15 p(8→4)=15 p(9→8)=27 p(9→5)=9 p(10→9)=3
 p(10→6)=15 p(11→10)=11 p(11→7)=30 p(12→11)=32 p(12→8)=34
 p(13→12)=8 p(13→9)=35 p(14→13)=23 p(14→10)=5 p(15→14)=31
 p(15→11)=5 p(16→15)=35 p(16→12)=33
 p(13→0)=2 p(12→13)=8 p(16→0)=22 p(14→13)=23 p(1→14)=1
 p(10→14)=5 p(9→10)=3 p(5→1)=6 p(11→10)=11 p(15→11)=5
 p(2→1)=12 p(6→10)=15 p(7→6)=16 p(8→7)=15 p(4→8)=15
 p(3→4)=17 prim()=176

3 17 4
15
6 16 7 15 8

9 3 10 11 11
5 5
12 8 13 23 14 15
2 1
16 22 0 1 12 2
6
5

14:53

1
1:52
6

2:95 3:76 17 4:59 5:46
27 -31 15 9
6:68 7:59 15 8:44 9:37
15 -30 34 35
10:53 11 11:42 32 12:10 8 13:2
2
15:57 35 16:22 22 0

sujet 13 $p(0 \rightarrow 16)=12$ $p(0 \rightarrow 13)=32$ $p(1 \rightarrow 0)=23$ $p(1 \rightarrow 14)=11$
 $p(2 \rightarrow 1)=11$ $p(2 \rightarrow 15)=32$ $p(3 \rightarrow 2)=22$ $p(3 \rightarrow 16)=6$ $p(4 \rightarrow 3)=14$
 $p(4 \rightarrow 0)=6$ $p(5 \rightarrow 4)=15$ $p(5 \rightarrow 1)=10$ $p(6 \rightarrow 5)=2$ $p(6 \rightarrow 2)=4$ $p(7 \rightarrow 6)=33$
 $p(7 \rightarrow 3)=11$ $p(8 \rightarrow 7)=7$ $p(8 \rightarrow 4)=34$ $p(9 \rightarrow 8)=31$ $p(9 \rightarrow 5)=8$ $p(10 \rightarrow 9)=12$
 $p(10 \rightarrow 6)=35$ $p(11 \rightarrow 10)=4$ $p(11 \rightarrow 7)=27$ $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=13$
 $p(13 \rightarrow 12)=34$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=22$ $p(14 \rightarrow 10)=8$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=18$ $p(16 \rightarrow 15)=10$ $p(16 \rightarrow 12)=7$
 $p(4 \rightarrow 0)=6$ $p(16 \rightarrow 0)=12$ $p(3 \rightarrow 16)=6$ $p(12 \rightarrow 16)=7$ $p(15 \rightarrow 16)=10$
 $p(7 \rightarrow 3)=11$ $p(8 \rightarrow 7)=7$ $p(5 \rightarrow 4)=15$ $p(6 \rightarrow 5)=2$ $p(2 \rightarrow 6)=4$ $p(9 \rightarrow 5)=8$
 $p(1 \rightarrow 5)=10$ $p(14 \rightarrow 1)=11$ $p(10 \rightarrow 14)=8$ $p(11 \rightarrow 10)=4$ $p(13 \rightarrow 14)=22$
 prim() $=143$

						10	4	11
						8		
		12		13	22	14		
		7				11		
15	10	16	12	0		1		2
		6		6		10		4
		3		4	15	5	2	6
		11				8		
		7	7	8		9		
1:74		2:72	22	3:50		4:66		
10				11		34		
5:64		6:72	33	7:39	7	8:32		
8						13		-29
9:56	12	10:44	4	11:40	-32	12:19		13:32
-29				18		7		32
		14:53	31	15:22	10	16:12	12	0

