

## D. ANALYSE

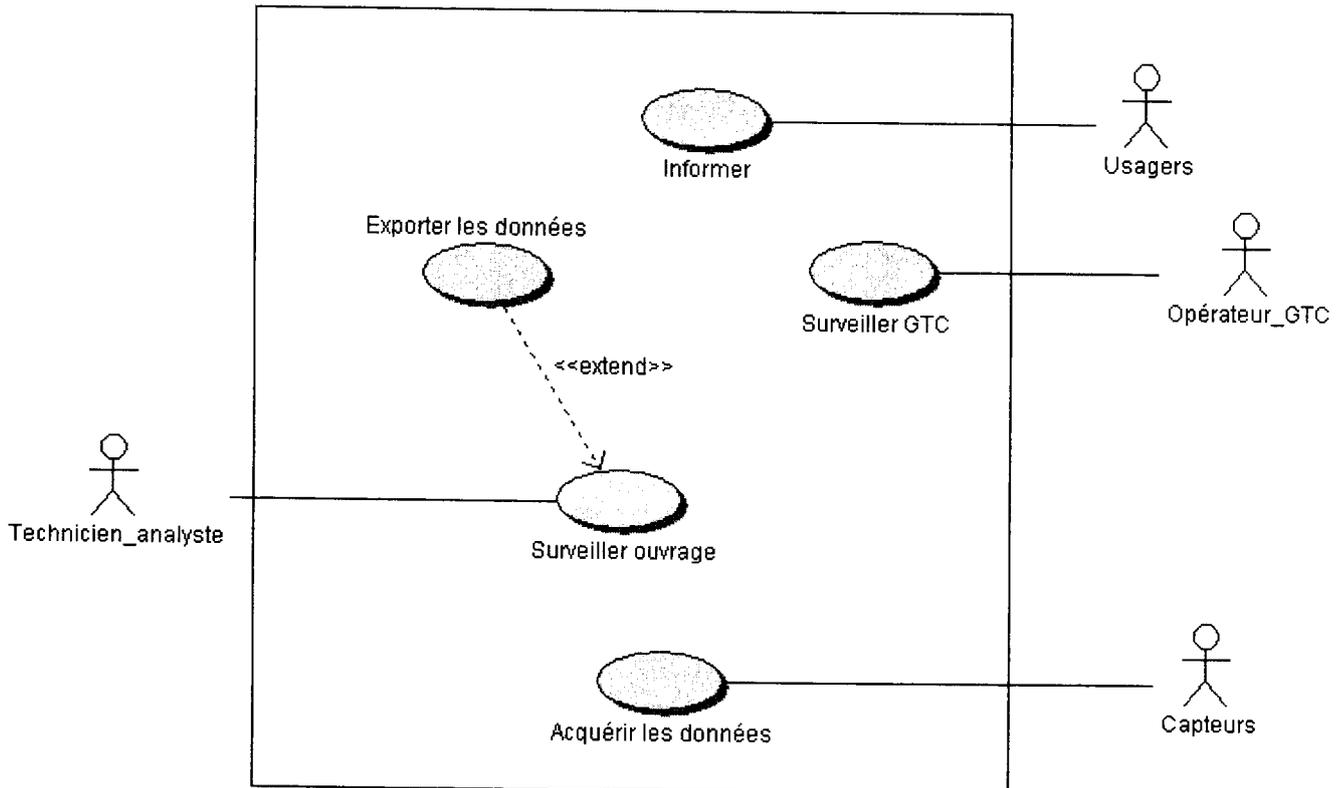


Figure 5 : cas d'utilisation

### Description des acteurs :

- Usagers : conducteurs de voiture, de motos ou de poids lourds.
- Opérateur GTC : personne se trouvant au péage et assurant la gestion technique centralisé (GTC)
- Technicien analyste : il va surveiller et analyser le fonctionnement des capteurs.
- Capteurs : ce sont tous les capteurs de l'ouvrage

### Description des cas d'utilisation :

- Informer : les usagers peuvent être tenus au courant des conditions de circulation et météorologiques par l'intermédiaire de panneaux à message variable (PMV)
- Surveiller GTC : supervision et surveillance GTC (incendie, intrusion, trafic) ...
- Exporter les données : lors de la surveillance, le technicien peut exporter dans un fichier, les données « brutes » qui sont envoyées à un organisme public chargé de la surveillance sur le long terme.
- Acquérir les données : les données provenant de tous les capteurs sont récupérées et enregistrées dans une base de données.
- Surveiller ouvrage : surveiller l'instrumentation (capteurs et matériels réseau).

