

Présentation de l'application

Le programme « Simulateur Réseau » est destiné à faciliter l'apprentissage des concepts liés aux réseaux d'ordinateurs tels qu'ils sont abordés en BTS Informatique de gestion.

Dans sa version 1.0, il permet :

- De constituer un réseau composé de stations de travail, de hubs, de switches et de câbles.
- De simuler le fonctionnement de ce réseau au niveau Ethernet.
- De simuler le fonctionnement de ce réseau au niveau IP.

A/ Mode conception

1. Constitution d'un réseau

a. Généralités

Au sens de l'application, un réseau est un ensemble de composants (stations, hubs, switches, câbles). Un réseau peut être enregistré sur disque sous la forme d'un fichier XML. Un réseau est donc un document du simulateur. Les documents peuvent être gérés de manière classique à l'aide du menu « fichier ».

La constitution d'un réseau se fait en mode « conception réseau ». La barre d'outils de ce mode est constituée de 5 éléments :



De gauche à droite :

- Outil « flèche » : il permet de sélectionner les composants du réseau (postes, hubs et switches) pour les déplacer ou les supprimer. La sélection multiple est accessible avec la souris, en encadrant les composants ou en effectuant une séquence classique de type « clic, ctrl-clic,... ».
- Outil « câble » : il permet de créer un câble entre 2 points de connexion (carte réseau d'une station ou port d'un hub ou d'un switch).
- Outils « station », « hub » et « switch » : ils permettent respectivement la création d'une station de travail, d'un hub et d'un switch.

b. Création des composants

Une fois l'outil sélectionné, il suffit de cliquer dans la surface de travail pour créer une station, un hub ou un switch.

Un menu contextuel permet d'éditer leur configuration :

- Station : nom et nombre de cartes réseaux.

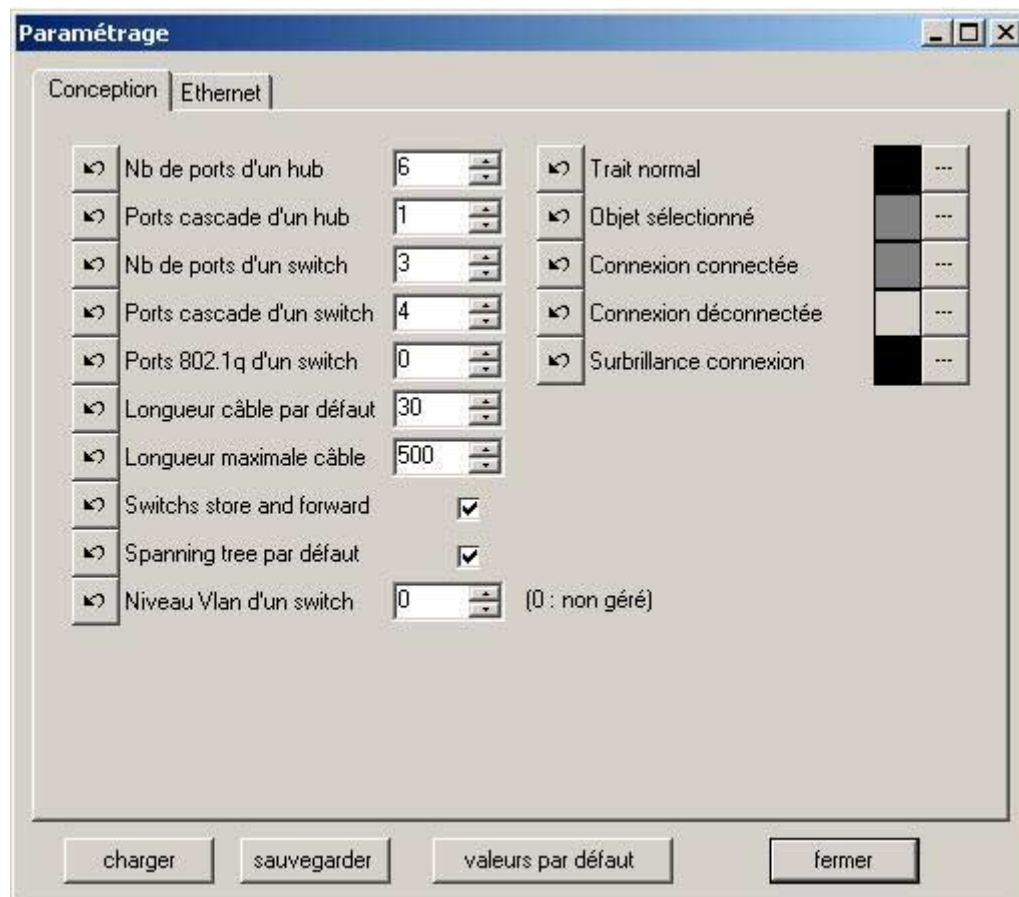
- Carte réseau : adresse Mac (lecture seule).
- Hub : nom, nombre de ports normaux et nombre de ports de cascade (les ports de cascade sont dessinés en gras).
- Switch : nom, nombre de ports normaux, de ports de cascade, de ports 802.1q, type (on the fly, store and forward), gestion spanning tree, niveau de vlan géré.

