

Feuille de travaux pratiques n° 2

Projet CommuTel

Etude de cas

Ce document présente le cas d'étude et une première analyse en UML. On s'intéresse à un système de communication pair à pair via un intermédiaire.

1 Le cas d'étude en bref

Le cas porte sur un équipement de communication simplifié, la gestion d'un commutateur téléphonique en considérant deux dispositifs, un *client* sous forme de téléphone ou de smartphone et un *commutateur* (serveur), le logiciel de contrôle du commutateur, qui pilote les différents dispositifs physique. Une description est donnée ci-après.

Il s'agit de concevoir et mettre en œuvre un logiciel de gestion des postes clients et du commutateur, dont l'analyse du domaine et les spécifications des exigences logicielles (fonctionnelles et non fonctionnelles) sont fournies.

2 Description du fonctionnement et des composants

Un commutateur téléphonique gère des lignes téléphoniques entre abonnés. On se place dans un système ayant un commutateur unique pour gérer les communications entre abonnés. Chaque abonné est référencé par un numéro de téléphone unique. Certains numéros ne sont pas attribués. Lors d'un appel, l'abonné décroche le combiné. Si la ligne est disponible (pas en dérangement), il compose un numéro et attend. S'il a composé un numéro attribué, le commutateur établit une liaison avec le poste cible, sinon un message d'erreur est transmis l'appelant. Lors de l'établissement d'une liaison, plusieurs cas se présentent. Si le poste de l'appelé est occupé, un signal prévient l'appelant. Si le poste de l'appelé n'est pas connecté ou si la ligne est en dérangement, le comportement n'est pas clairement défini (sonne normalement ou signale occupé). Enfin, si le poste est libre, une sonnerie est activée chez l'appelé. Si celui-ci décroche, la communication débute et la liaison est maintenue jusqu'à ce qu'un abonné raccroche ou que la ligne soit coupée pour une raison quelconque. Le temps de communication est compté par le commutateur durant la liaison.

2.1 Poste Abonné

Le poste d'un abonné peut être soit raccroché soit décroché. On ne tient pas compte d'éventuelles pannes. Le combiné est décroché pour appeler ou pour répondre. Lorsque le poste est décroché, l'abonné termine toute communication en raccrochant le combiné. Le commutateur est informé lorsque le combiné est raccroché.

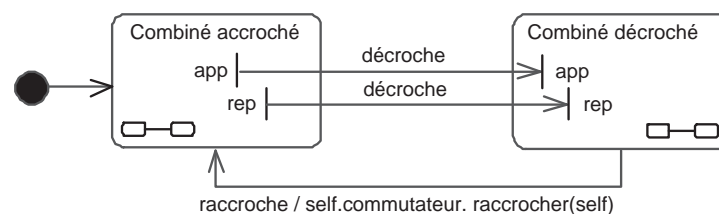


Figure 1 : Diagramme états-transitions d'un objet PosteAbonné

L'état Combiné décroché décrit le protocole de communication du point de vue de l'abonné appelant (souche app) ou du point de vue de l'abonné appelé (souche rep).

