

## CHAPITRE 1

### LA DÉTÉRIORATION VISUELLE ISSUE DU DÉCODAGE DE SÉQUENCES VIDÉO H.264 CORROMPUES

Jusqu'à présent, nous avons présenté la norme H.264 ainsi que les mécanismes lui permettant de mieux résister aux pertes encourues lors de son transport sur des réseaux peu fiables. La solution typique quant à ces pertes est la redondance. Elle se manifeste sous plusieurs formes, tels l'encodage de trames redondantes, ou la retransmission de paquets manquants. Toutefois, cette redondance accroît le nombre de bits requis pour le transport d'une séquence. La réalité des choses est que pour plusieurs réseaux mobiles, la bande passante est restreinte et, pour accommoder le nombre grandissant d'utilisateurs ou bien pour respecter les délais temps réel, ces mécanismes ne peuvent être employés.

Dans ce chapitre, il sera question des notions liées au décodage de séquences H.264 corrompues et à la détérioration visuelle qui peut en résulter. À la section 1.1, nous expliquons l'impact de la corruption de bits sur l'encodage entropique. Par la suite, la détérioration visuelle, issue du décodage de trames *inter* corrompues, est expliquée à la section 1.2. Finalement, nous présentons, à la section 1.3, les différentes formes de propagations d'erreurs.

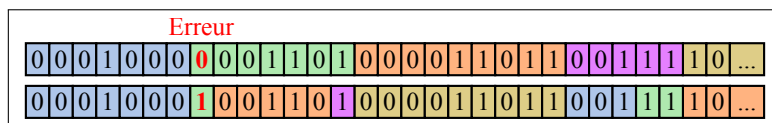
#### 1.1 Le décodage de paquets corrompus

Vu la situation précédemment décrite, une solution intéressante pour la résilience aux erreurs, qui n'augmente pas le fardeau des réseaux mobiles, est d'améliorer l'efficacité de la dissimulation d'erreurs effectuée par le décodeur. Le chapitre précédent fait mention des techniques de dissimulation d'erreurs incorporées au décodeur inclus avec le logiciel de référence H.264/AVC JM. Ces techniques préconisent que l'ensemble du paquet soit corrompu. Ce nivellement par le bas est partiellement dû à l'architecture en couche utilisée pour l'interconnexion des systèmes, décrite par Zimmermann (1980) et présentée dans cet ouvrage au chapitre ???. Cette architecture sépare, dans deux couches distinctes, la réception des paquets et le décodage de leur contenu. Ceci a plusieurs avantages, mais l'inconvénient majeur est de

restreindre l'interaction entre les couches. Par exemple, lorsqu'UDP détermine qu'un paquet est corrompu, il le rejette. Ceci empêche une application située aux couches supérieures, tel le décodeur H.264, d'avoir accès aux paquets corrompus.

Le *Joint source-channel decoding* (Duhamel et Kieffer, 2010) est une approche qui vise à établir une meilleure interaction entre les couches en combinant la logique de la source (c.-à-d. la norme H.264) à l'analyse du contenu erroné d'un paquet, afin de déterminer l'emplacement de l'erreur. Cette localisation de l'erreur fait en sorte qu'au lieu de dissimuler l'ensemble du contenu du paquet, la dissimulation serait effectuée seulement sur des codes contenant les bits corrompus. Dans le cadre de la norme H.264, un algorithme de détection d'erreurs, d'une telle précision, n'a pas encore été développé.

Une des raisons de la complexité de la détection d'erreurs dans des données codées provient du fait que le codage cherche à éliminer la redondance. Cette absence de redondance complexifie grandement la détection des erreurs. Commençons par regarder le train de bits produit par un codage entropique à taille variable, tels CAVLC ou Exp-Golomb. Dans ce genre de codage, une erreur peut complètement changer le message, comme illustrée à la figure 1.1 (voir tableau 1.1 pour les codes). Ceci est dû au fait qu'altérer des bits change les codes et donc leurs tailles, et par conséquent altèrent les codes subséquents jusqu'au prochain marqueur de synchronisation. Un marqueur de synchronisation est une suite unique de bits servant à réinitialiser la lecture de codes à taille variables.