sujet 14 $p(0 \rightarrow 16)=2$ $p(0 \rightarrow 13)=27$ $p(1 \rightarrow 0)=15$ $p(1 \rightarrow 14)=32$
 $p(2 \rightarrow 1)=10$ $p(2 \rightarrow 15)=14$ $p(3 \rightarrow 2)=12$ $p(3 \rightarrow 16)=9$ $p(4 \rightarrow 3)=11$
 $p(4 \rightarrow 0)=11$ $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(5 \rightarrow 1)=25$ $p(6 \rightarrow 5)=15$ $p(6 \rightarrow 2)=16$ $p(7 \rightarrow 6)=15$
 $p(7 \rightarrow 3)=2$ $p(8 \rightarrow 7)=10$ $p(8 \rightarrow 4)=7$ $p(9 \rightarrow 8)=24$ $p(9 \rightarrow 5)=18$ $p(10 \rightarrow 9)=21$
 $p(10 \rightarrow 6)=20$ $p(11 \rightarrow 10)=8$ $p(11 \rightarrow 7)=35$ $p(12 \rightarrow 11)=32$ $p(12 \rightarrow 8)=27$
 $p(13 \rightarrow 12)=25$ $p(13 \rightarrow 9)=23$ $p(14 \rightarrow 13)=10$ $p(14 \rightarrow 10)=22$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=20$ $p(16 \rightarrow 15)=31$ $p(16 \rightarrow 12)=16$
 $p(16 \rightarrow 0)=2$ $p(3 \rightarrow 16)=9$ $p(7 \rightarrow 3)=2$ $p(8 \rightarrow 7)=10$ $p(4 \rightarrow 8)=7$
 $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(2 \rightarrow 3)=12$ $p(1 \rightarrow 2)=10$ $p(15 \rightarrow 2)=14$ $p(6 \rightarrow 7)=15$
 $p(12 \rightarrow 16)=16$ $p(9 \rightarrow 5)=18$ $p(11 \rightarrow 15)=20$ $p(10 \rightarrow 11)=8$ $p(14 \rightarrow 10)=22$
 $p(13 \rightarrow 14)=10$ $\text{prim}()=176$

		10	8	11		12			
		22		20		16			
13	10	14		15		16	2	0	
				14		9			
		1	10	2	12	3		4	1
						2		7	
				6	15	7	10	8	
									-25
1:79	10	2:69	12	3:57	-11	4:52		5:68	
-25				2		7		18	
		6:70	15	7:55	10	8:45		9:50	
						27		23	
		10:58	8	11:50	32	12:18		13:27	
						16		27	
		14:64	31	15:33	31	16:2	2	0	

sujet 15 $p(0 \rightarrow 16)=27$ $p(0 \rightarrow 13)=22$ $p(1 \rightarrow 0)=7$ $p(1 \rightarrow 14)=18$ $p(2 \rightarrow 1)=9$
 $p(2 \rightarrow 15)=31$ $p(3 \rightarrow 2)=2$ $p(3 \rightarrow 16)=23$ $p(4 \rightarrow 3)=19$ $p(4 \rightarrow 0)=27$
 $p(5 \rightarrow 4)=22$ $p(5 \rightarrow 1)=29$ $p(6 \rightarrow 5)=4$ $p(6 \rightarrow 2)=28$ $p(7 \rightarrow 6)=8$ $p(7 \rightarrow 3)=17$
 $p(8 \rightarrow 7)=2$ $p(8 \rightarrow 4)=15$ $p(9 \rightarrow 8)=28$ $p(9 \rightarrow 5)=17$ $p(10 \rightarrow 9)=30$
 $p(10 \rightarrow 6)=5$ $p(11 \rightarrow 10)=1$ $p(11 \rightarrow 7)=32$ $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=6$
 $p(13 \rightarrow 12)=16$ $p(13 \rightarrow 9)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=33$ $p(14 \rightarrow 10)=25$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=33$ $p(16 \rightarrow 15)=6$ $p(16 \rightarrow 12)=1$
 $p(1 \rightarrow 0)=7$ $p(2 \rightarrow 1)=9$ $p(3 \rightarrow 2)=2$ $p(7 \rightarrow 3)=17$ $p(8 \rightarrow 7)=2$
 $p(12 \rightarrow 8)=6$ $p(16 \rightarrow 12)=1$ $p(15 \rightarrow 16)=6$ $p(6 \rightarrow 7)=8$ $p(5 \rightarrow 6)=4$
 $p(10 \rightarrow 6)=5$ $p(11 \rightarrow 10)=1$ $p(4 \rightarrow 8)=15$ $p(13 \rightarrow 12)=16$ $p(9 \rightarrow 5)=17$
 $p(14 \rightarrow 1)=18$ $\text{prim}()=134$