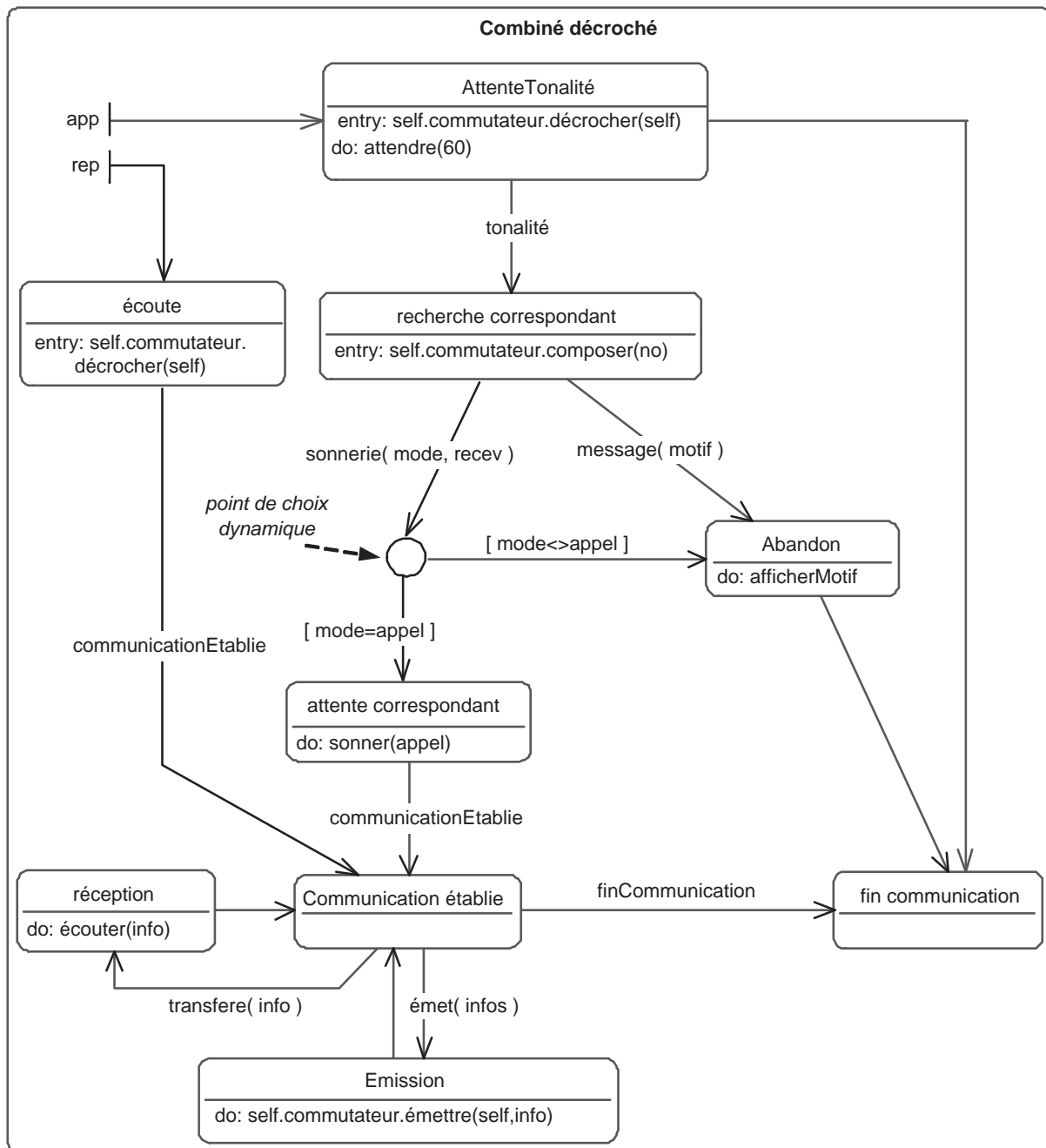


Figure 2 : Diagramme états-transitions d'un objet PosteAbonné - état Combiné décroché

Lorsque le poste abonné reçoit l'événement décroche (l'appelant décroche), il le signale au commutateur et attend la tonalité. Au bout de 60 secondes, le poste passe en fin de communication et doit être raccroché. Si la tonalité survient avant ces 60 secondes, le numéro est composé au commutateur. En retour soit un message est délivré soit la sonnerie est reçue. Dans ce dernier cas si le mode est appel, on fait sonner le poste. Si la sonnerie n'est pas un appel ou si un message est délivré, la communication est abandonnée, le motif est affiché sur l'écran du poste. Lorsque la communication est établie, on émet et on reçoit jusqu'à ce que l'appelant ou l'appelé raccrochent. Le raccrochement est signalé au commutateur.

L'état Combiné accroché décrit le protocole de communication du point de vue de l'abonné appelant (souche app) ou du point de vue de l'abonné appelé (souche rep).

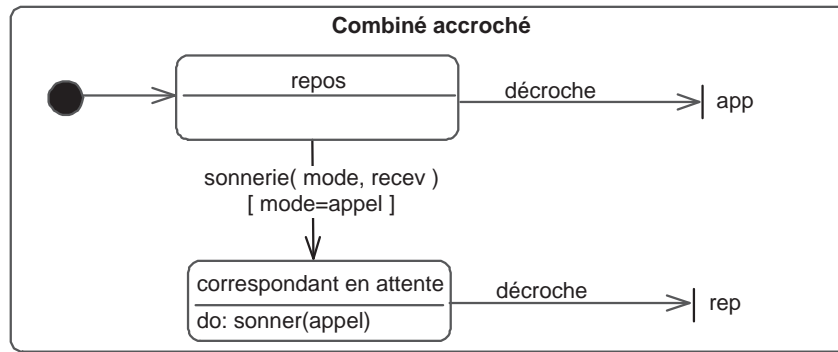


Figure 3 : *Diagramme états-transitions d'un objet PosteAbonné - état Combiné accroché*

L'appareil est au repos. Si la sonnerie est activée, on fait sonner l'appareil. Lorsque l'appareil est au repos, on décroche vers la sortie "appellant". Lorsque l'appareil sonne, on décroche vers la sortie "appelé".

