

# Prédiction Intra par Partitionnement 1D pour le Codage d'Images et de Vidéos

JM. Thiesse<sup>1</sup>, G. Laroche<sup>1</sup>, J. Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orange Labs

38-40 rue du G.Leclerc  
92794 Issy Les Moulineaux, France

{jeanmarc.thiesse, guillaume.laroche, joelb.jung}@orange-ftgroup.com

## Résumé

*H.264/AVC, la référence actuelle en compression vidéo, apporte des gains de compression significatifs par rapport à ses prédécesseurs, grâce d'une part à l'amélioration d'outils existants et d'autre part par l'ajout de nouveaux outils pour le codage spatial et temporel. Le codage Intra (spatial), en particulier, s'appuie sur une prédiction par blocs dans le domaine pixel, et met dorénavant en compétition de très nombreux modes de prédictions.*

*Nous proposons dans cet article de poursuivre ces améliorations en ajoutant des partitions 1D aux partitions par blocs du standard. Ce nouveau partitionnement permet de réduire la distance entre le signal de référence et les pixels prédits et se caractérise par : 1- des partitions 1D, 2- trois ordres de parcours, 3- des prédicteurs adaptés et 4- une transformée DCT 1D. Cette méthode testée dans le codeur de référence H.264/AVC donne des gains systématiques par rapport au standard. Une diminution moyenne du débit de 8% à qualité égale est observée, atteignant 19% pour une séquence à bas débit.*

## Mots clefs

Compression Vidéo, Intra Prédiction, Intra 1D, Partitionnement.

## 1 Introduction

Le standard H.264/AVC [1] issu des travaux conjoints du Video Coding Experts Group (VCEG / ITU-T SG16-Q6) et du Moving Pictures Experts Group (MPEG / ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 MPEG-4 AVC), propose un gain remarquable en compression par l'amélioration d'outils existants et l'intégration de nouveaux outils. La majorité de ces améliorations et nouveaux outils agissent sur le codage temporel. Le codage Intra a également été amélioré par des outils comme le Context Adaptive Binary Arithmetic Coding (CABAC), la compétition des transformées  $4 \times 4$  et  $8 \times 8$  et l'utilisation de trois partitionnements par blocs  $4 \times 4$ ,  $8 \times 8$  et  $16 \times 16$  avec respectivement 9, 9 et 4 prédicteurs, contre seulement 3 prédicteurs Intra dans le domaine transformé pour un bloc  $8 \times 8$  dans le standard H.263.

La standardisation d'H.264/AVC a été finalisée en mai

2005. Actuellement VCEG encourage la recherche sur le codage vidéo par le biais du logiciel KTA (Key Technical Area) [2], qui regroupe tous les outils prometteurs, proposés depuis la finalisation d'H.264/AVC. Le but est de rassembler les outils de codage les plus efficaces, de continuer de progresser et d'encourager les chercheurs à contribuer. C'est dans ce contexte et dans ce but que s'inscrit notre papier. De nombreuses contributions récentes sont consacrées à l'amélioration du codage Intra. Ainsi, le codage Intra est une voie de recherche intéressante pour la communauté de la compression vidéo.

Dans la suite de ce papier nous présentons dans un premier temps un état de l'art du codage Intra puis nous détaillons le schéma Intra 1D proposé dans la partie 3. Finalement, nous commentons nos résultats en partie 4 où nous obtenons des gains sur le débit moyen de 8%. Ces gains atteignent jusqu'à 19% en comparaison avec le codeur de référence H.264/AVC.

## 2 État de l'art

Le codage Intra se caractérise par quatre points majeurs : le partitionnement du macrobloc (forme et taille des partitions), l'ordre de parcours des partitions, les prédicteurs utilisés pour calculer le résiduel et enfin la transformation appliquée au résiduel.

