Développement Logiciel, 2013

Projet - version simple

Un réseau **ad hoc** est un réseau sans fil décentralisé, qui comprend des machines (nœuds) à la fois statiques et mobiles (PC, ordinateurs portables, téléphones mobiles). Un réseau ad hoc ne repose pas sur une infrastructure préexistante, tels que les routeurs dans les réseaux câblés ou les points d'accès qui gèrent les réseaux sans fil. Au lieu de cela, chaque nœud participe au routage des unités des données (« paquets ») vers les autres nœuds. Le routage des paquets est déterminé dynamiquement en fonction de la connectivité du réseau. En plus du routage classique, les réseaux ad hoc peuvent utiliser les inondations (« flooding ») pour la transmission des données.

Sujet du projet : Il s'agit de développer une petite suite logicielle qui permettra de créer un réseau ad-hoc, dans lequel on transmet des paquets, et de simuler leurs déplacements jusqu'à ce qu'ils atteignent leur objectif : arriver dans un nœud de destination.

Cette suite est composée de trois programmes, dont nous décrivons pour chacun les caractéristiques dans la version initiale (a) et la version avancée (b) :

1. **L'usine** : permet la conception des types de nœuds pour notre réseau :
   (a) Définition de l'aspect visuel et des propriétés des nœuds,
   (b) Optimisation des compétences de transmission des messages et de mouvement des nœuds.
2. **L'éditeur de réseau** : permet la conception d'un monde (grille à deux dimensions de cellules) :
   (a) Choix de l'aspect visuel du monde, de la position des nœuds statiques et des «blocages».
   (b) Changement des propriétés de cellules du monde qui affectent la transmission des paquets.
3. **Le simulateur de réseau** : simule la transmission des paquets dans le réseau :
   (a) Simulation naïve où les nœuds sont statiques (mais peuvent disparaître) et où la distance entre nœuds influence la transmission,
   (b) Prise en compte des obstacles et autres contraintes spécifiées par le monde, ainsi que le mouvement et les compétences de transmission des paquets, et l'interaction directe sur le monde (IHM).

Informations générales

Sur le site `http://dev-log-wiki.lri.fr/` *vous trouverez des éventuels compléments d'information ainsi que les documents utiles à la réalisation du projet. Ce projet s'étend sur les six dernières semaines d'enseignement (jusqu'à la dernière séance de TP).*

On vous demande de mettre en œuvre les différents concepts et outils vus en cours. En particulier, les trois programmes disposeront des éléments suivants :

1. Une interface graphique (fenêtre et dessin)
2. Un système de sauvegarde et chargement
3. Une utilisation des threads pour la simulation (chaque nœud devra être géré dans un thread indépendant)

De plus, d'autres éléments vus dans le cours de Développement Logiciel (ou dans vos autres cours portant sur Java) devront être mis en œuvre pour garantir la lisibilité de votre code : utilisation de concepts d'objets, des exceptions, commentaires, etc...

Evaluation

Le projet se découpe en six parties : les trois premières sont consacrées à l'élaboration des versions initiales de chacun des programmes, les deux dernières concernent les versions avancées. Chaque partie du projet est notée sur 4.5 (27/25 au total, 2 points bonus).

Les critères d'évaluation sont les suivants :
- qualité du code (organisation et structure, clarté)
- mise en œuvre des concepts vus en cours
- qualité de la soutenance
- qualité du rapport et de la méthodologie (voir les cours de *Génie Logiciel*)
- originalité

Des malus seront attribués en cas de retard, de non fonctionnement du code, d'absence de rapport...

L'évaluation proprement dite aura lieu lors de deux soutenances avec votre chargé de TP :

1. La **première soutenance** sur les versions initiales aura lieu lors de la **3e séance** de TP-projet : **5 avril**
   - Présentation des versions initiales des programmes.
   - Durée de **15 minutes** maximum.
   - Rendu du **rapport imprimé** de 5 pages maximum comportant :
     - une brève introduction des fonctionnalités de chaque programme,
     - des copies d'écran illustrant le fonctionnement de chaque programme,
     - un bref résumé des fonctionnalités envisagées pour la version avancée,
     - un bref résumé des bonnes pratiques de programmation mises en œuvre.
   - Remise des **sources** de votre programme **sans bugs** sous la forme d'un fichier ZIP ou TGZ par mail.
2. La **seconde soutenance** sur les versions avancées aura lieu lors de la **dernière séance** de TP : **26 avril**
   - Présentation des versions avancées des programmes.
   - Durée de **15 minutes** maximum.
   - Rendu du **rapport imprimé** de 5 pages maximum comportant :
     - une brève introduction des fonctionnalités de chaque programme,
     - des copies d'écran illustrant le fonctionnement de chaque programme,
     - un bref résumé des difficultés rencontrées et des perspectives pouvant être envisagées,
     - un bref résumé des bonnes pratiques de programmation mises en œuvre,
     - et en plus vos observations sur les paramètres de la simulation.
   - Remise des **sources** de votre programme **sans bugs** sous la forme d'un fichier ZIP ou TGZ par mail.