**Figure 1.1** Désynchronisation du train de bits.  
Adaptée de Ikuno (2007, p. 11)

Tableau 1.1 Codes exponentiels Golomb  
Adaptée de Ikuno (2007, p. 11)

Code	Code Exp-Golomb
0	1
1	010
2	011
3	00100
4	00101
5	00110
6	00111
7	0001000
8	0001001

Cette désynchronisation peut soit permettre un décodage désynchroniser ou planter le décodeur. D'une part, le décodeur plante<sup>1</sup> suite à une défaillance causée par la lecture de codes invalides. D'autre part, si le décodeur ne plante pas, le décodage sera désynchronisé, c'est-à-dire que de mauvais codes sont utilisés jusqu'au prochain marqueur de synchronisation. Lorsque le décodeur reconstruit la trame avec ces mauvais codes, ceci peut occasionner de la détérioration visuelle, comme celle présentée à la figure 1.2.

---

1. Selon les auteurs, le terme plantage est considéré comme usuel, familier ou appartenant à l'argot des informaticiens. Des termes plus neutres, mais aussi plus généraux, comme incident et panne, ont été proposés antérieurement ou sont encore parfois employés dans une langue plus soutenue. Ils ne rendent toutefois pas l'idée première contenue dans crash (Office québécois de la langue française, 2011).



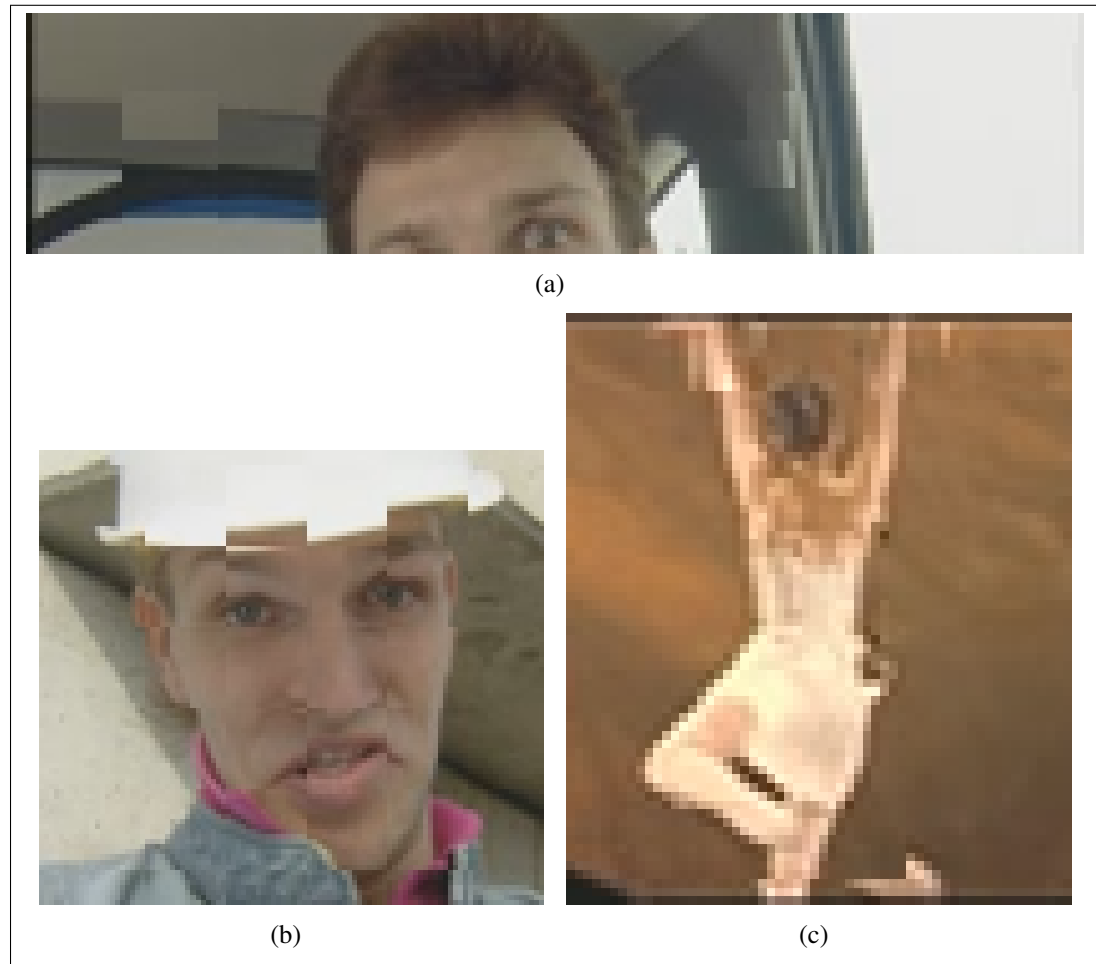
**Figure 1.2** Exemples de la détérioration visuelle issue du décodage désynchronisé de paquets corrompus.