### 2.1 Prédiction et codage Intra dans H.264/AVC

H.264/AVC est basé sur un partitionnement par macroblocs. Chaque macrobloc peut être divisé en trois tailles  $16 \times 16$ ,  $8 \times 8$  et  $4 \times 4$ . Pour chaque bloc de ces partitions plusieurs prédicteurs (4 pour le mode  $16 \times 16$  et 9 pour les modes  $4 \times 4$  et  $8 \times 8$  [1]) sont calculés à l'aide du signal précédemment encodé (le signal de référence). La figure 1 détaille les prédicteurs pour le mode Intra  $16 \times 16$ , il s'agit dans l'ordre de la ligne du dessus, la colonne de gauche, la moyenne des pixels de référence et enfin un prédicteur directionnel. En Intra  $4 \times 4$  et  $8 \times 8$ , 5 prédicteurs directionnels sont ajoutés à ceux de l'Intra  $16 \times 16$ . Au niveau du codeur, le meilleur prédicteur est sélectionné et la différence (le résiduel) entre le prédicteur sélectionné et le bloc

courant est transformée à l'aide d'une DCT  $4 \times 4$  ou  $8 \times 8$  puis quantifiée avant d'être transmise au décodeur.

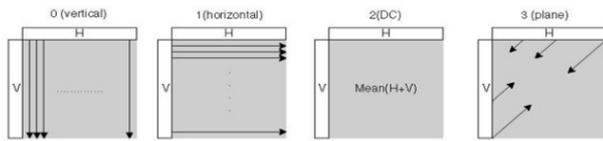


Figure 1 – Les quatre prédicteurs du mode Intra  $16 \times 16$  de la norme H.264.

Dans le codeur de référence H.264/AVC [2], tous les modes et tous les prédicteurs sont calculés pour chaque bloc et la prédiction qui minimise le coût au sens débit-distorsion (RD) est sélectionnée.

Plusieurs travaux présentés ci-dessous modifient une ou plusieurs des caractéristiques du codage Intra de H.264/AVC.

## 2.2 Partitionnement des macroblocs et ordres de parcours

D'intéressantes modifications des partitionnements classiques  $16 \times 16$ ,  $8 \times 8$  et  $4 \times 4$  ont été proposées. Ainsi, dans [3] l'auteur propose d'utiliser les tailles de partitions Inter ( $16 \times 16$ ,  $16 \times 8$ ,  $8 \times 16$ ,  $8 \times 8$ ,  $8 \times 4$ ,  $4 \times 8$ ,  $4 \times 4$ ) pour le codage Intra. Dans [4] les auteurs ajoutent des partitions géométriques basées sur un modèle paramétrique linéaire. Ces partitionnements améliorent significativement les résultats de référence.

Plusieurs ordres de parcours ont été proposés : dans [5] le parcours commence par le bloc en bas à droite de la partition, dans [6] une compétition entre 24 parcours pour une partition composée de 4 blocs est présentée. Ces ordres de parcours augmentent la distance spatiale entre le premier bloc codé et les pixels de référence mais permettent d'utiliser des pixels de référence provenant de plusieurs directions pour les blocs suivants ce qui augmente leur efficacité de prédiction.

## 2.3 Prédicteurs

La modification ou l'ajout de prédicteurs pour la prédiction Intra est aussi largement traité dans la littérature. Dans [7] les auteurs proposent des prédicteurs pondérés par un gradient. Basé sur la constatation que le demi-pixel est un outil efficace dans la compensation de mouvement, les auteurs de [8] utilisent le demi-pixel pour générer de nouveaux prédicteurs Intra. Dans [9] plusieurs lignes de référence sont utilisées. La contribution [10] présente différents ensembles de prédicteurs directionnels à la place des huit prédicteurs Intra classiques. Dans [11] les auteurs proposent d'augmenter le nombre de prédicteurs selon trois techniques : l'utilisation de 32 directions à la place de 8, de résolutions multiples et de plusieurs lignes de référence. Enfin une prédiction basée sur du "template matching" est proposée dans [12].

## 2.4 Transformée

La dernière caractéristique du codage Intra est la transformée du résiduel. Dans [3] l'auteur adapte la taille de la DCT à ses nouvelles partitions. Dans [13] l'utilisation de transformées KLT adaptées à la direction exploitée par chaque prédicteur est présentée, cela améliore la prédiction linéaire. Enfin, dans [14] les auteurs proposent un nouveau schéma de prédiction Intra qui réalise l'approximation des composantes fréquentielles des pixels de référence. Ils utilisent une DCT-1D pour représenter une composante en fréquence préservée pour chaque bloc ainsi que le coefficient DC qui peut être ajusté bloc par bloc.