Les systèmes assurant les deux derniers cas d'utilisation étant totalement indépendants, il n'est donc pas systématique d'acquérir les données pour gérer la surveillance.

**Question D.1.1** Justifier la présence de la relation « extend » et l'absence d'une relation « include » entre *Surveiller ouvrage* et *Acquérir données*

L'instrumentation du pont est divisée en deux ensembles distincts : statique et dynamique.

En outre l'ouvrage possède également des capteurs spécialisés pour le trafic routier : des boucles de courant associées à des capteurs piézoélectriques (mesure de poids) sont ainsi capables de compter le nombre de voitures et de distinguer jusqu'à 12 types de véhicules différents.

**Question D.1.2 Compléter le diagramme partiel des cas d'utilisation en y mettant des relations:**

- entre acteurs
- entre cas d'utilisation
- entre cas d'utilisation et acteurs

## D.2 ACQUERIR LES DONNEES DE LA CHAINE STATIQUE

Le système d'acquisition statique est composé de 89 voies de mesures pour 8 concentrateurs e.gates. Les caractéristiques de cette acquisition sont :

- Le rafraîchissement des valeurs toutes les 30 secondes.
- La copie dans la base de la moyenne des valeurs toutes les 30 minutes.

En tenant compte de ces fonctionnalités, le diagramme de classe suivant est proposé :

