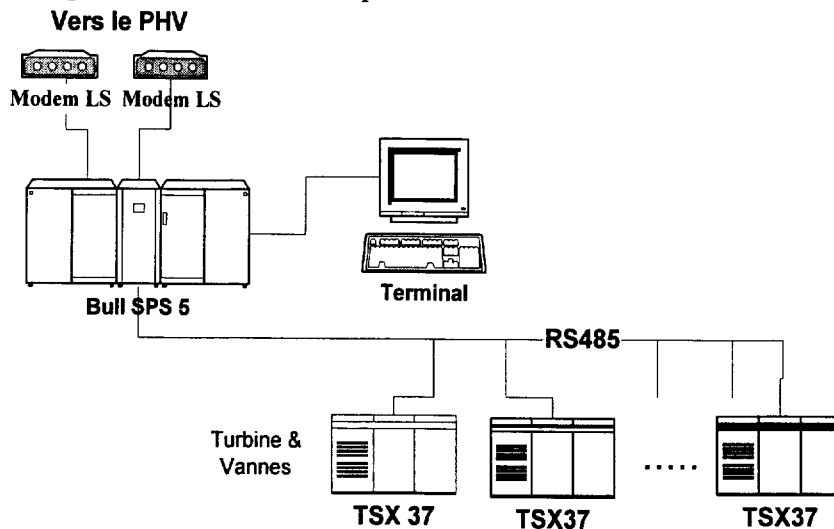


Le réseau PA

Il ne diffère pour les 10 PA que dans le type de turbines utilisées ; celui de Kembs sur lequel portera le sujet est équipé de 2 Kaplan et de 4 Hélices.

Le calculateur communique avec les automates par une liaison RS485.



La liaison PHV - PA

Ce sont 2 fois 10 liaisons spécialisées, l'une en cuivre, l'autre en fibre optique utilisant des modems.

Le PHV après avoir envoyé une consigne au PA, attend un acquittement de celui-ci et en cas d'erreur se replie sur l'autre voie. Le PA procède de manière symétrique.

A.3 Glossaire

- ❑ **Bief :**
Tronçon entre deux barrages.
- ❑ **Eclusée :**
Phase de rétention ou de lâcher d'eau à un barrage.
- ❑ **Marnage :**
Amplitude entre un niveau haut et un niveau bas d'eau dans le bief.
- ❑ **Rétention :** phase d'éclusée pendant laquelle on diminue le débit ce qui a pour conséquence de produire moins d'électricité.
- ❑ **Equilibre :** le débit total est égal au débit naturel du Rhin,
- ❑ **Lâcher :** phase d'éclusée pendant laquelle on augmente le débit ce qui a pour conséquence de produire plus d'électricité.
- ❑ **RTE :**
Gestionnaire du réseau de transport de l'électricité.
- ❑ **PHV :**
Poste hydraulique de la vallée du Rhin : poste central de commande.
- ❑ **PA :**
Poste automatisé : correspond à une usine hydroélectrique.
- ❑ **API :**
Automate programmable industriel.

B. Etude du fonctionnement

B.1 Calcul de marnage & puissance :

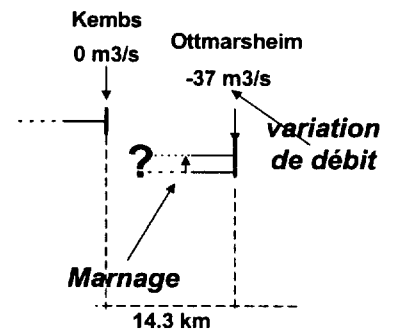
Question B.1.1

Complétez les heures manquantes dans le tableau en veillant à respecter l'équilibre entre **réten**tion et **lâcher** sur 24H.

- On s'intéresse au marnage du bief amont d'Ottmarsheim lié à l'éclusee de 0H00 à 07H00.

Les formules générales sont fournies en annexe 1

La largeur moyenne du bief d'Ottmarsheim est de 135m.



Question B.1.2

Calculez la valeur du marnage de ce bief.

- On s'intéresse maintenant au PA de Kembs.

Celle-ci dispose de 6 groupes dont 2 turbines Kaplan et 4 « Hélices ».

Le PHV a donné une consigne de 530 m³/s pour le PA de Kembs.

