

-----

(Documents manuscrits et copies des supports de cours autorisés)

### A. Questions d'ordre général (5 points)

A.1 Que désigne une « adresse » dans Bitcoin ? Comment une adresse est-elle générée ? Par qui ?

A.2 Quels sont les composants d'un VPN (Virtual Private Network (Réseau Privé Virtuel)) ? Comment un VPN fonctionne-t-il ? Quelles sont les utilisations d'un VPN ?

### B. Problème : Révolution énergétique (15 points + 2 points)

Nous sommes en train d'assister à une révolution de la production/consommation d'électricité. De plus en plus de personnes acquièrent des moyens de production personnelle d'électricité (panneaux photovoltaïques, éoliennes, micro-centrales hydro-électriques, etc.). L'électricité générée non-consommée est alors reversée dans le réseau électrique. Corollairement, des dispositifs tels que les véhicules électriques amènent à consommer de l'énergie de manière nouvelle et « distribuée », en se connectant à des bornes de rechargement, chez un ami ou dans un hôtel.

Ce double phénomène étant amené à fortement s'amplifier dans le futur, vous venez de vous voir confier la mission de concevoir le système d'information indispensable au juste paiement de l'électricité produite et consommée (ex : Si Robert recharge sa voiture électrique chez son ami René, c'est Robert qui doit payer l'électricité consommée, pas l'ami René).

Félicitations !

Principales fonctionnalités du système visé (rq : vous êtes libres d'ajouter d'autres fonctionnalités si vous les jugez importantes) :

- Enregistrement des reversements d'électricité dans le réseau (reversement = envoi dans le réseau d'électricité produite par un particulier)
- Enregistrement des consommations personnelles d'électricité quel que soit le lieu de consommation : résidence principale, résidence(s) secondaire(s), véhicule(s) électrique(s) (dans un premier temps, on ne considérera que ces trois cas)
- Facturation, sur une base mensuelle, des productions et consommations d'électricité
- Consultation sur le Web en temps réel par les usagers producteurs et consommateurs (certains étant à la fois producteurs et consommateurs), des données (données électriques et crédits/débits financiers associés) les concernant

On fera les hypothèses suivantes :

- A l'interface entre dispositif de production et réseau électrique, est placé un dispositif de mesure intelligent. Celui-ci permet (i) de mesurer de manière précise la quantité d'électricité envoyée dans le réseau ; (ii) d'envoyer au système

d'information que vous êtes chargé de concevoir (dénomé SI), via Internet et de manière périodique, cette quantité d'électricité (rq : certains onduleurs sont capables de faire cela)

- Les habitations sont toutes équipées de compteurs intelligents capables de communiquer au SI la consommation d'électricité (au niveau de l'ensemble de l'habitation) sur une période définie (cf. compteurs Linky)
- Les véhicules électriques disposent d'un compteur électrique intelligent capable de communiquer au SI l'électricité consommée après chaque rechargement (ou de manière périodique)

Outre les besoins fonctionnels décrits plus haut, il vous est demandé de veiller, dans vos propositions, à garantir la sécurité du système (ex : protection contre les intrusions), sa fiabilité/disponibilité (disponibilité proche de 100%), son efficacité (affichage en temps réel de l'état des consommations/productions), la protection des données personnelles (données de production et consommation incluses).

Note importante : vous êtes libre, dans vos réponses aux questions ci-dessous, de faire des hypothèses additionnelles dès lors que vous les justifiez.

B.1 Solution centralisée (6 points) Une première solution envisageable est d'utiliser un serveur centralisé. Décrivez l'architecture du SI ainsi que les mécanismes et protocoles à mettre en œuvre (cf. besoins fonctionnels listés plus haut). Note : n'oubliez pas les objectifs non-fonctionnels (ex : sécurité, disponibilité, etc.) décrits ci-dessus. Quels sont les avantages et inconvénients de cette solution ?

B.2 Solution à base de blockchain publique (6 points) Une deuxième solution envisageable est d'utiliser une blockchain publique. Dans un premier temps, on s'intéressera à Bitcoin. Décrivez les mécanismes et protocoles à mettre en œuvre (même remarque que précédemment concernant les objectifs non-fonctionnels). Quels sont les avantages et inconvénients de cette solution ? Quels seraient les avantages et inconvénients d'une blockchain intégrant la notion de smart contracts (contrats intelligents), telle qu'Ethereum ?

B.3 Solution mixte (3 points) Une troisième solution envisageable (il y en a encore plusieurs autres mais nous nous arrêterons là !) est d'essayer de combiner les avantages (... sans en combiner les inconvénients !) d'une blockchain publique ou privée (à vous de réfléchir à la meilleure solution) et d'une base de données centralisée. Quelle architecture proposez-vous ? Décrivez le fonctionnement général de cette solution. Quels en sont les avantages et les inconvénients ?

B4. Question subsidiaire – Suite B3 (2 points) Décrivez les protocoles et mécanismes à mettre en œuvre dans la solution proposée en B3.

Encore un petit (enfin... sérieux !) effort en PLD (lâchez-vous et soyez créatifs !) ... et vous êtes en stage puis en vacances (ou l'inverse) puis en 5IF puis ingénieur... puis à la retraite, alors... « allons cueille cueille//les roses les roses//roses de la vie//et que leurs pétales//soient la mer étale//de tous les bonheurs//allons cueille cueille//si tu le fais pas//ce que tu te goures//[]//ce que tu te goures » (R. Queneau).