En ce qui concerne les câbles, ils doivent être tracés entre deux points de connexion (carte réseau ou port) à l'aide de la souris (clic sur le premier point, puis clic sur le second). Pour configurer ou supprimer un câble, il faut utiliser le menu contextuel accessible sur l'un de ses points de connexion (le type de câble et la longueur sont paramétrables).

2. Paramétrage de l'application

a. Principe

Un certain nombre de paramètres de l'application sont configurables à l'aide du menu « Options ». « Configurer » donne accès à l'écran permettant la configuration des paramètres :



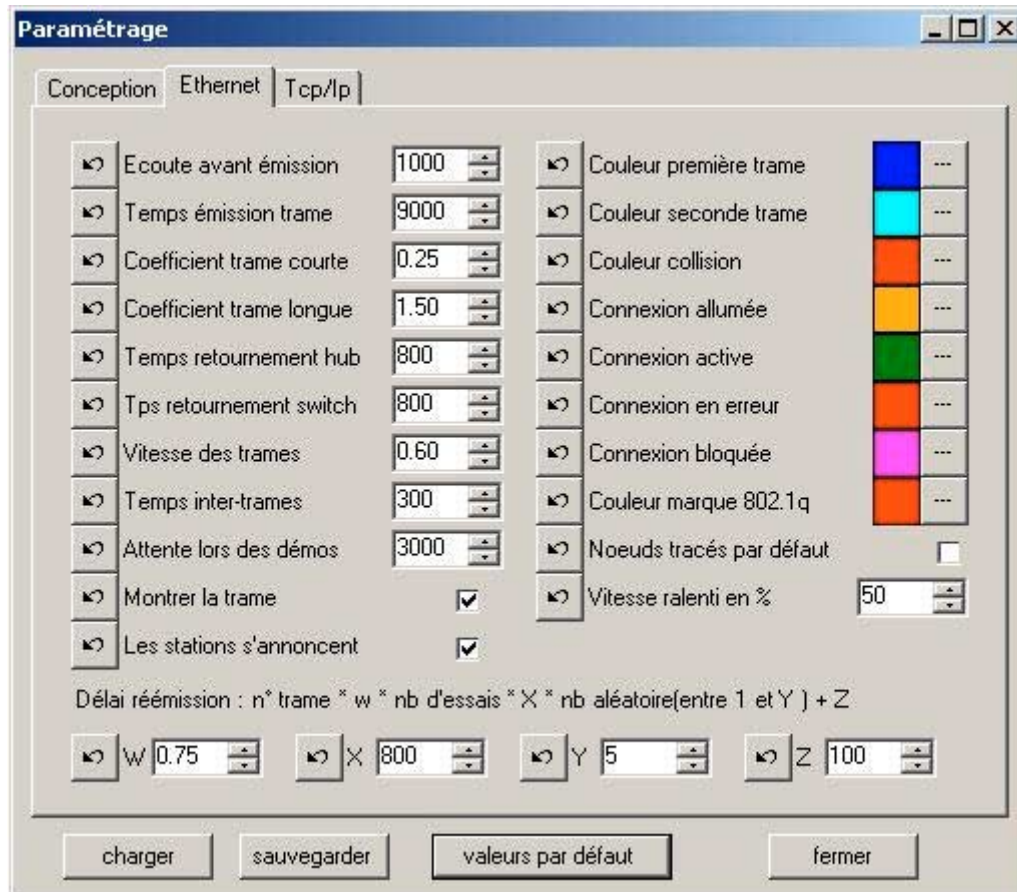
- Chaque paramètre peut être modifié à l'aide d'un contrôle « numeric UpDown », d'une case à cocher ou d'un éditeur de couleurs (bouton ...).
- La flèche présente devant chaque paramètre permet de lui redonner sa valeur par défaut. Le bouton « valeurs par défaut » restaure la valeur par défaut de tous les paramètres.
- Les boutons « charger » et « sauvegarder » permettent de gérer des fichiers de configurations mémorisant l'ensemble des paramètres. Si un fichier de configuration