2.2 Commutateur et commutation

Le commutateur contrôle plusieurs communications simultanées. Pour chaque communication en cours, le comportement du commutateur est symétrique au comportement des postes d'abonnés.

Considérons d'abord le cas dans lequel un commutateur contrôle une seule communication.

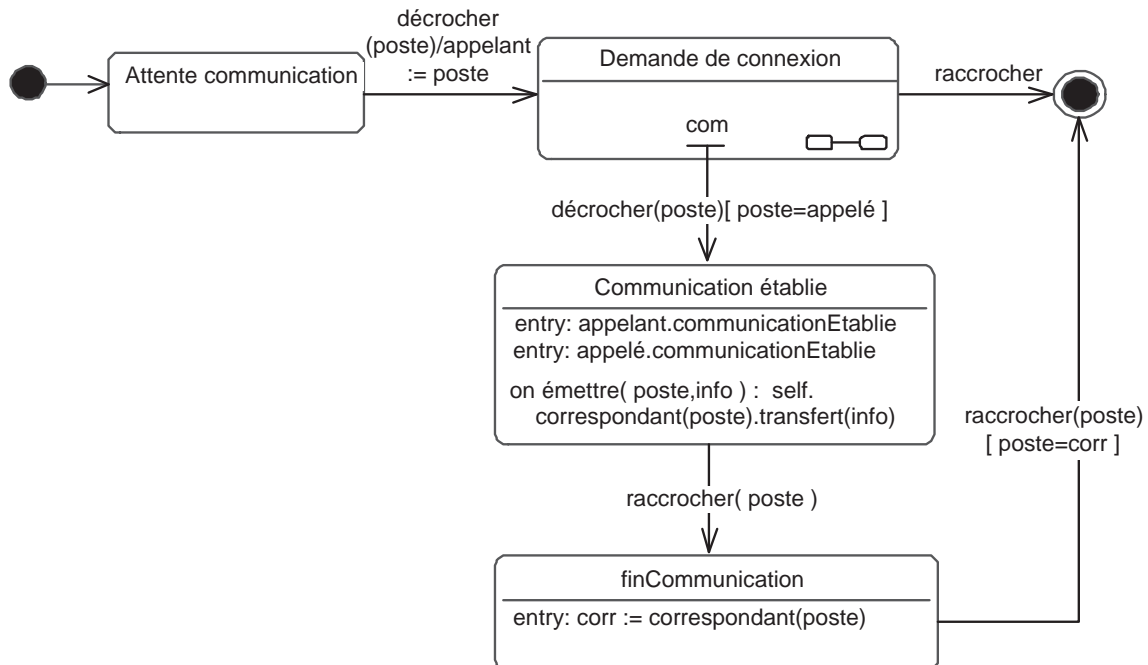


Figure 4 : *Diagramme états-transitions d'un objet Commutateur*

Lorsqu'un poste (l'appelant) décroche, le protocole de demande de connexion est activé. A tout moment, l'appelant peut raccrocher. Si la connexion est acceptée, la communication est établie et les échanges ont lieu jusqu'à ce que l'un des postes raccroche. Lorsqu'un poste émet, les informations sont transférées à l'autre poste. La communication est terminée lorsque le second poste raccroche. La fonction correspondant est simplement définie par :

```

context Commutateur:: correspondant(poste : PosteAbonné) : PosteAbonné
pre: self.appelant = poste or self.appelé = poste
post: (self.appelant = poste implies result = self.appelé) or
      (self.appelé = poste implies result = self.appelant)
  
```

Lors de la demande de connexion, on vérifie que le correspondant est enregistré, que la ligne est disponible et en cours de fonctionnement. Si c'est le cas, on laisse sonner jusqu'à ce que l'appelé décroche, sinon on est bloqué jusqu'à ce que l'appelant raccroche.