		14												
		18												
	0	7	1	9	2	2	3		4					
							17		15					
			5	4	6	8	7	2	8					
			17		5				6					
			9		10	1	11		12	16	13			
									1					
							15	6	16					
	1:64	9	2:55	2	3:53		4:49							
	-29		-28		17		15		-17					
	5:48	4	6:44	8	7:36	2	8:34		9:39					
	-17						6		17					
			10:50	1	11:49	21	12:28	-16	13:22					
							1		22					
			14:64	31	15:33	6	16:27	27	0					

sujet 16 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=34$ $p(1 \rightarrow 14)=28$
 $p(2 \rightarrow 1)=8$ $p(2 \rightarrow 15)=13$ $p(3 \rightarrow 2)=3$ $p(3 \rightarrow 16)=26$ $p(4 \rightarrow 3)=16$
 $p(4 \rightarrow 0)=32$ $p(5 \rightarrow 4)=8$ $p(5 \rightarrow 1)=33$ $p(6 \rightarrow 5)=17$ $p(6 \rightarrow 2)=16$ $p(7 \rightarrow 6)=25$
 $p(7 \rightarrow 3)=8$ $p(8 \rightarrow 7)=5$ $p(8 \rightarrow 4)=23$ $p(9 \rightarrow 8)=21$ $p(9 \rightarrow 5)=27$ $p(10 \rightarrow 9)=4$
 $p(10 \rightarrow 6)=25$ $p(11 \rightarrow 10)=5$ $p(11 \rightarrow 7)=29$ $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=20$
 $p(13 \rightarrow 12)=31$ $p(13 \rightarrow 9)=35$ $p(14 \rightarrow 13)=32$ $p(14 \rightarrow 10)=28$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=35$ $p(16 \rightarrow 15)=16$ $p(16 \rightarrow 12)=10$
 $p(13 \rightarrow 0)=17$ $p(16 \rightarrow 0)=17$ $p(12 \rightarrow 16)=10$ $p(15 \rightarrow 16)=16$ $p(2 \rightarrow 15)=13$
 $p(3 \rightarrow 2)=3$ $p(1 \rightarrow 2)=8$ $p(7 \rightarrow 3)=8$ $p(8 \rightarrow 7)=5$ $p(6 \rightarrow 2)=16$ $p(4 \rightarrow 3)=16$
 $p(5 \rightarrow 4)=8$ $p(9 \rightarrow 8)=21$ $p(10 \rightarrow 9)=4$ $p(11 \rightarrow 10)=5$ $p(14 \rightarrow 1)=28$ $\text{prim}()=195$

			12		13								
			10		17								
14		15	16	16	17	0							
28		13											
1	8	2	3	3	16	4	8	5					
		16		8									
		6		7	5	8	21	9	4	10	5	11	

1:71	8	2:63	3	3:60		4:70		5:79
				8		23		27
		6:77	25	7:52	5	8:47		9:52
						20		35
		10:53	5	11:48	21	12:27	-31	13:17
						10		17
		14:64	31	15:33	16	16:17	17	0

sujet 17 $p(0 \rightarrow 16)=7$ $p(0 \rightarrow 13)=12$ $p(1 \rightarrow 0)=26$ $p(1 \rightarrow 14)=14$ $p(2 \rightarrow 1)=7$
 $p(2 \rightarrow 15)=30$ $p(3 \rightarrow 2)=28$ $p(3 \rightarrow 16)=29$ $p(4 \rightarrow 3)=13$ $p(4 \rightarrow 0)=13$
 $p(5 \rightarrow 4)=29$ $p(5 \rightarrow 1)=13$ $p(6 \rightarrow 5)=6$ $p(6 \rightarrow 2)=28$ $p(7 \rightarrow 6)=7$ $p(7 \rightarrow 3)=23$
 $p(8 \rightarrow 7)=32$ $p(8 \rightarrow 4)=31$ $p(9 \rightarrow 8)=14$ $p(9 \rightarrow 5)=26$ $p(10 \rightarrow 9)=13$
 $p(10 \rightarrow 6)=10$ $p(11 \rightarrow 10)=33$ $p(11 \rightarrow 7)=2$ $p(12 \rightarrow 11)=21$ $p(12 \rightarrow 8)=34$
 $p(13 \rightarrow 12)=22$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=20$ $p(14 \rightarrow 10)=31$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=13$ $p(16 \rightarrow 15)=26$ $p(16 \rightarrow 12)=19$
 $p(16 \rightarrow 0)=7$ $p(13 \rightarrow 0)=12$ $p(4 \rightarrow 0)=13$ $p(3 \rightarrow 4)=13$ $p(12 \rightarrow 16)=19$
 $p(14 \rightarrow 13)=20$ $p(1 \rightarrow 14)=14$ $p(2 \rightarrow 1)=7$ $p(5 \rightarrow 1)=13$ $p(6 \rightarrow 5)=6$
 $p(7 \rightarrow 6)=7$ $p(11 \rightarrow 7)=2$ $p(10 \rightarrow 6)=10$ $p(15 \rightarrow 11)=13$ $p(9 \rightarrow 10)=13$
 $p(8 \rightarrow 9)=14$ $\text{prim}()=183$

