

Image Denoising - TP2

Thomas Chabal

23 Octobre 2020

Table des matières

1	Image de voiture	1
1.1	Extraction de 10 composants	1
1.2	Extraction de 20 composants	1
1.3	Extraction de 65 composants	7
2	Texture d'un buisson	10
2.1	Patch centré sur une partie marron	10
2.2	Patch centré sur une partie verte	10
3	Bruit	15
4	Conclusion	18

On étudie des extractions de patchs d'images à partir du workshop disponible sur :
http://dev.ipol.im/~lisani/ipol_demo/blm_patchesLocal/.

1 Image de voiture

On teste d'abord l'extraction de patchs à partir d'une image de voiture bleue dans laquelle on sélectionne un point sur le bord du clignotant arrière gauche. La portion de l'image autour du pixel sélectionné est régulière et géométrique (une séparation légèrement courbée entre une zone bleue et une rouge), ce qui implique que de nombreux patchs devraient être semblables à celui sélectionné.

1.1 Extraction de 10 composants

Lorsque l'on extrait les 10 patchs les plus proches de celui sélectionné, la sélection est très précise, ce qui est lié à la régularité de l'image. L'histogramme montre d'ailleurs un ensemble de pixels placés sur l'arête du clignotant et correspondant à des points de Canny.

Une fois normalisés, les patchs les plus proches ont effectivement de très grandes similitudes colorimétriques avec celui de référence. La séparation en GMM en revanche semble distinguer une classe avec des séparation rouge-bleu très horizontale d'une classe où cette même séparation est plus incurvée ou transverse.

La décomposition dans une base de PCA donne des filtres peu représentatifs de l'image réelle, avec des valeurs propres associées qui décroissent très vite. Cette décomposition fait apparaître en majorité des filtres très bruités, qui semblent même uniquement constitués de bruit. Par conséquent, les patchs simulés sont eux aussi très bruités et éloignés de celui d'origine. La décomposition en base de GMM n'est pas meilleure, et la projection 3D de cette décomposition semble distinguer deux classes à partir de points très éloignés les uns des autres : cette décomposition semble plutôt aléatoire et peu pertinente.

L'extraction de 10 patchs n'est donc pas suffisante pour établir deux gaussiennes.

1.2 Extraction de 20 composants

Pour une sélection de 20 patchs, un très grand nombre de points sont toujours sélectionnés sur la même arête que le patch de référence, et cette fois certains patchs sont sélectionnés sur l'arête opposée du clignotant, qui est toutefois très similaire à l'autre. On note qu'aucun patch n'a été extrait dans une zone différente de l'image : l'algorithme est donc pertinent.

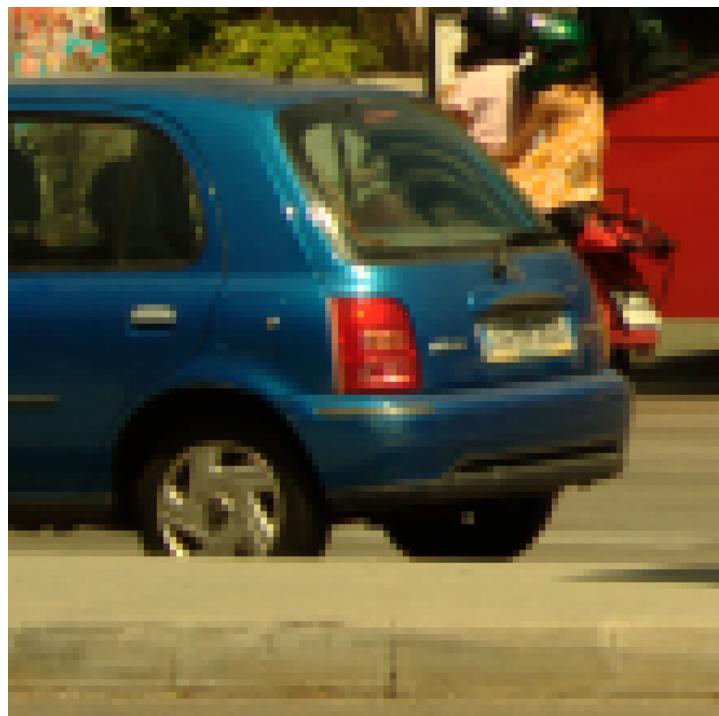


FIGURE 1 – Image de départ

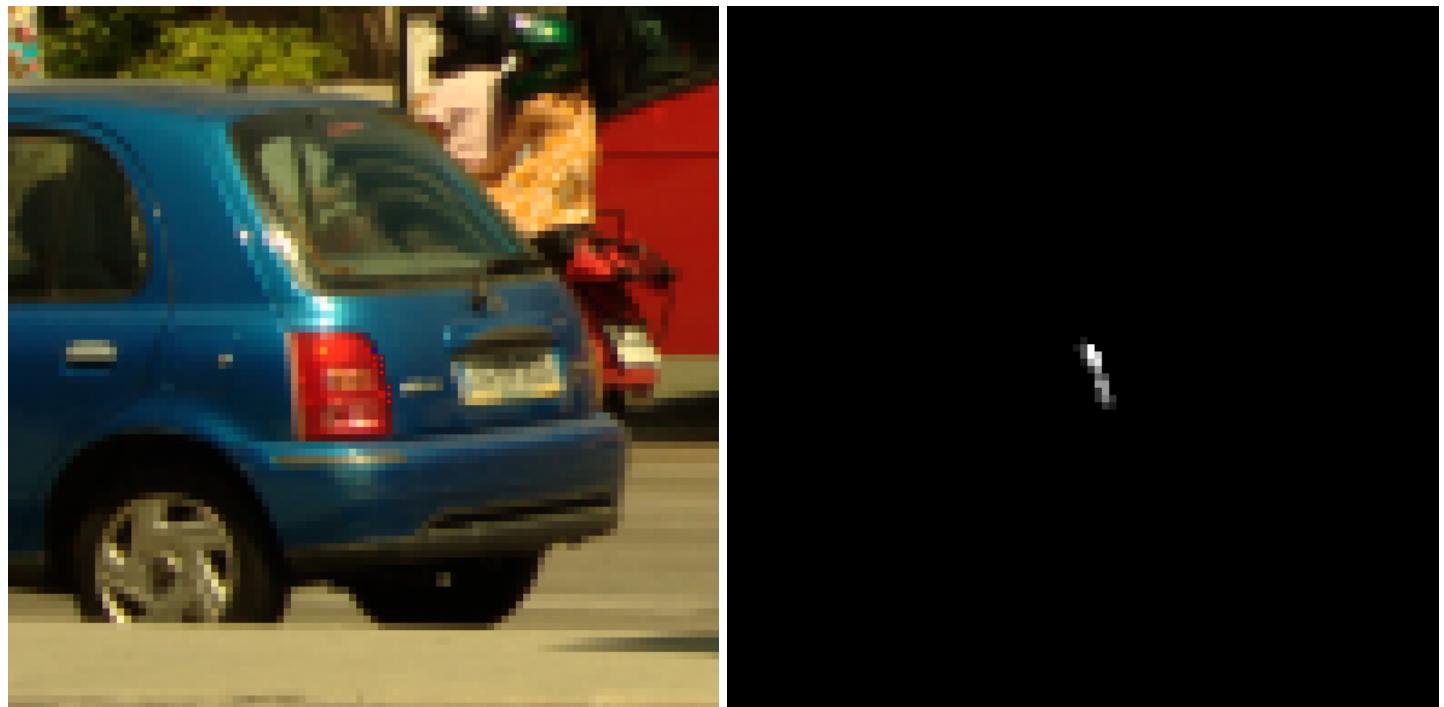


FIGURE 2 – Cas de 10 patchs les plus proches. A gauche : 10 patchs les plus proches de celui sélectionné. A droite : histogramme des patchs les plus proches.