de nom « param.xml » est présent dans le répertoire d'exécution, le programme le charge automatiquement au démarrage.

- Les trois volets correspondent chacun à l'un des modes de fonctionnement.

b. Volet Ethernet

La configuration du mode Ethernet offre les possibilités suivantes :



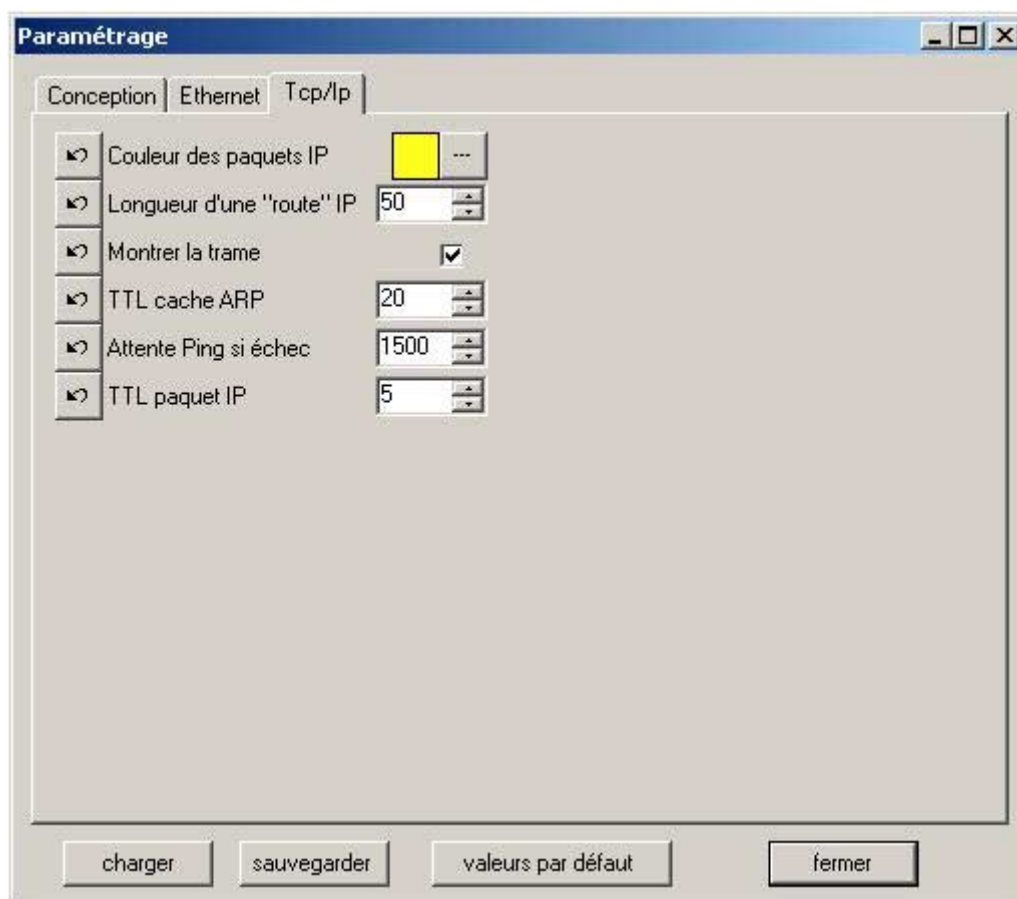
Les temps sont exprimés en millisecondes.