Le calculateur du PA a réparti les débits entre 3 groupes avec des débits respectifs de 240, 230 & 60 m³/s.

- La hauteur de la chute est de $H=14,26\text{m}$
- Le rendement d'une turbine Kaplan est de 85%
- Le rendement de l'alternateur est de 94%

Question B.1.3

Calculez la puissance électrique fournie par le groupe équipé d'une turbine Kaplan devant turbiner 240 m³/s.

B.2 Répartition des débits au PA de Kembs :

Le principe de l'algorithme et des extraits de pages sont données en **annexe 2**.

- On rappelle que la **nature** d'une combinaison peut être **courante**, **adjacente** ou **maximale**.

Au début d'éclusee, le **PA** reçoit une consigne de débit total (débit naturel + débit de modulation) du PHV de **970 m³/s**.

Tous les groupes sont en mode **automatique**.

Question B.2.1

Donnez la répartition choisie, c'est à dire les groupes et leur débits de consignes respectifs ainsi que la nature de la combinaison.

Un nouveau débit de **980 m³/s** est assigné au **PA** de Kembs.

Question B.2.2

Donnez la nouvelle répartition choisie et la nature de la combinaison.

Un nouveau débit de **990 m³/s** est assigné au **PA** de Kembs.

Question B.2.3

Donnez la nouvelle répartition choisie et la nature de la combinaison.

Pour dégager un arbre pris dans la grille au niveau du **groupe 4**, l'opérateur du **PA** passe celui-ci en mode manuel et on lui attribue un débit de **100 m³/s**.

Question B.2.4

Donnez la page chargée, la nouvelle répartition choisie et la nature de la combinaison.

B.3 Liaison fibre optique :

Question B.3.1

Donnez les caractéristiques générales de la fibre optique (**avantages & inconvénients**).

B.4 Synchronisation horaire :

La documentation constructeur de l'horloge de synchronisation est donnée en **annexe 3**

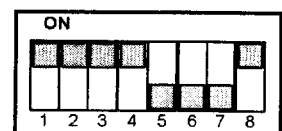
Question B.4.1

Complétez le tableau comparant les 3 modes **RS-232**, **RS-485** & **RS-422**

On s'intéresse au temps mis par l'ordre de synchronisation de l'horloge vers le calculateur actif du **PHV**. Les commutateurs sont positionnés comme indiqué ci-contre :

Question B.4.2

Calculer le temps de transmission

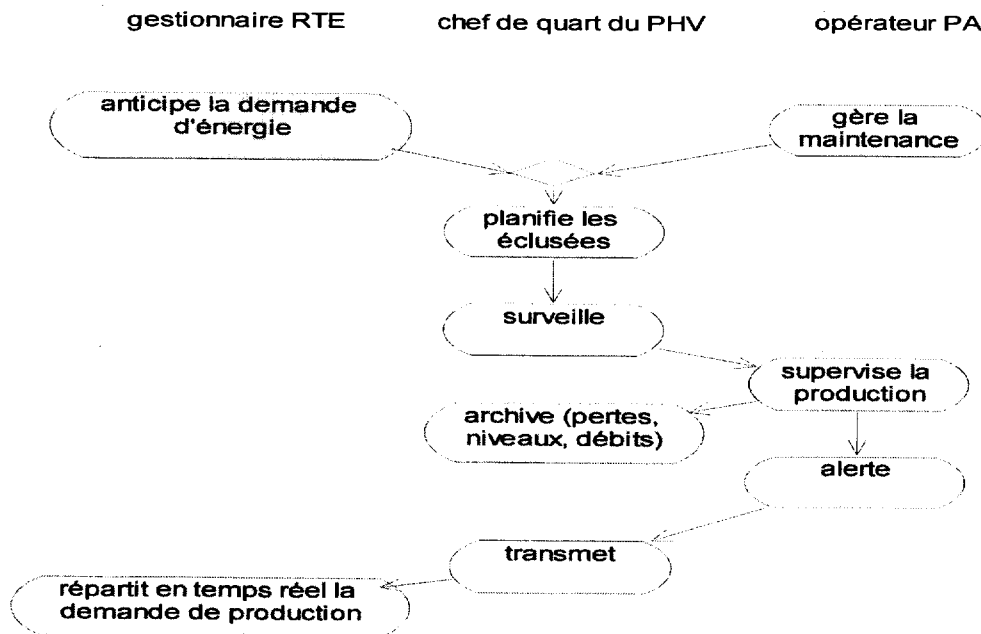


C. Analyse UML

C.1 contexte

Remarque : On considère dans la représentation un cas de fonctionnement nominal pour lequel les équipements doublés pour raison de sécurité ne figurent qu'une seule fois.

