

CHAPITRE 1

RÉSULTATS ET ANALYSE

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les concepts théoriques des nouvelles approches sélectives proposées, basées sur le SDMCB, au niveau des tranches et au niveau des blocs. À l'aide de ces approches et dans des conditions de vidéo mobile, nous faisons état, dans ce chapitre, des essais pratiques réalisés pour valider les gains réalisables. Nous démontrons, non seulement, l'efficacité des approches sélectives proposées, mais aussi leur supériorité par rapport à l'approche de dissimulation utilisée par le décodeur inclus dans le logiciel de référence H.264/AVC JM.

Nous présentons d'abord nos hypothèses de validation à la section 1.1. Nous expliquons ensuite, à la section 1.2, les composantes de notre banc d'essai utilisées pour créer notre jeu de tests. Dans le but de valider nos hypothèses sur le décodeur, les taux de succès observés lors du décodage d'une séquence erronée sont présentés à la section 1.3. Un succès sera considéré lorsque le décodeur retournera une image sans planter. Finalement, à la section 1.4, nous présentons les résultats résultants de l'application de nos algorithmes de détection et de dissimulation d'erreurs sur les images décodées.

1.1 Hypothèses de validation

Commençons par la présentation des hypothèses posées dans le cadre de nos expérimentations. La figure 1.1, illustre les trames issues de la 726^e sous-séquence de nos données d'essai (expliqué plus en détail à la section suivante) où l'image erronée (b) correspond au résultat obtenu par le décodage d'une tranche corrompue.

La première hypothèse est la suivante : la trame qui précède l'erreur (a) ne contient jamais d'erreurs, une hypothèse posée aussi par (Superiori et al., 2007). Nous aurons recours à cette trame comme source de contenu pour la dissimulation d'erreurs de la trame (b). La trame (c) est reconstruite à l'aide du calquage de la tranche de la trame précédente (a). Cette trame représente



Figure 1.1 Les trames résultantes de la sous-séquence #726 du jeu de tests (Séquence : Foreman, QP=16 BER=0.0008, FMO=Dispersé)

la solution d'un décodeur moderne, ce à quoi nous allons comparer nos dissimulations. La figure (d) est la trame de référence, qui n'a pas subi l'encodage. C'est la trame que nous utilisons pour mesurer le PSNR.

La seconde hypothèse se lit comme suit : seul le contenu des paquets est corrompu et non les entêtes. Cette hypothèse, aussi mentionnée lorsque nous présentons notre banc d'essai, simplifie considérablement le décodage des paquets. La petite taille des en-têtes, par rapport au contenu d'un paquet, implique qu'il est beaucoup moins probable que les en-têtes soient

corrompus. Pratiquement, les paquets aux en-têtes corrompus seraient éliminés par les couches inférieures du modèle de communications.

La dernière hypothèse est celle-ci : plus d'une tranche est employée pour encoder un paquet. Cette hypothèse est réaliste, car l'usage de plusieurs tranches est pratique courante sur des réseaux non fiables. Les types d'ordonnancement de macroblocs à l'intérieur des tranches sont présentés dans la prochaine section.

1.2 Description des données d'essai

Afin de valider notre approche de détection et de dissimulation vidéo, nous avons construit un banc d'essai constitué d'un grand nombre de séquences vidéos encodées à divers débits et soumises à des taux d'erreurs similaires à ceux proposés dans l'ouvrage (Stockhammer et al., 2003). Ces erreurs découlent des conditions difficiles de transport de séquences vidéo H.264 vers des appareils évoluant sur des réseaux mobiles.

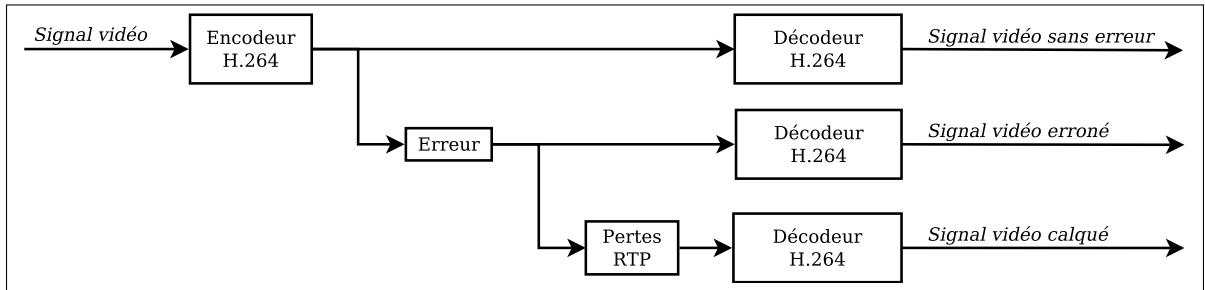


Figure 1.2 Diagramme des étapes du banc d'essai

Nous présentons, à la figure 1.2, les étapes de notre banc d'essai. Nous y observons qu'un signal vidéo est encodé, transmis, puis décodé trois fois. La première opération de décodage décode les données sans que celles-ci soient exposées à l'erreur. Cette étape est cruciale afin de déterminer la dégradation visuelle engendrée par l'encodage du signal. Dans la seconde opération, la séquence encodée est sujette à un motif d'erreur binaire (*Bit Error Pattern*) gaussien. Les données corrompues sont envoyées au décodeur. S'il réussit à les décoder, celles-ci sont conservées, sinon la sous-séquence est rejetée. Dans la dernière opération de décodage, la sous-séquence corrompue est analysée par un module de détection de pertes RTP (*RTP loss*).

Celui-ci identifie et retire les paquets RTP corrompus. Les données résultant de l'analyse de pertes RTP sont décodées. Lorsque le décodeur s'aperçoit d'un paquet manquant, il utilise une approche de dissimulation d'erreurs. Par exemple, il remplace la tranche manquante par son équivalent dans la trame précédente¹ (*slice copy*, traduit dans cet ouvrage par la locution *tranche calquée*).

Les séquences sont encodées et décodées à l'aide de la version 16.2 du logiciel de référence H.264/AVC JM (Joint Video Team (JVT) d'ISO/IEC MPEG et ITU-T VCEG, 2010). Ce dernier, n'étant pas un produit commercial, a pour objectif principal la démonstration de nouvelles fonctionnalités visant la norme H.264. Notre banc d'essai est constitué de sous-ensembles de quatre trames consécutives commençant à un emplacement aléatoire dans diverses séquences vidéos. Ces sous-ensembles débutent par une trame *intra* suivie de trois trames *inter* (IPPP). Nous retenons cinq sous-ensembles pour chaque séquence de résolution QCIF contenue dans l'ensemble de séquences de référence de l'Université l'État de l'Arizona (Arizona State University, 2010).

[LT]: Définir QCIF dans la section transport de vidéo.

Dans le contexte d'applications mobiles, le débit est souvent fixe (typiquement entre 64 kb/s et 128 kb/s pour les séquences QCIF). Cependant, pour simplifier nos expérimentations, nous imposons plutôt un paramètre de quantification (QP) fixe. Ceci élimine les variations de la qualité visuelle dues aux changements de QP requis pour garder le débit fixe. Parmi les valeurs de 0 à 51 du paramètre de quantification, nous avons retenu : 16, 20, 24 et 28. Ces valeurs sont choisies, car elles représentent un intervalle de données plausibles pour une application mobile selon la bande passante disponible. De plus, nous n'avons pas retenu des QP trop élevés (c.-à-d. $QP > 30$), car la quantité de bits requis pour encoder une trame QCIF est si minime

1. Dans cet ouvrage, *slice copy* a été utilisé au détriment de *motion copy*, car aucune implémentation fonctionnelle de *motion copy* n'était disponible. Lors de l'utilisation de *motion copy*, nous avons éprouvé des problèmes avec les versions 15.1 à 16.2 du décodeur inclus dans le logiciel de référence H.264/AVC JM. Ces problèmes sont connus et confirmés par plusieurs forums Internet et catalogués dans le logiciel de suivi de problèmes Mantis relié au logiciel de référence H.264/AVC JM (Mantis JVT JM H.264/AVC reference software project, 2009). C'est pour cette raison, quoique notre ouvrage soit aussi compatible avec *motion copy*, que nous avons testé nos solutions avec *slice copy*.

qu'il arrive souvent que lesq taux d'erreurs utilisés ne parviennent pas à briser un seul bit de la trame.

Les taux d'erreur binaire (BER) utilisés sont : 0.0004, 0.0008, 0.0016, et 0.0032. Cet intervalle de taux est considérablement large et agressif par rapport aux intervalles d'erreurs retrouvés dans la littérature de la norme H.264 (Stockhammer et al., 2003). Nous avons choisi un tel intervalle pour obtenir des résultats témoignant des gains possibles dans un grand nombre de conditions d'erreur de transport. Le taux d'erreur utilisé est appliqué au niveau des bits et non pas au niveau des paquets (Wenger, 2003) ou des blocs (comme dans les ouvrages de dissimulation d'erreurs).