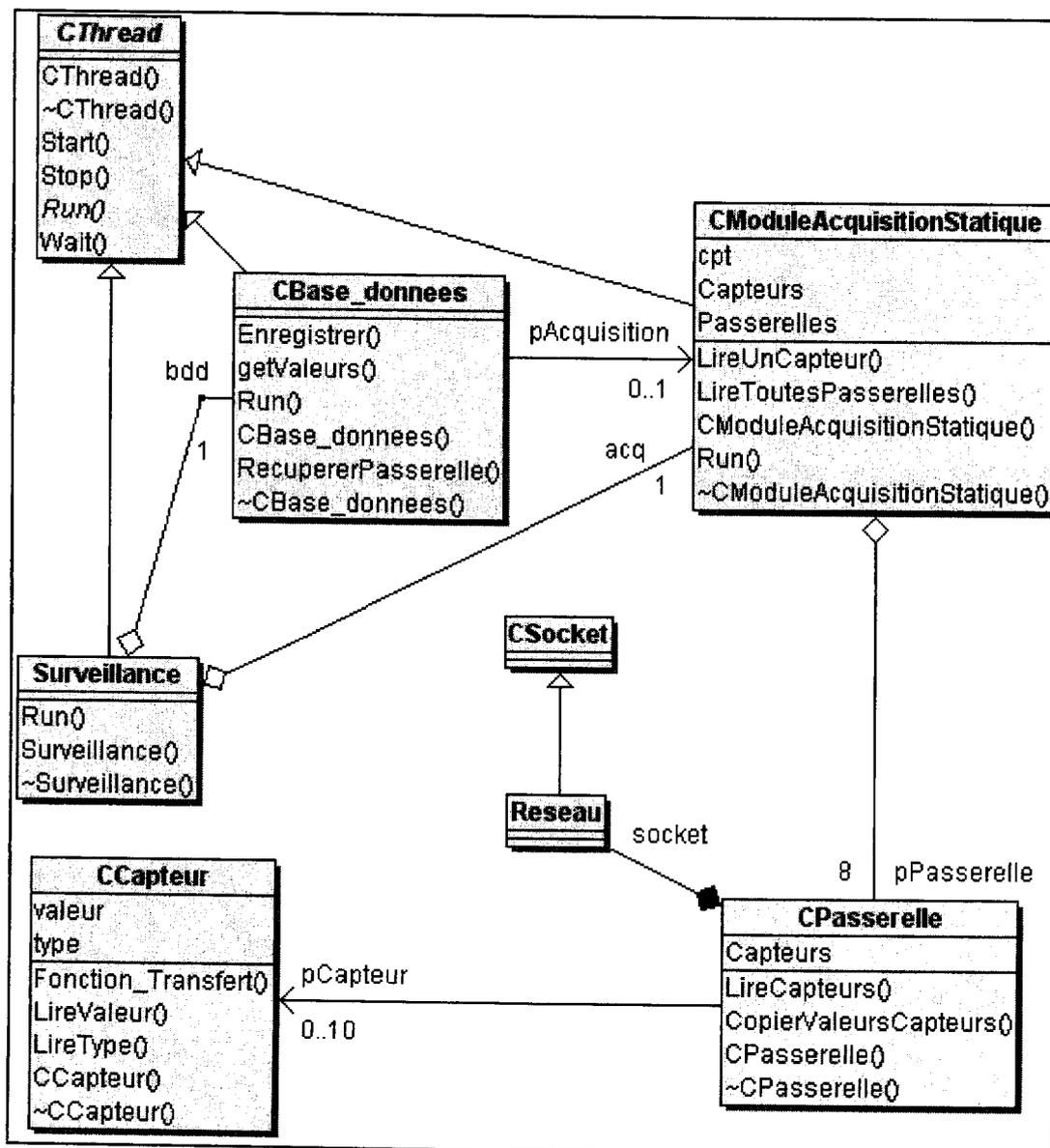


Figure 6 : diagramme de classes simplifié

**Question D.2.1** **Indiquer** la raison pour laquelle, *CThread* est écrit en italique. Que cela implique-t-il au niveau de ses méthodes ?

La relation entre *CBase\_donnees* et *CModuleAcquisitionStatique* est une association qui se traduit par un attribut (donnée membre).

**Question D.2.2** **Donner** la signification de la relation entre *CModuleAcquisitionStatique* et *CBase\_Donnees* et **l'implémenter** en C++.

Par rapport à une agrégation, la composition traduit une appartenance plus forte

**Question D.2.3** **Traduire** en C++ les deux relations *CPasselle/Reseau* et *Surveillance/CBase\_donnees*.

## E. DEVELOPPEMENT DU CAS D'UTILISATION « ACQUERIR LES DONNEES DE LA CHAINE STATIQUE »

Le schéma précédent montre :

- un thread de type *CBase\_donnees* qui se charge d'enregistrer les valeurs dans la base de données toutes les 30 minutes.
- un autre thread (*CModuleAcquisitionStatique*) fait l'acquisition des valeurs toutes les 30 secondes

*CPasserelle* mémorise dans un tableau les dernières valeurs acquises. Ce tableau est ensuite récupéré par un objet de type *CModuleAcquisitionStatique*.

### E.1 Etude de l'enregistrement

*CPasserelle* :: *Capteurs*[] est un tableau représentant les valeurs des capteurs. Par souci de simplification la taille est de *NB\_CAPTEURS* éléments.

Les types des capteurs (Accéléromètre, Anémomètre, Capteur de déplacement, Capteur de température, Extensomètre, Hygromètre, Inclinomètre) sont implémentés de cette façon :

```
enum TypeCapteur {ACC, ANE, DEP, TEM, EXT, HYG, INC};
```

On dispose d'un type structuré de données nommé *Structure\_Capteur* dont les caractéristiques sont :

- Un premier champ qui indique le type du capteur
- Le second champ est la valeur du capteur de type *double*

L'attribut *CPasserelle*::*Capteurs* se code alors par :

```
Structure_Capteur Capteurs[NB_CAPTEURS];
```

**Question E.1.1** Proposer la définition du type *Structure\_Capteur*.

Une instance de la classe *CModuleAcquisitionStatique* va copier les valeurs mémorisées dans le tableau *Capteurs*, par l'intermédiaire de la méthode *CPasserelle* :: *CopierValeursCapteurs*.