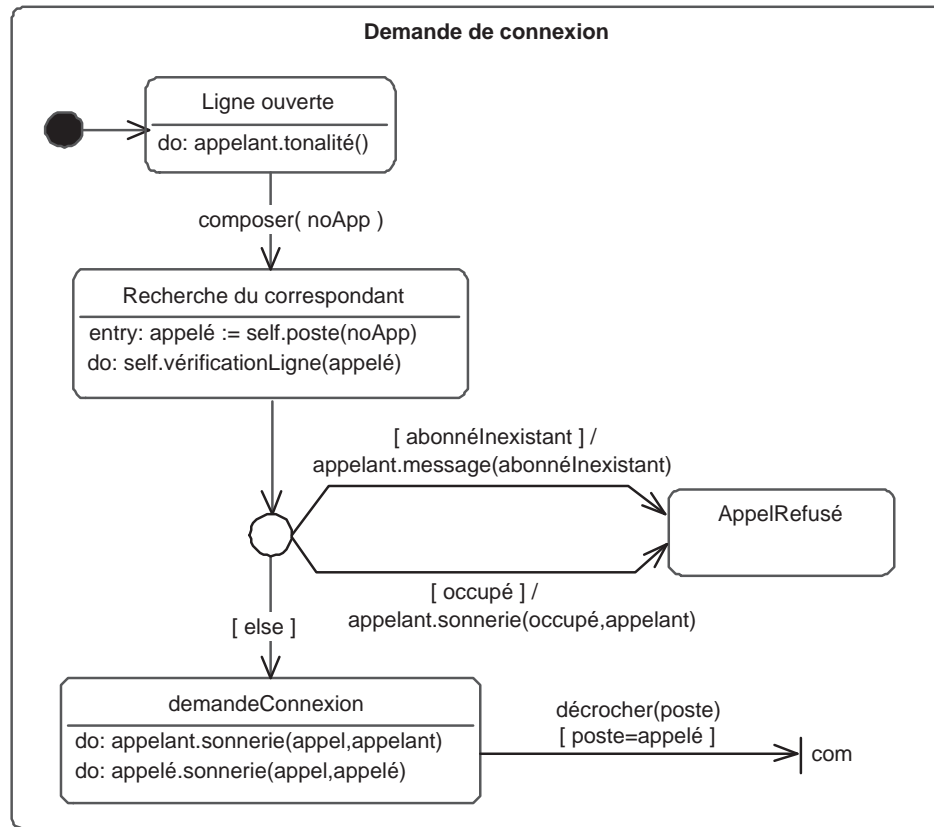


Figure 5 : *Etat Demande de connexion d'un objet Commutateur*

En considérant maintenant plusieurs communications simultanées, le commutateur délègue la gestion de la communication à un contrôleur spécifique, qui gère une communication à la fois. Cela revient à décrire le comportement interne du système en utilisant les diagrammes de séquences.

Le contrôleur de communication a exactement le comportement présenté dans les diagrammes états-transitions des figures 4 et 5. Par contre, dans les diagrammes des postes d'abonnés, les messages sont émis non plus vers le commutateur mais directement vers le contrôleur.

Lorsqu'il reçoit une requête, le commutateur active (création ou réveil) un contrôleur de communication qui prend en charge le protocole de connexion et de transfert et signale sa fin d'activité au commutateur. Ainsi, plusieurs communications se déroulent en parallèle.

Noter que cette répartition des rôles peut être affinée : la vérification de la ligne peut être réalisée par le commutateur, le contrôleur de communication prend alors la main uniquement pour déclencher les sonneries. Ce travail de répartition du travail dans la collaboration est un travail crucial dans la conception d'un système concurrent : la centralisation peut générer des goulets d'étranglements, la multiplication des communications alourdit la charge du système, dans les deux cas les performances peuvent s'effondrer.

2.3 Système global

Le système en fonctionnement comprend des dispositifs matériels et logiciels.

2.4 Structure

La structure matérielle est potentiellement constituée de postes téléphoniques (smartphone, téléphones, etc.) et d'au moins un commutateur. Le commutateur est formé de cellules de commutation (appelées CtrlCommunication dans la figure 7) avec modems et d'annuaires partagés.