Seule la troisième trame (une trame P) est exposée à l'erreur. En ce qui concerne l'ordonnancement de macroblocs flexible (FMO), deux types sont employés : dispersé (*dispersed*) et entrelacé (*interlaced*). Tous deux sont composés de deux tranches. À la figure 1.3 et 1.4, nous présentons deux exemples d'erreurs pour chacun des types d'ordonnancement. Les sous-séquences sont encodées à 30 images par seconde, tandis que les autres paramètres sont propres au profil de base (*baseline*) défini dans la norme H.264. Le format de sortie est RTP et la résolution est QCIF, c'est-à-dire 176×144 pixels. Rappelons l'hypothèse, précédemment posée, que les en-têtes NAL et RTP n'ont pas été exposés à l'erreur.

Notre banc d'essai est constitué d'un jeu de tests de 2720 sous-ensembles de trames. Plus précisément, nous avons 1360 trames dispersées et 1360 trames entrelacées. Ces 1360 trames proviennent de 17 séquences vidéos distinctes. Pour chacune d'elles, cinq sous-séquences distinctes ont été utilisées. Celles-ci ont été encodées avec nos quatre paramètres de quantification et exposées à nos quatre taux d'erreur ($17 \times 5 \times 4 \times 4 = 1360$).

En ce qui concerne les données d'entraînement utilisées pour établir les seuils, celles-ci proviennent du même banc d'essai, mais avec des trames de départs aléatoires, distinctes de celles utilisées pour mesurer les performances de nos solutions.

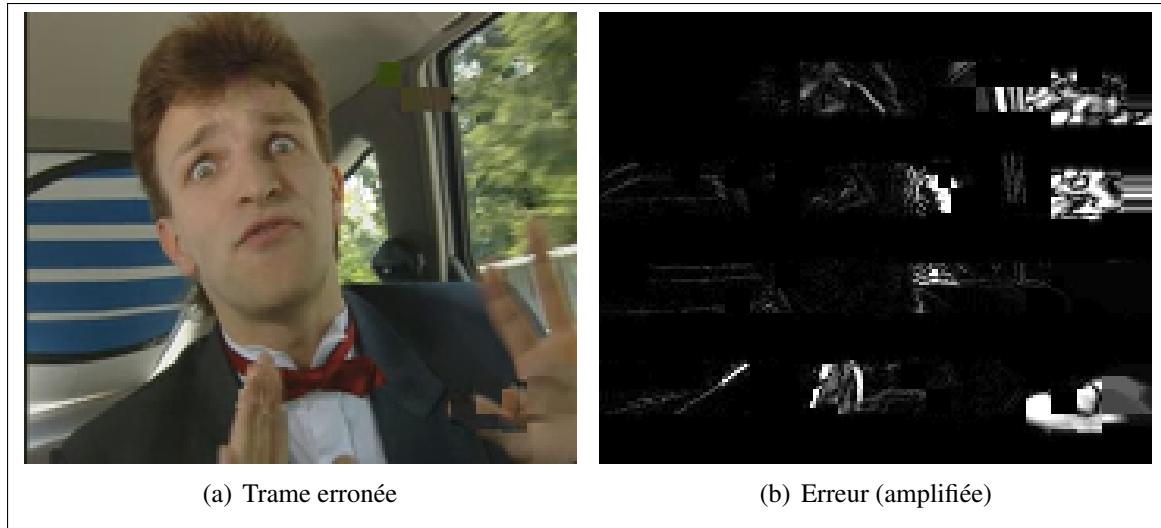


Figure 1.3 Exemple de l'erreur présente dans la sous-séquence #392 du jeu de tests
(Séquence : Carphone, QP=16 BER=0.0032, FMO=Entrelacé)



Figure 1.4 Exemple de l'erreur présente dans la sous-séquence #1752 du jeu de tests
(Séquence : Carphone, QP=16 BER=0.0032, FMO=Dispersé)

À la prochaine section, le banc d'essai sera employé pour déterminer la résilience du décodeur inclus dans le logiciel de référence H.264/AVC JM. La section 1.4 résume notre utilisation du banc d'essai pour valider les approches sélectives de détection et de dissimulation d'erreur proposées.

1.3 Analyse de la résilience aux erreurs du décodeur de référence H.264

Dans certaines conditions, le décodeur inclus dans le logiciel de référence H.264/AVC JM réussit à décoder des séquences binaires corrompues. Cette découverte, initiatrice de notre effort de recherche, a été réalisée très tôt dans nos expérimentations. Notons que, un décodage réussi est pour nous l'opération de décoder une tranche corrompue qui ne *plante* pas le décodeur, sans pour autant garantir l'intégrité du contenu en résulte. En d'autres mots, l'image issue du décodage d'une tranche corrompue va souvent contenir de la dégradation visuelle (voir figures 1.1(b), 1.3(a) et 1.4(a)). Le taux de décodages réussis varie, non seulement selon le taux d'erreur binaire appliqué à la séquence, mais aussi selon le paramètre de quantification (QP) utilisé lors de l'encodage. Ceci s'explique par le fait qu'un QP plus faible force l'encodeur à utiliser plus de bits pour encoder une trame ; et plus il y a de bits sujets à erreur, plus la probabilité de corruption de la trame augmente.

Les histogrammes de la figure 1.5 présentent les taux de décodages réussis observés en fonction des paramètres de quantification et du taux d'erreur sur les bits présents dans notre jeu de tests. Ces taux sont intéressants, car ils confirment que le décodage des données corrompues peut avoir un taux de réussite allant de 20 % à 70 %, selon les conditions. On peut concevoir une stratégie de résilience à l'erreur, où une prochaine génération de décodeurs seraient en mesure d'effectuer une tentative de décodage d'une tranche corrompue, dans un environnement contrôlé (possiblement à l'aide d'un second décodeur), afin d'éviter que le décodeur principal *plante*.

Lors du décodage d'une tranche corrompue, le décodeur inclus dans le logiciel de référence H.264/AVC JM fait la transition entre trois états distincts. Le résultat de ceux-ci est illustré à la figure 1.6. Le premier état est celui du décodage des bits de la tranche corrompue situés avant l'erreur. Cet état est équivalent au décodage normal d'une trame. Il est illustré par la partie supérieure, tout en noir (signifiant l'absence de différence), du différentiel (b) de la figure 1.6.

Par la suite, le décodeur décode le premier bit corrompu. Ceci cause une désynchronisation des codes binaires de l'encodage entropique. Même si les autres bits de la séquence sont