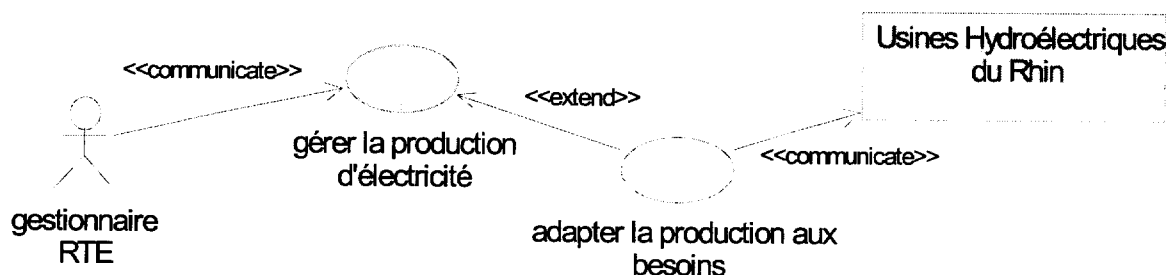
Le Diagramme d'Activités suivant offre quant à lui une représentation des activités principales ainsi que de leur enchaînement typique, en désignant de plus pour chacune d'elles l'acteur auquel incombe la responsabilité de leur réalisation.



C.2 expression des besoins

On définit les besoins des différents acteurs comme autant de Cas d'Utilisation. Les besoins d'un acteur sont justifiés par les missions qu'il assume au sein du système.

Le Diagramme des Cas d'Utilisation ci-dessous, traduit les indications suivantes extraites de la présentation du système : Le RTE est un service chargé de la gestion de production de l'énergie électrique en France. Il lui appartient notamment d'anticiper les besoins en électricité et dispose des usines hydroélectriques comme moyen de régulation de la production. En effet, contrairement à une centrale nucléaire, une telle usine permet rapidement de faire évoluer la quantité d'énergie produite.