Un point **crucial** est qu'il est **absolument** nécessaire de fournir un programme fonctionnel lors de la soutenance, c'est à dire **sans bugs**. Il est plus important de garantir que votre programme fonctionne plutôt que d'ajouter une option sans la tester. Les sources de votre programme doivent être envoyées à votre chargé de TP, **en mettant votre chargé de cours en copie**.

Par ailleurs, il est primordial d'arriver à la soutenance avec un **rapport imprimé** (il peut être en noir et blanc) comportant vos noms, prénoms, l'UE et la date.

Finalement, vous devez traiter les présentations avec la même attention que l'examen. Vous devez avoir votre rapport avec vous, être préparé pour votre présentation, et être présent à l'heure.

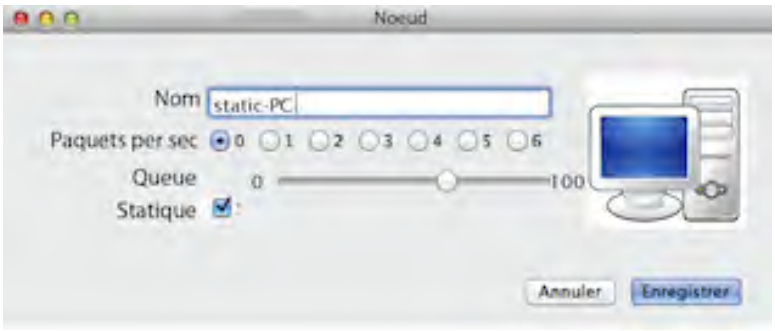
Usine
Version initiale à rendre pendant la 3e séance de TP-projet

L'usine permet à l'utilisateur de :
- charger la description (propriétés) d'un type de nœud existant,
- créer un nouveau type de nœud en modifiant les propriétés d'un type existant.

Fonctionnalités souhaitées :
- Création, sauvegarde et chargement de type de nœud.

Ressources :
- Vous trouverez sur le site du cours une archive contenant des fichiers images des nœuds.

(a) sélection, options pour créer, supprimer, etc



(b) génération de nouveaux types de nœud

FIGURE 1 – Usine version initiale

Objectif : Permettre la création d'un type de nœud à partir de zéro, aléatoirement ou à partir d'un autre.
- Chaque type de nœud est défini par :
- une vitesse de production des données (paquets) par seconde à envoyer aux autres nœuds (un entier entre 0 et 6),
- un nom,
- une taille de queue de paquets (entre 10-100, nous allons explorer d'autres alternatives plus tard),
- un paramètre « Vrai /Faux » qui définit si le nœud est statique ou non (mobile),
- une portée de communication définie en pixels
- et une représentation visuelle, par exemple une image ou une forme géométrique.

Éditeur de réseau
Version initiale à rendre pendant la 3e séance de TP-projet

L'éditeur de réseau permet à l'utilisateur de :
- charger la description (propriétés) d'un réseau existant,
- créer un nouveau réseau en modifiant les cellules pour y placer les nœuds statiques,
- ajouter une option permettant de « bloquer » quelques cellules pour une certaine période.

Fonctionnalités souhaitées :
- Sauvegarde et chargement de réseaux,
- Choix des nœuds statiques seulement (types des nœuds spécifiés dans l'usine) à mettre dans les cellules,
- Possibilité de spécifier si une cellule est bloquée pour une période aléatoire ou définie par l'utilisateur (donc on ne peut pas y accéder). Le début de période de blocage est défini par l'utilisateur.

Ressources :
- Vous trouverez sur le site du cours une archive contenant des images des cellules.