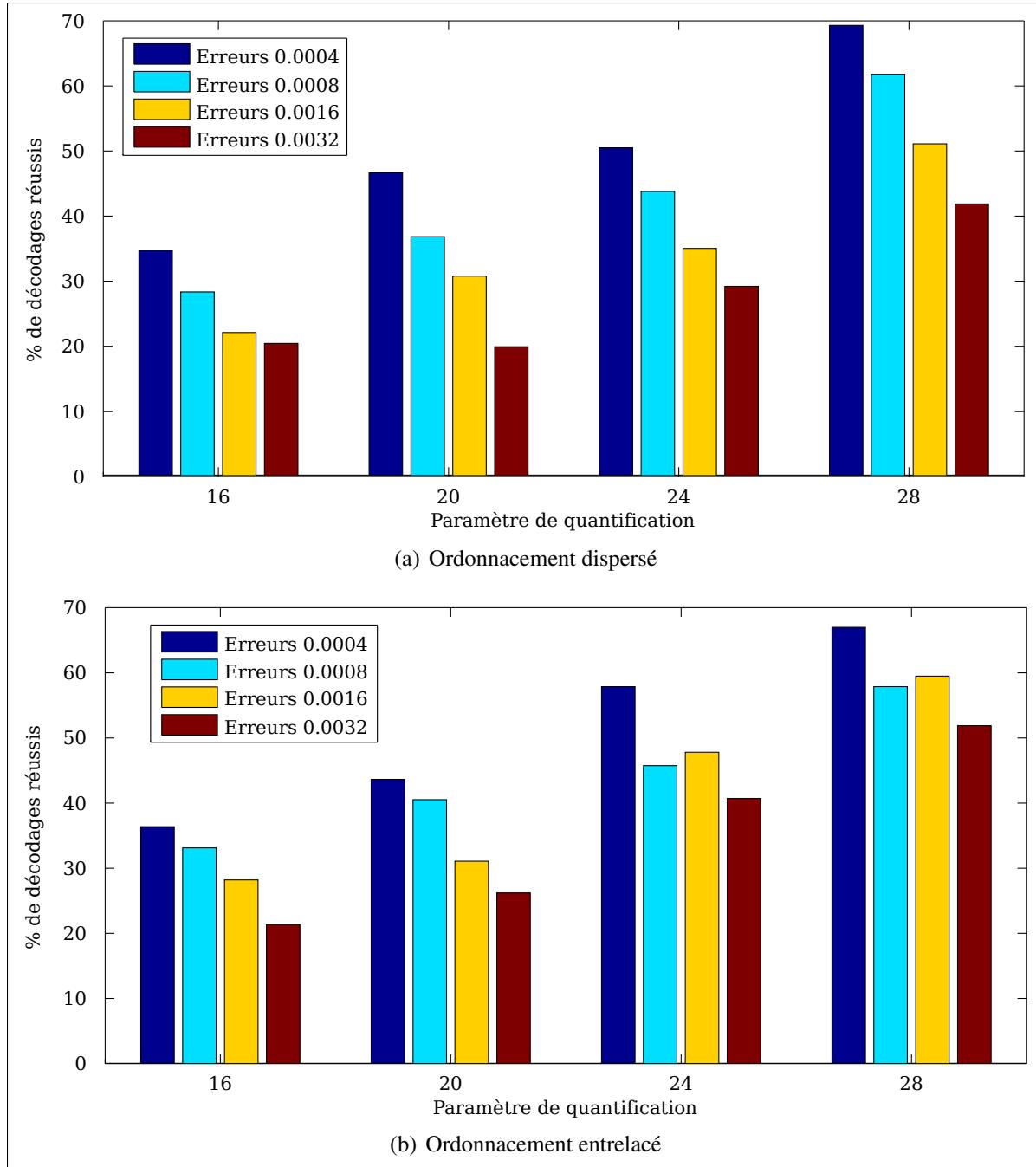


Figure 1.5 Histogrammes des pourcentages de décodages réussis en fonction du paramètre de quantification utilisé lors de l'encodage ainsi que du taux d'erreurs sur les bits (BER).

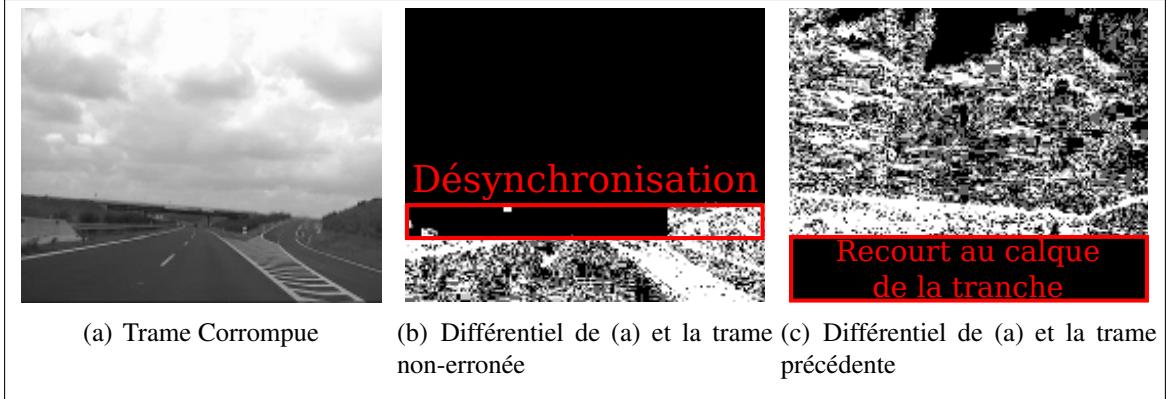


Figure 1.6 Exemple du comportement du décodeur. En (b), le différentiel de (a), par rapport à la trame codée/décodée sans erreur, est utilisé pour démontrer la désynchronisation. Le différentiel entre (a) et la trame précédente permet de démontrer, en (c), l'utilisation du calque de tranche.

valides, la désynchronisation fait en sorte qu'ils sont associés à la mauvaise valeur dans la table de référence CAVLC. Le décodeur interprète ces mauvaises valeurs, ce qui entraîne une dégradation visuelle dans l'image. Cette dégradation peut se manifester fortement, comme c'est le cas dans l'image de la figure 1.1(b), ou être presque imperceptible, comme c'est le cas dans la figure 1.6(a). Afin de mieux voir la dégradation visuelle de la figure 1.6(a), elle est encadrée à la figure 1.6(b). C'est dans ce second état que le décodeur est le plus vulnérable aux défaillances.

Le second état se termine lorsque le décodeur cesse d'insérer de la dégradation visuelle dans l'image et utilise le contenu provenant de la tranche précédente. Ce changement est illustré en 1.6(c). Ici, on suppose que le décodeur est complètement désynchronisé ; il ne sait que faire de ce qu'il décide ; il applique donc le contenu des blocs précédents, ce qui, grâce à la corrélation temporelle, est le contenu de remplacement correct s'il y a absence de mouvement. De plus, notons que dans l'image 1.6(a), il y a très peu d'effets de blocs causés par la désynchronisation. Ceci est dû au filtre antiblocs. Lorsqu'il est appliqué sur la trame, il identifie et lisse les effets de blocs. Ceci explique aussi pourquoi, aux figures 1.3(a) et 1.3(b), l'erreur se répand à la tranche non erronée. Dans ce cas, le filtre antiblocs lisse le bloc erroné, ce qui répand l'erreur dans les blocs avoisinants.

1.4 Analyse de l'approche sélective

Comme démontré à la section précédente, l'image résultant d'une tranche corrompue peut souvent être décodée. Cependant, celle-ci possède, à cause de la désynchronisation du décodeur lors du décodage, une dégradation visuelle plus ou moins importante. Elle peut toutefois être utilisée pour guider un algorithme de dissimulation d'erreurs grâce à un nouveau type d'algorithme, proposé dans ce mémoire, permettant la détection de la dégradation visuelle.

L'algorithme de détection présenté dans cet ouvrage est basé sur la mesure des effets de blocs compensés par le mouvement (MCB), et détecte la dégradation visuelle causant des effets de blocs absents de la trame précédente. La prémissie de notre approche sélective est de déterminer entre le tranche calquée (figure 1.1(c)) et la tranche corrompue (figure 1.1(b)), celle qui produirait la meilleure dissimulation (c.-à-d. qui produirait le meilleur PSNR par rapport à la trame de référence). Cette opération peut être accomplie à deux niveaux : celui de la trame, à l'aide du SDMCB, ou celui des blocs, avec le MCB. Nous présenterons tout d'abord la configuration de notre banc d'essai conçu pour mesurer l'approche sélective. Par la suite, la sous-section 1.4.1 présente les résultats obtenus avec le SDMCB et la sous-section 1.4.2, les résultats du MCB.

[LT]: MCB, SDMCB et le PSNR sont présentés dans des sections précédentes.

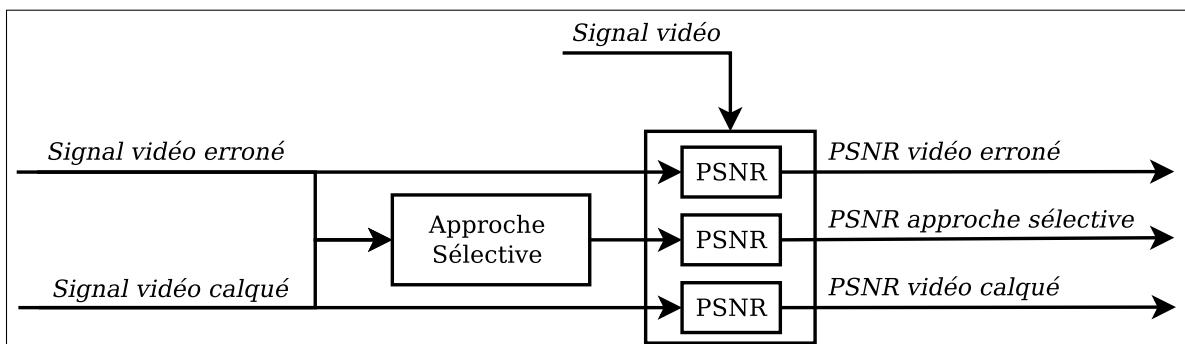


Figure 1.7 Configuration du banc d'essai pour mesurer l'approche sélective.