**Question E.1.2** Coder cette méthode (fonction membre).

### E.2 Valeur moyenne et médiane

Un objet de classe *CBase\_donnees* va mettre dans la base de données une valeur toutes les 30 minutes.

Cette donnée n'est pas la moyenne mais la médiane : c'est la valeur qui se trouve au milieu d'un ensemble de nombres trié par ordre croissant.

Si l'ensemble contient un nombre pair de nombres, la valeur médiane est la moyenne des deux nombres du milieu

Exemples :

- Soit la liste {10, 5, 3}, le nombre 5 est la valeur médiane.
- Soit la liste {10, 5, 4,3}, le nombre 4,5 est la valeur médiane (moyenne de 5 et 4)

Voici deux listes de mesures provenant d'un capteur sur une période de 1m30s :

L1 : 35,23°C, 35,10°C, 34,45°C, 35,02°C, 35,53°C

L2 : 35,53°C, 35,23°C, 35,10°C, 34,45°C, 12,22°C

**Question E.2.1** Calculer pour chacune de ces deux listes, la moyenne et la médiane. A votre avis, dans la seconde liste, quelle mesure est incohérente. Justifier l'utilisation de la médiane à la place de la moyenne, notamment pour les mesures dans l'industrie.

La valeur médiane est donc préférable à la valeur moyenne. Cependant son utilisation implique le tri des données au préalable.

Le tri utilisé est le tri à bulles qui consiste à faire remonter progressivement les plus petits éléments d'une liste, comme des bulles d'air remontent à la surface de l'eau.

**Question E.2.2** Compléter le code CBase\_donnees::Tri() qui implémente le tri à bulle

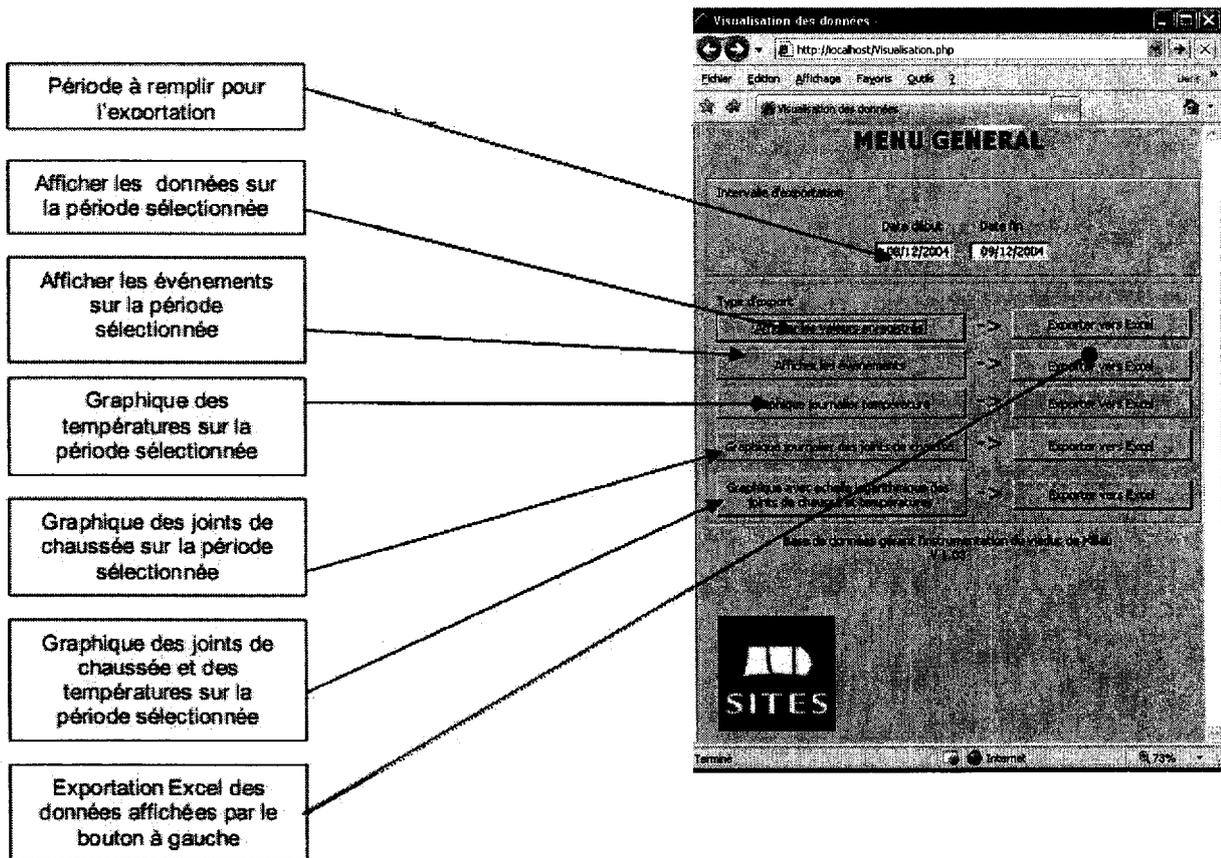
**Question E.2.3** Proposer le code de la méthode :  
double CBase\_donnees::Mediane(double \* t)