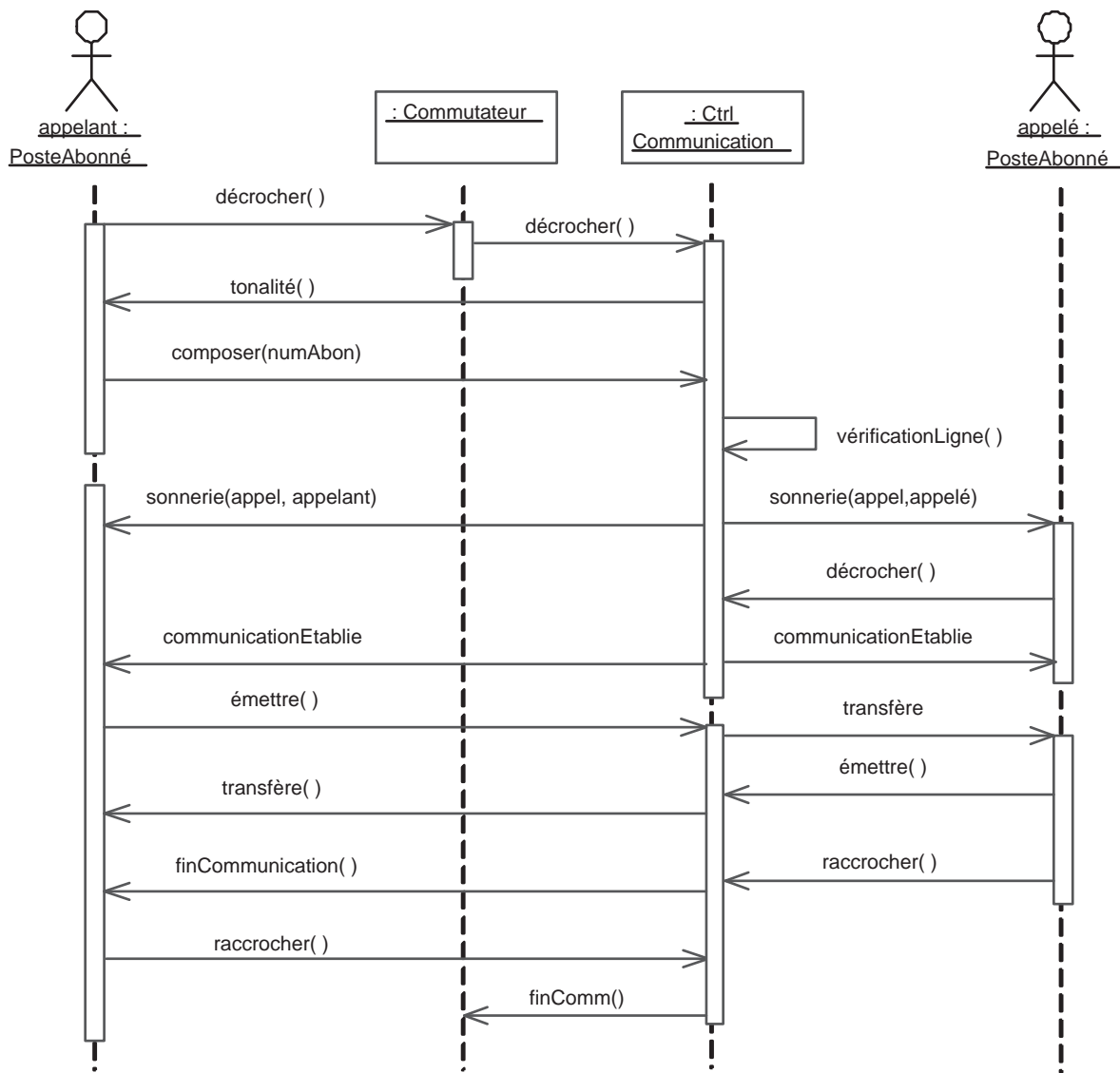


Figure 6 : Diagramme de séquence de communication - succès

Dans une version abstraite du diagramme de classes, représentée dans la figure 7, nous avons principalement des opérations liées aux traitements des diagrammes état-transitions.

Ce diagramme prend en compte les deux cas de figure : une seule communication, plusieurs communications au sein du commutateur. Dans une première itération de la conception logicielle, on considère une seule

Les associations (de rôles) appelant et appelé sont exclusives et elles sont symétriques de l'association appelEnCours. Les trois sont navigables dans un seul sens.

```

context CtrlCommunication
inv exclusion:
    self.appelant <> self.appelé
inv symetrie:
    self.appelant.ctrl = self and self.appelé.ctrl = self
    
```

Nous pourrions, par la suite (durant la phase de conception) ajouter éventuellement un attribut `état` dans chacune des classes ayant un comportement dynamique (i.e. représenté par un diagramme états-transitions), cet attribut servant de support d'enregistrement de l'état courant. Cela risque toutefois de faire double emploi avec un attribut du métamodèle. De la même façon, nous pourrions ajouter un attribut pour gérer l'historique.