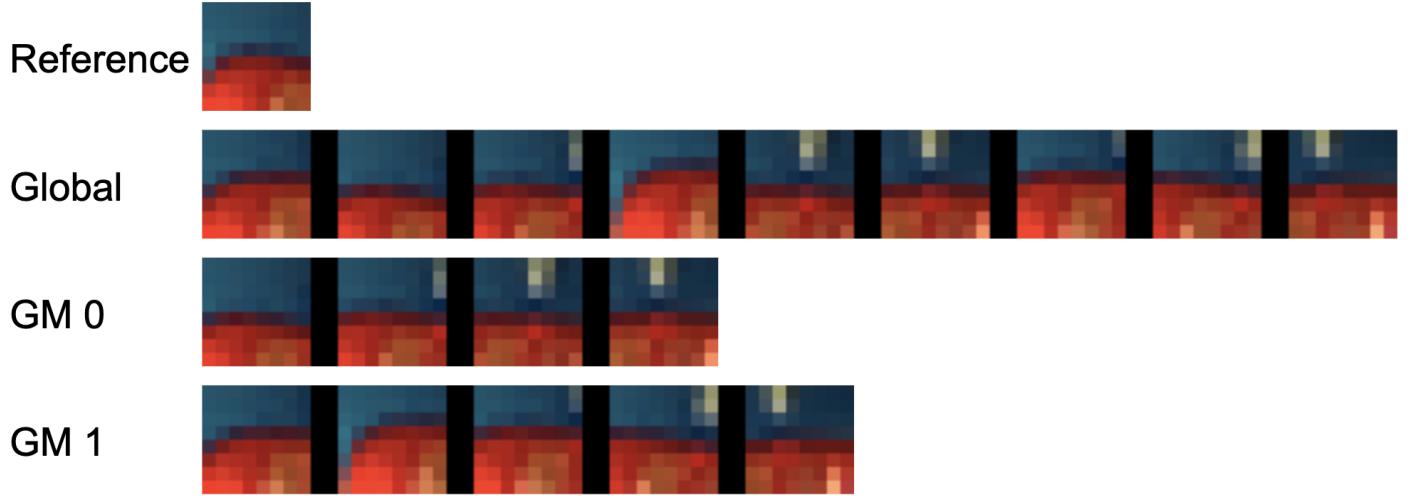


FIGURE 3 – $N_{patch} = 10$. Patches les plus proches de celui de référence, d'un point de vue global puis selon une décomposition en deux gaussiennes mélangées.

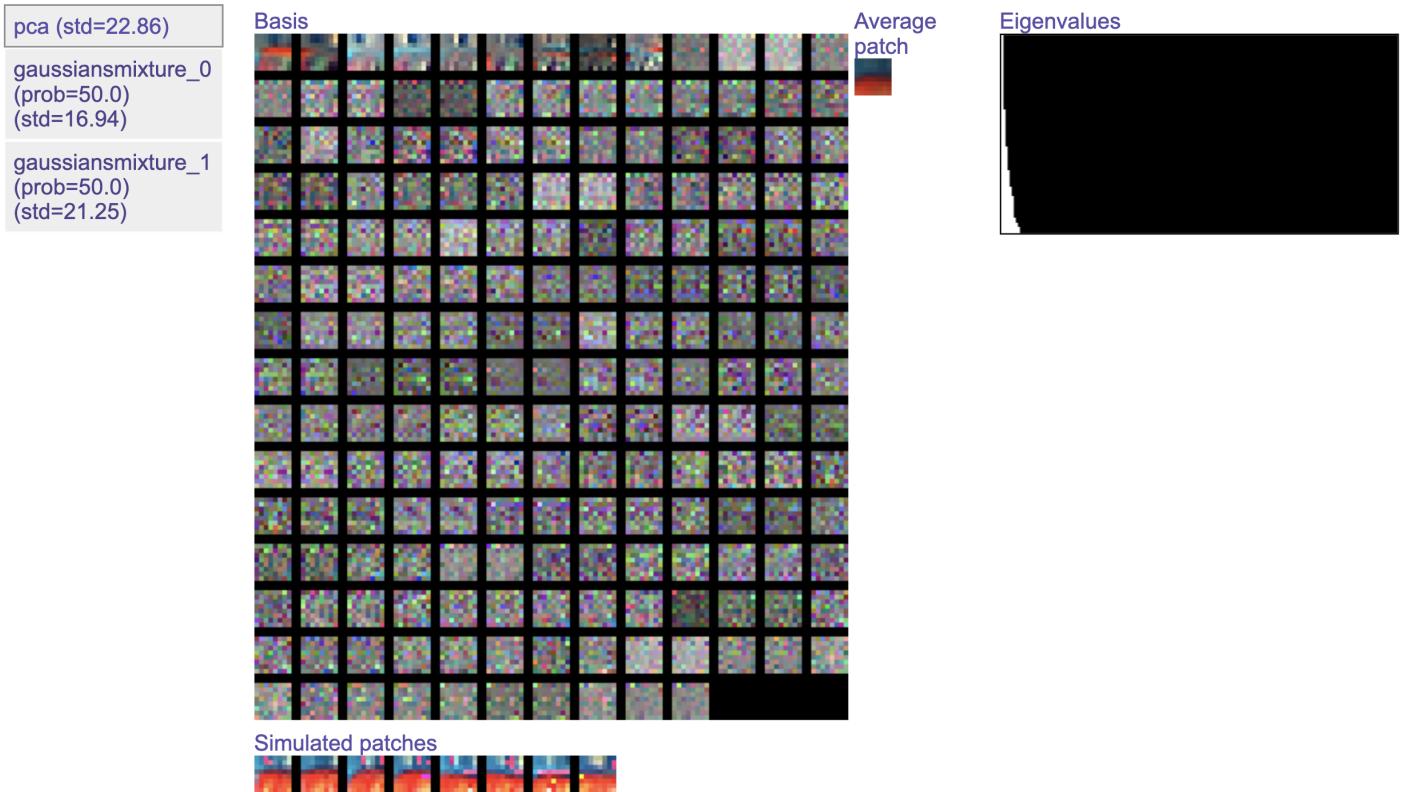


FIGURE 4 – $N_{patch} = 10$. Décomposition dans une base de PCA des patches de l'image, et valeurs propres associées à ces vecteurs propres.