## F. PROGRAMMATION SCRIPT PHP

L'application décrivant le cas d'utilisation « Surveiller l'ouvrage » permet, sur un intervalle donné, l'affichage :

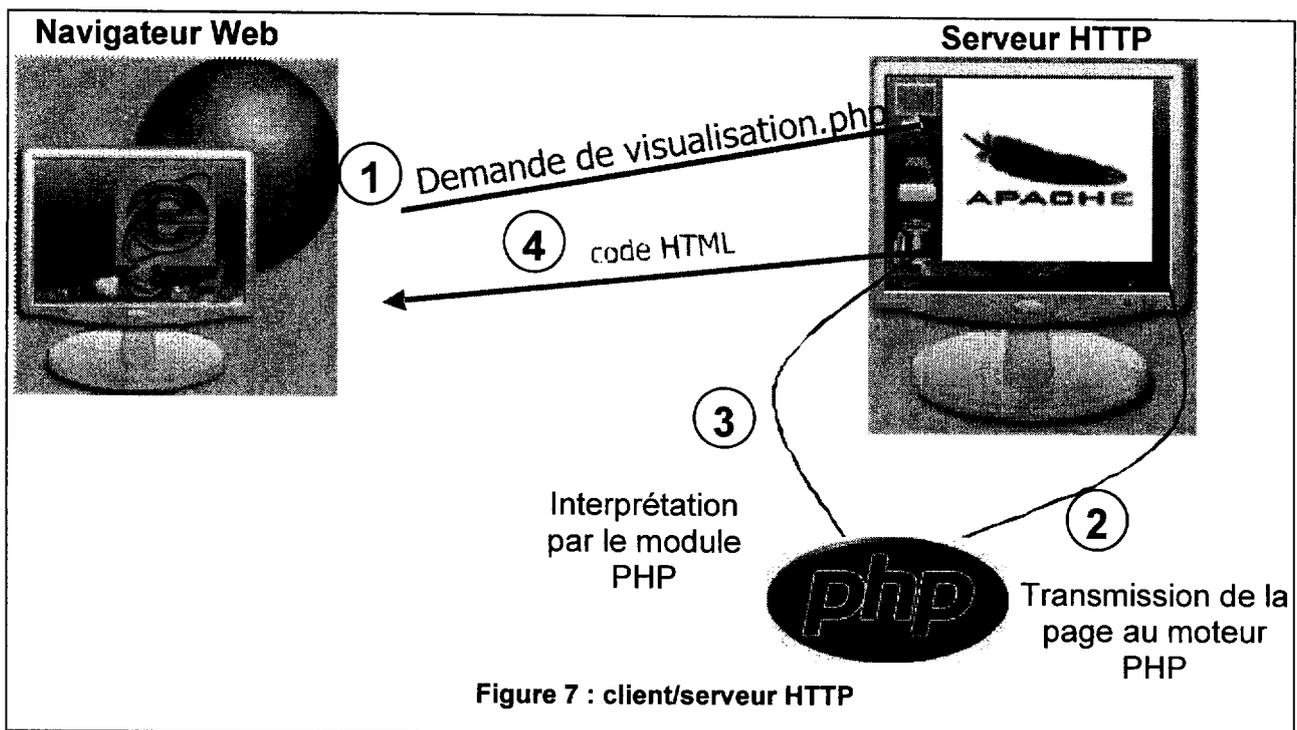
- des valeurs instantanées des capteurs
- des graphiques journaliers de température, des joints de chaussée