12		13	20	14				
19		12		14				
16	7	0		1	7	2		
		13		13				
3	13	4		5	6	6	7	7
						10		2
		8	14	9	13	10		11
								13
								15

1:74		2:83		3:71		4:86		
13		28		23		31		-26
5:61	6	6:55	7	7:48		8:55	14	9:41
-26				2		-34		29
		10:79	33	11:46	-21	12:26		13:12
				13		19		12
		14:64	31	15:33	26	16:7	7	0

sujet 19 $p(0 \rightarrow 16)=22$ $p(0 \rightarrow 13)=2$ $p(1 \rightarrow 0)=10$ $p(1 \rightarrow 14)=10$ $p(2 \rightarrow 1)=5$
 $p(2 \rightarrow 15)=29$ $p(3 \rightarrow 2)=19$ $p(3 \rightarrow 16)=11$ $p(4 \rightarrow 3)=18$ $p(4 \rightarrow 0)=34$
 $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(5 \rightarrow 1)=21$ $p(6 \rightarrow 5)=32$ $p(6 \rightarrow 2)=17$ $p(7 \rightarrow 6)=17$ $p(7 \rightarrow 3)=29$
 $p(8 \rightarrow 7)=27$ $p(8 \rightarrow 4)=12$ $p(9 \rightarrow 8)=11$ $p(9 \rightarrow 5)=35$ $p(10 \rightarrow 9)=31$
 $p(10 \rightarrow 6)=15$ $p(11 \rightarrow 10)=30$ $p(11 \rightarrow 7)=31$ $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=3$
 $p(13 \rightarrow 12)=4$ $p(13 \rightarrow 9)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=7$ $p(14 \rightarrow 10)=13$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=28$ $p(16 \rightarrow 15)=22$ $p(16 \rightarrow 12)=2$
 $p(13 \rightarrow 0)=2$ $p(12 \rightarrow 13)=4$ $p(16 \rightarrow 12)=2$ $p(8 \rightarrow 12)=3$ $p(14 \rightarrow 13)=7$
 $p(1 \rightarrow 0)=10$ $p(2 \rightarrow 1)=5$ $p(11 \rightarrow 12)=10$ $p(9 \rightarrow 8)=11$ $p(3 \rightarrow 16)=11$
 $p(4 \rightarrow 8)=12$ $p(5 \rightarrow 4)=1$ $p(10 \rightarrow 14)=13$ $p(6 \rightarrow 10)=15$ $p(7 \rightarrow 6)=17$
 $p(15 \rightarrow 16)=22$ $\text{prim}()=145$

		4	1	5		6	17	7
		12				15		
		8	11	9		10		
		3				13		
11	10	12	4	13	7	14		
		2		2				
15	22	16		0	10	1	5	2
		11						
		3						

14:73	-31							
10								-21
1:63	5	2:58	19	3:39	18	4:21		5:54
-21						12		35
		6:53	17	7:36	27	8:9		9:19
						3		17
		10:46	30	11:16	10	12:6	4	13:2
								2
			-31	15:44	22	16:22	22	0