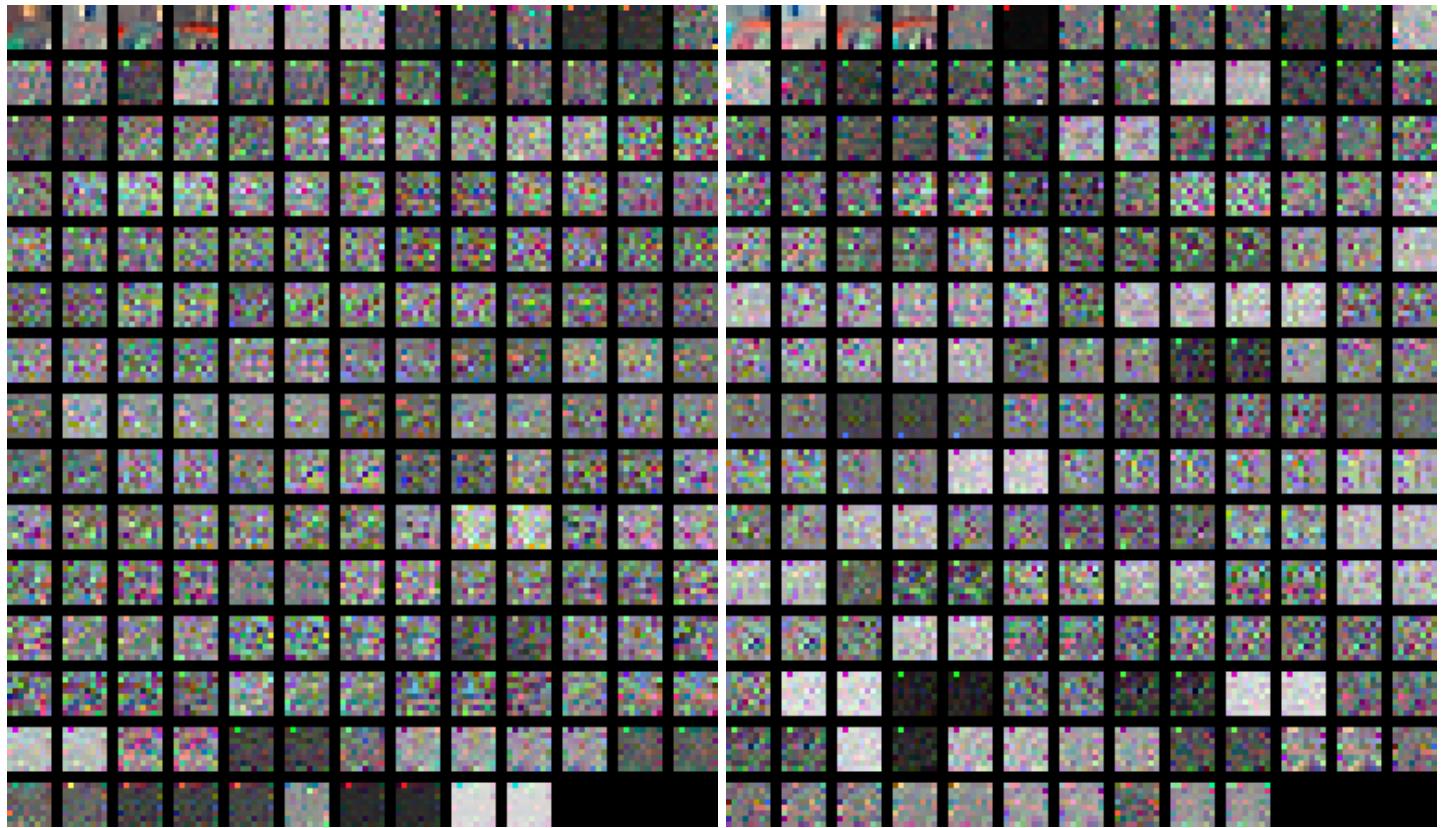


FIGURE 5 – $N_{patch} = 10$. Base de 2 gaussiennes dans un modèle de mélange gaussien.

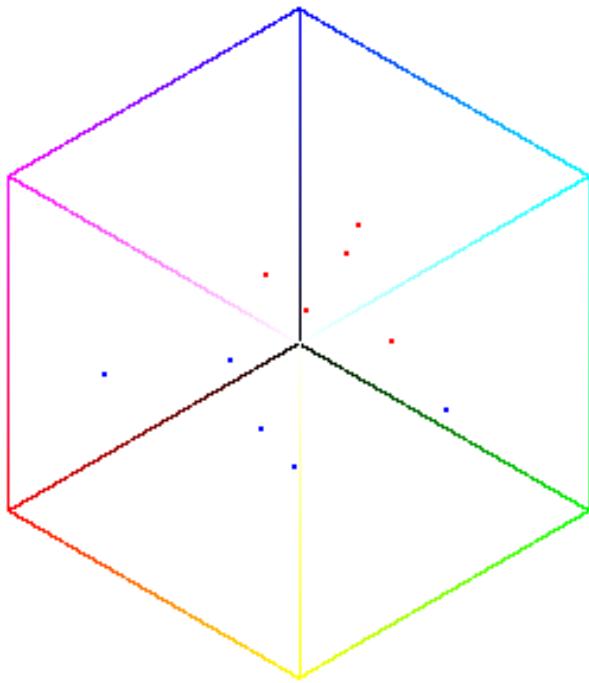


FIGURE 6 – $N_{patch} = 10$. Projection 3D des gaussiennes du mélange, dont les points sont respectivement en rouge et bleu.

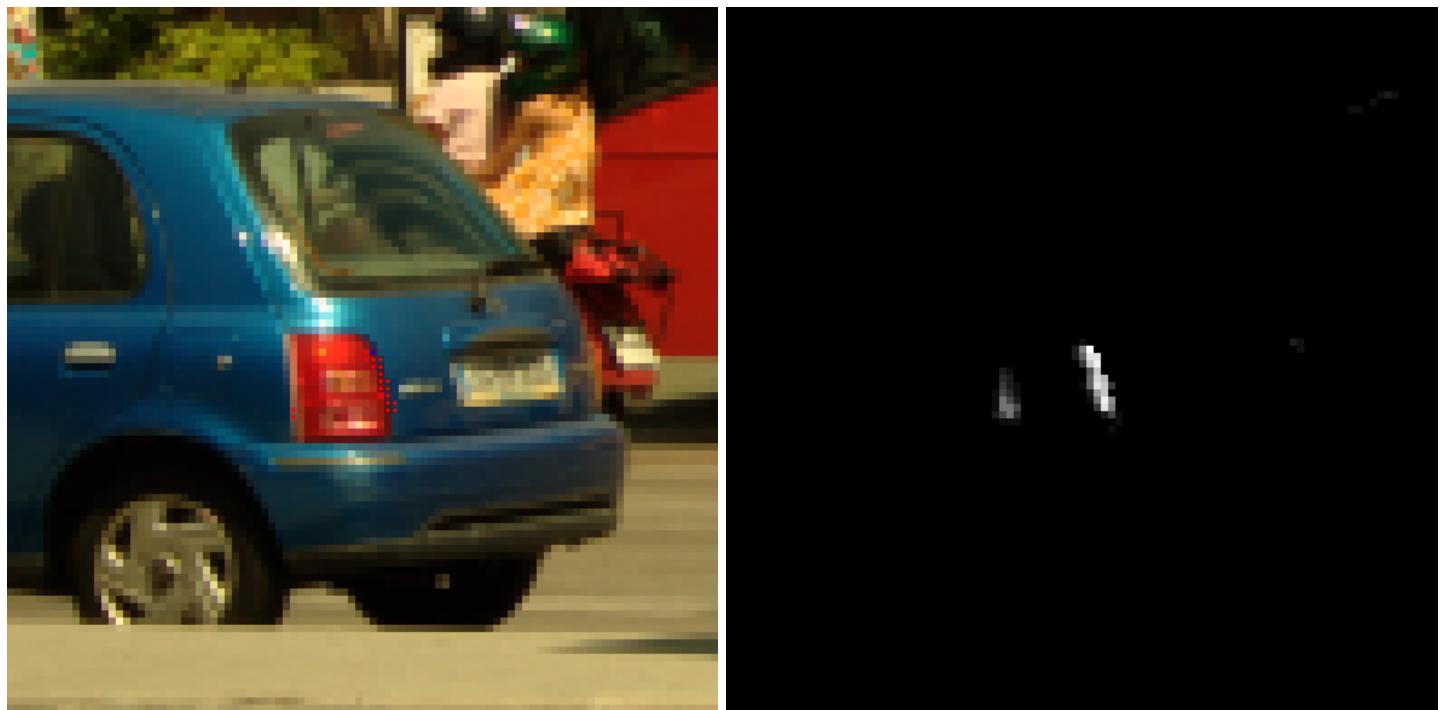


FIGURE 7 – Cas de 20 patchs les plus proches. A gauche : 20 patchs les plus proches de celui sélectionné. A droite : histogramme des patchs les plus proches.