Si l'utilisateur le désire, il peut exporter les résultats vers un fichier « Excel » par l'intermédiaire d'un fichier texte.



Le contenu du script PHP gérant l'exportation est étudié dans cette partie.

## F.1 PHP et HTML



Le navigateur demande le fichier `visualisation.php` par le protocole http au serveur Web. Le script PHP est exécuté sur le serveur qui lui renvoie un fichier HTML.

Une page HTML est un fichier contenant du texte formaté avec des balises. Celles-ci permettent de mettre en forme le texte, gérer des images, créer des formulaires, etc...

Une balise est un texte (son nom) encadré par le caractère '`<`' et le caractère '`>`', par exemple '`<TITLE >`'.

Les balises vont par paire : une balise ouvrante et une autre fermante. Par exemple : `< TITLE >` et `</ TITLE >`

**Question F.1.1** Compléter avec les balises, HEADER, HTML, TITLE, /HEADER, /HTML et /TITLE le code HTML du fichier reçu à la suite de la demande de *Visualisation.php*.

## F.2 Exporter les données

La gestion de milliers de données exige un soin tout particulier. Les données ont été organisées au début du suivi : codes, formats d'enregistrement, noms et formats. Les enregistrements et fichiers de données sont structurés pour être exportés directement dans un tableur.

**Question F.2.1** Ecrire le code PHP qui exporte les valeurs de la table `pt100` (capteur de températures) dans le fichier texte `export.txt`. Celui-ci sera créé dans le répertoire courant.

Le format d'enregistrement de ce fichier est :

- retour à la ligne (`\n`) entre chaque enregistrement (*mesure ; date ; heure*)
- les trois valeurs (*mesure ; date ; heure*) sont séparés par des points-virgules (`;`).

## G.COMMUNICATION ET RESEAUX IP

Les postes et les équipements du site sont répartis dans les réseaux IP suivant :

- . Un sous réseau par pile pour les instruments de mesure et de transmissions.
- . Un sous réseau à la culée C0 pour centraliser les informations recueillies par les caméras et les différents capteurs installés dans le viaduc.
- . Un sous réseau à la barrière de péage pour les postes de supervision et régulation de trafic ainsi que le PC industriel pour centraliser les mesures en vu d'archivage ou de supervision.
- . Un sous réseau pour le serveur du site Web [www.leviaducmillau.com](http://www.leviaducmillau.com)
- . Un sous réseau d'interconnexion.

Les réseaux entre la culée C0 et la barrière de péage sont reliés par une liaison en fibre optique d'une longueur de 6 km. Pour simplifier l'architecture du site, les réseaux physiques et les sous réseaux IP seront confondu.

Les sous réseaux suivants sont protégés par un garde barrière (FireWall) :

- . Les 7 sous réseau (un sous réseau par pile) des instruments de mesures et transmissions.
- . Sous réseau à la culée C0 pour centraliser les mesures en vu d'archivage ou supervision.
- . Sous réseau à la barrière pour les postes de supervision et régulation de trafic.

Le serveur du site Web [www.leviaducmillau.com](http://www.leviaducmillau.com) se trouve dans la zone DMZ.