- Ecoute avant émission : temps d'écoute observée par un émetteur avant l'émission d'une trame.
- Temps émission trame : durée d'émission d'une trame.
- Coefficient trame courte : coefficient multiplicateur appliqué au temps d'émission d'une trame courte.
- Coefficient trame longue : coefficient multiplicateur appliqué au temps d'émission d'une trame longue.
- Temps retournement hub : délai de réémission d'un trame par un hub.
- Temps retournement switch : délai de réémission d'un trame par un switch.
- Vitesse des trames : nombre indiquant la vitesse de propagation d'une trame sur le câble. Plus ce nombre est grand, plus la propagation est rapide (ce paramètre conditionne également la vitesse de propagation des paquets en mode Tcp/Ip).
- Temps inter trames : délai séparant l'émission de deux trames (ce délai inter trames est visible lorsqu'un port de switch doit émettre deux trames de manière consécutive).

- Attente lors des démos : temps d'attente entre deux opérations lors d'une mini-démo exécutée en mode automatique (ce paramètre est également utilisé en mode Tcp/Ip).
- Montrer la trame : faut-il afficher la trame pendant les simulations ?
- Les stations s'annoncent : si cette case est cochée, les stations s'annoncent lors de leur démarrage en mode Ethernet. Cela permet de constituer la table mac/port des switches et la table port/vlan des switches gérant les vlans de niveau 2 de manière automatique.
- Couleur marque 802.1q : couleur de la marque de la trame entre deux ports 802.1q.
- Le paramétrage des autres couleurs et du traçage des nœuds se passent de commentaire.
- Vitesse ralenti en % : coefficient utiliser pour ralentir l'exécution en mode ralenti (également utilisé en mode Tcp/Ip).
- Délai réémission : temps d'attente en millisecondes avant la réémission d'une trame après détection d'une collision. Ce délai est calculé par la formule : $n^{\circ} \text{ de trame (1 ou 2)} * W * \text{nombre d'essais} * X * \text{nombre aléatoire (entre 1 et Y)} + Z$. Les valeurs W X Y et Z sont paramétrables. Si W vaut 0, le numéro de trame n'est pas pris en compte.

c. Volet Tcp/Ip

La configuration du mode Tcp/Ip offre les possibilités suivantes :



- Longueur d'une « route » IP : le temps de traçage de la route empruntée par un paquet augmente avec cette valeur.
- TTL cache ARP : nombre de paquets IP émis avant disparition des entrées dynamiques des caches ARP.

- Attente Ping si échec : durée d'attente avant l'affichage d'un message quand un « ping » échoue. Ce délai commence après la fin de la simulation.
- TTL paquet IP : nombre de sauts maximum d'un paquet IP.

B/ Mode Ethernet

1. Présentation générale

Ce mode est utilisé pour mettre en évidence les transferts de trames Ethernet entre les différents éléments du réseau.

a. Passage en mode Ethernet

Au passage en mode Ethernet, chaque point de connexion affiche son état (couleurs par défaut) :

- Orange : en fonctionnement, non connecté.
- Vert : en fonctionnement, connecté.
- Rouge : en erreur (câble incorrect entre les deux points de connexion).
- Rose : port invalidé par « spanning tree » ou bloqué manuellement.
- Blanc ou gris : le composant est éteint.

Il est possible d'éteindre ou d'allumer une station, un hub ou un switch par l'intermédiaire de son menu contextuel.

Le menu contextuel d'un switch permet également :

- D'éditer sa table mac/port.
- De lui faire découvrir le réseau.
- De vider sa table mac/port.
- De configurer son type (on the fly, store and forward).
- D'éditer sa table port/vlan s'il gère les vlans de niveau 1.
- De consulter sa table port/vlan, de la réinitialiser, d'éditer sa table mac/vlan s'il gère les vlans de niveau 2.

Après l'édition de la table mac/vlan, les ports connus dans la table mac/port qui sont concernés par les modifications sont affectés à leur nouveau vlan dans la table port/vlan.

