

Image Denoising - TP5

Thomas Chabal

13 Novembre 2020

EPLL algorithm

Les deux images sur lesquelles est évalué l'article *EPLL : An Image Denoising Method Using a Gaussian Mixture Model Learned on a Large Set of Patches* sont une photo de plateau d'échecs et une photo de paysage végétal.

Les différents essais du débruitage par cette méthode avec des paramètres extrêmes nous permettent de mettre en avant le rôle joué par chacun dans le résultat final.

Concernant l'échiquier fortement bruité, le nombre de gaussiennes utilisées dans le modèle de mélange gaussien impacte directement la qualité et la résolution du résultat : lorsque l'on ne prend que quelques gaussiennes, le résultat est très uniforme, plat et flou. A l'inverse, lorsque l'on prend toutes les gaussiennes, on restitue très bien le damier et ses textures et le résultat est plutôt correct. Cela a cependant un coût : plus on augmente le nombre de gaussiennes à considérer, plus l'algorithme est lent (jusqu'à plusieurs dizaines de secondes).

Ensuite, le débruitage multi-échelles a tendance à détériorer l'image : sur les tests effectués (visibles en Figure 3), une seule échelle donne un résultat satisfaisant mais plusieurs échelles uniformisent le plateau, retirent les textures et créent même des artefacts très visibles pour 3 échelles. Le calcul est également légèrement plus rapide lorsque l'on utilise une seule échelle.

L'ajout de couleurs dans l'OPP ne semble pas jouer de rôle spécial et le résultat est comparable lorsque l'on ajoute ou on retire cette option pour le calcul.

Enfin, le nombre de *steps* détermine également la qualité du débruitage. Pour un nombre élevé de *steps*, l'image n'est plus reconnaissable et toute son information a été perdue. Plus on diminue cette valeur, plus le résultat est correct, mais cela coûte en temps de calcul, et lorsque cette valeur est trop faible l'algorithme peut s'arrêter pour cause de calcul trop long.

Dans le cas de la photo d'arbres, les mêmes observations tiennent.

Trop peu de gaussiennes dans le GMM perdent toute l'information de l'image, tandis que trop de gaussiennes ralentissent considérablement le temps de calcul. L'utilisation de débruitage multi-échelles semble également détériorer l'image en perdant les hautes fréquences correspondant à toutes les feuilles des arbres. Si pour *scale* = 1 on observe la présence de bruit dans le ciel, ce n'est plus le cas pour *scale* = 3 mais alors les feuilles ne sont plus nettes. Le rôle du nombre d'étapes *step* est également le même et il est toujours préférable de considérer un nombre faible d'étapes de débruitage.

Toutes ces informations sont regroupées dans le tableau 1 : pour le plateau d'échecs avec un bruit fort, les résultats sont les meilleurs pour un débruitage sur une seule échelle avec 100 gaussiennes dans le mélange gaussien ($PSNR = 30.12$). C'est également le cas pour le paysage, avec un $PSNR = 26.86$ dans ces mêmes conditions.

Finalement, nous pouvons comparer les résultats de EPLL avec les algorithmes vus précédemment.

Dans le cas de l'échiquier, EPLL effectue un rendu des chiffres du plateau plus mauvais que NL-Bayes, NL-Means et BM3D. En revanche, EPLL restitue mieux la texture du bois que NL-Means et de façon comparable avec NL-Bayes. L'algorithme reste cependant distancé par BM3D, qui donne un résultat bien plus propre.

Pour le paysage naturel, EPLL semble également derrière ses concurrents, laissant du bruit dans le ciel et restituant peu de détails des feuilles.

Ces résultats de EPLL pour les comparaisons ont été obtenus avec les paramètres suivants : $\#GMM = 50$, $step = 4$, $scale = 1$, $\sigma = 60$.

