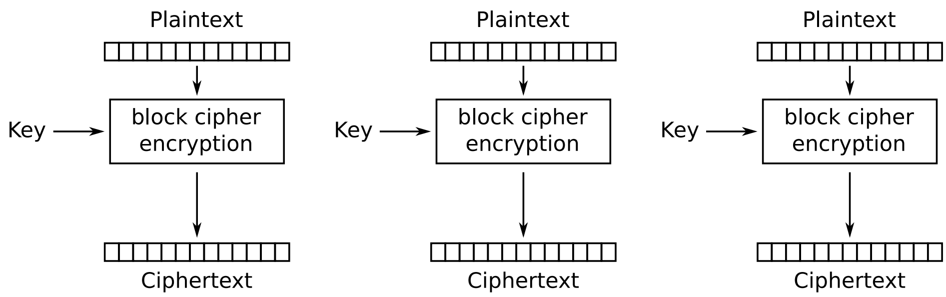
info607 : Mathématiques pour l'informatique
TD 4 : modes pour la chiffrement par bloc

Pierre Hyvernat
Laboratoire de mathématiques de l'université Savoie Mont Blanc
bâtiment Chablais, bureau 17, poste : 94 22
email : `Pierre.Hyvernat@univ-smb.fr`
www : `http://www.lama.univ-smb.fr/~hyvernat/`

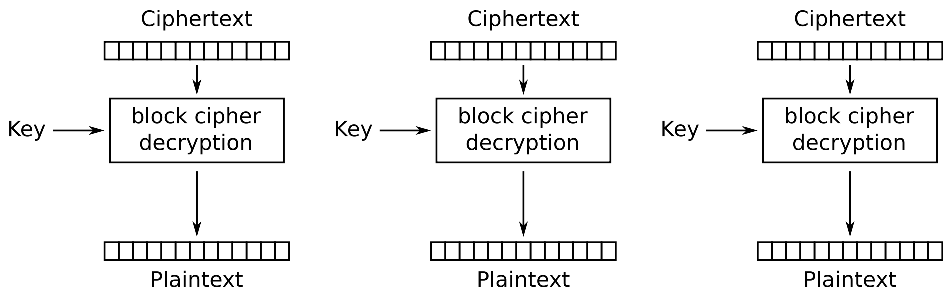
Dans tous ce qui suit, on suppose que l'on utilise un algorithme de cryptage symétrique (AES, DES, etc.) La clé secrète est nécessaire pour le cryptage et le décryptage.

Partie 1 : Mode ECB

Le mode "ECB" (Electronic CodeBook) fonctionne en codant chaque bloc de manière indépendante. On peut représenter ce mode de fonctionnement par le schéma suivant (Wikipédia) :



Le décryptage est fait de la même manière :



Formellement, si on note K pour la fonction de cryptage et K^{-1} pour la fonction de décryptage, on a

- $C_i = K(B_i)$,
- $D_i = K^{-1}(C_i)$,

où B_i représente le i-ème bloc clair, C_i le i-ème bloc crypté, et D_i le i-ème bloc décrypté.

Les schémas montrent clairement que le cryptage et le décryptage peuvent se faire en parallèle.

Partie 2 : Mode CBC

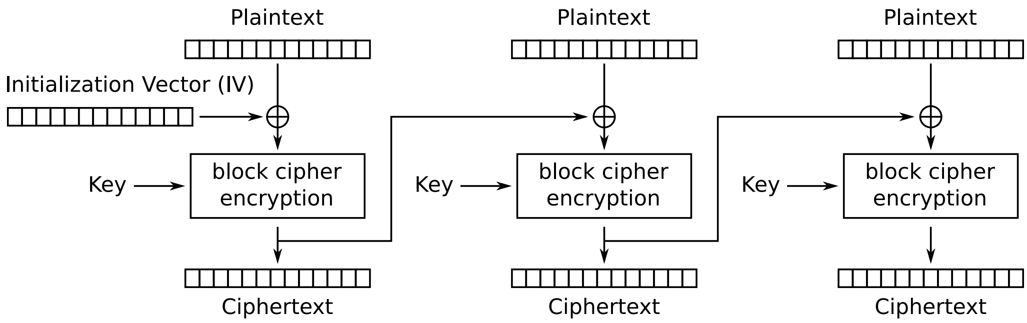
Le mode "CBC" (Cipher Block Chaining) est donné par :

- $C_0 = IV$,
- $C_i = K(B_i \oplus C_{i-1})$,
- $D_i = K^{-1}(C_i) \oplus C_{i-1}$,

où IV est un bloc aléatoire qui doit être changé à chaque communication.

Question 1. Vérifiez que le décryptage fonctionne, c'est à dire que $D_i = B_i$.

Question 2. Le schéma du cryptage est donné par



Donnez le schéma correspondant pour le décryptage.

Question 3. Est-ce que le cryptage peut être fait en parallèle ?

Est-ce que le décryptage peut être fait en parallèle ?

Est-il possible de crypter un bloc partiel ? (Il faut pouvoir crypter la suite du bloc lorsqu'elle est connue.)

Question 4. Que se passe-t'il si un attaquant modifie un bit dans un bloc crypté C_k ?

Partie 3 : mode CTR

Le mode "CTR" (CounTeR) marche de la manière suivante :

- $C_i = K(IV \cdot i) \oplus B_i$,

où IV est un "morceau" de bloc aléatoire qui doit changer à chaque communication, et $\cdot$ représente la concaténation. "$IV \cdot i$" est donc un bloc qui se décompose en deux parties : IV suivi de la valeur d'un compteur.

Question 1. Pourquoi est-il important que IV soit différent à chaque communication ?

Question 2. Est-ce que cela pose problème si l'attaquant connait IV à l'avance ?

Question 3. Donnez la formule qui permet de calculer D_i à partir de C_i.

À quoi sert l'algorithme de décryptage K^{-1} ?

Question 4. Dessinez les schémas de cryptage / décryptage correspondants.

Est-ce que le cryptage peut être fait en parallèle ?

Est-ce que le décryptage peut être fait en parallèle ?

Est-il possible de crypter un bloc partiel ? (Il faut pouvoir crypter la suite du bloc lorsqu'elle est connue.)