## 1.2 La détérioration visuelle

Dans ce chapitre, notre analyse de la détérioration visuelle porte uniquement sur celle issue du décodage de trames *inter*, car c'est le type de détérioration visuelle détectée par la solution proposée dans cet ouvrage. La désynchronisation d'un bloc *inter* peut survenir dans une ou plusieurs de ces composantes : la trame de référence, le vecteur de mouvement ou le résiduel.

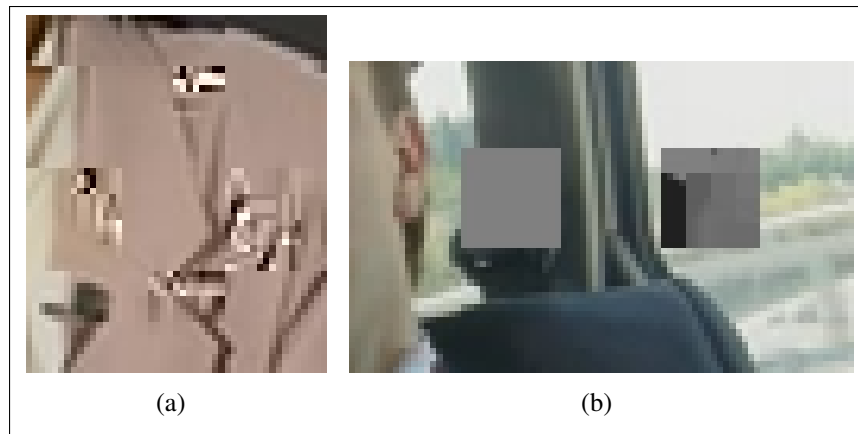
D'une part, la détérioration visuelle engendrée par la corruption de la trame de référence ou du vecteur de mouvement est très similaire, c'est-à-dire que le contenu du bloc ne provient pas du bon endroit. Il provient soit : de la mauvaise trame de référence ou du mauvais emplacement

dans la bonne trame. Cette détérioration cause souvent des effets bloc issus de la discontinuité spatiale entre le contenu des bons blocs et celui du bloc erroné, comme illustré à la figure 1.3.



**Figure 1.3** Exemples de la détérioration visuelle issue de la corruption de la trame de référence ou du vecteur de mouvement.

D'autre part, le résiduel corrompu produit un effet secondaire très différent de celui issu la corruption de la trame de référence ou du vecteur de mouvement. Il s'agit ici d'un bloc qui n'a pas l'apparence d'une image naturelle. Ceci est dû à la corruption des indices transformés qui se produit dans le domaine de la transformée. Le résultat de la transformée inverse des indices corrompus est un bloc de peu de couleurs avec des textures non naturelles, comme c'est le cas à la figure 1.4. Toutefois, cette détérioration produit souvent, elle aussi, une discontinuité spatiale dans l'image.