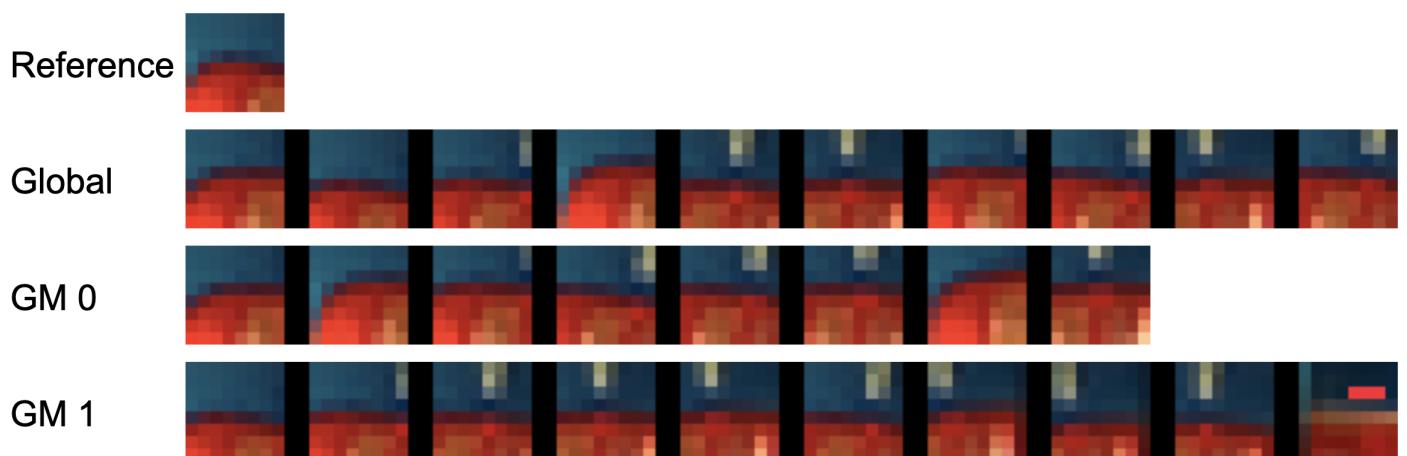


FIGURE 8 – $N_{patch} = 20$. Patchs les plus proches de celui de référence, d'un point de vue global puis selon une décomposition en deux gaussiennes mélangées.



FIGURE 9 – $N_{patch} = 20$. Décomposition dans une base de PCA des patchs de l'image, et valeurs propres associés à ces vecteurs propres.

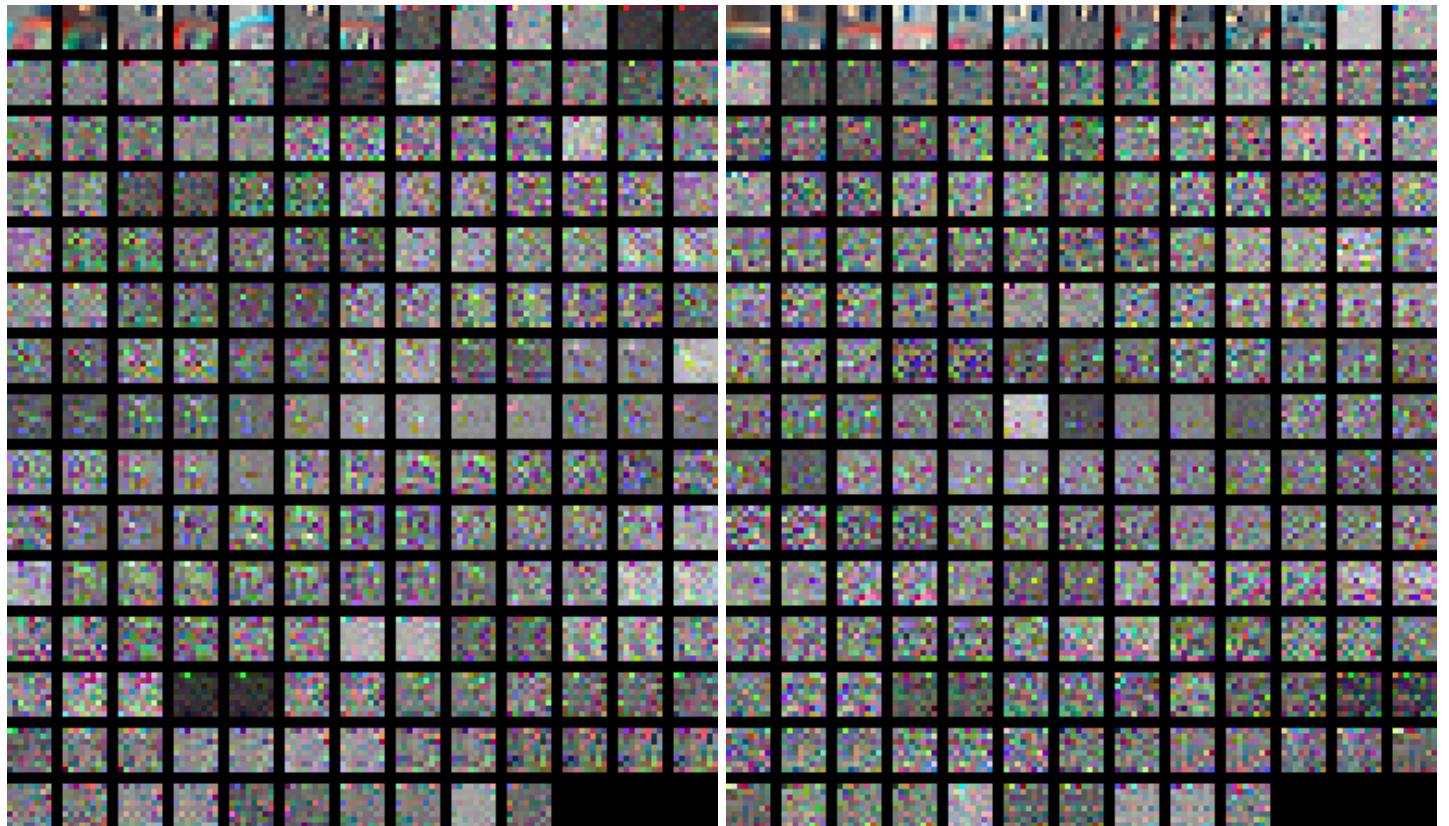


FIGURE 10 – $N_{patch} = 20$. Base de 2 gaussiennes dans un modèle de mélange gaussien.

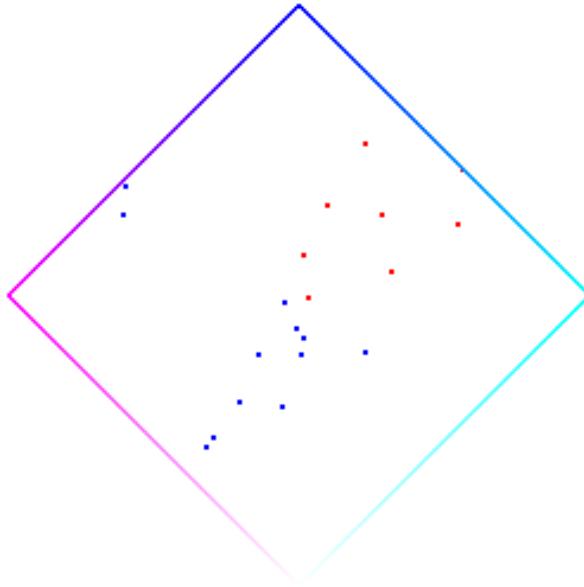


FIGURE 11 – $N_{patch} = 20$. Projection 3D des gaussiennes du mélange, dont les points sont respectivement en rouge et bleu.