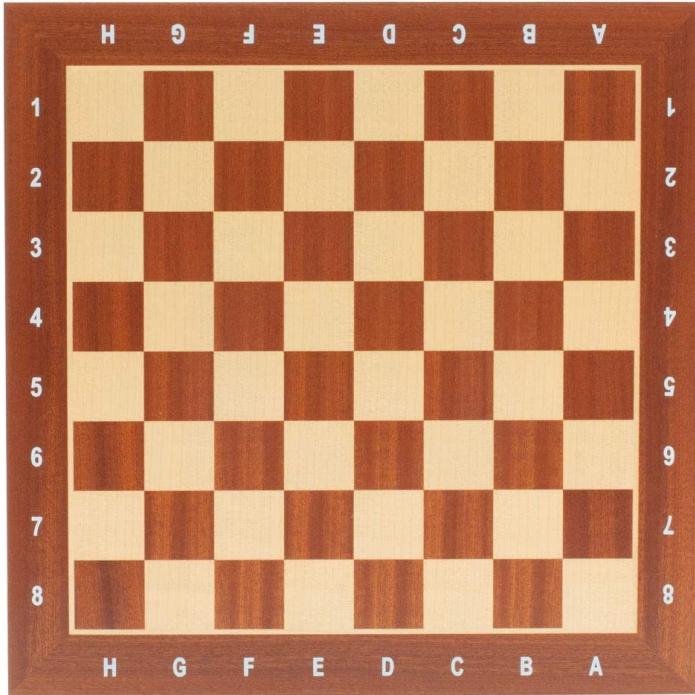


FIGURE 1 – Images évaluées sur l'algorithme EPLL.

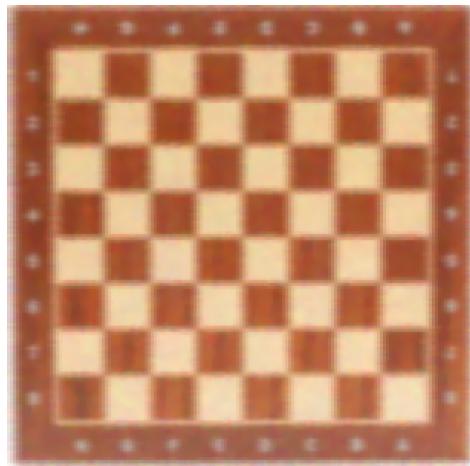
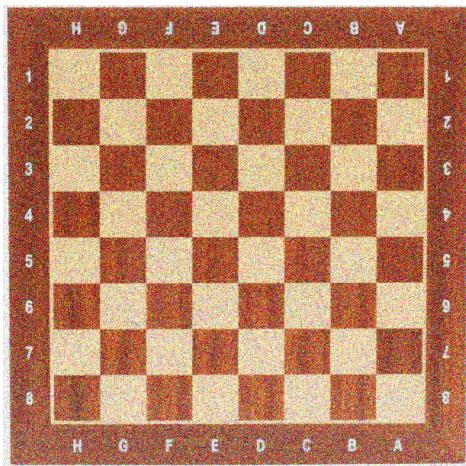


FIGURE 2 – Débruitage de l'image fortement bruitée à gauche ($\sigma = 50$) avec 5 gaussiennes dans le GMM au centre et 100 dans le GMM à droite.