sujet 20 $p(0 \rightarrow 16)=12$ $p(0 \rightarrow 13)=32$ $p(1 \rightarrow 0)=2$ $p(1 \rightarrow 14)=20$ $p(2 \rightarrow 1)=4$
 $p(2 \rightarrow 15)=22$ $p(3 \rightarrow 2)=20$ $p(3 \rightarrow 16)=25$ $p(4 \rightarrow 3)=15$ $p(4 \rightarrow 0)=15$
 $p(5 \rightarrow 4)=11$ $p(5 \rightarrow 1)=1$ $p(6 \rightarrow 5)=21$ $p(6 \rightarrow 2)=29$ $p(7 \rightarrow 6)=34$ $p(7 \rightarrow 3)=9$
 $p(8 \rightarrow 7)=19$ $p(8 \rightarrow 4)=20$ $p(9 \rightarrow 8)=15$ $p(9 \rightarrow 5)=34$ $p(10 \rightarrow 9)=16$
 $p(10 \rightarrow 6)=35$ $p(11 \rightarrow 10)=34$ $p(11 \rightarrow 7)=28$ $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=17$
 $p(13 \rightarrow 12)=30$ $p(13 \rightarrow 9)=11$ $p(14 \rightarrow 13)=30$ $p(14 \rightarrow 10)=16$ $p(15 \rightarrow 14)=31$
 $p(15 \rightarrow 11)=30$ $p(16 \rightarrow 15)=32$ $p(16 \rightarrow 12)=22$
 $p(1 \rightarrow 0)=2$ $p(5 \rightarrow 1)=1$ $p(2 \rightarrow 1)=4$ $p(4 \rightarrow 5)=11$ $p(16 \rightarrow 0)=12$
 $p(3 \rightarrow 4)=15$ $p(7 \rightarrow 3)=9$ $p(8 \rightarrow 7)=19$ $p(9 \rightarrow 8)=15$ $p(13 \rightarrow 9)=11$
 $p(10 \rightarrow 9)=16$ $p(14 \rightarrow 10)=16$ $p(12 \rightarrow 8)=17$ $p(11 \rightarrow 12)=10$ $p(6 \rightarrow 5)=21$
 $p(15 \rightarrow 2)=22$ $\text{prim}()=201$

							15
							22
16	12	0	2	1	4		2
				1			
3	15	4	11	5	21		6
9							
7	19	8	15	9	16		10
		17		11			16
11	10	12		13			14
							1:78
							1
2:99	20	3:79		4:71			5:77
		9		20			34
6:104	34	7:70	19	8:51			9:43
		-28		17			11
10:78	34	11:44	10	12:34			13:32
				22			32
14:75	31	15:44	32	16:12	12		0

sujet 21 $p(0 \rightarrow 16)=2$ $p(0 \rightarrow 13)=27$ $p(1 \rightarrow 0)=29$ $p(1 \rightarrow 14)=6$ $p(2 \rightarrow 1)=3$
 $p(2 \rightarrow 15)=4$ $p(3 \rightarrow 2)=10$ $p(3 \rightarrow 16)=28$ $p(4 \rightarrow 3)=12$ $p(4 \rightarrow 0)=31$
 $p(5 \rightarrow 4)=32$ $p(5 \rightarrow 1)=5$ $p(6 \rightarrow 5)=34$ $p(6 \rightarrow 2)=6$ $p(7 \rightarrow 6)=16$ $p(7 \rightarrow 3)=35$
 $p(8 \rightarrow 7)=11$ $p(8 \rightarrow 4)=28$ $p(9 \rightarrow 8)=8$ $p(9 \rightarrow 5)=9$ $p(10 \rightarrow 9)=25$
 $p(10 \rightarrow 6)=31$ $p(11 \rightarrow 10)=27$ $p(11 \rightarrow 7)=1$ $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=31$
 $p(13 \rightarrow 12)=21$ $p(13 \rightarrow 9)=29$ $p(14 \rightarrow 13)=18$ $p(14 \rightarrow 10)=19$ $p(15 \rightarrow 14)=7$
 $p(15 \rightarrow 11)=8$ $p(16 \rightarrow 15)=7$ $p(16 \rightarrow 12)=31$
 $p(16 \rightarrow 0)=2$ $p(15 \rightarrow 16)=7$ $p(2 \rightarrow 15)=4$ $p(1 \rightarrow 2)=3$ $p(5 \rightarrow 1)=5$
 $p(14 \rightarrow 1)=6$ $p(6 \rightarrow 2)=6$ $p(11 \rightarrow 15)=8$ $p(7 \rightarrow 11)=1$ $p(9 \rightarrow 5)=9$ $p(8 \rightarrow 9)=8$
 $p(3 \rightarrow 2)=10$ $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(4 \rightarrow 3)=12$ $p(13 \rightarrow 14)=18$ $p(10 \rightarrow 14)=19$
 $\text{prim}()=128$