L'extraction des patchs les plus proches de celui de référence est toujours plutôt correcte, même si des patchs très arrondis ont été sélectionnés au milieu de d'autres très plats : un moyennage sur tous ces patchs risque d'ajouter de mauvaises informations et donc de brouter l'image d'origine. La décomposition en GMM semble distinguer d'un côté les patchs plats et avec une ligne de démarcation basse dans l'image des patchs arrondis ou avec une ligne plus haute dans l'image. L'une des classes comportera plus de bleu dans les patchs pendant que l'autre comportera majoritairement du rouge.

Les décompositions en bases PCA et GMM sont toujours très bruitées et peu explicites quant à l'information extraite des patchs, même s'il semble que le plus grand vecteur propre du deuxième modèle gaussien soit apparenté à un filtrage des images avec une ligne horizontale marquée.

La représentation 3D de ce GMM fait également ressortir deux clusters de points, avec tout de même 2 outliers, qui correspondent peut-être aux points situés sur la gauche du clignotant et isolés du reste de l'image.

1.3 Extraction de 65 composants

Dans le cas de l'extraction des 65 patchs les plus proches, beaucoup plus de zones sont extraites. Cette fois, des pixels situés sur le bord du clignotant droit et d'autre sur le bas de la vitre arrière sont sélectionnés ainsi que deux points sur le car en arrière-plan : le nombre de patchs sélectionnés est donc trop important pour l'image considérée et cela ajoute du bruit dans le processus de débruitage.

La décomposition en base PCA est désormais plus explicite puisque le vecteur propre de plus grande valeur propre est très semblable au patch de référence : la PCA extrait des patchs bien plus proches de celui de référence qu'elle ne le faisait avec moins de patchs. Toutefois, plus d'importance est accordée aux vecteurs suivants et cela conduit à de l'ajout de bruit dans les patchs simulés. La décomposition en GMM fait elle aussi ressortir des caractéristiques de l'image de référence, avec une séparation bleu-rouge. Ces décompositions possèdent toujours beaucoup de bruit dans les vecteurs de leurs bases.

La projection 3D est maintenant plus complète et on peut clairement distinguer les deux clusters correspondant aux deux gaussiennes. Toutefois, ces gaussiennes sont toujours étaillées dans l'espace et il est probable que des outliers persistent dans les patchs sélectionnés.



FIGURE 12 – Cas de 65 patchs les plus proches. A gauche : 65 patchs les plus proches de celui sélectionné. A droite : histogramme des patchs les plus proches.

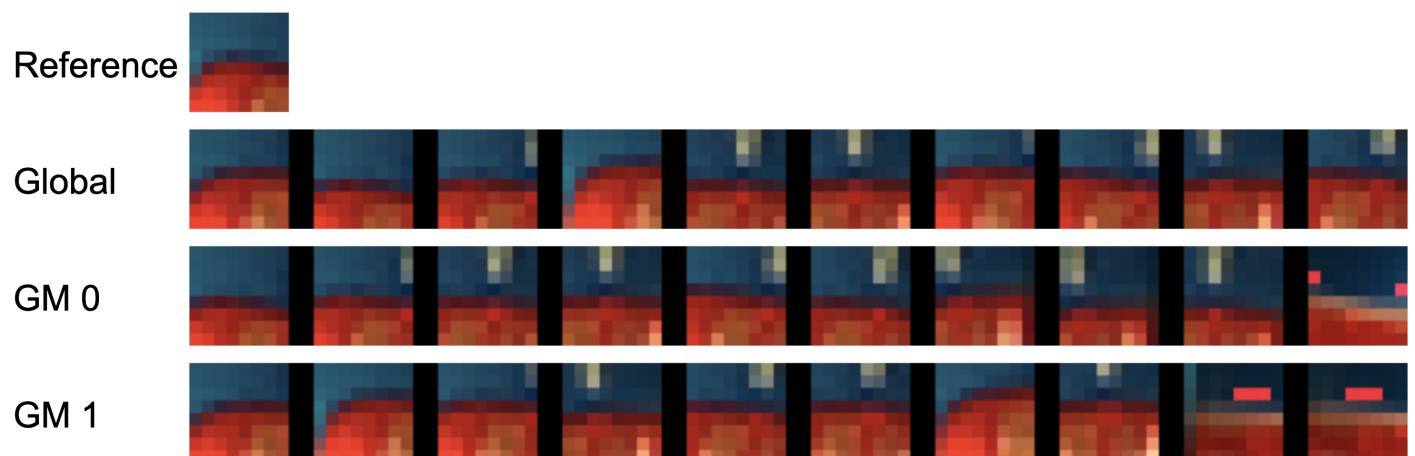


FIGURE 13 – $N_{patch} = 65$. Patchs les plus proches de celui de référence, d'un point de vue global puis selon une décomposition en deux gaussiennes mélangées.



FIGURE 14 – $N_{patch} = 65$. Décomposition dans une base de PCA des patchs de l'image, et valeurs propres associées à ces vecteurs propres.