Lorsqu'un switch ne gère pas spanning tree, il est possible de bloquer (ou de débloquent) manuellement l'un de ses ports par l'intermédiaire du menu contextuel du port.

Une « info-bulle » est affichée sur les switchs (configuration du switch) et sur les cartes réseaux (adresse mac de la carte) lors du survol de l'élément par la souris.

b. Simulations

Une simulation consiste en l'émission d'une trame par une carte réseau. Elle est lancée à l'aide du menu contextuel de la carte émettrice. Une trame peut être émise en broadcast ou en unicast (il faut dans ce cas indiquer l'adresse mac destinataire en cliquant sur la carte

concernée). En mode « trame réelle », il est possible d'émettre deux (et seulement deux) trames concurrentes.

Deux boutons sont disponibles dans la barre d'outils :

- Le premier permet d'indiquer quel(s) nœud(s) du réseau doivent être « tracés », c'est-à-dire quels composants afficheront des « mini-demos » pendant les simulations.
- Le second (Bis/Stop), permet de rejouer la dernière simulation (Bis) ou de stopper une simulation en cours (Stop).

Quatre types de simulation sont disponibles :

- Automatique : chaque composant tracé affiche une « mini-démo » pour illustrer son fonctionnement, chaque « mini-démo » est temporisée.
- Pas à pas : idem, mais les « mini-demos » ne sont pas temporisées, c'est l'utilisateur qui les fait progresser.
- Manuel : c'est à l'utilisateur d'indiquer les actions réalisées par chaque composant.
- Trame réelle : ce mode de fonctionnement permet d'illustrer le phénomène des collisions et de montrer la différence entre les deux types de switch.

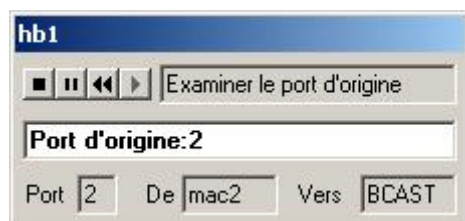
En fonction du type de simulation choisi, 4 options sont disponibles :

- Full duplex (trame réelle seulement) : si cette option est activée, les cartes réseaux et les switchs sont de type full duplex avec auto détection.
- Ralenti (automatique ou trame réelle) : ralentit la simulation.
- Message réception : les stations destinataires d'une trame affichent un message de réception (désactivé si deux trames sont émises).
- Démo émission (trame réelle seulement) : les points de connexion qui émettent une trame montrent leur activité pendant les émissions.

Lors d'une simulation, le contenu de la trame est affiché (ceci est paramétrable). Une « info-bulle » est disponible sur chacun de ses éléments.

2. Simulations « Automatique » et « Pas à pas »

Chaque composant actif et « tracé » qui reçoit la trame affiche une fenêtre « mini-démo ». Cet écran indique chaque étape du traitement de la trame ainsi que les informations nécessaires à la compréhension de ce traitement.



Les boutons disponibles permettent (de gauche à droite) de :

- Stop : arrêter la démonstration en cours (mais pas la simulation).
- Pause : faire une pause.

- Rembobiner : revenir au début de la démonstration.
- Lire : reprendre une démonstration interrompue par une pause.

Pour les simulations de type « Pas à pas », le bouton « pause » est remplacé par un bouton « reculer », on passe d'une étape à la suivante à l'aide du bouton « lire », d'une étape à la précédente à l'aide du bouton « reculer ».

3. Simulation « Manuelle »

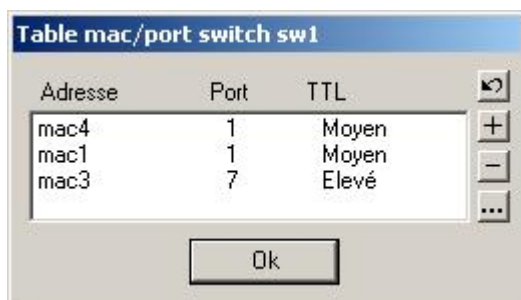
Chaque composant actif et « tracé » qui reçoit la trame affiche une « mini-démo » :



Cet écran permet à l'utilisateur d'indiquer chaque étape du traitement de la trame. Les libellés d'étapes intermédiaires sont suivis de trois points de suspension. Ces étapes peuvent être accomplies dans un ordre quelconque. Les autres étapes mettent fin au traitement de la trame. Le logiciel indique à l'utilisateur l'exactitude de ses choix.