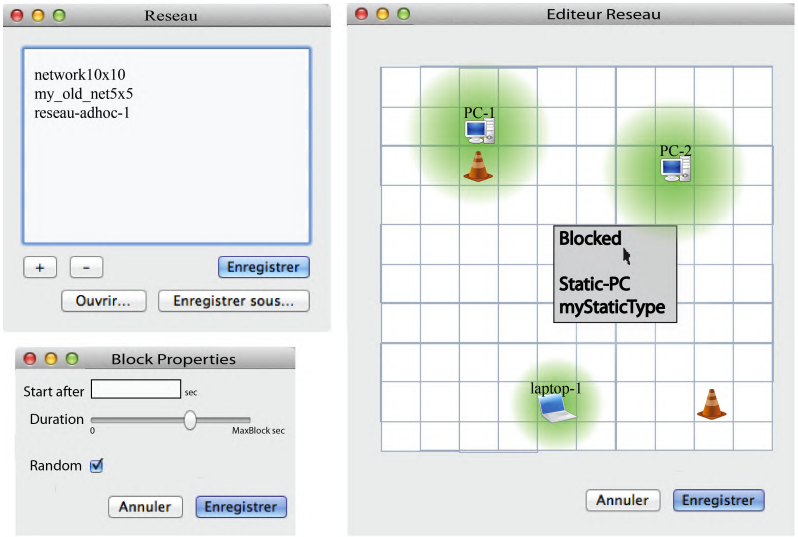


FIGURE 2 – exemple de fenêtres pour ouvrir, pour ajouter le types des cellules et pour éditer les paramètres de blocage (version initiale)

Objectif : Permettre la création d'un réseau de taille N*N, de nœuds statiques, et de cellules bloquées.
- un réseau est représenté par une grille de N*N cellules,
- les cellules sont soit des cellules normales, soit bloquées.
- chaque cellule a une représentation graphique,
- l'utilisateur peut placer des nœuds statiques dans les cellules non bloquées,
- les cellules bloquées :
  - ne permettent pas d'y placer des nœuds pour une période aléatoire (entre $0.2 - MaxBloc$ sec), ou définie par l'utilisateur. Vous pouvez définir un temps de blocage maximal *MaxBloc*.
  - l'utilisateur peut définir à partir de quand il faut bloquer la cellule (ex. 2 sec après le début de la simulation). Pendant la simulation, l'image de « blocage » ne sera visible que pendant la période de blocage.

Simulateur
Version initiale à rendre pendant la 3e séance de TP-projet

Le simulateur permet à l'utilisateur de visualiser les positions des nœuds et les déplacements des paquets dans le réseau.

Fonctionnalités souhaitées :

- Chargement de nœuds à partir des types créés et sauvegardés en fichiers dans l'usine,
- Chargement d'un réseau à partir du fichier créé dans l'éditeur de réseau,
- Visualisation du réseau (nœuds et transmission)