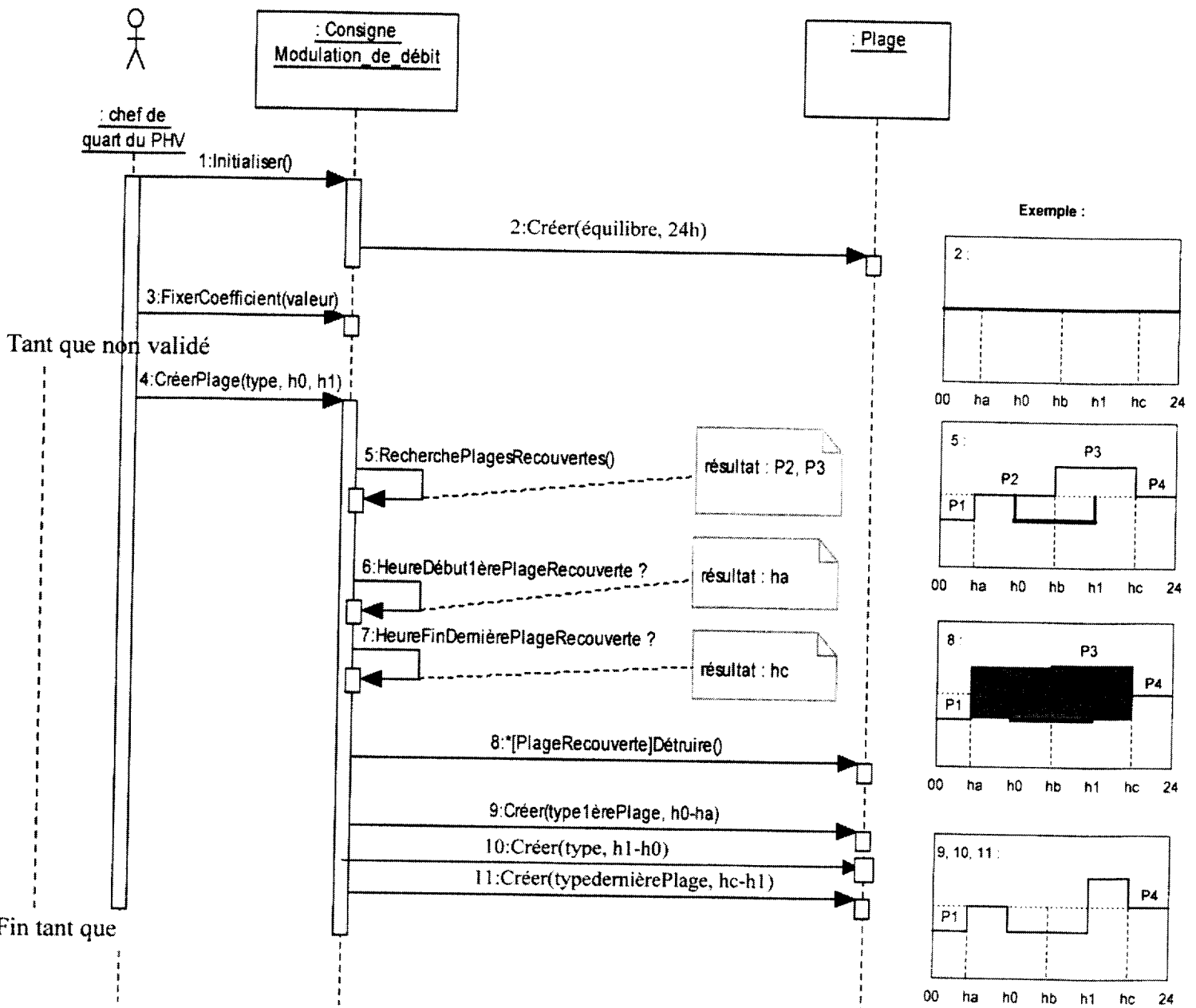
Question C.2.1

Complétez le Diagramme des Cas d'Utilisation se rapportant à l'acteur correspondant au chef de quart situé au PHV, par la représentation des relations :

- entre les cas d'utilisation et l'acteur lorsque cela est justifié par l'une des missions dont celui-ci a la charge,
- entre les différents cas d'utilisation eux-mêmes, lorsque cela se justifie. Précisez dans ce cas le stéréotype s'y appliquant en choisissant dans la liste : étend (extend), utilise (use).

C.3 scénario planification des éclusées

La planification des éclusées consiste à tracer le chronogramme sur 24 heures des plages de temps correspondant soit à une rétention d'eau, à un lâcher ou à une période dite d'équilibre pour laquelle la consigne de débit se confond avec la valeur de l'écoulement naturel du fleuve. Cette opération est effectuée la veille par le chef de quart présent au PHV. Celui-ci dispose d'une application graphique interactive lui permettant de marquer des plages de temps (heure de début et de fin) et de leur affecter un type (rétention, équilibre ou lâcher). Le Diagramme de Séquences suivant exprime le scénario de planification des éclusées par création interactive des plages.



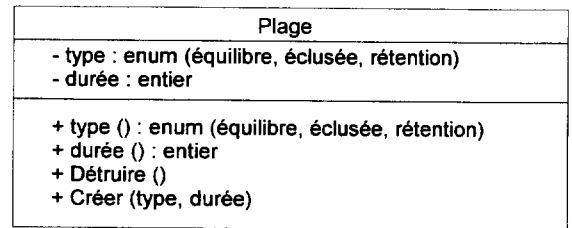
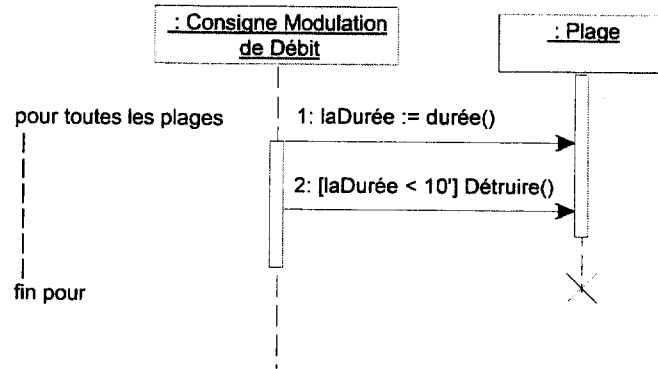
REMARQUE : L'objet de classe Consigne_Modulation_de_débit gère une liste ordonnée de l'ensemble des plages. Le principe de l'insertion dans la liste n'apparaît pas sur le diagramme ci-dessus afin de ne pas le surcharger.