## 3 Approche proposée : prédictions et codage 1D

Dans H.264/AVC, l'erreur de prédiction pour la zone en bas à droite d'un bloc est généralement plus élevée que celle dans la partie supérieure gauche du bloc, car un pixel a plus de corrélations spatiales avec ses pixels voisins qu'avec des pixels plus éloignés. Ainsi, nous proposons d'utiliser une méthode qui permet de réduire la distance entre un pixel à prédire et son prédicteur.

La méthode proposée dans cet article diffère du codeur H.264/AVC et des travaux de l'état de l'art détaillés dans la partie 2 par les modifications suivantes :

- Le partitionnement des macroblocs est composé de partitions linéaires, obtenues par propagation.
- Ces partitions sont parcourues selon trois ordres de parcours différents.
- Des prédicteurs adaptés à ces partitions et ordres de parcours sont proposés.
- Une DCT-1D est appliquée au résiduel.

Chaque nouvelle partition, ordre de parcours et prédicteurs sont mis en compétition par un critère débit-distorsion exhaustif. Le meilleur choix est sélectionné. Bien sûr, le surcoût d'informations lié à la signalisation de ces nouveaux modes est pris en compte dans le critère débit-distorsion. L'approche proposée réalise un compromis entre le nombre de nouveaux modes ajoutés et le coût de l'information nécessaire à leur signalisation.

### 3.1 Partitionnement 1D d'un macrobloc

Notons  $p_i, \forall i = 1..P$  la partition numéro  $i$  d'un macrobloc partagé en  $P$  partitions.  $p_0$  est le signal de référence utilisé pour la prédiction se trouvant en dehors du macrobloc courant. Les partitions ne sont pas imbriquées et n'ont pas nécessairement le même nombre de pixels. La partition initiale  $p_1$  est une forme linéaire comme une ligne, une colonne, un 'L', un point, un contour, etc. Le partitionnement du macrobloc est obtenu par propagation de cette partition initiale  $p_1$ .  $p_i$  est obtenue par un opérateur de dilatation morphologique, une croix de taille  $3 \times 3$ , à partir de la partition  $p_{i-1}$ . Des exemples de chaque parti-

tionnement et de la propagation associée sont présentés sur la figure 2. Cette propagation est un algorithme déterministe qui produit un seul partitionnement possible du macrobloc. Par conséquent seule la partition  $p_1$  doit être transmise au décodeur.  $p_1$  peut correspondre à une forme prédéfinie 1(a),1(b),1(c),1(d), ou bien hériter du calcul d'un gradient sur les précédentes images 1(e).

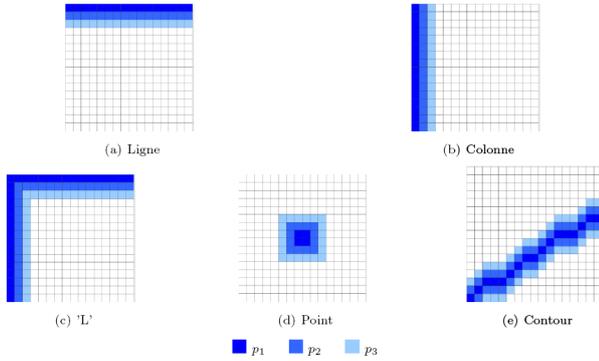


Figure 2 – Exemple de partition initiale  $p_1$  Ligne, Colonne, 'L', Point, Contour, et de leurs propagations  $p_2, p_3$ .

### 3.2 Ordres de parcours

Nous proposons trois ordres de parcours : un parcours classique ("raster", noté R), un parcours bi-directionnel (noté BD) et un parcours hiérarchique (noté H). Le parcours classique consiste à coder les partitions selon l'ordre séquentiel 1, 2, 3, 4, etc. Pour le parcours bi-directionnel, une partition sur deux est codée avec un retard d'une partition. L'ordre devient : 1, 3, 2, 5, 4, etc, afin d'utiliser deux partitions voisines pour la prédiction. L'idée de cet ordre de parcours est basée sur le fait qu'il est parfois plus efficace au sens du critère débit-distorsion de coder certaines partitions avec un signal de référence plus lointain puis de traiter les autres partitions avec des corrélations spatiales plus élevées. L'ordre de parcours hiérarchique étend cette idée avec un ordre hiérarchique pyramidal du partitionnement. L'ordre de parcours pour  $P = 8$  devient 8, 4, 2, 6, 1, 3, 5, 7.