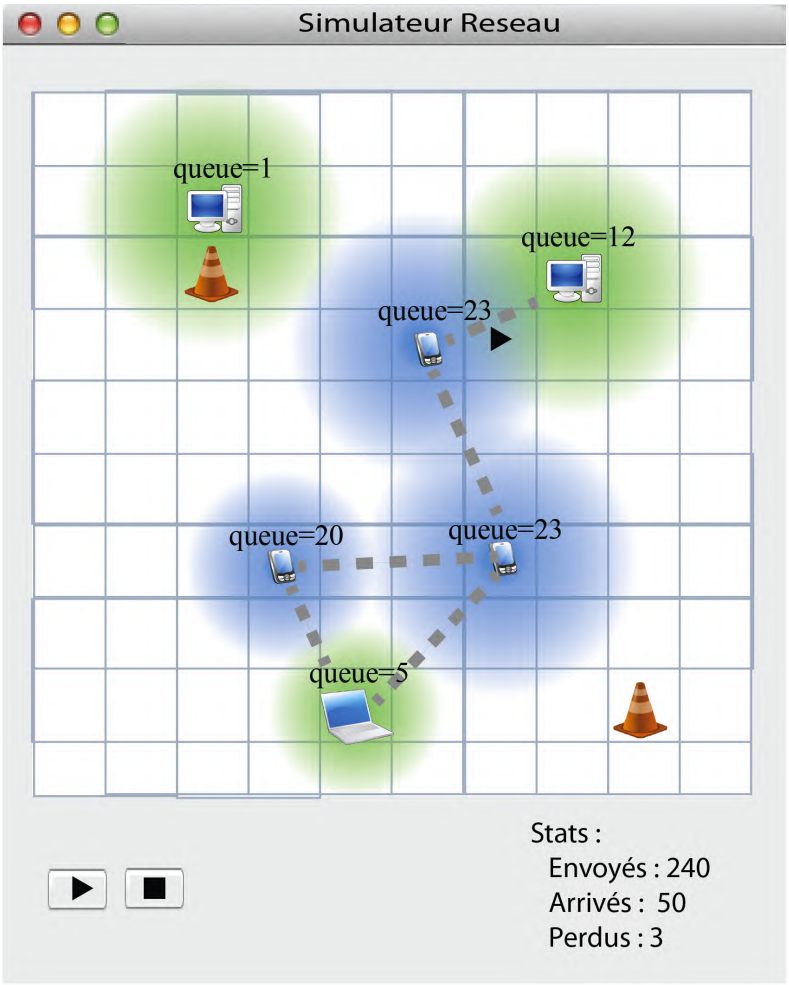


FIGURE 3 – exemple d'écran du simulateur de réseau (version initiale)

Objectif : Simuler un réseau de taille N*N comprenant des nœuds statiques (prédéfinis dans l'éditeur), et des nœuds mobiles qui entrent et partent du réseau.

- Le simulateur contient une liste de tous les nœuds « actifs » et peut calculer leurs distances les uns des autres.
- Le simulateur « ajoute » un nouveau nœud mobile avec un taux de *CreationNœud* par sec (défini par l'utilisateur avant la simulation). On peut avoir un nombre maximal des nœuds mobiles (*MaxNoeudCount*).
- Pendant la création d'un nœud, le type de nœud ajouté est choisi aléatoirement parmi les types de nœuds mobiles définis dans l'usine, ainsi que sa position dans une cellule non bloquée.

- Chaque nœud mobile a une durée de vie dans la simulation, définie de façon aléatoire pendant sa création (entre 0.5 et *MaxNœudVie* ; *MaxNœudVie* est défini par l'utilisateur avant la simulation).
- Chaque nœud a une liste des ses voisins (nœuds à une distance inférieure de sa portée, en termes de distance euclidienne).
- Chaque nœud produit des données (paquets) à envoyer à un autre nœud du réseau avec sa vitesse de production des données. Le nœud « destination » du paquet est choisi de façon aléatoire par tous les nœuds qui sont « en ligne » quand le paquet est créé.
- Un paquet créé ou reçu par un nœud (plus tard) est mis dans la queue de transmission du nœud.
- Chaque nœud qui a des paquets dans sa queue, transmet un paquet à la fois à tous ses voisins. Les voisins qui reçoivent ce paquet le mettent dans leur queue de transmission, sauf s'ils sont le nœud destination. Quand un paquet arrive à sa destination il est considéré comme arrivé. Naturellement, il peut avoir des versions de ce paquet encore transmises dans le réseau.
- Pour assurer que le réseau ne devienne pas chargé avec de vieux paquets (qui peuvent être déjà arrivés), on va ajouter une durée de vie aux paquets *PaquetVie*. Si un nœud reçoit un paquet qui est plus vieux que *PaquetVie* il ne le retransmet pas et l'enlève de sa queue de transmission. Si un paquet disparaît complètement du réseau sans arriver à sa destination, il est caractérisé comme « perdu »
- Le simulateur donne des statistiques en temps réel sur les paquets créés, perdus, et arrivés à leur destination. Faites attention à ne compter les paquets arrivés qu'une seule fois (plusieurs copies peuvent arriver au destinataire par des directions différentes).
- Le simulateur montre des paquets envoyés, c.à.d. il a une façon de représenter visuellement les paquets qui sont arrivés et transmis par un nœud. Cette visualisation peut être une animation, ou texte qui affiche le nombre de paquets parties/arrives pour chaque nœud à coté de son image.

Remarques :
- Chaque noeud est géré par son propre thread, qui commence quand le noeud est ajouté (mobile) ou au début de la simulation (statique).
- La simulation termine, au mise en pause et reprise si l'utilisateur l'indique avec des boutons.
- Chaque nœud a une stratégie de communication, mais pour le moment, tous les nœuds envoient les paquets à tous leurs voisins (« flooding »), un paquet à la fois. De plus, nos nœuds mobiles ne se déplacent pas encore.