Le réseau d'interconnexion-centralisation est en redondance pour assurer un service sans rupture.

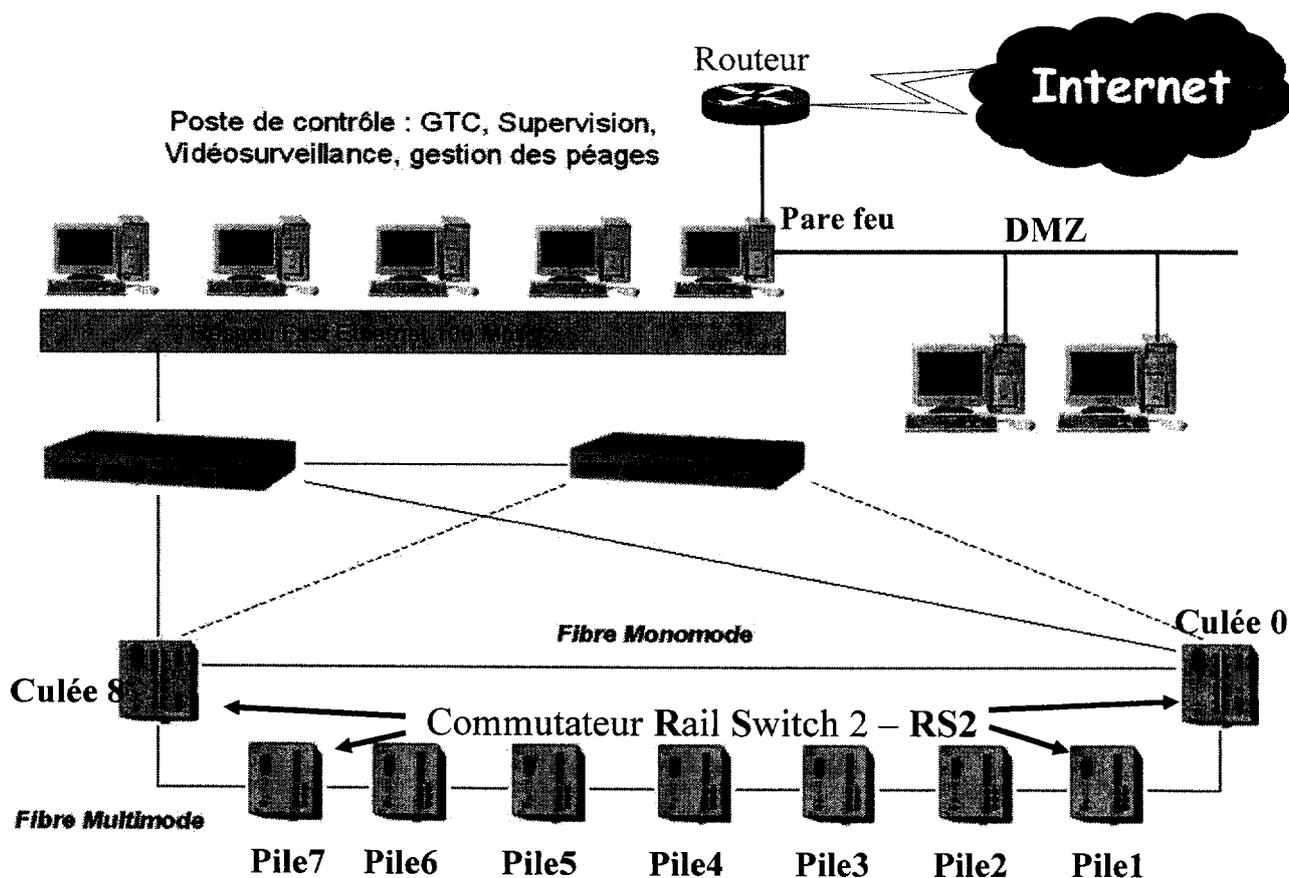


Figure 8 : Architecture réseaux

## G.1 Supports Ethernet et Equipements de bas niveau

Pour relier les locaux techniques qui se trouvent au sommet des piles **un support de réseau filaire est utilisé**, sachant que la distance entre deux piles est de 342 mètres. Afin de choisir un (des) support(s) de réseaux qui répond aux exigences du site.