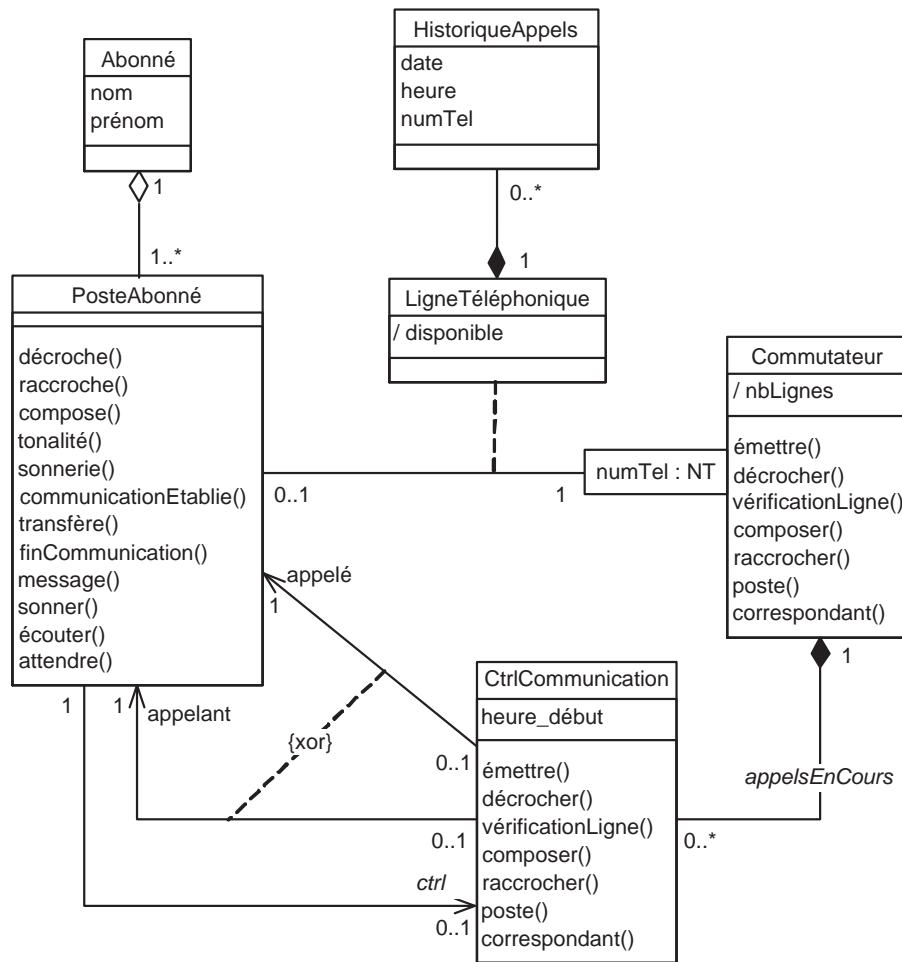


Figure 7 : Diagramme de classes Commutateur téléphonique

2.5 Protocole de communication

Les dispositifs physique échangent avec le contrôleur directement. On supposera un système simple d'échanges de messages en circuit fermé.

Le poste client communique à distance avec le commutateur pour établir la liaison, échanger et fermer la liaison.

On définira un protocole *sécurisé* vérifiant l'authenticité de du client (via l'annuaire) pour ces échanges.

Exemples de scénarios

Une communication *normale* intervient si les lignes des deux abonnés fonctionnent, s'ils sont présents et respectent le protocole de la figure 8. La vérification de ligne teste si l'abonné appelant est autorisé, si le numéro fourni est celui d'un abonné et si l'appelé n'est pas déjà en communication. Une communication est impossible si la ligne de l'appelant est défectueuse (ou si le commutateur ne répond pas) ou si le numéro de l'abonné appelé n'existe pas (figure 9). Une communication est refusée si la ligne de l'abonné appelé n'est pas disponible -défectueuse ou occupée- cf. figure 10.