Dans un premier temps penser à coder et tester votre programme avec des nœuds et cellules bloqués qui ont une durée de vie fixe, la même vitesse de production, etc avant de traiter toutes les fonctions mentionnées ici.

Editeur de réseau
Version avancée à rendre pendant la dernière séance de TP-projet

L'éditeur de réseau permet à l'utilisateur de :
- charger la description (propriétés) d'un réseau existant, créer un nouveau réseau en modifiant les cellules pour y placer les nœuds statiques et des cellules bloquées (version initiale)
- d'ajouter les positions initiales des nœuds malins (définis dans l'usine)
- d'ajouter des propriétés aux cellules qui affectent la transmission des paquets
- et d'ajouter de terrains qui affectent le déplacement de nœuds

Fonctionnalités souhaitées :
- Sauvegarde et chargement de réseaux,
- Choix des nœuds statiques et malins à mettre dans les cellules,
- Possibilité de spécifier si une cellule :
  - est bloquée pour une période de temps aléatoire (donc on ne peut pas y accéder),
  - a un terrain hostile, qui ralentit la vitesse des nœuds qui la traverse,
  - a une interférence (ex. de sources électromagnétiques affectant les transmissions).
- Sauvegarde du monde avec les propriétés de ces cellules.

Objectif : Permettre la création d'un réseau de taille N*N, des nœuds statiques, et des différentes cellules.
- un réseau est représenté par une grille de N*N cellules,
- les cellules sont soit des cellules normales, soit bloquées, soit avec terrain hostile, soit avec interférence.
- chaque cellule a une représentation graphique,
- l'utilisateur peut placer des nœuds statiques dans les cellules non bloquées,
- les cellules bloquées :
  - ne permettent pas le placement des nœuds ou leur déplacement pour une période de temps aléatoire (entre $0.2 - MaxBloc$ sec) ou défini par l'utilisateur,
  - l'utilisateur peut définir à partir de quand il faut bloquer la cellule (par exemple 2 sec après le début de la simulation). Pendant la simulation, l'image de « blocage » ne sera visible que pendant cette période,
- les cellules hostiles ralentissent la vitesse de déplacement d'un nœud qui les traverse. La difficulté de déplacement est un entier (1-9) qui affecte la vitesse initiale d'un nœud qui se déplace par un facteur entre 0.1-0.9 de sa vitesse initiale respectivement.
- la transmission d'un paquet qui quitte ou arrive sur une cellule d'interférence a une probabilité entre 0 à 1.0 d'être perdu. L'utilisateur peut définir la « puissance » de l'interférence (probabilité).

Pour aller plus loin :
- l'éditeur permet d'avoir d'autres types de terrain hostiles ou d'interférences.

Usine
Version avancée à rendre pendant la dernière séance de TP-projet

Fonctionnalités souhaitées :

- Permettre à l'utilisateur de donner à un type de nœud une nouvelle stratégie de transmission.
- Ajouter à un type de nœud mobile une vitesse de mouvement dans le terrain du réseau.
- Avoir un type de nœud qui a comme stratégie de mouvement de suivre les directions de l'utilisateur pendant la simulation.
- Ajouter des nœuds « malins » qui causent des perturbations dans le réseau.

Objectif : un usine pour construire des nœuds plus avancés

- Les nœuds mobiles peuvent maintenant se déplacer dans le réseau. Chaque nœud a une vitesse (*Déplacements/sec*). Donc chaque *1000msec/Déplacement* il peut avancer à une des 8 cellules autour, si elle n'est pas bloquée (direction décidée aléatoirement).
- La vitesse du nœud est affectée si la cellule actuelle est un terrain hostile.
- Les nœuds ont une stratégie de mouvement aléatoire. Nous voulons un type de nœud qui soit « interactif », c.à.d. contrôlé par l'utilisateur. L'utilisateur peut sélectionner le nœud et le mettre dans une autre cellule voisine.
- Les nœuds ont aussi différentes stratégies de transmission.
  - transmettre un paquet à tous leurs voisins (défaut),
  - envoyer leurs paquets aux *K-voisins* les plus proches ou à la destination si c'est un voisin,
  - transmettre un paquet à la moitié de leur voisins (à vous de décider du critère de sélection).
- Avant de quitter le réseau, au lieu de disparaître, un nœud a une chance sur 3 de « revenir » dans le réseau dans X msec (aléatoire).
- Finalement, notre usine peut produire des nœuds malins. Ces nœuds sont mobiles ou statiques, mais ne partent jamais du réseau. Ils affectent le réseau soit en :
  - détruisant les paquets (donc ils ne les retransmettent pas)
  - envoyant des paquets virus
  - envoyant des paquets sans destinataire.
- Les nœuds malins peuvent être ajoutés par l'utilisateur (comme s'ils sont statiques) ou avoir une position initiale définie au hasard par le système.