Le scénario principal tel qu'il est représenté ci-dessus est systématiquement suivi par l'exécution de deux autres (scénarios secondaires) qui assurent l'épuration de la liste des plages. Ceux-ci opèrent respectivement la suppression des plages résiduelles de durée inférieure à 10 minutes et le regroupement des plages contiguës (qui se suivent) de même type.

Ci-contre, le scénario de

Suppression des plages résiduelles

Remarque : Le chef de quart ne prend pas directement part au déroulement du scénario. Comme il a déjà été précisé, l'exécution de celui-ci fait suite de façon automatique à la saisie tel que l'exprime le scénario principal.



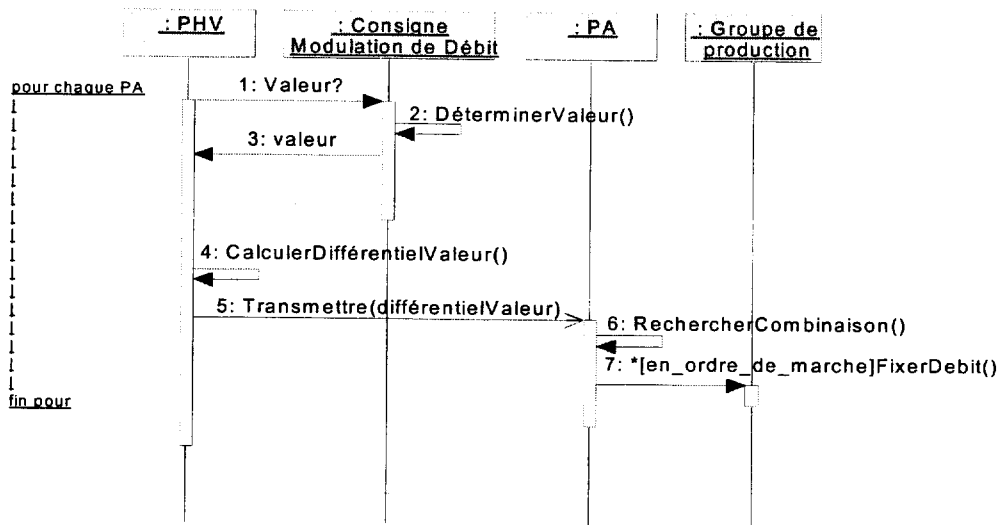
On donne ci-contre la définition de la classe Plage.

Question C.3.1

Complétez le Diagramme de Séquence exprimant le scénario de regroupement des plages de même type.

C.4 scénario régulation du débit

La période de production de 24 heures (1 journée) consiste en principe pour le **PHV** à transmettre en "temps réel" (périodicité 5 minutes) à chaque **PA** la valeur de consigne de débit total à turbiner. Celle-ci tient compte à la fois des données géographiques et de la planification de la veille.



Remarque: Afin de ne pas le surcharger inutilement, le Diagramme de Séquences ne fait apparaître ni l'opérateur présent au **PA**, ni les informations remontées depuis les différents **PA** vers le **PHV**.

Question C.4.1

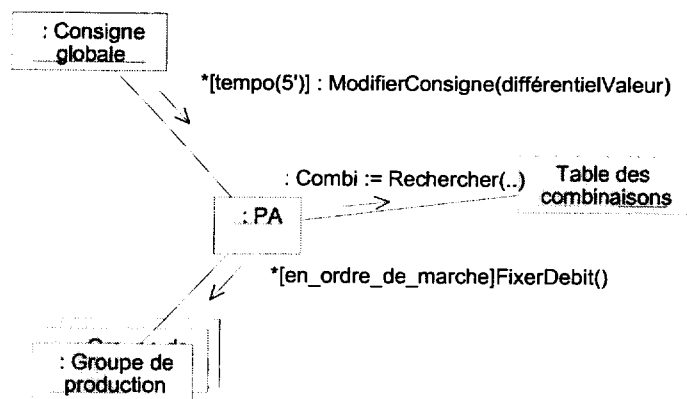
Dans le Diagramme de Séquences ci-dessus, justifiez la nature synchrone (représentée \longrightarrow) ou asynchrone (représentée \dashrightarrow) des messages échangés.

