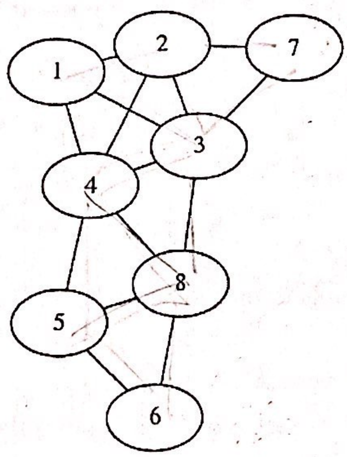
Grands Réseaux d'Interaction
Examen final
16 janvier 2020, 9h30-11h30

durée deux heures
le sujet est recto/verso
document autorisé : une feuille A4 manuscripte — tout autre document interdit

Exercice 1 : coefficient de clustering

1. Donner les deux définitions du coefficient de clustering (global et local moyen)
2. Quel sens donner à cette mesure ? Que signifie un coefficient de clustering élevé dans un graphe ?
3. Calculer le coefficient de clustering global du graphe suivant



Exercice 2 : BitTorrent

Dans cet exercice on considère le protocole BitTorrent purement pair à pair, c'est à dire sans aucun serveur (sans *tracker*)

1. Expliquer comment le protocole BitTorrent pousse les utilisateurs à ouvrir leur bande passante en émission (*upload*)
2. Pour télécharger une distribution linux, je dispose d'un *lien magnet* prenant la forme `magnet:?xt=urn:btih:90f700358946c85c6dd5244c34c5304810bd9d28`
   Il se trouve que `90f700358946c85c6dd5244c34c5304810bd9d28` est le hashcode SHA-1 (donné en hexadécimal) du fichier `linuxmint-19.1-cinnamon-64bit.iso.torrent`, mais je n'ai pas ce fichier `.torrent`, et ce qui m'intéresse n'est pas ce fichier `.torrent`, mais est l'image ISO `linuxmint-19.1-cinnamon-64bit.iso`. Comment le *magnet* me permet-il de la télécharger ?

Exercice 3 : graphe radio aléatoire

En modélisation radio (Wifi, téléphonie cellulaire etc.) on utilise un modèle aléatoire de graphe d'interférence suivant. On place au hasard n points à l'interieur d'un carré de côté c. On ajoute une arête entre deux points s'ils sont proche : s'ils sont à distance inférieure à 1. Chaque point modélise la position d'un terminal émetteur/récepteur radio, et chaque arête modélise une interférence radio entre eux.

Plus formellement, ce modèle de graphes aléatoire n'a que deux paramètres n et c. Il y a n sommets. Pour chaque sommet on tire aléatoirement, de façon uniforme et indépendante, son abscisse et son ordonnée, deux nombres réels compris entre 0 et c. Deux sommets *interfèrent* s'il sont à distance (euclidienne) inférieure à 1. Le *graphe d'interférence* est le graphe dont les sommets sont ces n points et il y a une arête entre deux sommets qui interfèrent.

On appelle $\mathcal{R}(n,c)$ la classe des graphes (de tous les graphes) radio aléatoires de paramètres n et c.

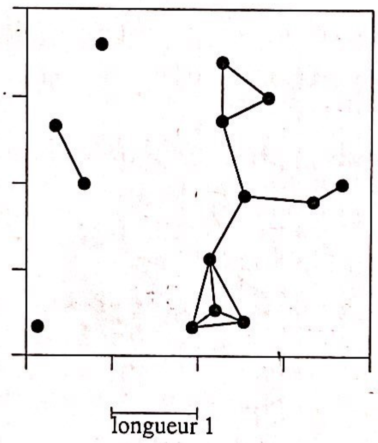


FIGURE 1 – Exemple d'*un* graphe de $\mathcal{R}(14,4)$ (on a $n = 14$ et $c = 4$)

1. Un graphe de $\mathcal{R}(n,c)$ est-il navigable ? Justifier.
2. Peut-on s'attendre à ce qu'un graphe de $\mathcal{R}(n,c)$ possède des communautés ? Justifier.
3. Vers quoi tend le diamètre d'un graphe de $\mathcal{R}(n,c)$ quand $c = 10000$ reste constant mais n tend vers l'infini ? C

   Et quand $n = 10000$ reste constant mais c tend vers l'infini ? n

   Ne pas justifier la réponse. On considère ici que le diamètre d'un graphe ne peut pas être infini, mais est la plus grande distance entre deux points situés dans la même composante connexe d'un graphe.
4. Quel est le degré moyen d'un sommet d'un graphe de $\mathcal{R}(n,c)$? Pour simplifier on considère seulement un sommet situé à distance plus que 1 des bords du carré. Ne pas justifier la réponse. n/c
5. Le coefficient de clustering d'un graphe de $\mathcal{R}(n,c)$ est-il faible (proche de 0) ou élevé (supérieur à 0.1 disons) ? Pour toutes valeurs de n et c ou seulement certaines ? Donner des bornes et justifier si possible.
6. En conclusion, s'agit-il d'un bon modèle de grand réseau d'interactions ?