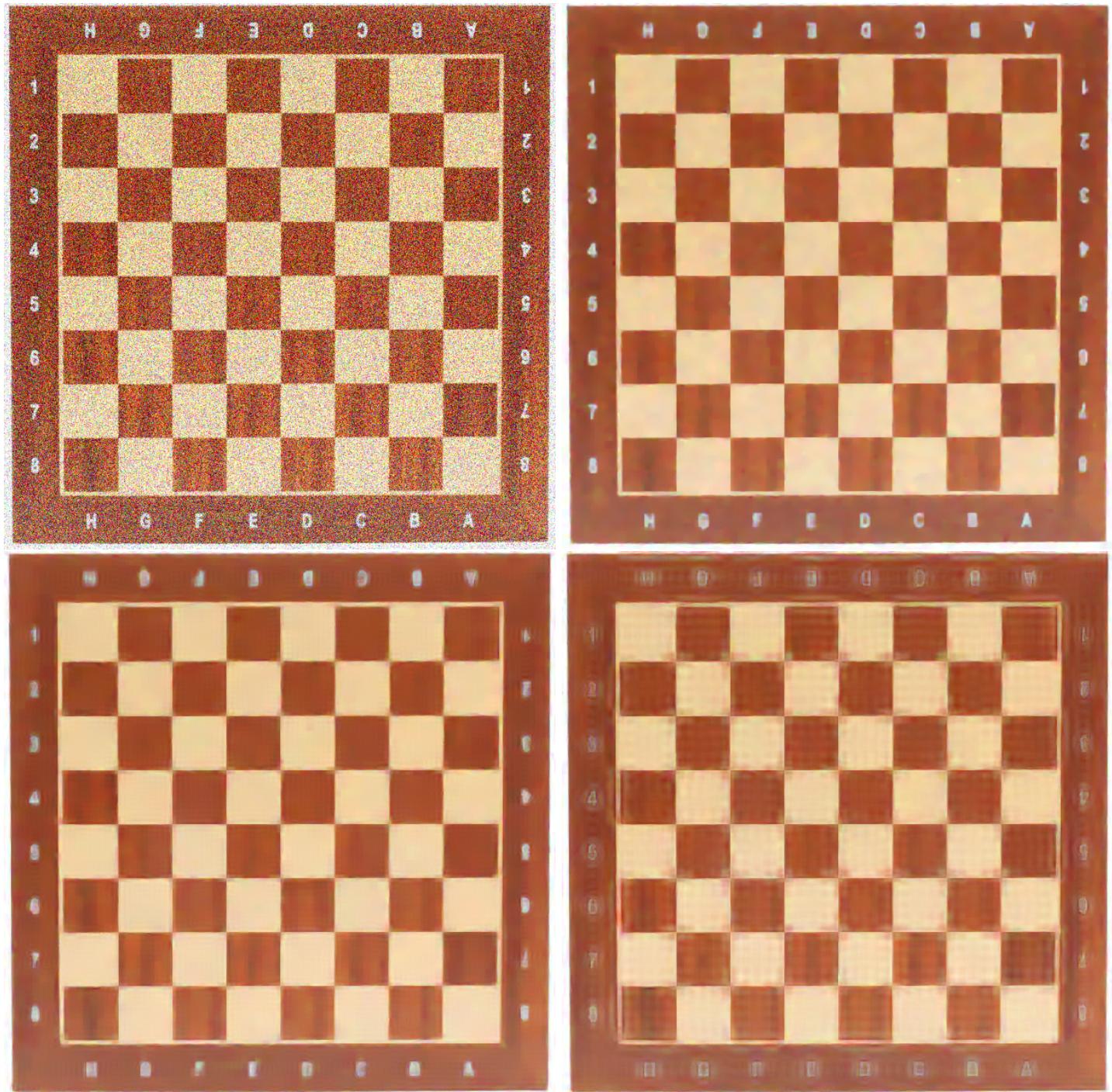


FIGURE 3 – Débruitage de l'image fortement bruitée en haut à gauche ($\sigma = 50$), selon le facteur multi-échelles : 1 seule échelle en haut à droite, 2 échelles en bas à gauche et 3 échelles en bas à droite.



FIGURE 4 – Débruitage de l'image fortement bruitée à gauche ($\sigma = 50$), sans utilisation de RGB dans l'OPP au centre et avec utilisation à droite.