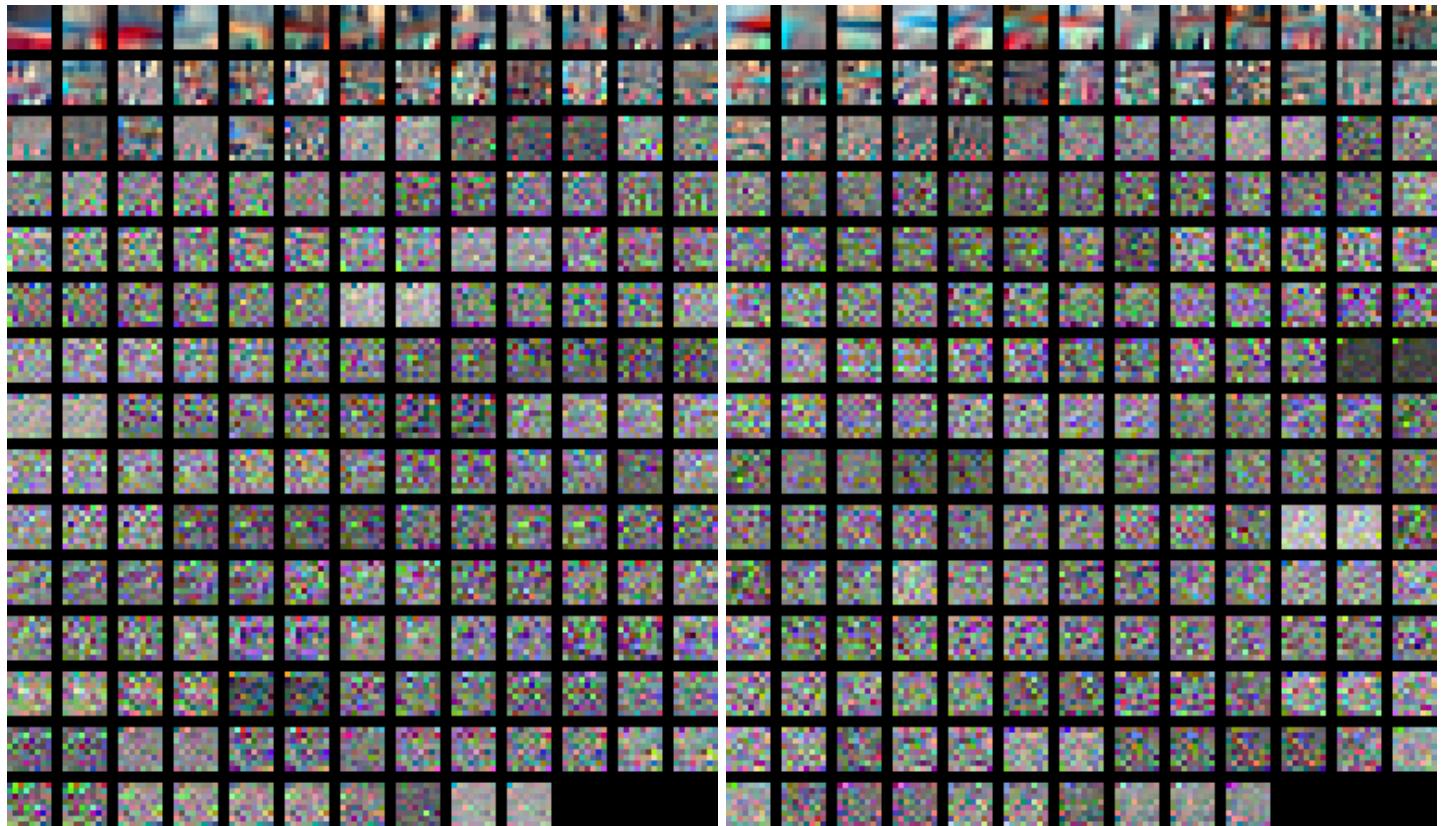


FIGURE 15 – $N_{patch} = 65$. Base de 2 gaussiennes dans un modèle de mélange gaussien.

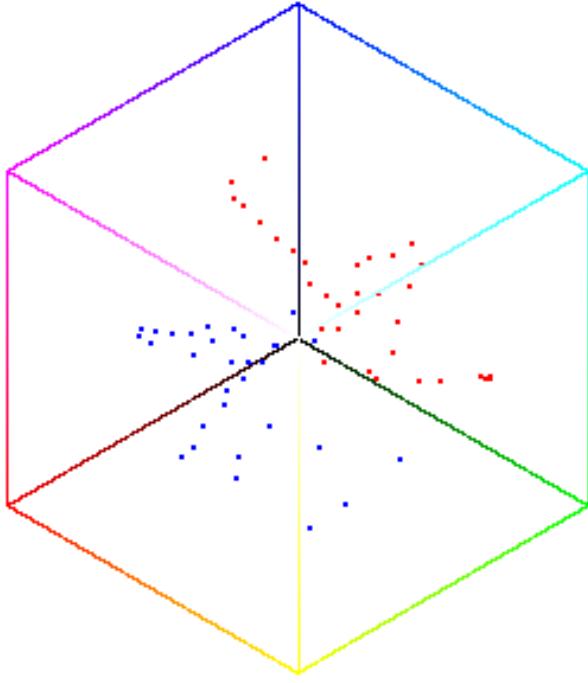


FIGURE 16 – $N_{patch} = 65$. Projection 3D des gaussiennes du mélange, dont les points sont respectivement en rouge et bleu.

2 Texture d'un buisson

On étudie désormais l'image d'un morceau de buisson, qui comporte une texture inhomogène, discontinue et plus complexe à analyser.

2.1 Patch centré sur une partie marron

On a ici sélectionné une partie marron du buisson, plus rare dans l'image. L'algorithme d'extraction des patchs pour moitié positionnés sur des zones marron de l'image, les autres étant essentiellement au milieu de zones vertes. L'histogramme insiste principalement sur la zone centrale du patch sélectionné mais s'étend tout de même à des portions plus éloignées du point de référence.

Les patchs ainsi sélectionnés semblent être pour la plupart traversés par une bande marron diagonale, tout comme le patch de référence. La répartition GMM est cependant douteuse puisque chaque gaussienne comprend des patchs avec ce motif diagonal et d'autres avec des zones uniformément vertes, même si GM0 semble le mieux représenter le patch de référence.

La décomposition en base PCA donne un patch moyen proche de celui de référence mais tout de même plus flou et uniformisé. Les patchs simulés quant à eux comportent majoritairement une bande transverse marron et ressemblent fortement au patch de référence. La décomposition en GMM ne comporte pas de filtres très explicites mais donne elle aussi de bons patchs simulés et moyens. On peut noter que, dans cette étude de texture, les valeurs propres sont plus nombreuses et avec une amplitude plus élevée que pour l'image précédente de la voiture.

2.2 Patch centré sur une partie verte

On a ici étudié l'extraction de patchs centrés sur une zone verte de l'image, portion semblable a priori à une très grande zone de l'image source. L'histogramme des patchs les plus proches concentre ceux-ci autour du point sélectionné mais en ajoute tout de même dans des zones éloignées. Concernant la visualisation des patchs les plus proches de celui de référence, tous semblent identiques, certains étant plus uniformes que d'autres mais globalement plats.

La décomposition dans des bases PCA et GMM est également très semblable, les patchs simulés comportant aléatoirement des zones plus sombres que d'autres. On note que ces décompositions comportent toujours de nombreux filtres avec uniquement du bruit aléatoire.

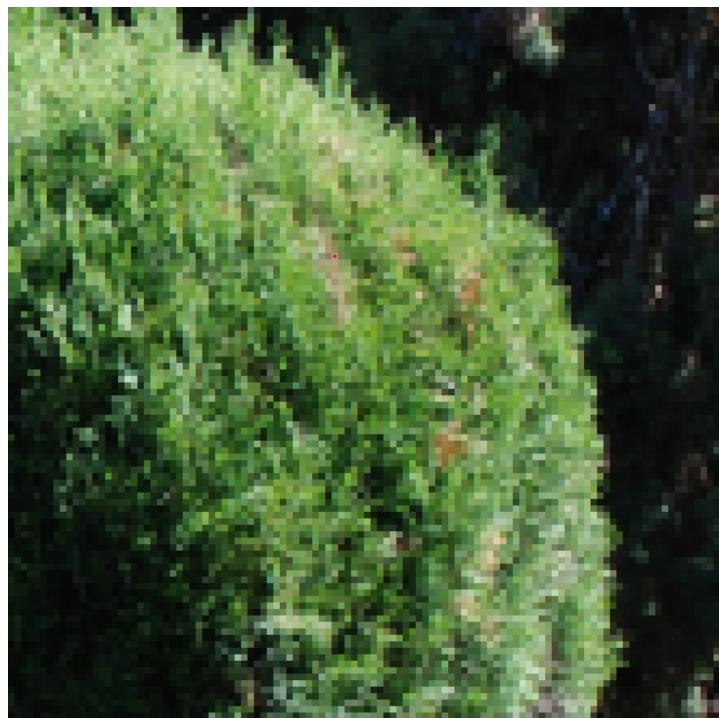


FIGURE 17 – Image de buisson analysée.