### 3.3 Les prédicteurs

La construction des prédicteurs décrit dans cette partie concerne un partitionnement du macrobloc en lignes et peut facilement se généraliser aux autres partitionnements (colonne, 'L', point, etc.). La structure proposée de partitionnement 1D, associée à des ordres de parcours non "raster", autorise l'emploi de prédicteurs originaux et spécifiques.

Pour le parcours "raster", le signal de référence pour une partition  $p_i$  est la partition  $p_{i-1}$ . L'intérêt de cet ordre est que chaque pixel de la partition courante  $p_i$  a un pixel voisin dans le signal de référence.

Aux prédicteurs classiques (prédictions directionnelles à partir de la ligne du haut ou de la colonne de gauche)

nous ajoutons des prédicteurs (Figure 3) permettant de tirer parti de la position de la ligne dans le macrobloc : prédicteurs demi-pixelliques, prédicteurs pondérés, prédicteurs par proximité, décalages ou combinaisons de prédicteurs existants.

La description des principaux prédicteurs est donnée ci-dessous :

- $P\_line$ , contient la ligne précédente, soit la partition  $p_{i-1}$ .
- $L\_pix$ , contient le pixel à gauche de la ligne.
- $Bal$ , est la moyenne pondérée en fonction de la distance spatiale entre le pixel de gauche et la ligne précédente.
- $P\_R\_Shift$ , contient la ligne du dessus décalée vers la droite.
- $L\_pix + 1$ , contient le pixel en bas du pixel à gauche de la ligne à prédire.

Les autres prédicteurs ( $L\_2P$ ,  $P\_R\_Shift$ ,  $A\_DC\_P\_line$ ,  $S\_P\_line$ ,  $P\_L\_Shift$ ) sont des combinaisons de prédicteurs détaillés ci-dessus. Ils se transposent au partitionnement en colonnes en utilisant la colonne à gauche à la place de la ligne du dessus et le pixel du dessus à la place du pixel à gauche.

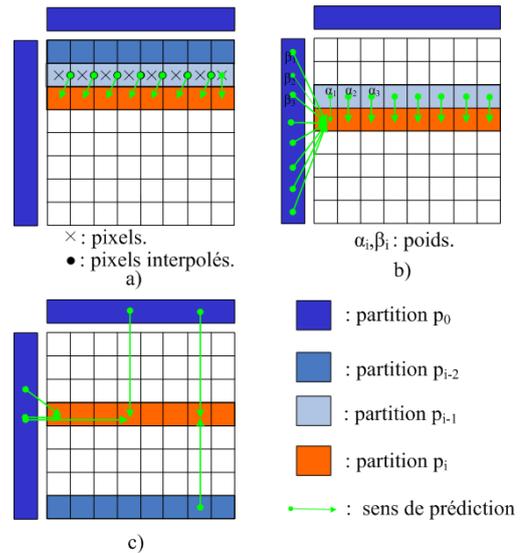


Figure 3 – Exemple de prédictions demi-pixellique (a), pondérée (b) et par proximité (c).

Dans le cas des parcours bi-directionnels et hiérarchiques les prédicteurs précédents, adaptés au nouveaux parcours sont réutilisés : la partition courante  $p_i$  est codée grâce à des prédicteurs qui utilisent les partitions  $p_j, 0 \leq j < i$ . Ainsi, dans le cas du parcours bi-directionnel, le prédicteur  $P\_line$  contient la seconde ligne précédente. Des prédicteurs supplémentaires tirant parti de ces ordres de parcours ont été définis, notamment :

- $P\_F\_lines$ , la moyenne entre la ligne précédente et

la ligne suivante.

- *F\_line*, pour le parcours hiérarchique, contient la ligne suivante.
- *Proxim*, contient la moyenne des deux pixels les plus proches du pixel à prédire (Figure 3.c).

### 3.4 Transformée DCT 1D

Le standard H.264/AVC utilise une DCT 4×4 et une DCT 8×8 pour coder le résiduel Intra. Nous utilisons naturellement une DCT 1D pour coder les résiduels des partitions 1D.

Concernant la quantification nous utilisons celle définie pour la DCT 4×4 du codage Intra mais sans avoir adapté l'outil non normatif "adaptive quantization offset" inclus dans le codeur de référence pour la quantification.