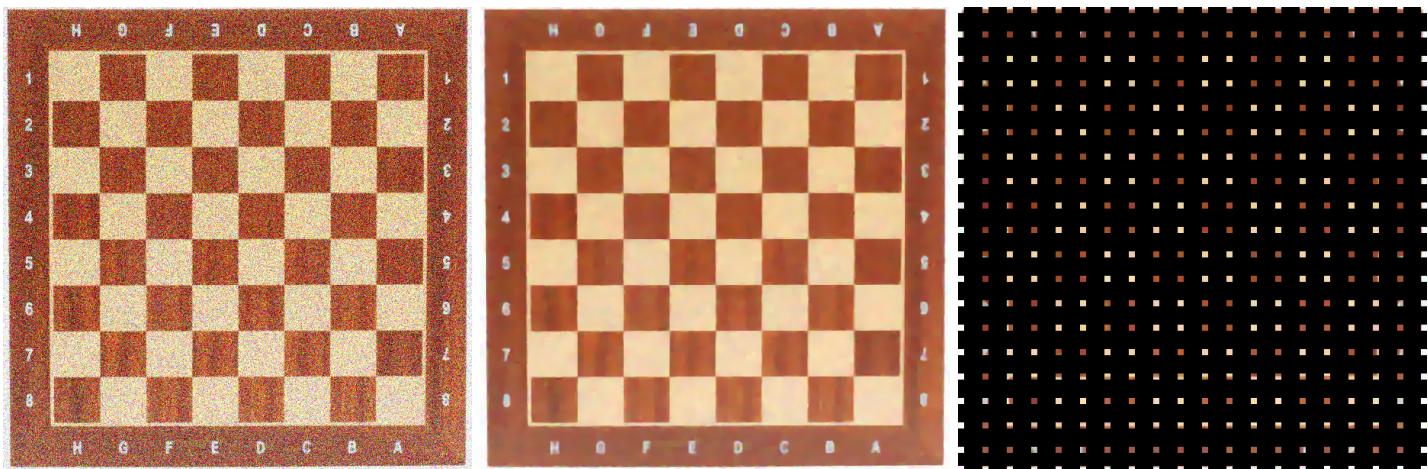


FIGURE 5 – Débruitage de l'image fortement bruitée à gauche ($\sigma = 50$), avec $step = 4$ au centre et $step = 32$ à droite.



FIGURE 6 – Débruitage de l'image faiblement bruitée à gauche ($\sigma = 20$) avec une seule gaussienne dans le GMM au centre et 100 dans le GMM à droite.