Tout d'abord, à l'aide du PSNR comme discriminant, nous mesurons, par rapport au signal vidéo original, la qualité visuelle des dissimulations pour la trame calquée et la trame

corrompue. La figure 1.7 démontre la configuration élaborée pour obtenir ces mesures. Cette configuration s'ajoute à la suite de celle présentée à la figure 1.2. On y constate que le PSNR est mesuré par rapport au signal vidéo de référence et qu'il est mesuré pour l'image résultant du décodage de la tranche corrompue, pour le candidat de dissimulation basée sur la tranche calquée et pour le résultat des approches sélectives basées sur le SDMCB et MCB.

Par la suite, les résultats mesurés sur nos données d'essai sont présentés à la figure 1.8. On y remarque une importante quantité de trames et de blocs erronés qui possèdent un PSNR supérieur aux trames calquée. Cela s'explique par le fait que, dans ces cas, la dégradation visuelle engendrée par la désynchronisation du décodeur est moins importante que la variation temporelle par rapport à la trame précédente, ce qui pénalise la tranche calquée. En lien avec les trois états d'un décodeur traitant une tranche corrompue, nous pouvons conclure que, dans l'état 1, la tranche endommagée va produire un meilleur résultat que le calquage de la tranche. Dans l'état 2, la tranche endommagée va produire un résultat inférieur à la tranche calquée. Finalement, à l'état 3, les deux sont équivalents. La proportion de blocs compris dans les états 1 et 2, l'intensité de la dégradation produite par le décodeur ainsi que la variation temporelle par rapport à la trame précédente sont les facteurs qui déterminent laquelle des deux trames constituera la meilleure alternative.

Plus précisément, les mesures obtenues de notre banc d'essai nous permettent de conclure que l'image résultant du décodage de la tranche corrompue offre un PSNR plus élevé dans 44 % des cas pour l'ordonnancement dispersé et 49 % pour l'entrelacé. Pour ces trames, on observe respectivement des gains moyens de 2.12 dB et 1.68 dB par rapport à leurs trames équivalentes calquées. De manière similaire, les blocs issus de trames corrompues sont supérieurs dans 42 % des cas pour l'ordonnancement dispersé et 49 % pour l'entrelacé. Ces blocs produisent, pour les approches d'ordonnancement précédentes, des gains moyens de 1.44 dB et 1.02 dB.

[LT]: Annexer les graphes pour chaque BER et QP.

Bref, nous avons déjà démontré qu'il est possible de réussir à décoder des tranches erronées. Ce que nous venons de démontrer, dans cette section, est qu'une quantité importante des

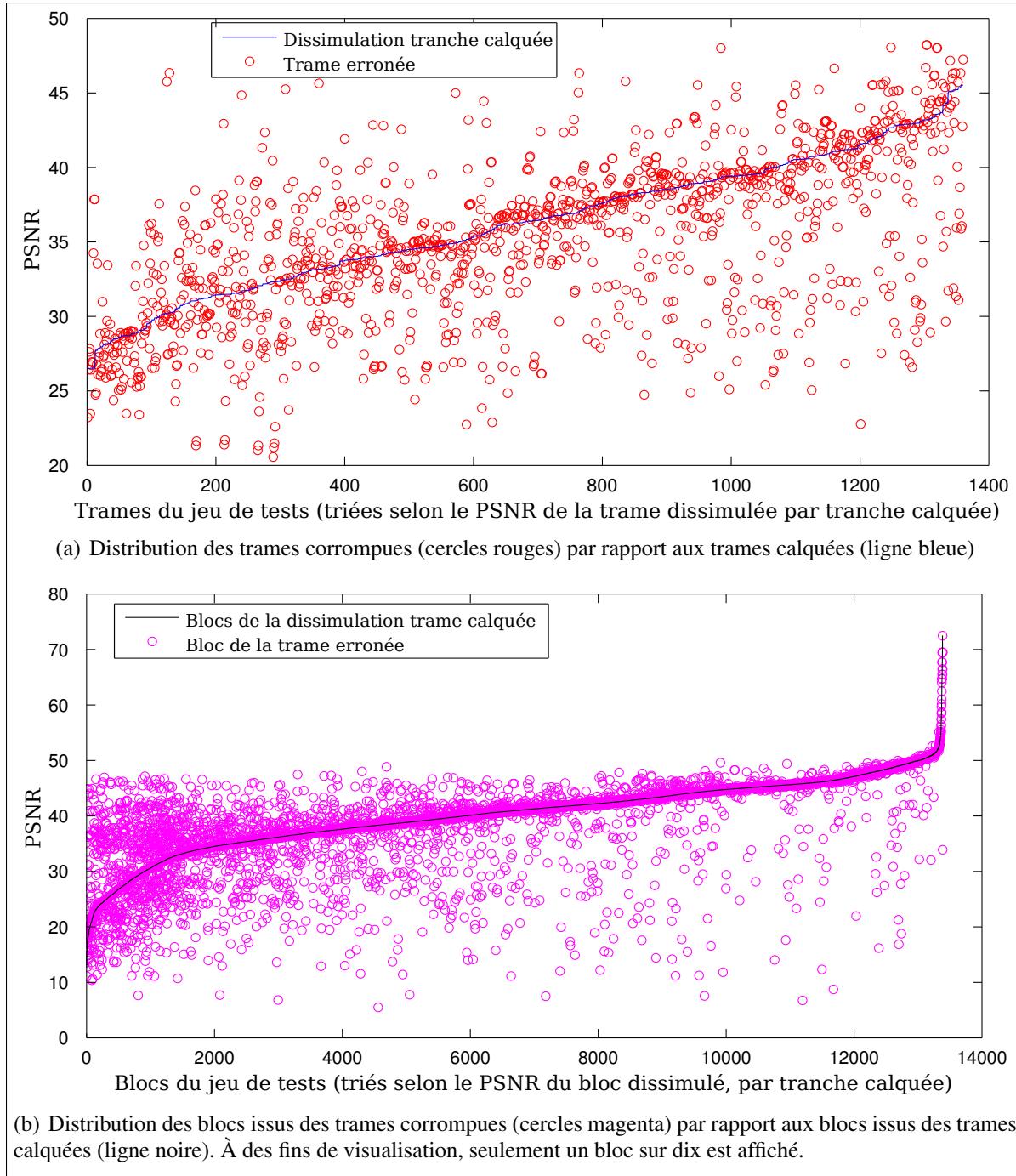


Figure 1.8 Visualisation de la distribution des valeurs du PSNR de la trame erronée et de la dissimulation par tranche calquée.

images résultant d'un tel décodage exhibent une fidélité visuelle supérieure au calque de cette tranche (approche couramment employée par le décodeur fourni avec le logiciel de référence H.264/AVC JM).

1.4.1 Approche sélective SDMCB

Maintenant, toujours avec la même configuration du banc d'essai, mesurons l'aptitude du SDMCB à identifier le meilleur candidat entre la trame corrompue et la dissimulation par tranche calquée. Pour ce faire, nous utilisons une taille de bloc $B = 16$ (vu notre indépendance au train de bits, nous ne connaissons pas la taille exacte des blocs) et un seuil d'effet de bloc $T_b = 5000$. La taille des macroblocs étant 16×16 , ceci nous permet de conclure que s'il y a erreur, les effets de blocs vont souvent se manifester en bordure de macroblocs. La valeur du seuil T_b est obtenue avec des données d'essai provenant du même jeu de test, mais avec des trames de départ différentes.

Deux exemples de trames et de leur pointage MCB sont présentés aux figures 1.9 et 1.10. Dans les deux cas, on constate que l'erreur de la trame endommagée (1.9(c) et 1.10(c)) est moins nuisible que celle de la trame calquée (1.9(d) et 1.10(d)). Ceci se reflète dans le pointage SDMCB. Ce dernier permet d'identifier la trame avec le moins d'erreurs, dans un contexte où la trame de référence n'est pas disponible.

[LT]: Ajouter un lien vers la section SDMCB

Les résultats obtenus sont présentés à la figure 1.11. La figure 1.11(a) montre que l'approche sélective, dans le cadre d'un ordonnancement dispersé, fait le bon choix dans 81 % des cas. Pour ceux-ci, un gain moyen de 1.98 dB est mesuré, tandis que pour l'ensemble de la séquence le gain moyen est de 0.72 dB. Les choix de l'approche sélective offrent un PSNR supérieur aux trames dissimulées par calquage de tranche dans 31 % des cas. Pour la figure 1.11(b), la bonne trame est choisie dans 86 % des cas. Il en résulte un gain moyen de 1.24 dB pour celles-ci. Sur l'ensemble des trames, le gain moyen est de 0.65 dB et un PSNR supérieur au calquage de trame est obtenu dans 43 % des cas.