### 3.5 Compétition

Le mode Intra 1D est alors mis en compétition avec les autres modes Intra d'H.264. La sélection du meilleur mode Intra est réalisée à l'aide d'un critère débit-distorsion (RD)  $J = D + \lambda R$ , avec  $J$  le coût RD,  $D$  la distorsion,  $R$  le débit estimé de codage du mode courant, et  $\lambda$  le multiplicateur de Lagrange dépendant du paramètre de quantification (QP). Pour les modes Intra d'H.264/AVC,  $R$  inclut le coût de signalisation du mode (16×16, 8×8,..) et des sous-modes (les prédicteurs). Pour le schéma proposé,  $R$  inclut en plus le coût de signalisation de la forme de la partition initiale et de l'ordre de parcours. Ces coûts sont comparés à ceux des modes Intra d'H.264/AVC et le codage qui minimise le critère  $J$  est sélectionné.

## 4 Résultats expérimentaux

### 4.1 Protocole de test

Les tests ont été réalisés avec la version 1.4 du codeur KTA. La référence H.264/AVC utilise les modes Intra 4×4 et Intra 16×16. Seule la transformée 4×4 est activée (Fr-Ext désactivé). Nous avons testé les deux méthodes de codage entropique : CAVLC et CABAC. Pour des raisons d'implémentations seule la composante de luminance est codée.

Trois ensembles de paramètres de quantifications (QP) représentant six niveaux de compression ont été sélectionnés afin d'étudier les résultats à haut, moyen et bas débits : QP set1 : 17-22-27-32, QP set2 : 22-27-32-37, QP set3 : 27-32-37-42.

Nous avons testé deux formes de partitions initiales  $p_1$  : "Ligne" et "Colonne". Le nombre et le type de prédicteurs pour chaque partition initiale et ordre de parcours a été déterminé de manière empirique. Il est détaillé dans le tableau 1.

Les pourcentages de gains sur le débit sont calculés à l'aide de la métrique de Bjøntegaard [15], qui calcule une différence moyenne entre deux courbes débit-distorsion.

Mode	Parcours	Prédicteurs
Intra 16x16	R	Vert, Hor, DC, Plane
Intra 4x4	R	Vert, Hor, DC, $Diag_{dl}$ , $Diag_{dr}$ , $Vert_r$ , $Hor_d$ , $Vert_l$ , $Hor_u$
Intra Ligne	R	P_line, L_pix, Bal, L_2P, P_R_Shift, L_pix+1, A_DC_P_line, S_P_line, P_L_Shift
	BD	P_line, L_pix, P_F_lines
	H	P_F_lines, L_pix, _P_F_L_Shift, P_line, F_line
Intra Colonne	R	P_Col, U_pix, P_U_Shift, Bal, P_D_Shift, 3_P_Col, U_2Prev, A_DC_P_Col, DC
	BD	P_Col, U_pix, U_2Prev, Bal, U_pix+1, S_P_Col, P_F_Col, P_Col
	H	P_F_Col, Up_pix

Tableau 1 – Nombre de prédicteurs utilisés en fonction du mode et de l'ordre de parcours.

### 4.2 Configuration Intra

Le premier test présenté ci-dessous a été réalisé dans une configuration où toutes les images sont codées en Intra.

**Gains sur le débit.** Le tableau 2 donne le pourcentage de gains sur le débit pour chaque séquence pour les trois débits étudiés et les deux méthodes de codages entropiques.

La méthode proposée donne systématiquement un gain sur le débit pour toutes les séquences étudiées. Le résultat le moins favorable est de 2.2% de gains sur le débit pour la séquence Modo CIF à haut débit en codage CABAC. Le meilleur résultat est obtenu pour la séquence Schumacher CIF à bas débit et atteint 18.9% de gains sur le débit en CABAC et 18.3% en codage entropique CAVLC. Le pourcentage de gains à bas débit est plus élevé qu'à haut débit avec une moyenne de gains sur le débit de 8.6% pour les niveaux 27-42 contre 5.3% pour les niveaux 17-32.