Le seul bouton disponible est le bouton « stop ».

Lorsqu'il s'agit d'un switch, l'utilisateur est amené à éditer des tables. Par exemple, l'édition de la table mac/port conduit à l'écran suivant (le principe de l'édition est valable pour toutes les tables) :



Chaque ligne est une entrée de la table mac/port du switch : Adresse mac, numéro de port et TTL (celui-ci évolue à chaque passage d'une trame dans le switch). Ces informations sont générées par le passage des trames (ou par la découverte du réseau) et peuvent être modifiées en mode Ethernet à l'aide du menu contextuel du switch.

Les boutons permettent (de haut en bas) :

- Annuler : annule toutes les modifications effectuées depuis le début de l'édition de la table.
- Plus : ajout d'une entrée dans la table (cliquer sur la carte réseau pour indiquer l'adresse mac et choisir un numéro de port).
- Moins : supprimer une entrée de la table.

- « ... » : modifier une entrée après avoir sélectionné la ligne correspondante (généralement utilisé pour réinitialiser le TTL). Un double-clic sur une ligne permet également d'entrer en mode « modification ».

4. Simulation en « Trame réelle »

Dans les types de simulation présentés jusqu'alors, le temps d'émission de la trame n'est pas pris en compte, la trame « envahit » le réseau, son émission n'est pas bornée. En mode « Trame réelle », ce temps est pris en compte. Lors de l'émission d'une trame, il est possible de paramétrer sa taille (trame courte, normale ou longue).

Ce type de simulation permet de mettre en évidence le phénomène des collisions car il est possible d'émettre deux trames simultanément. Dans ce cas, les supports physiques d'émission et de réception des câbles à paires torsadées sont représentés.

Pour simuler une collision :

- Demander l'émission d'une trame (menu contextuel de la carte émettrice, ne pas cliquer sur « ok »).
- Demander l'émission d'une seconde trame (menu contextuel de la seconde carte émettrice).
- Paramétrer les deux émissions (destinataire, taille de la trame).
- Emettre l'une des deux trames, puis l'autre à l'aide du bouton « ok » des dialogues.

Ce type de simulation permet également de voir la différence de comportement entre un switch « on the fly » et un switch « store and forward ».

C/ Mode Tcp/Ip

1. Présentation générale

Ce mode est utilisé pour mettre en évidence les échanges de paquets entre les stations du réseau. Il permet également d'illustrer le fonctionnement du protocole ARP et le mécanisme du routage.

a. Passage en mode Tcp/Ip

L'état de chaque point de connexion est affiché de la même manière qu'en mode Ethernet.

Il est également possible d'éteindre ou d'allumer une station, un hub ou un switch par l'intermédiaire de son menu contextuel.

Le menu contextuel d'une station permet également :

- D'éditer sa configuration IP : nom d'hôte (le nom défini en mode conception), passerelle par défaut, routage actif (disponible seulement si la station possède plusieurs interfaces).
- D'éditer sa table de routage.
- D'éditer son cache ARP.
- De vider son cache ARP.

- D'éditer son fichier « hosts » (seul mécanisme de résolution de noms dans cette version du logiciel).
- De simuler l'envoi d'un « ping ».

Le menu contextuel d'une carte réseau permet d'éditer sa configuration IP : adresse et masque de sous réseau.

Les modifications effectuées lors de la configuration IP d'une carte ou d'une station sont répercutées sur la table de routage.

Une « info-bulle » est affichée sur les stations et sur les cartes réseaux lors du survol de l'élément par la souris.

b. Simulations

En mode Tcp/Ip, une simulation consiste en l'envoi d'une requête « ping » par une station du réseau. Elle est lancée à l'aide du menu contextuel de la station émettrice. Il est possible de « pinguer » une adresse IP ou un nom d'hôte (la résolution est faite à l'aide du fichier hosts de la station).