Dans sa représentation, le message numéro 7 utilise une condition de garde précédée d'une étoile.

Question C.4.2

Proposez une traduction textuelle ("en toutes lettres") du message `*[en_ordre_de_marche]FixerDebit()`.

Le descriptif du système fait état de l'existence de tables de combinaisons pré calculées permettant à chaque PA de ventiler la demande de production sur les groupes turbine + alternateur à disposition. Sont pris en compte la valeur de consigne et la disponibilité effective des différents groupes (panne, entretien préventif).



Le Diagramme de Collaboration (UML 1.1) appelé aussi Diagramme de Communication (UML 2) ci-dessus illustre la mise en œuvre de ce principe.

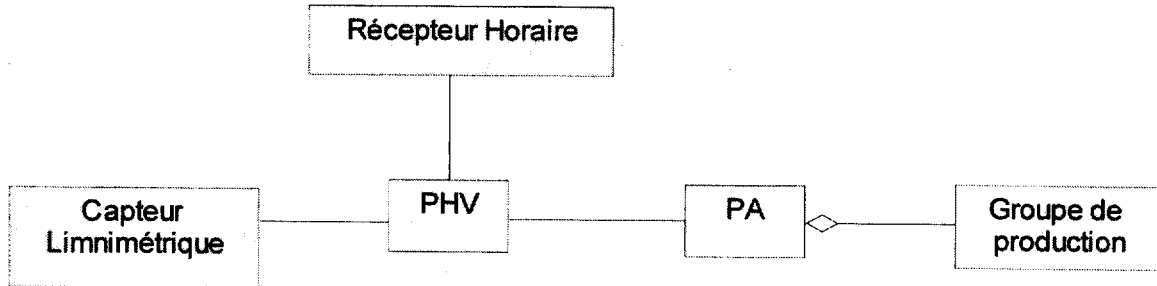
Question C.4.3

Numérotez les messages déjà indiqués qu'échangent les différents objets.

C.5 identification des éléments de la structure

A la lecture du paragraphe A.2 (Le système technique), certaines informations importantes émergent. L'essentiel peut être traduit en un Diagramme de Classes qui dessine alors la structure matérielle existante en faisant usage de la terminologie du domaine.

Dans une première tentative pour capturer la structure matérielle du système, il est évident de considérer le PHV, les PA et les groupes de production que compte chacune d'elles. On y ajoute des éléments matériels devant fournir une information spécifique au PHV (capteur de niveau et récepteur horaire). On retrouve cela sous forme de classe sur le diagramme à compléter ci-dessous.

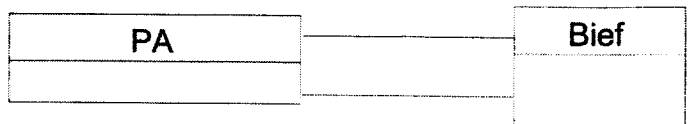


Remarque : Les PC dédiés à l'archivage et au calcul des statistiques n'ont pas été représentés. Par ailleurs, on considérera un diagramme de classes pour un cas de fonctionnement nominal pour lequel les composants du réseau PHV, même s'il est doublé pour des raisons de sécurité, n'apparaissent qu'une seule fois.

Question C.5.1

Complétez le Diagramme de Classes ci-dessus en inscrivant les **cardinalités** aux extrémités des relations entre classes.

Les PA et les biefs sont reliés selon le diagramme de classe ci-contre. A ces classes sont attachées des données topographiques (longueur, largeur, hauteur de chute).