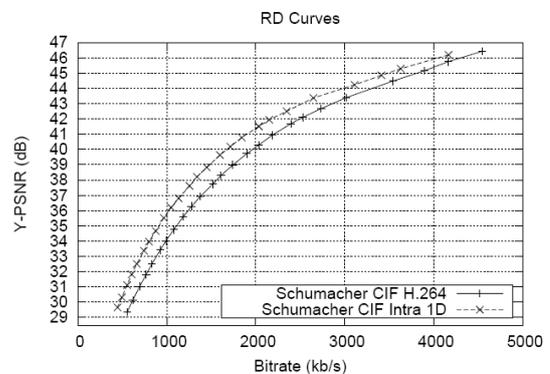


Figure 4 – Courbe RD de la séquence Schumacher CIF comparée à H.264/AVC.

Sur la figure 4, qui donne les courbes RD de la séquence Schumacher CIF, nous pouvons voir que les gains à bas débit sont plus élevés qu'à haut débit.

Ensembles de QP	CAVLC			CABAC		
	Set 1	Set 2	Set 3	Set 1	Set 2	Set 3
<i>PSNR moyen</i>	40.9	37.5	34.3	40.9	37.6	34.4
CIF						
Foreman	3.2	4.0	5.5	2.4	2.9	3.4
Mobile	2.6	3.2	3.5	3.3	3.8	3.3
Paris	4.0	5.1	6.5	4.0	4.6	5.0
Tempete	<b>3.0</b>	3.9	4.9	3.3	4.1	4.4
Akiyo	6.0	6.4	6.5	5.3	5.1	4.4
Carphone	5.4	7.5	9.5	4.6	6.1	7.4
Crew	3.2	5.2	7.7	2.8	3.9	5.0
Modo	3.2	4.4	5.8	<b>2.2</b>	2.7	3.9
Schumacher	12.9	15.7	<b>18.3</b>	13.9	16.6	<b>18.9</b>
720p & 1080p						
Bigships	5.5	7.6	10.4	3.9	4.8	5.8
City corr	5.5	7.2	9.3	5.3	6.1	6.2
Crew	4.6	7.3	8.9	2.5	3.8	4.8
Night	4.9	6.5	7.6	4.9	5.6	5.5
ShuttleStart	8.0	9.1	9.1	3.9	3.5	3.2
Panslow	4.7	9.0	12.4	4.6	8.0	11.2
Pedestrian area	8.0	11.0	10.3	5.5	6.9	5.5
Toys and calendar	4.6	8.2	10.1	3.5	5.4	5.4
Moyenne	<b>5.3</b>	<b>7.1</b>	<b>8.6</b>	<b>4.5</b>	<b>5.5</b>	<b>6.1</b>

Tableau 2 – Pourcentage de gains sur le débit pour l'ensemble des séquences, pour les 3 ensembles de QP en CAVLC et CABAC.

**Analyse des résultats.** Le tableau 3 donne le pourcentage de sélection des modes Intra 16×16, Intra 4×4 et Intra 1D. L'Intra 1D est plus sélectionné que les modes Intra classiques d'H.264/AVC pour les QP 22, 27, 32 et 37. Ces forts pourcentages de sélection prouvent l'efficacité des modes proposés. Bien sûr ce fort pourcentage de sélection résulte du grand nombre de possibilités de codages données par les partitionnements Intra "Ligne" et Intra "Colonne" et leurs différents ordres de parcours ainsi que les nombreux prédicteurs utilisés. La faible sélection pour le QP 17 s'explique par l'optimisation de la quantification de la DCT 4×4 dans le JM. En effet, pour notre DCT 1D nous n'avons pas implémenté tous les outils comme l'"adaptive rounding offset". De plus nous utilisons la même quantification que la DCT 4×4 qui n'est pas adaptée à la DCT 1D. Ces outils sont efficaces à haut débit, notamment l'"adaptive rounding offset" comme cela est décrit dans [16]. Pour le QP 42, la relative faible sélection de l'Intra 1D s'explique par le compromis débit-distorsion. À bas débit le mode Intra 1D est sélectionné moins souvent parce que le coût de l'indice de prédiction et de l'ordre de parcours est plus

élevé que le coût d'un prédicteur de l'Intra 16×16. De plus, pour ce QP le nombre de résiduels transformés et quantifiés qui contiennent des coefficients différents de zéro est peu élevé. Pour un macrobloc si tous les coefficients sont égaux à zéro, l'efficacité de l'Intra 1D diminue parce que cela correspond à une prédiction Intra 16×16 avec un coût plus élevé pour les prédicteurs. Notons qu'à bas débit l'Intra 16×16 a un pourcentage de sélection plus élevé.