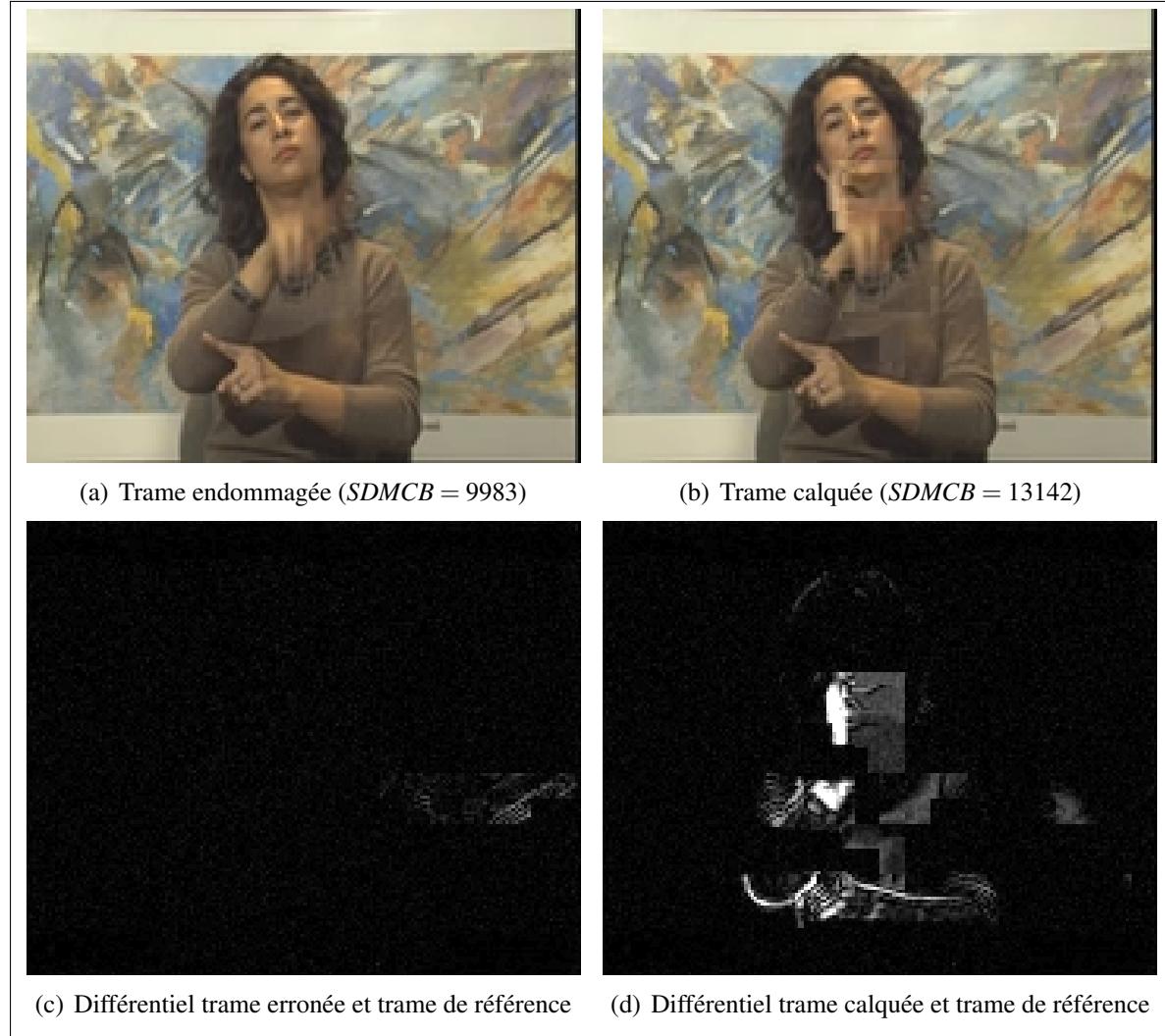


Figure 1.9 Visualisation des pointages SDMCB obtenus par rapport à l'erreur présente dans les trames. (Séquence : Silent, QP=20 BER=0.0008, FMO=Dispersé)

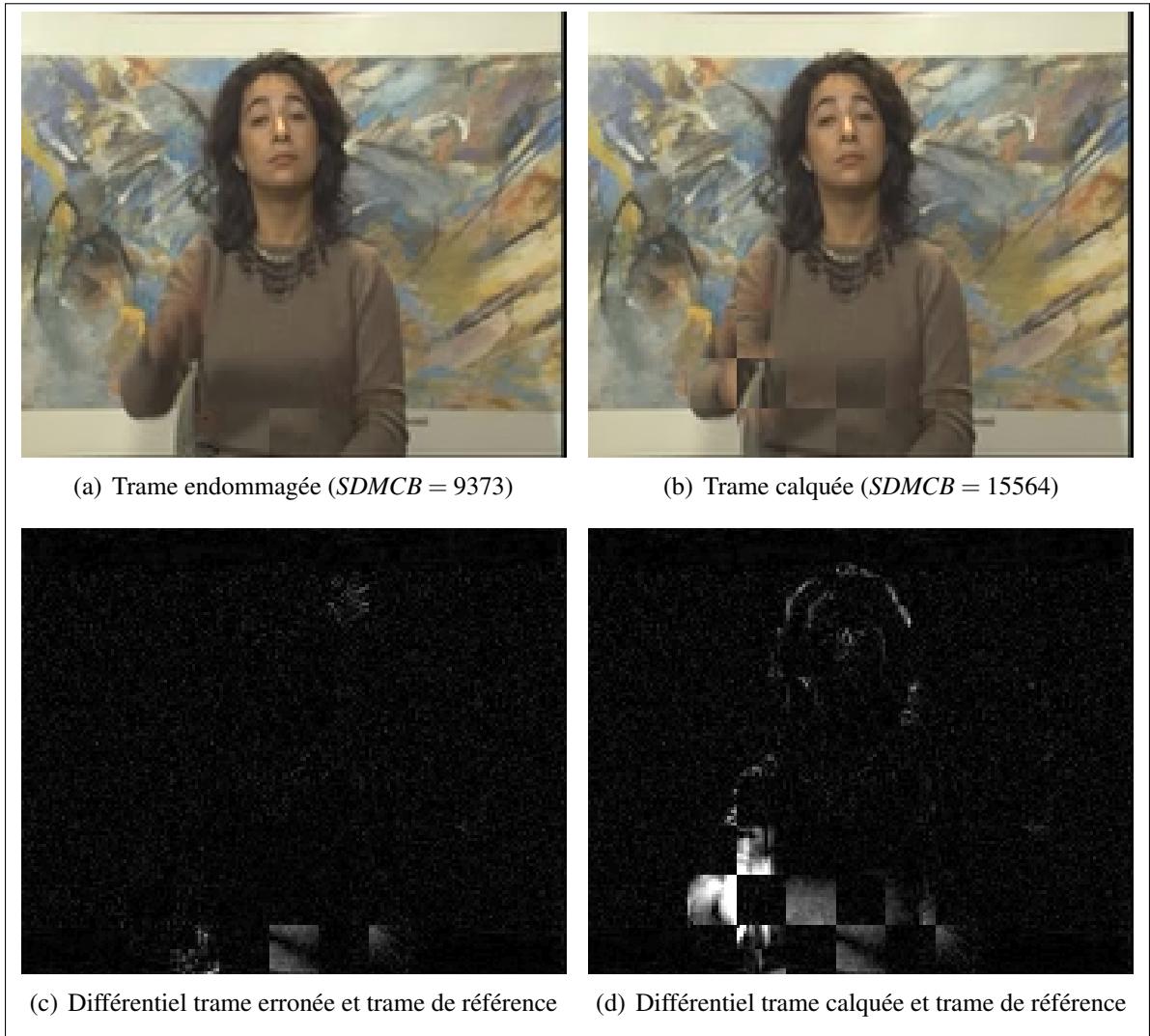


Figure 1.10 Visualisation des pointages SDMCB obtenus par rapport à l'erreur présente dans les trames. (Séquence : Silent, QP=16 BER=0.0004, FMO=Entrelacé)