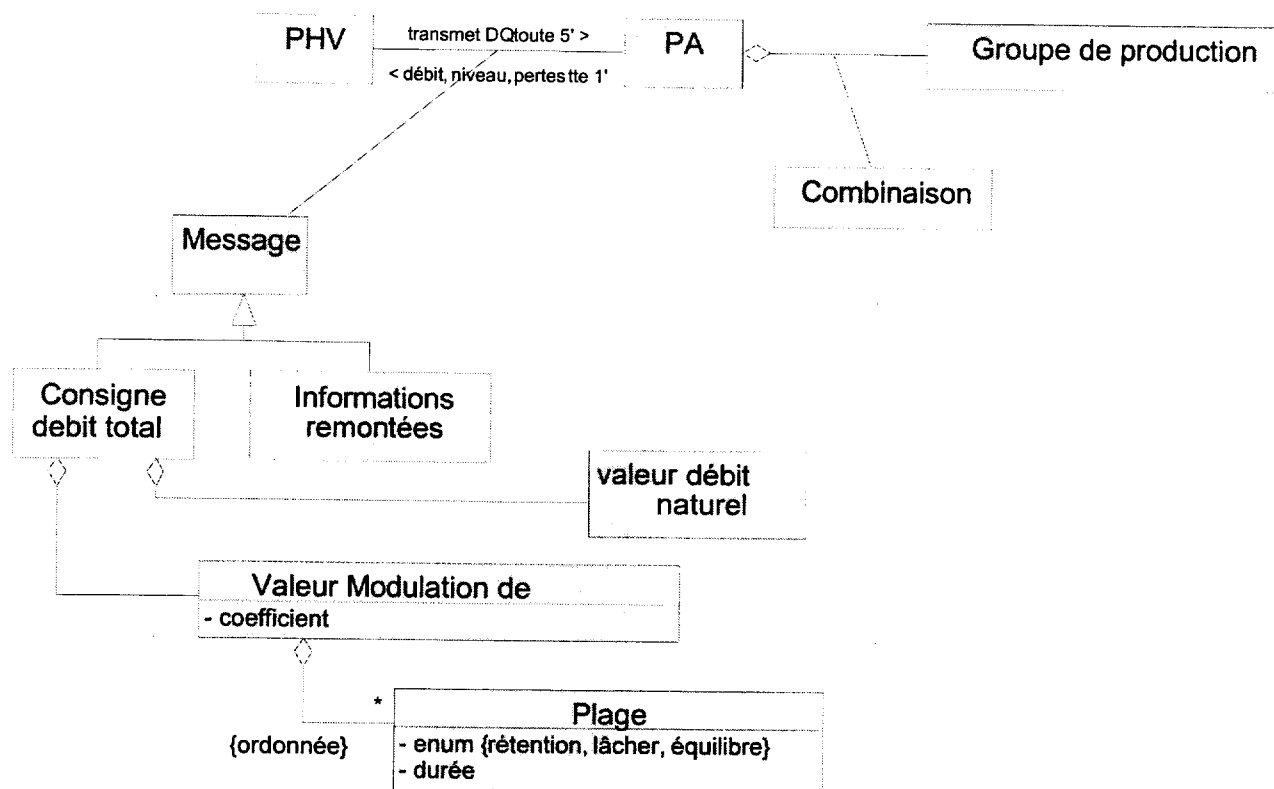


Question C.5.2

Dans le **Diagramme de Classes**, placez les termes de la liste suivante :

Longueur, largeur, amont, aval, hauteur de chute.

Le Diagramme de Classes ci-dessous présente l'organisation des différentes informations échangées entre le PHV et les PA. Celles-ci se rattachent à la structure des calculateurs (PHV, PA, API) sous la forme de classes-association qui elles-mêmes sont le point de départ pour une représentation logique détaillée fidèle à la réalité telle que la présente l'énoncé du problème.



Remarques :

Les classes `Consigne_debit_total` et `Informations_remontées` sont toutes deux associées à la classe `Message`.

Question C.5.3

Que signifie la représentation reliant ces trois classes ? Répondez dans le cas général d'une part et précisez ci cela signifie que...

- 1) un message est spécialisable soit en une consigne de débit total, soit en une somme d'informations remontées ;
- 2) une consigne totale correspond aux informations remontées ;
- 3) un message est composé à la fois d'une consigne totale et des informations remontées correspondantes.

Répondez à la question suivante en vous limitant strictement à ce qui figure sur le diagramme de classes.

Question C.5.4

De quoi est composée (au sens UML du terme) une `Consigne_debit_total` ?

La contrainte `{ordonnée}` attachée à la collection des plages composant la valeur de modulation de débit indique que l'ordre de succession des plages doit être géré.

Question C.5.5

Que faudrait-il changer aux attributs de la classe `Plage` pour que cette contrainte ne soit plus nécessaire ?