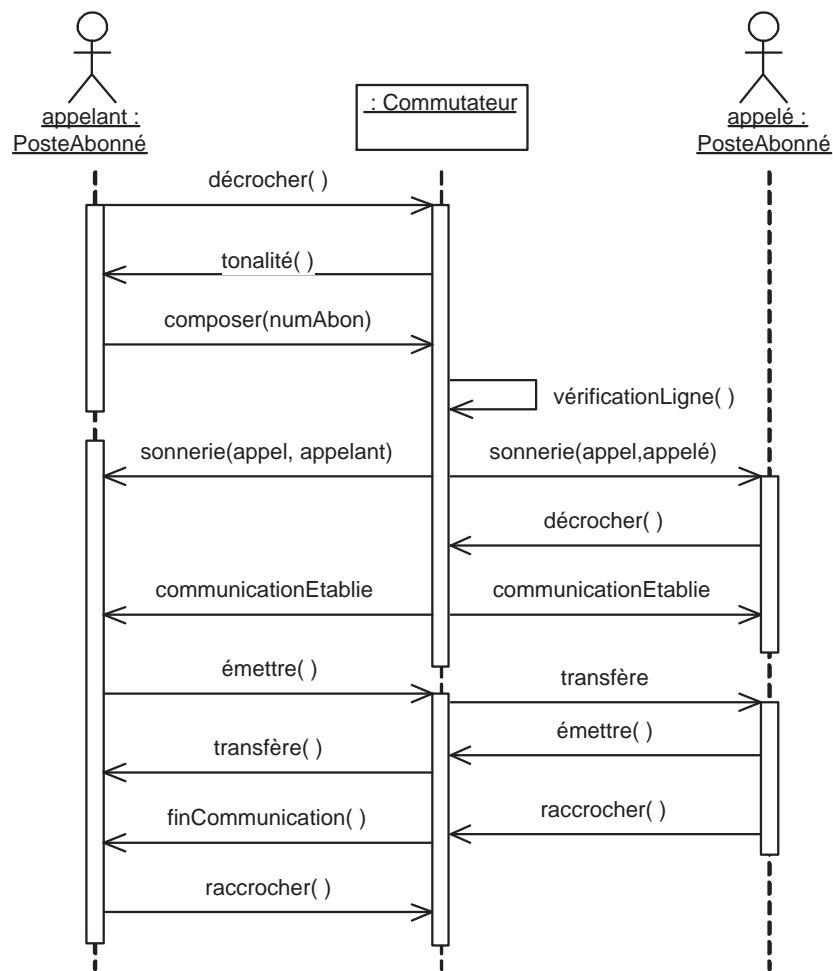


Figure 8 : Scénario de communication - succès

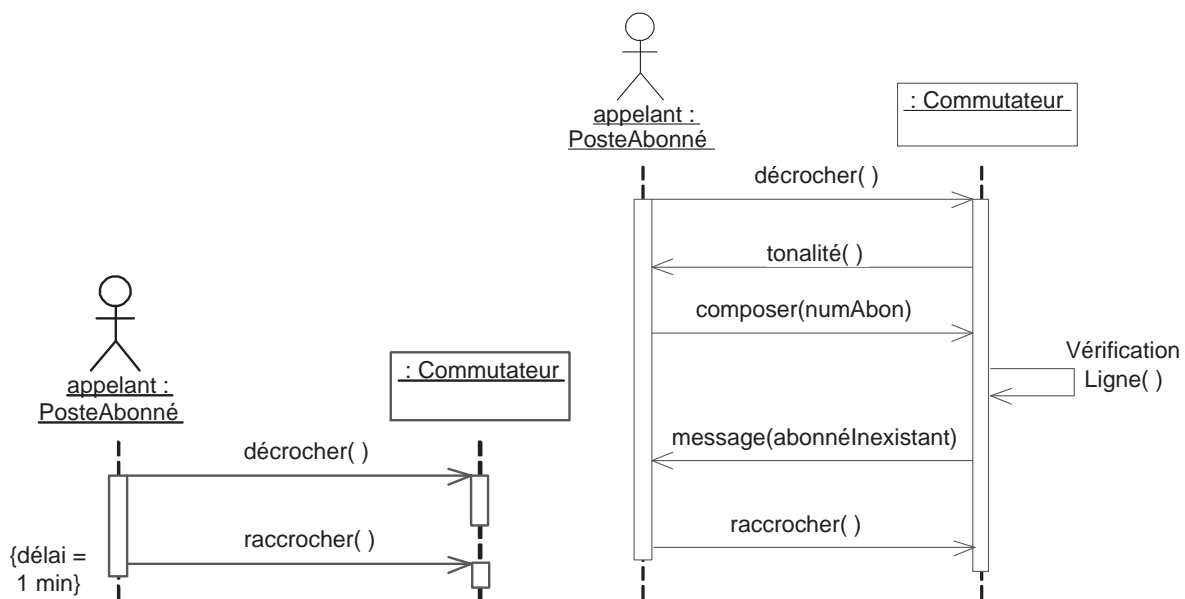


Figure 9 : Scénario de communication - échec : ligne défaillante / abonné inexistant