**Question G.1.1** Compléter le tableau des caractéristiques des supports sur le document réponses puis **choisir** le(s) support(s) qui répond(ent) aux exigences du site.

La culée C0 et la barrière de péage sont reliées par une liaison en fibre optique **100BaseFx**

**Question G.1.2** Citer les avantages et les inconvénients d'une liaison en fibre optique. Expliquer ce que signifie **100BaseFX**.

Nous nous intéressons ici au commutateur "RS2FX" et plus précisément à la fonctionnalité de gestion des Vlan du commutateur (voir annexe technique du "Rail Switch 2").

**Question G.1.3** Citer les avantages et les inconvénients des Vlan. Sur quelle couche du modèle OSI peut-on classer les commutateurs de la famille des "Rail Switch 2" ? **Justifier** la réponse.

## G.2 Réseau IP et masque sous réseaux

Le réseau IP 172.16.0.0 est utilisé pour configurer les équipements de mesure et de surveillance du site de Millau.

**Question G.2.1** Donner la classe et le masque naturel du réseau 172.16.0.0. Calculer le nombre d'adresse IP utilisable dans ce réseau.

**Question G.2.2** Le réseau IP 172.16.0.0 est un réseau IP privé. Citer les autres réseaux IP privé ainsi que les masques de sous réseau associé. Expliquer les principes de l'utilisation des sous réseaux IP privés.

Nous nous intéressons ici au poste de contrôle à la barrière de péage. Pour les besoins de supervision et de régulation de trafic, il faut connecter au minimum **34 équipements** (Postes PC fixe, PC portable des agents, écrans de contrôle et surveillance du trafic, imprimants .....). Les adresses IP sont prises dans le réseau 172.16.0.0 mais avec un masque de sous réseaux approprié qui **minimise le nombre d'adresses IP inutilisées**. Pour cela il faut découper le réseau 172.16.0.0 en sous réseaux.

**Question G.2.3** Pour configurer ces 34 équipements, **proposer** un ensemble qui se compose de :

- Adresse sous réseau.
- Masque de sous réseau.
- Adresse de diffusion.
- Plage d'adresse à utiliser.

**Question G.2.4** Citer l'intérêt de répartir les équipements du site de Millau dans les sous réseaux séparés ?

Le pare feu est un PC sous Linux, ce PC utilise le réseau 192.168.1.0 sur interface eth1 pour interconnecter avec le routeur. La zone DMZ est sur l'interface eth0 et la zone protégée est sur l'interface eth2. Ci-dessous l'affichage d'une partie de la table de routage

# netstat -nr

Destination	Passerelle	Genmask	Indic	MSS	Fenêtre	irtt	lface
192.168.1.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth1
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	0	0	0	lo
0.0.0.0	192.168.1.1	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth1

**Question G.2.5** Expliquer la destination et la passerelle indiquées dans les deux dernières lignes. Quelle est l'interface réseau qui correspond à "lo" ? Expliquer l'utilisation de cette interface.

### G.3 Pare feu et routeur

**Question G.3.1** Expliquer le rôle d'un pare feu.

**Question G.3.2** Expliquer le rôle de la zone DMZ d'un pare feu. Que peut-on placer dans la zone DMZ d'un pare feu ? Les postes de cette zone sont-ils protégés ? Justifier la réponse.

**Question G.3.3** Justifier la place du serveur web www.leviaducmillau.com dans la zone DMZ. Peut-on placer le serveur DHCP dans la zone DMZ ? Justifier la réponse.

Le site de Millau est relié au réseau internet via un routeur Cisco. Ce routeur échange les informations avec d'autres routeurs en utilisant les protocoles de routage,

**Question G.3.4** Citer au moins deux protocoles de routage dynamique utilisés par les routeurs de l'internet.