Pour aller plus loin avec votre projet :

- vous pouvez ajouter des nouvelles stratégies de mouvement et de transmission, ou des comportements malins. Par exemple une "stratégie" de mouvement est : un nœud essaie de traverser toutes les cellules qu'il n'a pas encore traversées jusqu'à ce qu'il part du réseau (il faut garder une liste avec tous les cellules visitées). Une stratégie de transmission est de transmettre plus d'un paquet à la fois., etc. Vous pouvez faire en sorte que les stratégies de mouvement, transmission, comportement malins soient des paramètres de la simulation (donc partagés par tous les noeuds et sélectionnées par l'utilisateur pendant la simulation), et voir comment ces paramètres affectent le réseau.

Simulateur
Version avancée à rendre pendant la dernière séance de TP-projet

Fonctionnalités souhaitées :

- Simulation du réseau en prenant en compte le type de terrain, les interférences et les cellules bloquées.
- Simulation de la course en prenant en compte le mouvement des nœuds.
- Vérifier que chaque cellule est occupée que par un seul nœud.
- Vérifier avant de déplacer un nœud que la cellule n'est pas bloquée.
- Réagir aux paquets malins et avoir une « durée de vie ».
- Utiliser les différentes stratégies de transmission et mouvement.
- Avoir l'option de contrôler un nœud **interactivement**.
- Controller les paramètres de la simulation.
- Donner des statistiques avancées.

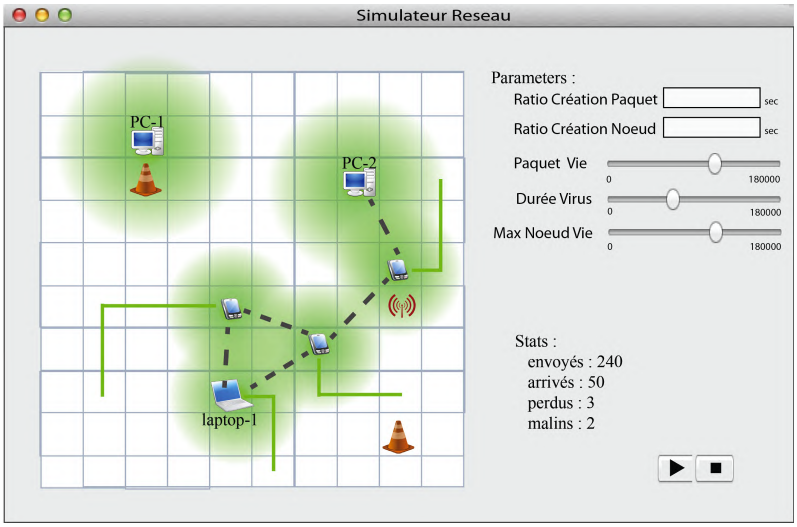


FIGURE 4 – exemple d'écran du simulateur de réseau (version avancée)

Objectif : ajouter la notion de terrain (c.à.d. terrain hostile) et d'interférence à la simulation, ainsi que la notion d'occupation (cellule bloquée ou occupée par un autre nœud)

- On ajoute les types de terrain décrits dans l'éditeur (terrain hostile et cellules bloquées).
- Chaque cellule ne peut être occupée que par un seul nœud, donc un nœud qui va se déplacer ne peut pas entrer dans une cellule occupée et doit (i) attendre que celle-ci soit libre, ou (ii) choisir une autre cellule. Cela dépend de sa stratégie de mouvement. Une cellule occupée devient libre (disponible) quand le nœud qui l'occupait se déplace.
- De même, un nœud ne peut pas entrer dans une cellule bloquée. Les cellules bloquées deviennent inaccessibles entre la période d'activation définie par l'utilisateur dans l'éditeur, et devient libre après sa durée de vie.
- pendant la simulation, l'utilisateur peut contrôler un nœud mobile en le sélectionnant et en choisissant une cellule voisine libre.
- Il faut mettre en œuvre les stratégies de mouvement et transmission des nœuds, ainsi que les délais de transmission causés par les cellules d'interférence.
- Puisque nos nœuds mobiles changent de position dans le monde, il est important de mettre à jour la liste des nœuds globales et la liste des voisins de chaque nœud.
- Il faut aussi voir la réaction du réseau aux nœuds malins. Si un nœud reçoit un paquet « virus » il tombe en panne et devient inaccessible pour une période *HorsService* (aléatoire). Le paramètre *PaquetVie* est très important ici, car des paquets malins sans destinataires