Quatre types de simulation sont disponibles :

- Automatique : chaque station concernée par le « ping » affiche une « mini-démo » pour illustrer son fonctionnement, chaque « mini-démo » est temporisée.
- Pas à pas : idem, mais les « mini-demos » ne sont pas temporisées, c'est l'utilisateur qui les fait progresser.
- Pas de démonstration : aucune « mini-démo » n'est affichée.
- Manuel : c'est à l'utilisateur d'indiquer les actions réalisées par chaque station.

En fonction du type de simulation choisi, 2 options sont disponibles :

- Démo ARP (sauf en mode « Pas de démonstration ») : si cette option est activée, la réception d'un paquet ARP provoque l'affichage d'une « mini-démo ».
- Ralenti (automatique ou trame réelle) : ralentit la simulation.

Le panneau « Caches ARP » permet d'agir globalement sur les caches ARP de toutes les stations du réseau :

- Bouton « remplir » : renseigne automatiquement les caches ARP.
- Bouton « vider » : vide les caches ARP, même les entrées statiques sont supprimées.
- Case à cocher « entrées statiques » : indique le type d'entrées utiliser pour remplir les caches ARP (les entrées statiques sont enregistrées avec le réseau).

Comme en mode Ethernet, le contenu de la trame est affiché lors des simulations et une « info-bulle » est disponible sur chacun de ses éléments.

Le bouton « stop » (ou « bis ») fonctionne de la même manière qu'en mode Ethernet.

Remarque sur les simulations « manuelles » :

Lorsqu'une requête ARP est nécessaire, que ce soit pour envoyer un « ping » ou pour router un paquet IP, le logiciel impose que le paquet IP à adresser soit préparé avant l'envoi de la requête ARP.

Dans le cas d'un « ping », le paquet IP à émettre doit donc être préparé avant l'envoi de la requête ARP, dans le cas d'un paquet à router, celui-ci doit être modifié avant l'envoi de la requête ARP. Dans les deux cas, l'adresse MAC du destinataire du paquet ne doit évidemment pas être renseignée, elle le sera lors de la réception de la réponse ARP. Il faut donc cocher la case « via arp » présente sur le dialogue de configuration du paquet.

D/ Signaler un bug

Merci de signaler les bugs découverts à l'adresse suivante : pierre.loisel@reseauCerta.org en respectant la procédure décrite ci-dessous.

Bugs survenant en dehors de l'exécution d'une simulation en mode Ethernet :

- Ne signaler que les bugs reproductibles en indiquant la marche à suivre pour les reproduire.
- Joindre le fichier XML correspondant au réseau utilisé, et éventuellement le fichier XML de paramètres (options) si les options par défaut ont été modifiées.

Cas particulier des bugs intervenant lors de l'exécution d'une simulation Ethernet :

Ces bugs étant très difficiles à reproduire, le mécanisme suivant a été mis en place : à chaque clic sur le bouton bis, un fichier nommé <nomDuReseau>.XML.LOG est généré. Ce fichier contient les données de la dernière simulation exécutée. Il faut donc procéder de la manière suivante en cas de bug :

- Cliquer sur « stop » si l'exécution ne se termine pas normalement (cliquer auparavant sur « continuer » en cas de message d'erreur système).
- Enregistrer le réseau s'il ne l'est pas.
- Sauvegarder les paramètres (menu options).
- Cliquer sur « bis », puis quitter le simulateur. Attention, ne cliquer qu'une fois sur « bis » de manière à ne pas écraser le fichier log.
- Joindre au mail signalant le bug le fichier .XML correspondant au réseau, le fichier XML de paramètres, ainsi que le fichier .XML.LOG contenant les données de la simulation ayant posé problème.

E/ Etre tenu informé des mises à jour

L'option « Mises à jour » du menu « ? » permet d'envoyer un mail à l'auteur pour être tenu informé des mises à jour du logiciel. En cas de problème avec cette procédure, envoyer manuellement un mail à l'adresse suivante : pierre.loisel@reseauCerta.org en indiquant dans l'objet du message « InscriptionMajSimulateur ».