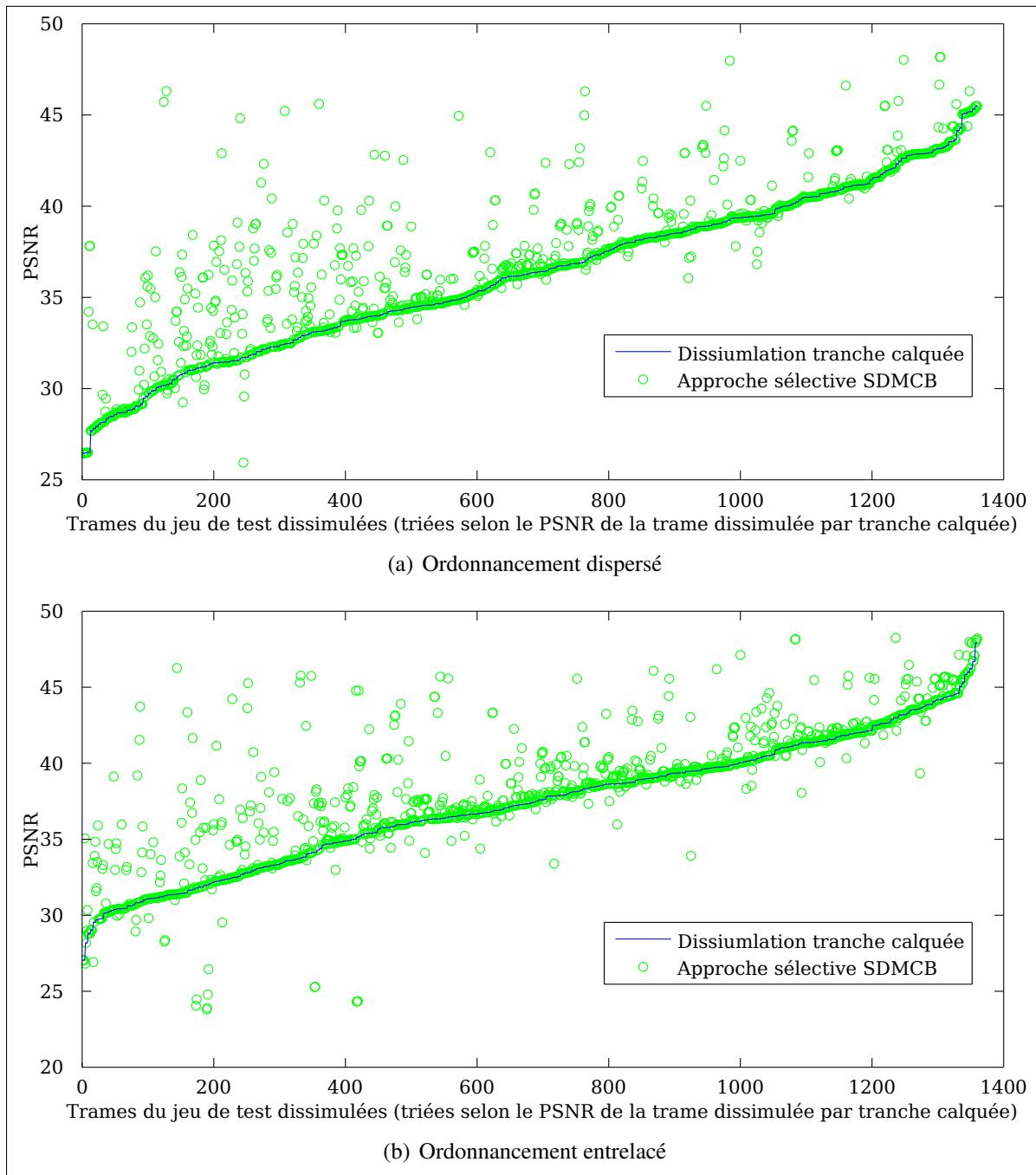


Figure 1.11 Visualisation de la distribution du PSNR de l'approche sélective basée sur SDMCB (cercles verts) à l'égard de la dissimulation par tranche calquée (ligne bleue).

1.4.2 Approche sélective MCB

Le niveau de granularité plus fin de l'approche sélective MCB est son attrait principal. En remplaçant uniquement les blocs endommagés, on maximise l'usage des données correctement décodées.

Sans altérer la configuration de notre banc de test, nous mesurons l'aptitude du MCB à identifier le meilleur bloc candidat entre ceux provenant de la trame corrompue et ceux, de la dissimulation par tranche calquée. Pour ce faire, nous réutilisons la taille de bloc $B = 16$ et le seuil d'effet de bloc $T_b = 5000$.

Aux figures 1.12 et 1.13, on constate les gains en PSNR issus de l'approche sélective. Ces gains proviennent des choix de blocs provenant de la trame calquée(1.12(d), 1.13(d)) et de la trame endommagée(1.12(c), 1.13(c)). Dans les deux cas, l'approche sélective écarte les blocs possédant une détérioration visuelle en faveur du bloc analogue dans l'autre trame.

Les résultats obtenus sont présentés à la figure 1.14. La figure 1.14(a) démontre que l'approche sélective MCB choisit le bon bloc dans 88 % de cas, ce qui produit un gain moyen de 0.86 dB sur l'ensemble des trames avec un ordonnancement de type dispersé. Pour l'ordonnancement entrelacé (figure 1.14(b)), l'approche sélective MCB effectue le bon choix dans 91 % des cas, permettant un gain moyen de 0.69 dB.

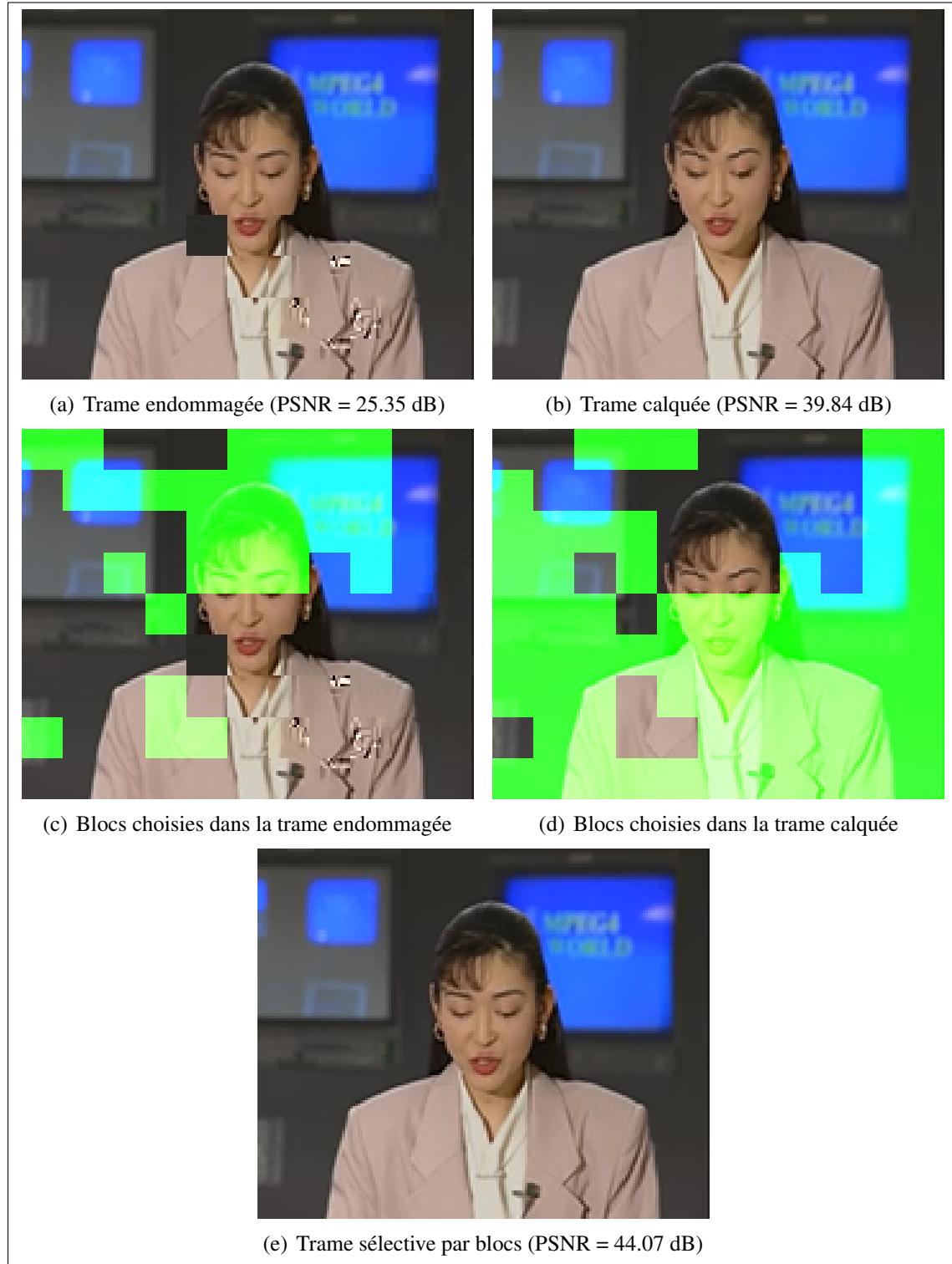


Figure 1.12 Visualisation des blocs choisies dans la trame corrompue et la trame calquée par l'approche MCB. (Séquence : Akiyo, QP=16 BER=0.0008, FMO=Dispersé)