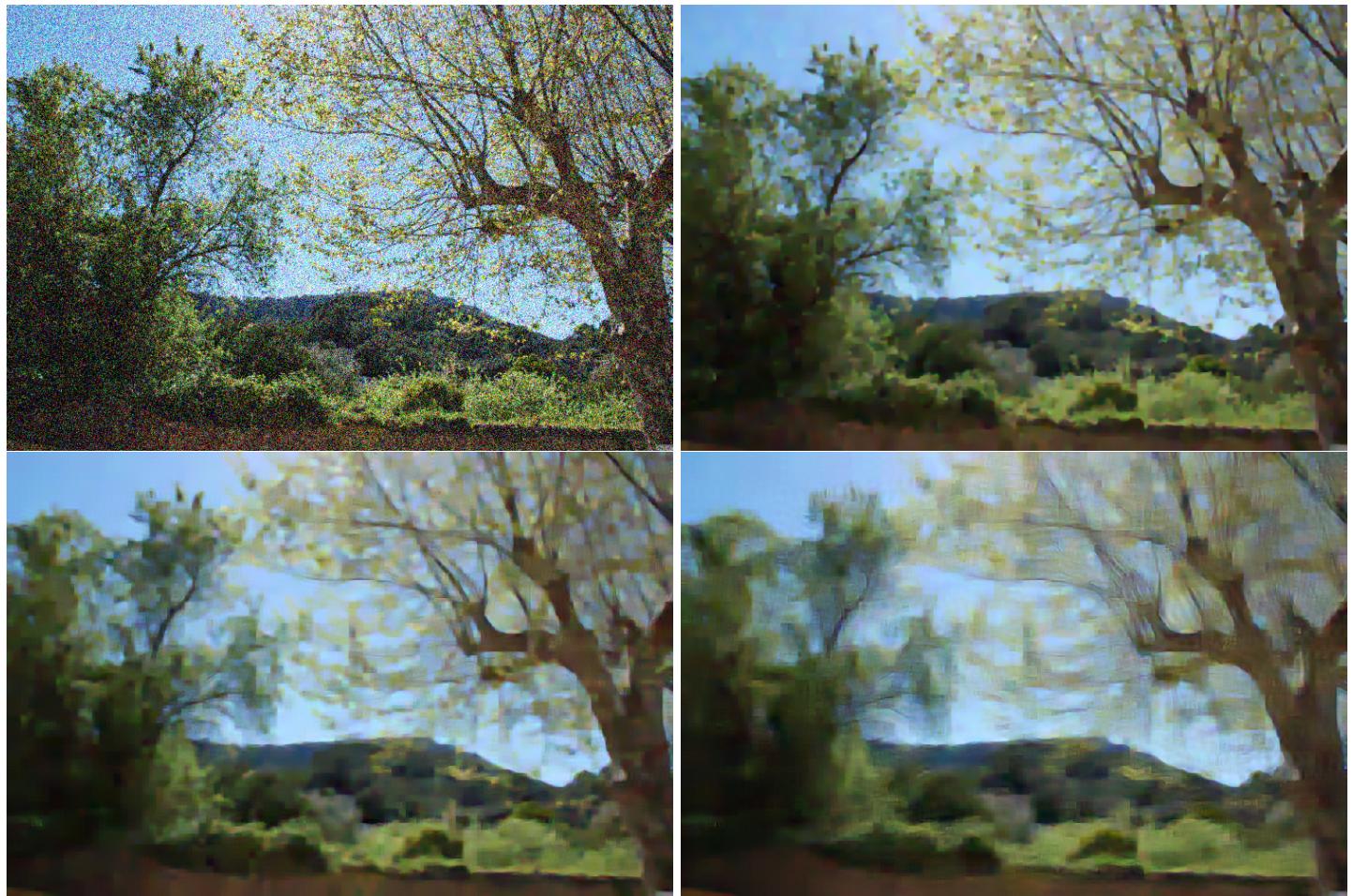


FIGURE 7 – Débruitage de l'image fortement bruitée en haut à gauche ($\sigma = 50$), selon le facteur multi-échelles : 1 seule échelle en haut à droite, 2 échelles en bas à gauche et 3 échelles en bas à droite.



FIGURE 8 – Débruitage de l'image fortement bruitée à gauche ($\sigma = 50$), sans utilisation de RGB dans l'OPP au centre et avec utilisation à droite.



FIGURE 9 – Débruitage de l'image fortement bruitée à gauche ($\sigma = 50$), avec $step = 4$ au centre et $step = 32$ à droite.

Image	Noise	Step	#GMM	Scales	PSNR	MS PSNR
Chess	50	32	35	2	NaN	NaN
		4	1	29.63	29.63	
			35	29.63	28.74	
			2	29.64	25.48	
		5	2	20.33	17.32	
		100	2	30.12	30.04	
Tree	20	4	100	2	26.86	26.84
			1		18.69	17.61
			35		23.4	21.17
		50	100	1	21.4	21.4
			1	2	21.4	20.35
			35	3	21.39	19.41
			32	2	NaN	NaN

TABLE 1 – PSNR single-scale et multi-scale obtenus par l'algorithme EPLL pour chaque image en fonction de la variance σ du bruit initial et des paramètres d'exécution de l'algorithme : le nombre d'étapes de débruitage, le nombre de gaussiennes du mélange gaussien utilisé et le nombre d'échelles pour le multi-scale. En gras : meilleurs PSNR obtenus pour une image et un bruit donné.