QP	Intra 16×16	Intra 4×4	Intra 1D
17	5.4	<b>63.6</b>	31.0
22	7.9	32.2	<b>59.9</b>
27	18.9	26.0	<b>55.1</b>
32	30.2	21.9	<b>47.9</b>
37	42.8	16.9	<b>40.3</b>
42	<b>59.8</b>	11.0	29.2
Moyenne	27.5	28.6	45.9

Tableau 3 – Pourcentage de sélection des modes Intra 16×16, Intra 4×4 et Intra 1D en codage entropique CAVLC selon les QP.

	QP						Moyenne
	17	22	27	32	37	42	
R Ligne	11.9	17.0	12.9	9.0	6.1	3.9	10.1
R Colonne	5.2	10.8	10.0	9.4	8.6	6.2	8.4
BD Ligne	2.6	8.6	10.9	11.2	10.8	9.6	9.0
BD Colonne	3.5	9.0	9.2	8.3	7.0	4.4	6.9
H Ligne	6.0	9.3	6.5	4.6	3.2	1.9	5.2
H Colonne	1.8	5.1	5.6	5.4	4.6	3.3	4.3
Moyenne	31.0	59.9	55.1	47.9	40.3	29.2	43.9

Tableau 4 – Pourcentage de sélection de chaque partition et ordre de parcours Intra 1D en codage entropique CAVLC selon les QP.

Le tableau 4 donne les pourcentages de sélections de chacun des nouveaux modes Intra pour le codage entropique CAVLC selon la valeur des paramètres de quantification. La sélection pour l'ensemble des modes atteint son maximum pour le QP 27. Les 2 modes Intra qui ont la sélection la plus élevée sont l'Intra "Ligne" et l'Intra "Colonne" en ordre de parcours classique. Enfin, le parcours bi-directionnel ("Ligne" et "Colonne") a une meilleure sélection que l'ordre de parcours hiérarchique.

**Sélection spatiale.** La figure 5 détaille la sélection spatiale de chaque mode Intra 1D et leurs ordres de parcours pour la séquence Paris CIF à QP 42. L'Intra 1D est sélectionné dans les parties les plus texturées. Nous pouvons aussi voir que le partitionnement en "Colonne" a plus de sélections dans les parties où la texture a une orientation verticale, notamment les livres sur la bibliothèque, contrairement à l'Intra "Ligne" qui est plus sélectionné dans les parties où la texture est horizontale.

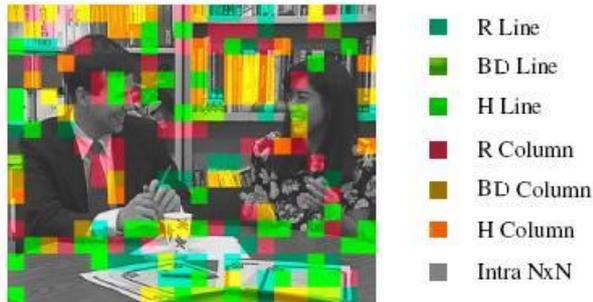


Figure 5 – Sélection spatiale des modes Intra 1D et leurs ordres de parcours.

### 4.3 Configuration GOP 12

Le test présenté dans cette partie a été réalisé dans une configuration avec un GOP (groupe d'images) de 12 images (une image I pour onze images P) qui correspond à une configuration typique des applications de type "diffusion". Une image P peut contenir des macroblocs Intra.

Le tableau 4.3 montre le pourcentage de gains sur le débit pour la configuration GOP 12 pour le même ensemble de vidéos que dans le tableau 2. Ces gains sont significatifs pour une modification qui concerne uniquement les macroblocs codés en Intra. Le gain moyen à bas débit est de 4.9%. En pratique, le bénéfice du codage Intra est propagé par les modes Inter dans les images P.

QP range	CAVLC			CABAC		
	Set 1	Set 2	Set 3	Set 1	Set 2	Set 3
CIF	2.3	3.1	4.1	2.2	2.8	3.6
720p & 1080p	3.3	5.0	5.8	2.1	3.4	3.8
ALL	2.8	4.0	4.9	2.2	3.1	3.7

Tableau 5 – Pourcentage de gains sur le débit pour la configuration GOP 12 pour les 3 niveaux de QP et pour les codages entropiques CAVLC et CABAC.