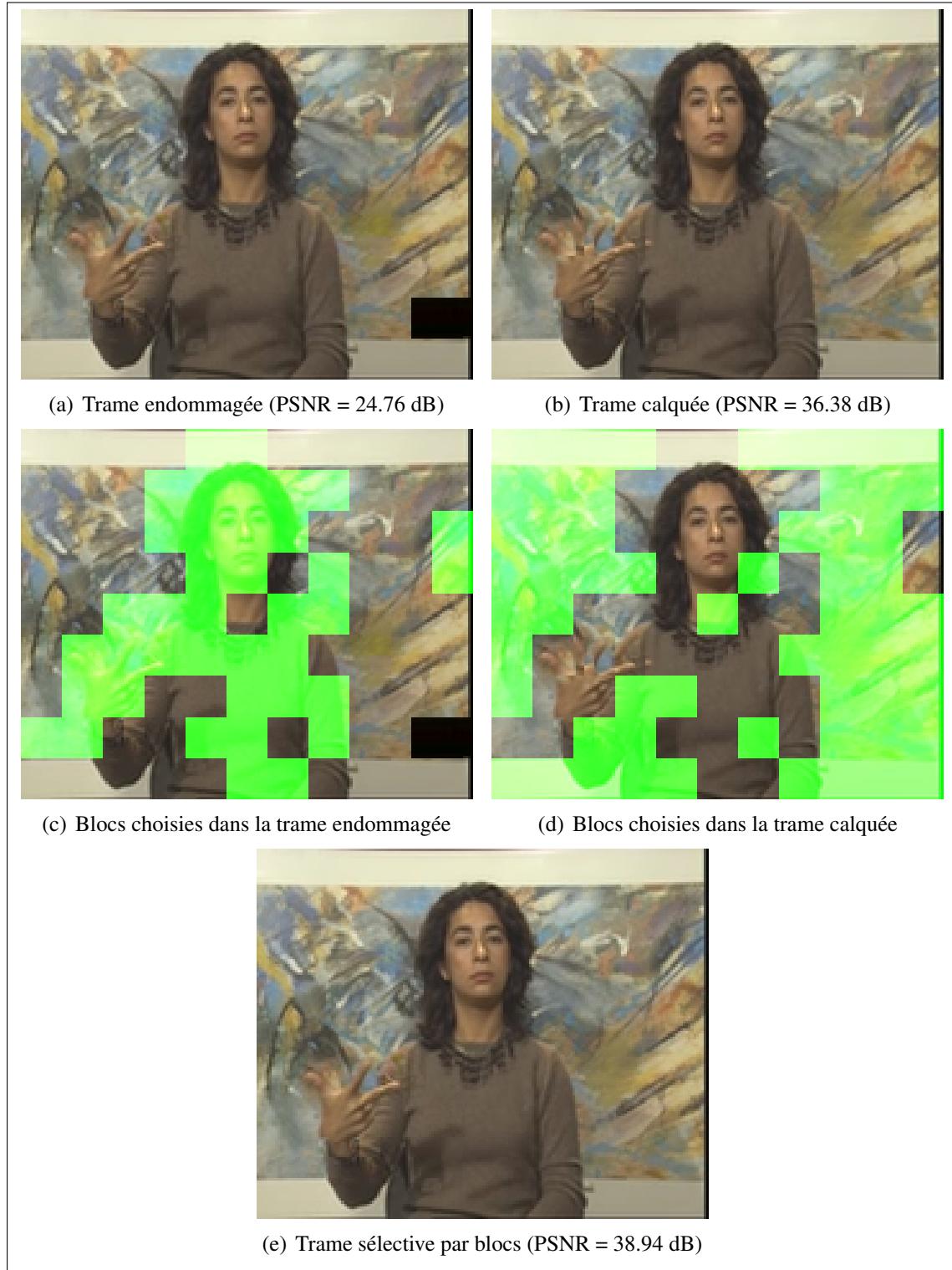


Figure 1.13 Visualisation des blocs choisies dans la trame corrompue et la trame calquée par l'approche MCB. (Séquence : Silent, QP=16 BER=0.0008, FMO=Entrelacé)

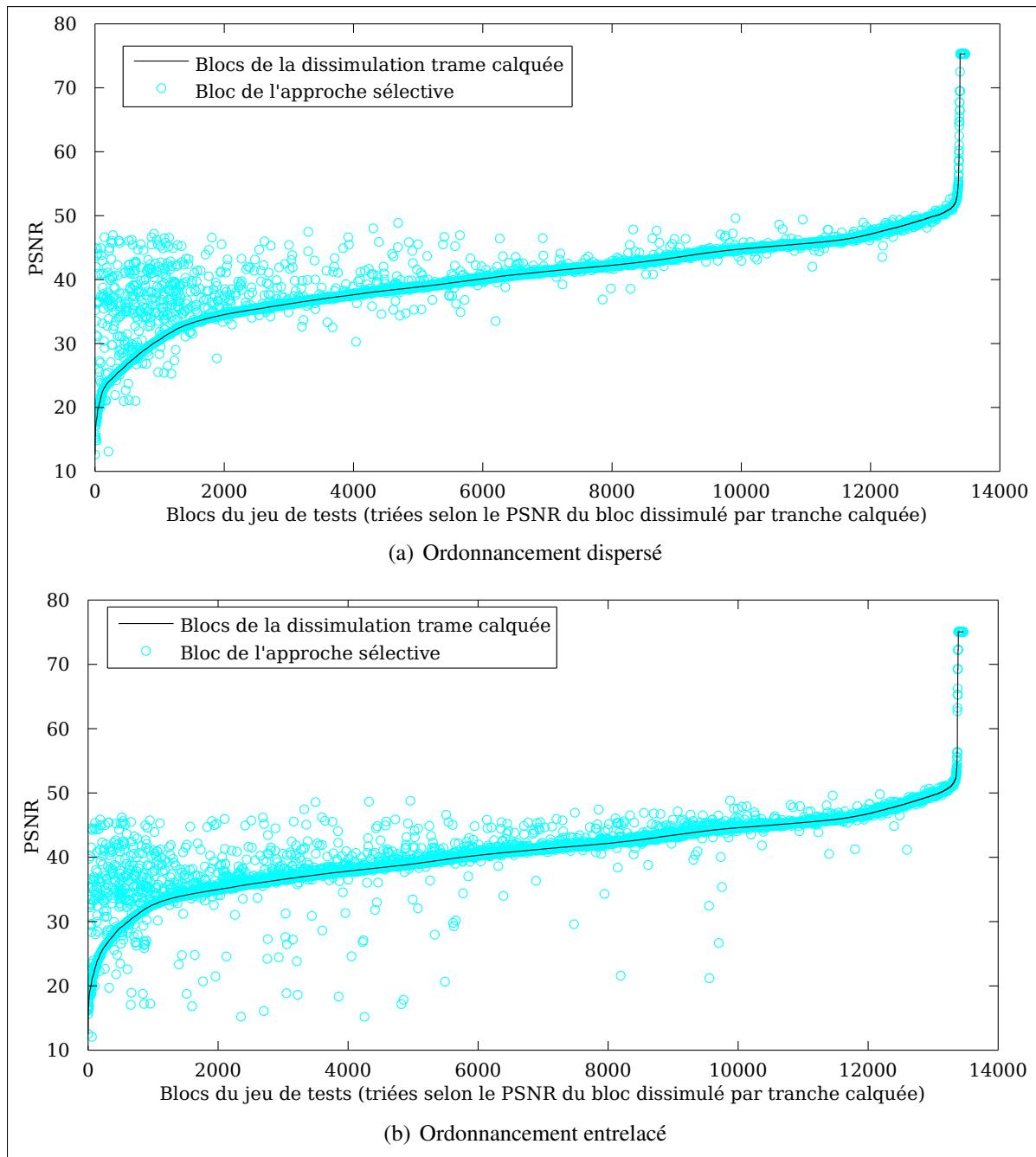


Figure 1.14 Visualisation de la distribution du PSNR issue des blocs résultants de l'approche sélective basée sur MCB (cercles cyan) à l'égard de ceux produits par la dissimulation par tranche calquée (ligne bleue).

À l'aide de la figure 1.15, nous sommes en mesure d'analyser la distribution des PSNR résultant de la trame erronée, de la dissimulation par tranche calquée et des approches sélectives. Cette figure expose la variation du nombre de trames selon des intervalles de 5 dB de PSNR. Ces intervalles s'étalent de 20 dB à 50 dB, permettant ainsi de visualiser la variation de la qualité visuelle issue de chaque approche.