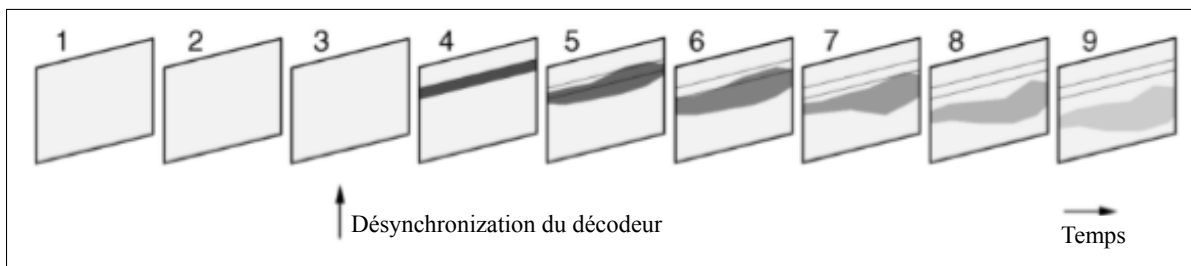


**Figure 1.4** Exemples de la détérioration visuelle issue de la corruption du résiduel.

### 1.3 La propagation de la détérioration visuelle

Comme démontré à la figure 1.1 (p. 2), une erreur binaire peut avoir un impact considérable sur un train de bits, vu la désynchronisation qu'elle engendre en ce qui a trait aux codes entropiques. Néanmoins, cette erreur peut aussi avoir d'autres répercussions, si elle sert à la prédiction d'autres blocs. Ce phénomène se nomme : propagation d'erreurs. Il peut survenir autant dans le domaine spatial que temporel.

Lorsque des pixels endommagés servent à la prédiction de trames subséquentes, ceci permet à l'erreur de voyager d'une trame *inter* à une autre. Il s'agit ici d'une propagation temporelle de l'erreur. Cette propagation peut se poursuivre jusqu'à la prochaine trame *intra*. La figure 1.5 permet de visualiser la propagation d'erreurs dans le temps.



**Figure 1.5** Propagation d'erreurs temporelle.  
Adaptée de Girod et Färber (1999, p. 1711)

La propagation d'erreurs spatiale peut survenir de deux façons, soit par les vecteurs de mouvement ou par l'intermédiaire du filtre antiblocs. Les vecteurs de mouvement sont susceptibles à la propagation d'erreurs, car ils sont prédits. Ce qui fait en sorte qu'un vecteur de mouvement endommagé va nuire aux autres vecteurs de mouvement dont la prédiction repose sur celui-ci.

Le filtre antiblocs effectue, malgré lui, une propagation de l'erreur en bordure des blocs lorsqu'il lisse ces dernières, afin d'en réduire les effets de bloc. Le lissage d'une bordure d'un bloc corrompu propage la détérioration visuelle au bloc voisin. Cette propagation est locale et ne s'étend pas plus loin que le lissage, soit jusqu'à deux pixels à l'intérieur d'un bloc.

Dans ce chapitre, nous avons décrit la détérioration visuelle issue du décodage de paquets corrompus. Typiquement, les paquets corrompus sont rejetés et ce genre de détérioration ne se produit pas. Cependant, pour tirer profit du contenu valide à l'intérieur de paquets corrompus, il faut décoder ces paquets et donc, faire face à cette détérioration. Pour ce faire, un nouveau type d'algorithme a été développé, celui capable de détecter et dissimuler la détérioration visuelle. Avant de présenter l'algorithme proposé (chapitre ??), nous commençons par présenter ceux qui existent déjà (chapitre ??).

**[LT]:** Faire les liens avec les chapitres





## BIBLIOGRAPHIE

- Duhamel, P. et M. Kieffer, 2010. *Joint Source-Channel Decoding : A Cross-Layer Perspective with Applications in Video Broadcasting*. Academic Press, 1 edition.
- Girod, B. et N. Färber, 1999. Feedback-based error control for mobile video transmission. *Proceedings of the IEEE*, pages 1707–1723.
- Ikuno, J. C., Décembre 2007. Performance of an Error Detection Mechanism for Damaged H.264/AVC Sequences. Mémoire de maîtrise, Technische Universität Wien Institut für Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik Universitat Politècnica de Catalunya Escola Politècnica Superior de Castelldefels.
- Office québécois de la langue française, 2011. Le grand dictionnaire terminologique. URL <http://www.granddictionnaire.com/>.
- Zimmermann, H., 1980. OSI Reference Model–The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection. *IEEE Transactions on Communications*, 28(4) :425–432.