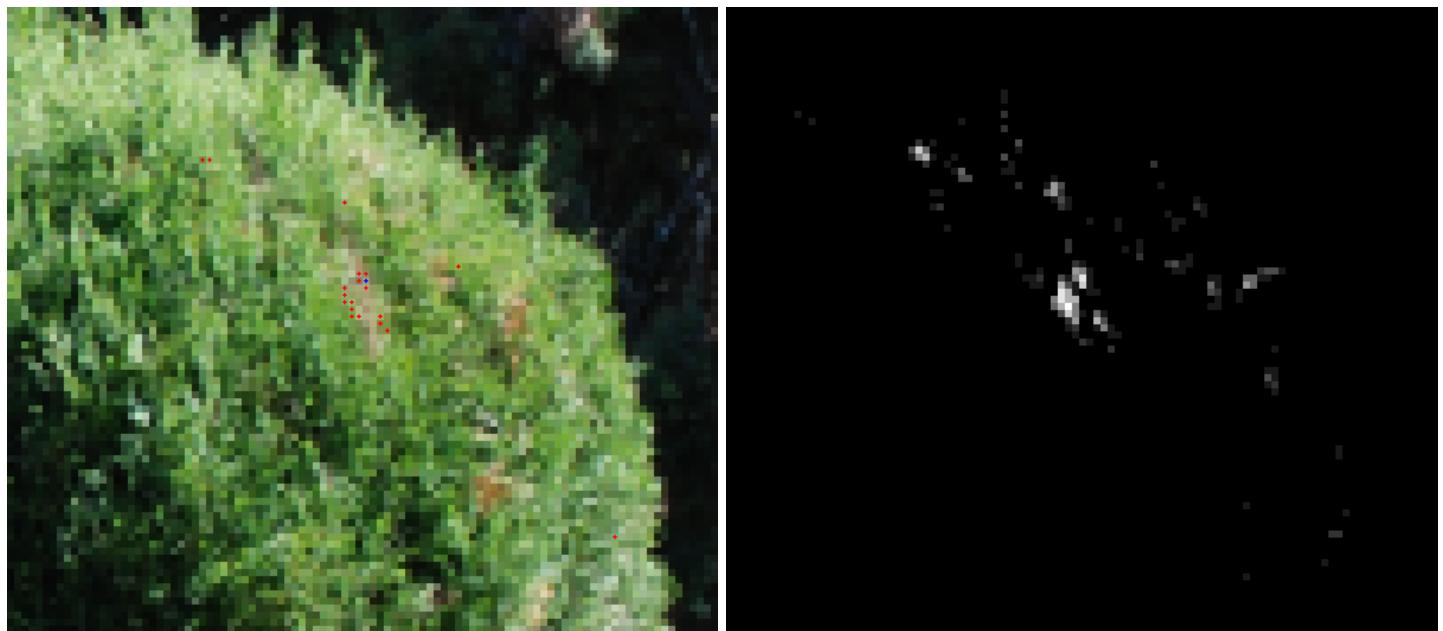


FIGURE 18 – Patch centré sur un point marron. A gauche : patchs les plus proches de celui sélectionné. A droite : histogramme des patchs les plus proches.



FIGURE 19 – Patches les plus proches de celui de référence, d'un point de vue global puis selon une décomposition en deux gaussiennes mélangées.



FIGURE 20 – Décomposition dans une base de PCA des patchs de l'image, et valeurs propres associés à ces vecteurs propres.



FIGURE 21 – Base de 2 gaussiennes dans un modèle de mélange gaussien.

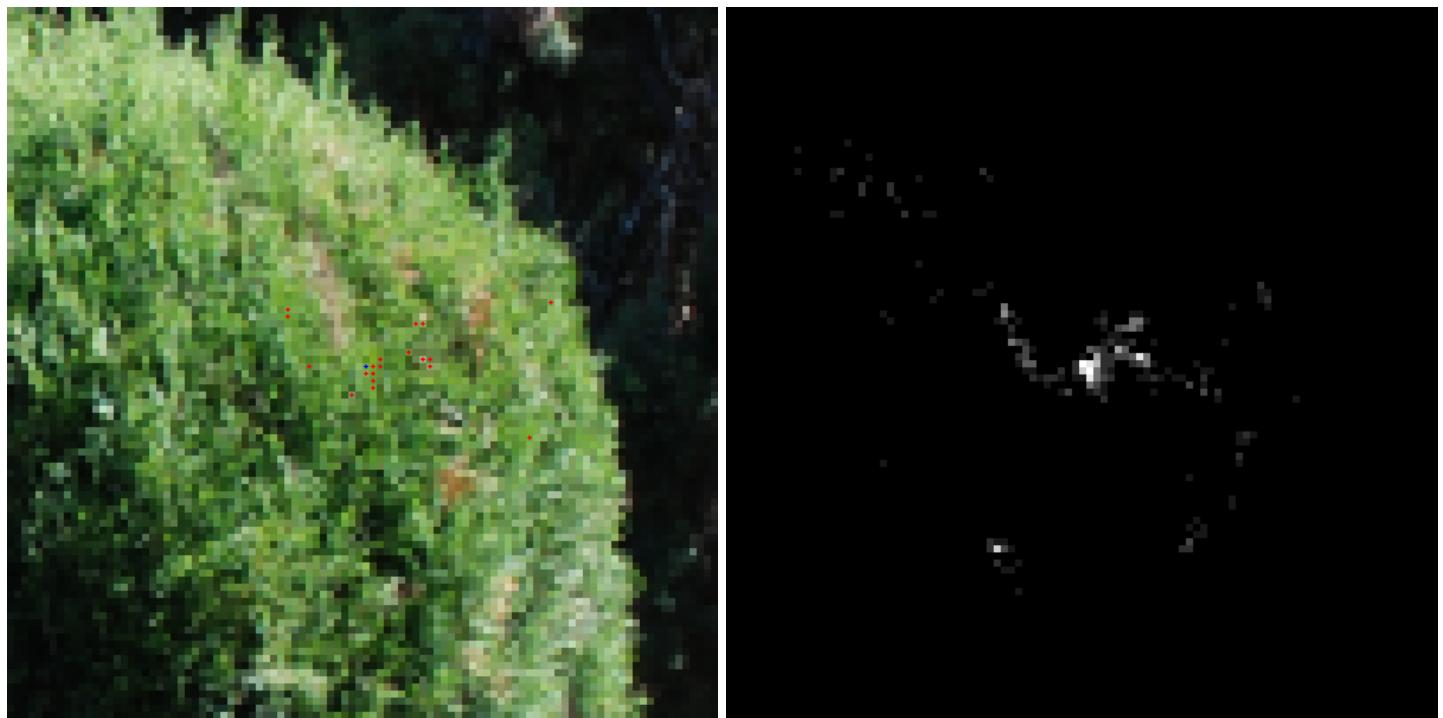


FIGURE 22 – Patch centré sur un point vert. A gauche : patches les plus proches de celui sélectionné. A droite : histogramme des patchs les plus proches.

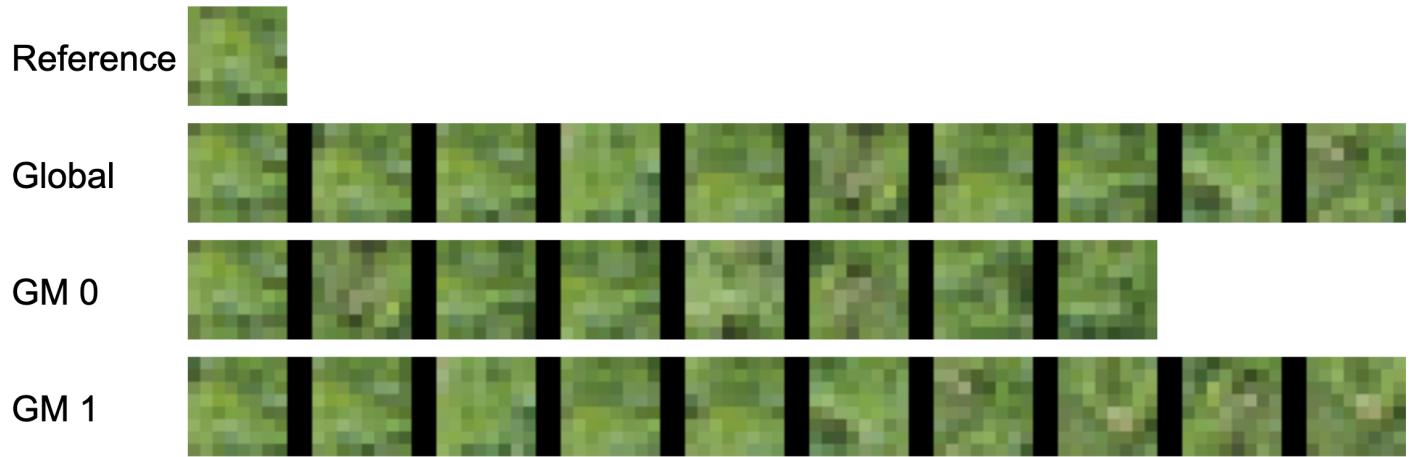


FIGURE 23 – Patches les plus proches de celui de référence, d'un point de vue global puis selon une décomposition en deux gaussiennes mélangées.