Commençons l'analyse en soulignant la présence d'une importante quantité de trames erronées dans les intervalles de faible qualité, où le PSNR est inférieur à 30 (les intervalles centrés autour de 20 et 25). Pour ces intervalles, nous constatons, autant dans l'histogramme de la figure 1.15(a) que 1.15(b), que la majorité de ces trames sont dissimulées par les tranches calquées et les approches sélectives.

Poursuivons l'analyse des approches sélectives avec le constat suivant : pour l'intervalle centré autour de 30 dB, le nombre de trames liées aux approches sélectives est inférieur à celui des trames liées à la dissimulation par tranche calquée. Cette observation n'est pas due à une perte de qualité, mais bien à une augmentation de la qualité, car on retrouve ces trames dans les intervalles supérieurs. Pour ces intervalles, les approches sélectives produisent un plus grand nombre de trames que la dissimulation par tranche calquée.

Grâce à ces observations, nous sommes en mesure de conclure que les approches sélectives produisent de meilleurs résultats en exploitant les trames erronées de haute qualité visuelle, tout en évitant les trames erronées de mauvaise qualité. En ce qui a trait à la comparaison des approches sélectives, l'approche sélective MCB offre un plus grand nombre de trames de qualité visuelle pour les intervalles de 35 dB et 40 dB vis-à-vis SDMCB. Cependant, l'approche sélective SDMCB se reprend dans l'intervalle de 45 dB. Cette reprise est attribuée au fait que le remplacement de blocs sporadiques dans une trame peut engendrer une perte de qualité causée par le mauvais arrimage des valeurs de pixels en frontière de bloc. Cette légère dégradation réduit le nombre de trames de très haute qualité. Toutefois, à des niveaux de 40dB et plus, la différence de qualité est souvent imperceptible. Pour éviter d'avoir à manipuler des valeurs de

PSNR infinies, nous avons saturé le PSNR à 75 dB. Cette valeur a été choisie, car elle surpassait l'ensemble des valeurs mesurées, comme on peut le constater à la figure 1.14.

Tableau 1.1 Résumé du PSNR moyen obtenu par les diverses approches présentées dans cette section sur le jeu de tests.

Approche	PSNR Moyen dispersé (dB)	PSNR Moyen entrelacé (dB)
Encodée (sans erreur)	41.218222	41.200377
Sélective par bloc (avec référence)	37.689039	38.528986
Sélective par tranche (avec référence)	37.117712	38.082769
Sélective MCB	37.034840	37.951004
Sélective SDMCB	36.901414	37.911514
Dissimulation tranche calquée	36.179630	37.263033
Trame corrompue	35.068784	36.075526

Le tableau 1.1 résume les résultats présentés dans cette section. De par ces résultats, nous sommes en mesure de conclure deux choses. La première est que les trames issues du décodage de séquences corrompues possèdent une qualité visuelle importante et exploitable. La seconde est que les approches sélectives issues de nos travaux et appliquées à un tel décodage peuvent guider la détection d'erreurs et servir à l'amélioration de la dissimulation. De plus, le tableau valide que nos algorithmes de sélection sont en mesure d'alterner efficacement entre la trame calquée et la trame corrompue afin d'offrir une dissimulation supérieure à celle offerte par le calquage de trame. En derniers lieux, les valeurs obtenues avec une sélection guidée par la trame de référence sont présentées dans le tableau 1.1. Ceci a pour but de relativiser les résultats de nos approches sélectives sans référence.

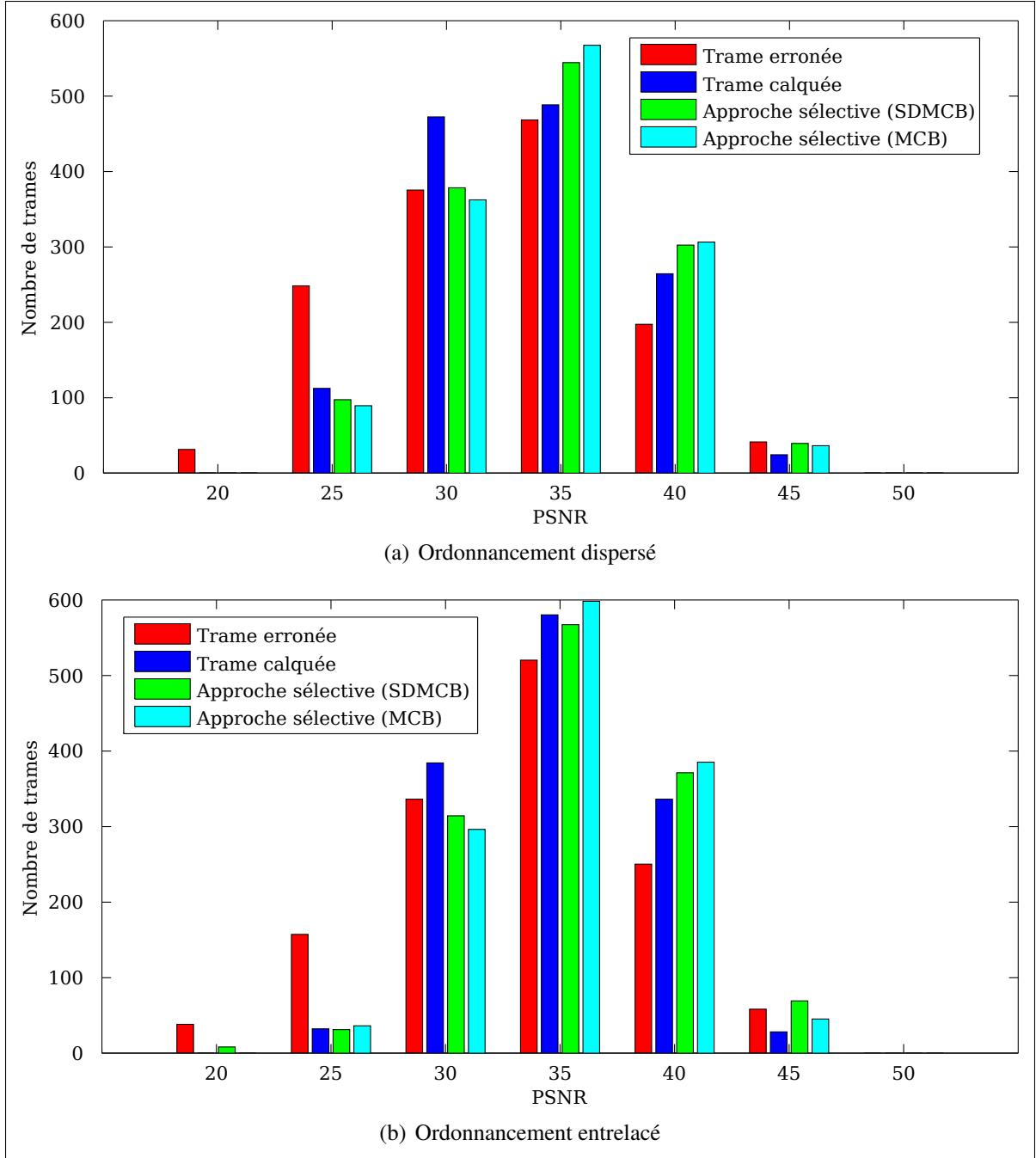


Figure 1.15 Histogrammes des PSNR des trames, avec des intervalles de 5 dB, centrés à chaque incrément de 5 dB, à partir de 20 dB. Les trames considérées sont celles résultantes : du décodage de la trame erronée (rouge), du calquage de tranche (bleu), de l'approche sélective par tranche (vert) ainsi que l'approche sélective par bloc (cyan).

BIBLIOGRAPHIE

- Arizona State University, December 2010. YUV Video Sequences. URL <http://trace.eas.asu.edu/yuv/>.
- Joint Video Team (JVT) d'ISO/IEC MPEG et ITU-T VCEG, 2010. H.264/AVC JM Reference Software. URL <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>.
- Mantis JVT JM H.264/AVC reference software project, September 2009. 0000189 : Crash in JM 16.1 Decoder. URL <https://ipbt.hhi.fraunhofer.de/mantis/view.php?id=189>.
- Stockhammer, T., Miska M. Hannuksela, et Thomas Wiegand, Juillet 2003. H.264/AVC in wireless environments. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 13(7) :657–673. ISSN 1051-8215. doi : 10.1109/TCSVT.2003.815167.
- Superiori, L., Olivia Nemethova, et Markus Rupp, November 2007. Detection of visual impairments in the pixel domain of corrupted H.264/AVC packets. *Procs. of the Picture Coding Symposium (PCS 2007), Lisboa, Portugal*, pages 7–9.
- Wenger, S., Juillet 2003. H.264/AVC over IP. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 13(7) :645–656. ISSN 1051-8215. doi : 10.1109/TCSVT.2003.814966.