				7					
				1					
		10		11	10	12			
		19		8					
13	18	14		15	7	16	2	0	
		6		4					
		1	3	2	10	3	12	4	
		5		6					
		5		6					
		9							
8	8	9							
1:43	3	2:40		3:53		4:92		5:65	-34
		6		35		28		9	
	-34	6:34	16	7:18		8:64		9:56	
				1		31		29	
		10:35		11:17		12:33		13:27	
		19		8		31		27	
		14:16	7	15:9	7	16:2	2	0	

sujet 22 $p(0 \rightarrow 16)=27$ $p(0 \rightarrow 13)=22$ $p(1 \rightarrow 0)=21$ $p(1 \rightarrow 14)=16$
 $p(2 \rightarrow 1)=2$ $p(2 \rightarrow 15)=21$ $p(3 \rightarrow 2)=35$ $p(3 \rightarrow 16)=7$ $p(4 \rightarrow 3)=9$ $p(4 \rightarrow 0)=1$
 $p(5 \rightarrow 4)=18$ $p(5 \rightarrow 1)=20$ $p(6 \rightarrow 5)=23$ $p(6 \rightarrow 2)=18$ $p(7 \rightarrow 6)=33$
 $p(7 \rightarrow 3)=15$ $p(8 \rightarrow 7)=14$ $p(8 \rightarrow 4)=1$ $p(9 \rightarrow 8)=1$ $p(9 \rightarrow 5)=8$ $p(10 \rightarrow 9)=34$
 $p(10 \rightarrow 6)=16$ $p(11 \rightarrow 10)=31$ $p(11 \rightarrow 7)=33$ $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=10$
 $p(13 \rightarrow 12)=1$ $p(13 \rightarrow 9)=23$ $p(14 \rightarrow 13)=17$ $p(14 \rightarrow 10)=33$ $p(15 \rightarrow 14)=7$
 $p(15 \rightarrow 11)=10$ $p(16 \rightarrow 15)=28$ $p(16 \rightarrow 12)=5$
 $p(4 \rightarrow 0)=1$ $p(8 \rightarrow 4)=1$ $p(9 \rightarrow 8)=1$ $p(5 \rightarrow 9)=8$ $p(3 \rightarrow 4)=9$ $p(16 \rightarrow 3)=7$
 $p(12 \rightarrow 16)=5$ $p(13 \rightarrow 12)=1$ $p(11 \rightarrow 12)=10$ $p(15 \rightarrow 11)=10$ $p(14 \rightarrow 15)=7$
 $p(7 \rightarrow 8)=14$ $p(1 \rightarrow 14)=16$ $p(2 \rightarrow 1)=2$ $p(6 \rightarrow 2)=18$ $p(10 \rightarrow 6)=16$ $\text{prim}()=126$

		11	10	12	1	13		
		10		5				
14	7	15		16		0		
16				7		1		
1	2	2		3	9	4		5
		18				1		8
		6		7	14	8	1	9
		16						
		10						

						1:73		
						20		
2:78	35	3:43	9	4:34		5:53		
				1		8		
6:80	33	7:47	14	8:33		9:45		
		-33		10		23		
10:64	31	11:33	10	12:23	1	13:22		
						22		
14:62	7	15:55	28	16:27	27	0		

sujet 23 $p(0 \rightarrow 16)=17$ $p(0 \rightarrow 13)=17$ $p(1 \rightarrow 0)=13$ $p(1 \rightarrow 14)=2$ $p(2 \rightarrow 1)=1$
 $p(2 \rightarrow 15)=3$ $p(3 \rightarrow 2)=1$ $p(3 \rightarrow 16)=10$ $p(4 \rightarrow 3)=17$ $p(4 \rightarrow 0)=17$ $p(5 \rightarrow 4)=4$
 $p(5 \rightarrow 1)=24$ $p(6 \rightarrow 5)=1$ $p(6 \rightarrow 2)=6$ $p(7 \rightarrow 6)=26$ $p(7 \rightarrow 3)=6$ $p(8 \rightarrow 7)=6$
 $p(8 \rightarrow 4)=9$ $p(9 \rightarrow 8)=5$ $p(9 \rightarrow 5)=18$ $p(10 \rightarrow 9)=8$ $p(10 \rightarrow 6)=1$
 $p(11 \rightarrow 10)=24$ $p(11 \rightarrow 7)=30$ $p(12 \rightarrow 11)=10$ $p(12 \rightarrow 8)=24$ $p(13 \rightarrow 12)=27$
 $p(13 \rightarrow 9)=17$ $p(14 \rightarrow 13)=5$ $p(14 \rightarrow 10)=1$ $p(15 \rightarrow 14)=7$ $p(15 \rightarrow 11)=23$
 $p(16 \rightarrow 15)=3$ $p(16 \rightarrow 12)=14$
 $p(1 \rightarrow 0)=13$ $p(2 \rightarrow 1)=1$ $p(3 \rightarrow 2)=1$ $p(14 \rightarrow 1)=2$ $p(10 \rightarrow 14)=1$
 $p(6 \rightarrow 10)=1$ $p(5 \rightarrow 6)=1$ $p(15 \rightarrow 2)=3$ $p(16 \rightarrow 15)=3$ $p(4 \rightarrow 5)=4$
 $p(13 \rightarrow 14)=5$ $p(7 \rightarrow 3)=6$ $p(8 \rightarrow 7)=6$ $p(9 \rightarrow 8)=5$ $p(12 \rightarrow 16)=14$
 $p(11 \rightarrow 12)=10$ $\text{prim}()=76$