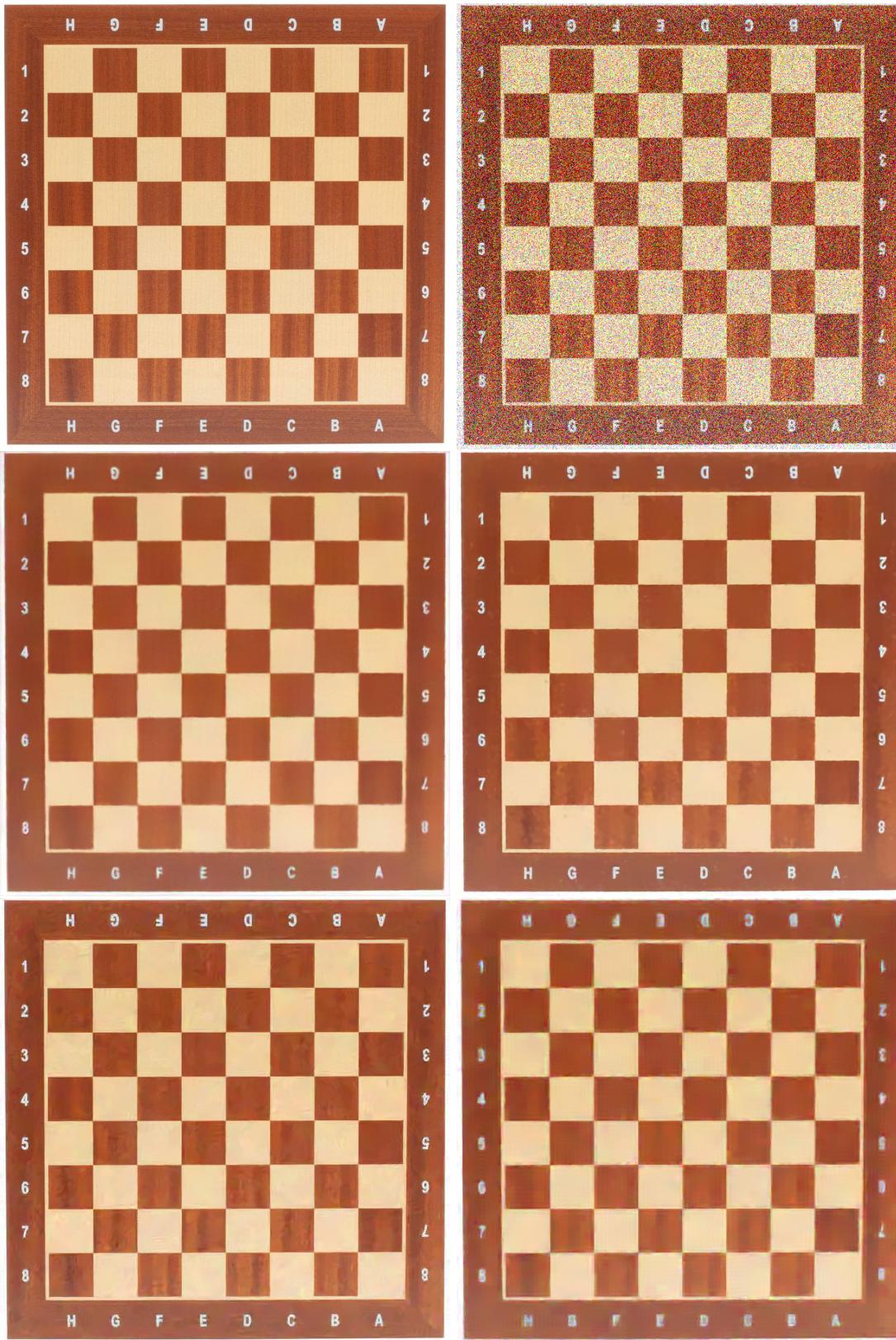


FIGURE 10 – Pour un bruit fort ($\sigma = 60$) : en haut l'image d'origine et celle bruitée, au milieu à gauche l'image débruitée par *Non Local Means*, au milieu à droite celle débruitée par *Non Local Bayes*, en bas à gauche celle de *BM3D* et en bas à droite celle débruitée par *EPLL*.



FIGURE 11 – Pour un bruit fort ($\sigma = 60$) : en haut l'image d'origine et celle bruitée, au milieu à gauche l'image débruitée par *Non Local Means*, au milieu à droite celle débruitée par *Non Local Bayes*, en bas à gauche celle de *BM3D* et en bas à droite celle débruitée par *EPLL*.