## 5 Conclusion

Dans cet article nous avons proposé un partitionnement Intra 1D qui assure une distance spatiale faible entre les pixels à prédire et le signal de référence par rapport aux modes Intra classiques d'H.264/AVC. Afin d'augmenter l'efficacité de ces partitions 1D, un ordre de parcours bi-directionnel et un ordre hiérarchique ont été ajoutés à l'ordre de parcours classique. Des prédicteurs adaptés à ce partitionnement 1D et à ces ordres de parcours ont été proposés afin d'exploiter au mieux les corrélations spatiales. Enfin, la transformée a été adaptée à la taille de la partition avec l'utilisation d'une DCT 1D.

Les modes Intra 1D testés ont un pourcentage de sélection plus élevé en moyenne que les modes classiques Intra  $16 \times 16$  et Intra  $4 \times 4$  du standard H.264/AVC. L'efficacité de codage obtenue est significative : le gain en débit est de 8% en moyenne à bas débit, et atteint 19%. En perspective nous comptons implémenter d'autres partitionnements Intra 1D et adapter automatiquement le nombre de prédicteurs utilisés pour chaque mode Intra.

## Références

- [1] Advanced video coding for generic audiovisual services. Standard version 3, ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 AVC, 2005.
- [2] K. Suehring. H.264/AVC and KTA software coordination. Available : <http://iphome.hhi.de/suehring/>.
- [3] M. Wien. Intra coding using variable block sizes. Proposal VCEG-O31, ITU-T VCEG, Pattaya, Thailand, Décembre 2001.
- [4] C. Dai, O. D. Escoda, X. Yin, L. Peng, et C. Gomila. Geometry-adaptive block partitioning for intra prediction in image & video coding. *ICIP 2007*, 6 :VI–85–VI–88, Septembre 2007.
- [5] T. Shiodera, A. Tanizawa, et T. Chujoh. Block based extra/inter-polating prediction for intra coding. *ICIP 2007*, 6 :VI–445–VI–448, Septembre 2007.
- [6] Z. Gang, G. Li, et Y. He. The intra prediction based on sub block. *ICSP 2004*, pages 467–469 vol.1, Août 2004.
- [7] S. Matsuo, S. Takamura, K. Kamikura, et Y. Yashima. Weighted intra prediction. Proposal VCEG-AG18, ITU-T VCEG, Shenzhen, China, Octobre 2007.
- [8] J.-Y. Park, S.-W. Park, et B.-M. Jeon. Intra prediction with subpel samples. Information VCEG-AG09, ITU-T VCEG, Shenzhen, China, Octobre 2007.
- [9] S. Matsuo, S. Takamura, K. Kamikura, et Y. Yashima. Extension of intra prediction using reference lines. Proposal VCEG-AF05, ITU-T VCEG, San Jose, USA, Avril 2007.
- [10] T. Tsukuba, T. Yamamoto, Y. Tokumo, et T. Aono. Adaptive multidirectional intra prediction. Proposal VCEG-AG05, ITU-T VCEG, Shenzhen, China, Octobre 2007.
- [11] P. Zhang, D. Zhao, S. Ma, Y. Lu, et W. Gao. Multiple modes intra-prediction in intra coding. *MICME 2004*, pages 419–422 Vol.1, Juin 2004.
- [12] T. K. Tan, C. S. Boon, et Y. Suzuki. Intra prediction by template matching. *ICIP 2006*, pages 1693–1696, Octobre 2006.
- [13] Y. Liu, S. Lin, et L. Xiong. Intra prediction with macroblock partition. Proposal VCEG-AG12, ITU-T VCEG, Shenzhen, China, Octobre 2007.
- [14] T. Yoshino, S. Naito, et A. Koike. An extended intra prediction scheme based on frequency component representation. Proposal VCEG-AG06, ITU-T VCEG, Shenzhen, China, Octobre 2007.
- [15] J. Jung et S. Pateux. An excel add-in for computing Bjontegaard metric and its evolution. Information VCEG-AE07, ITU-T VCEG, Marrakech, Morocco, Janvier 2007.
- [16] G. J. Sullivan, J. Lou, et M.T. Sun. Adaptive quantization yielding 10 dB gain. Information JVT-P015, JVT, Poznan, Poland, Juillet 2005.