peuvent traverser le réseau sans arrêt. Finalement, les nœuds malins qui consument les paquets peuvent accélérer les paquets perdus, mais vous ne devez pas vous occuper de ce problème.
- Et comme avant, nous voulons des statistiques en temps réel, en ajoutant le nombre des paquets malins.
- Finalement, comme avec toutes les simulations, le but est d'observer l'effet des paramètres. Ajoutez à votre simulateur des contrôleurs interactifs pour changer des paramètres comme *CreationNœud*, *MaxNœudVie*, *PaquetVie*.

Pour aller plus loin :
- les nœuds peuvent laisser une trace de leur trajet
- contrôler d'autre paramètres pendent la simulation (ex. avoir en plus l'option de forcer une portée de communication et une taille de queue de paquets uniformes, une période HorsService, etc pour tous les nœuds que l'utilisateur peut contrôler pendant la simulation)
- montrer le mouvement des paquets de façon avancé (animations)
- accusé de réception d'un paquet arrivé. Attention, comme c'est un réseau ad-hoc il faut le faire avec un autre paquet de « accusé de réception » transmis dans le réseau. C.à.d. à la réception, le destinataire envoie un paquet "Ack" pour accuser réception vers l'expéditeur. Si l'expéditeur ne reçoit pas l'accuse de réception dans une periode, il renvoie le paquet.
- définir interactivement un trajet complexe pendent la simulation (plusieurs cellules sélectionnées ensemble) pour contrôler le mouvement d'un nœud.
- envisager une façon de « sauver » des paquets perdus prématurément à cause des noeuds malins
- avoir un nouveau thread de secours *TecSupport* qui « aide » les nœuds en panne. Ce thread peut aider un nœud à la fois, a un temps de « service » et un temps de déplacement entre nœuds.

Conseils pour réaliser le projet

Des parties des programmes demandés sont relativement indépendantes, vous pouvez donc vous partager le travail (mais ce n'est pas une obligation). Voici quelques conseils :

1. **commencez simplement :** inutile de vouloir directement faire les versions avancées de chaque programme. Ces versions seront beaucoup plus simples à envisager lorsque vous aurez terminé la première partie du projet.
2. **décomposez vos problèmes :** concentrez vous sur un sujet précis plutôt que de tenter de réaliser les trois programmes en parallèle.
3. **faites le lien avec ce que vous savez déjà faire :** les notions et programmes que vous avez fait en TP sont suffisantes pour construire vos premières versions de programme.

Remise des documents et du programme

Pour la remise des documents, vous devez remettre en mains propres un **document papier** lors de la séance de cours ayant lieu à la date donnée. En *haut de la première page*, n'oubliez pas de mettre vos **noms**, **prénoms**, la mention **"Développement Logiciel : projet"** et l'intitulé du document (ex. manuel d'utilisation). Inutile de prendre une page entière pour ces informations. **Agraffez** (ou reliez) vos documents.

Pour la remise de votre programme, on vous demande d'envoyer aux **deux** enseignants (chargé de cours et votre chargé de TP), une archive au format **zip** ou **tgz** de vos sources. Vous devez envoyer cette archive lors de la dernière séance.

Attention : Testez votre archive. Vous pourrez consulter le site du cours pour voir si nous avons reçu (ou non) votre archive.

Contacts pour l'envoi des documents et des sources de votre projet

Chargés de TP :
Mounir Assaf,
Roza Lemdani,
Oleg Lodygensky

Chargée de cours :
Anastasia Bezerianos

Merci d'envoyer tous les documents à votre chargé de TP uniquement, en mettant en copie votre chargée de cours.

=> n'oubliez pas de mettre "[DevLog]" au début du sujet de votre mail (pour éviter d'être classer en spam). Par exemple : "[DevLog] Question sur ...". Nous vous pourrons vous donner des indications générales mais en aucun cas résoudre des problèmes de programmation.