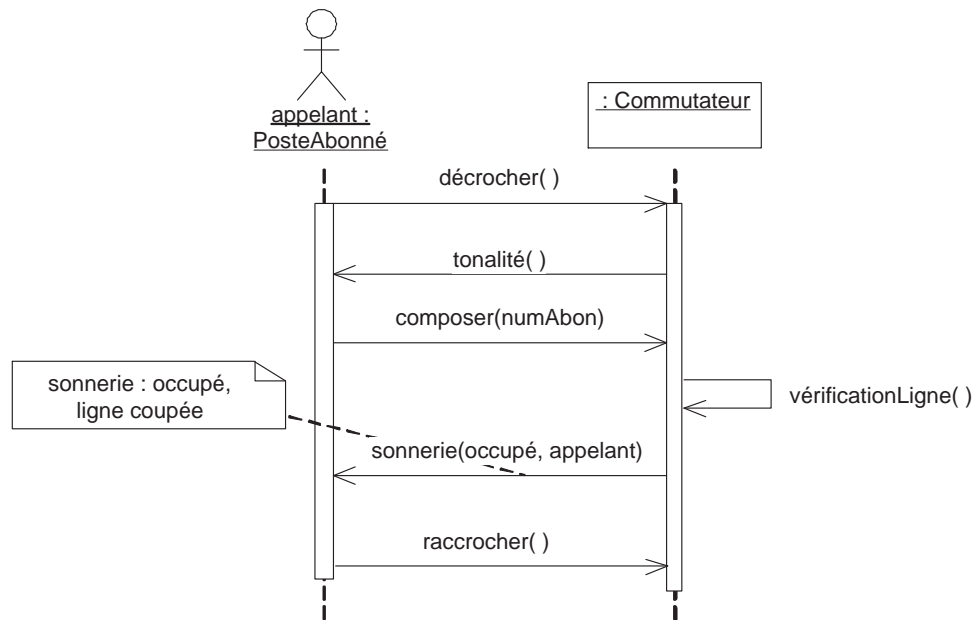


Figure 10 : Scénario de communication - échec : non disponible

3 Exigences, contraintes et hypothèses

Nous précisons ici quelques exigences du système.

3.1 Hypothèses et restrictions

On ne traite que de la partie logicielle. Le matériel est émulé.

On ne tient pas compte des perturbations du médium de communication : les échanges entre sont supposés sans erreurs, lorsque le contrôleur est déconnecté.

On imaginera une conception itérative et incrémentale à complexité croissante. Dans la première version, le commutateur gère une seule communication. Par la suite il en gèrera plusieurs simultanément. Dans une version opérationnelle, plusieurs commutateurs peuvent servir d'intermédiaires entre deux postes abonnés.

3.2 Exigences fonctionnelles

Le système doit permettre aux postes d'échanger via leur contrôleur de communication (commutateur dans le cas simple). Ces exigences fonctionnelles sont classées par priorité.

1. Gestion de configuration : lancement, arrêt.
 - (a) Initialiser le mode automatique, paramétrer
 - i. Vérifier l'état des dispositifs physique (clients et commutateur).
 - ii. Initialiser chaque dispositif.
 - iii. Initialiser le mode "Attente communication" du contrôleur et de clients.
 - iv. Vérifier la cohérence globale (assertions).
2. Gestion de l'annuaire
 - (a) Enregistrer un usager pour l'administration du système
 - (b) Modifier, supprimer les d'informations d'un usager (il y a toujours au moins un administrateur du système).
 - (c) Enregistrer un poste
 - (d) Supprimer un poste
3. Réaliser le scénario de succès de la communication

- (a) Connexion appelant
 - (b) Connexion appelé et routage
 - (c) Communication
 - (d) Déconnexion appelé et appelant
4. Monitoring
- (a) Afficher l'état du système.
 - i. Etat des communications
 - ii. Etat des dispositifs
 - (b) Gérer les mouvements
 - i. Ouverture partielle ou totale
 - ii. Fermeture partielle ou totale
 - (c) Gestion d'un historique (Log) - facturation
 - i. Liste des appels reçus, émis
 - ii. Liste des anomalies et changements de modes (urgence/normal)
5. Gestion des incidents
- (a) Commutateur indisponible
 - (b) Connexion impossible
 - (c) Abonné inexistant
 - (d) Suivi des pannes et reprise
6. Divers.

3.3 Extra-Fonctionnelle

Le système doit permettre des échanges en toute sécurité et confidentialité.

- Une communication est avec deux abonnés distincts ni plus ni moins.
- L'appelant et l'abonné sont référencés dans l'annuaire.
- L'état des objets en présence est cohérent avec celui des communications (cohérence des diagrammes états-transition).
- L'ordre des messages est respecté.
- Les délais sont respectés.
- L'appelant et l'abonné sont référencés dans l'annuaire.
- Si, lors d'une communication établie, le commutateur ne reçoit pas d'informations d'un poste la communication est interrompue.
- etc.
- Pas d'interception des messages (on pourra imaginer des solutions), pas de confusion de destinataires.
- En cas de dysfonctionnement d'un dispositif, le contrôleur de communication se met automatiquement en mode repos, par exemple si un poste de communication n'est plus actif (ne répond plus).

Cette liste n'est pas exhaustive. Des erreurs et des incohérences peuvent exister, la conception du logiciel et la vérification permettent de mettre à jour la spécification des besoins.

3.4 Evolutions à prévoir

On peut imaginer des facilités supplémentaires paramétrables.

- Plusieurs contrôleurs par commutateur.
- Une communication "active" dure moins de 3h.
- Sécurité des communications (cryptage...).