4	4	5	1	6										
				1										
				10	11	10	12							
				1			14							
		13	5	14	15	3	16							
				2	3									
		0	13	1	1	2	1	3						
								6						
								7	6	8	5	9		

				1:36	1	2:35								
				-24		6								
3:51	17	4:34	4	5:30	1	6:29	7:45	6	8:39	5	9:34			
						1			-24		17			
						10:28	11:41	10	12:31	-27	13:17			
						1	-23		14		17			
						14:27	7	15:20	3	16:17	17	0		

sujet 24 $p(0 \rightarrow 16)=7$ $p(0 \rightarrow 13)=12$ $p(1 \rightarrow 0)=5$ $p(1 \rightarrow 14)=12$ $p(2 \rightarrow 1)=35$
 $p(2 \rightarrow 15)=20$ $p(3 \rightarrow 2)=26$ $p(3 \rightarrow 16)=13$ $p(4 \rightarrow 3)=14$ $p(4 \rightarrow 0)=33$
 $p(5 \rightarrow 4)=25$ $p(5 \rightarrow 1)=28$ $p(6 \rightarrow 5)=14$ $p(6 \rightarrow 2)=18$ $p(7 \rightarrow 6)=8$ $p(7 \rightarrow 3)=21$
 $p(8 \rightarrow 7)=9$ $p(8 \rightarrow 4)=17$ $p(9 \rightarrow 8)=33$ $p(9 \rightarrow 5)=17$ $p(10 \rightarrow 9)=17$
 $p(10 \rightarrow 6)=21$ $p(11 \rightarrow 10)=28$ $p(11 \rightarrow 7)=3$ $p(12 \rightarrow 11)=34$ $p(12 \rightarrow 8)=3$
 $p(13 \rightarrow 12)=18$ $p(13 \rightarrow 9)=11$ $p(14 \rightarrow 13)=4$ $p(14 \rightarrow 10)=4$ $p(15 \rightarrow 14)=7$
 $p(15 \rightarrow 11)=1$ $p(16 \rightarrow 15)=13$ $p(16 \rightarrow 12)=23$
 $p(1 \rightarrow 0)=5$ $p(16 \rightarrow 0)=7$ $p(14 \rightarrow 1)=12$ $p(10 \rightarrow 14)=4$ $p(13 \rightarrow 14)=4$
 $p(15 \rightarrow 14)=7$ $p(11 \rightarrow 15)=1$ $p(7 \rightarrow 11)=3$ $p(6 \rightarrow 7)=8$ $p(8 \rightarrow 7)=9$
 $p(12 \rightarrow 8)=3$ $p(9 \rightarrow 13)=11$ $p(3 \rightarrow 16)=13$ $p(5 \rightarrow 6)=14$ $p(4 \rightarrow 3)=14$
 $p(2 \rightarrow 6)=18$ $\text{prim}()=133$

				2					
				18					
		5	14	6	8	7	9	8	
						3		3	
		9		10		11		12	
		11		4		1			
		13	4	14	7	15			
				12					
16	7	0	5	1					
13									
3	14	4							
									1:68
									28
2:50		3:45		4:50		5:40			
18		21		17		17			
6:32	8	7:24		8:33	-33	9:23			
		3		3		11			
10:31	-28	11:21		12:30		13:12			
4		1		23		12			
14:27	7	15:20	13	16:7	7	0			