FIGURE 24 – Décomposition dans une base de PCA des patchs de l'image, et valeurs propres associés à ces vecteurs propres.

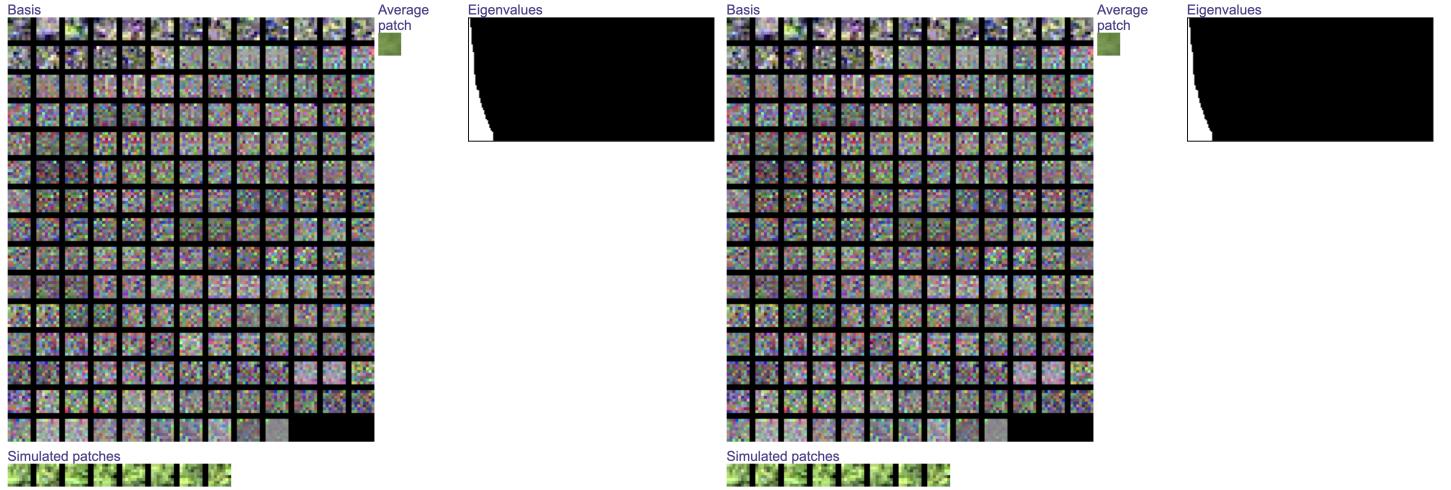


FIGURE 25 – Base de 2 gaussiennes dans un modèle de mélange gaussien.

3 Bruit

On étudie enfin une image noire sur laquelle on a ajouté du bruit gaussien de variance 30.

L'image d'origine est composée de bruit gaussien. L'ensemble de l'image est donc aléatoire et des zones très éloignées peuvent donc être très ressemblantes. L'extraction de patchs sélectionne ainsi des patchs très distants les uns des autres, ce qui se répercute sur l'histogramme qui est lui aussi très dispersé. Les patchs extraits les plus proches de celui de référence sont très bruités et il est difficile de dire s'ils correspondent bel et bien à celui d'origine. La répartition GMM est également difficile à apprivoiser puisque rien ne différencie à priori ces patchs.

On constate désormais que la décomposition PCA (ainsi que celle GMM) fait apparaître uniquement des vecteurs propres de bruit, certains étant plus uniformes que d'autres. On remarque d'ailleurs que toutes les valeurs propres sont élevées cette fois-ci : tous les bruits aléatoires impactent le résultat qui est lui aussi un bruit gaussien. En particulier, les très fortes fréquences ont des valeurs propres de module élevé, ce qui est lié au fait que le bruit est fortement discontinu et se décompose donc en de très nombreuses fréquences.



FIGURE 26 – Image de bruit.

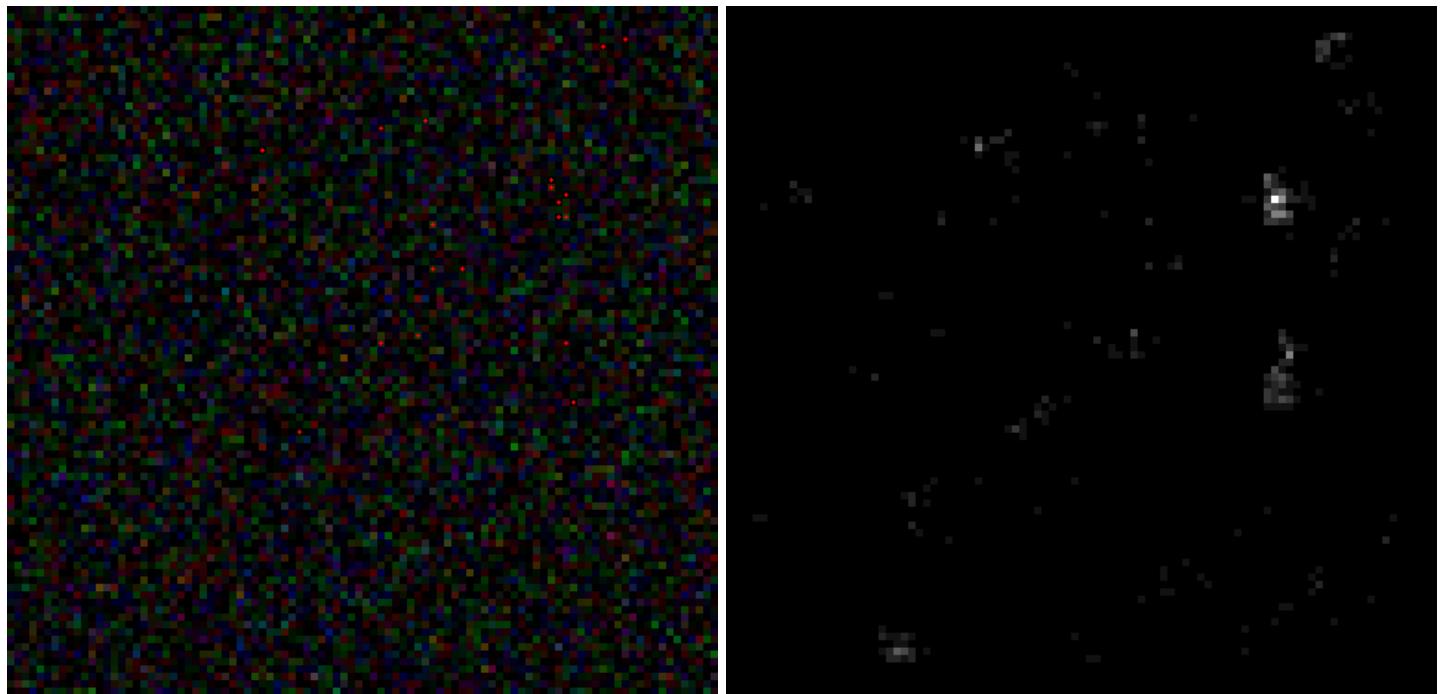


FIGURE 27 – Patch centré sur un point aléatoire. A gauche : patchs les plus proches de celui sélectionné. A droite : histogramme des patchs les plus proches.

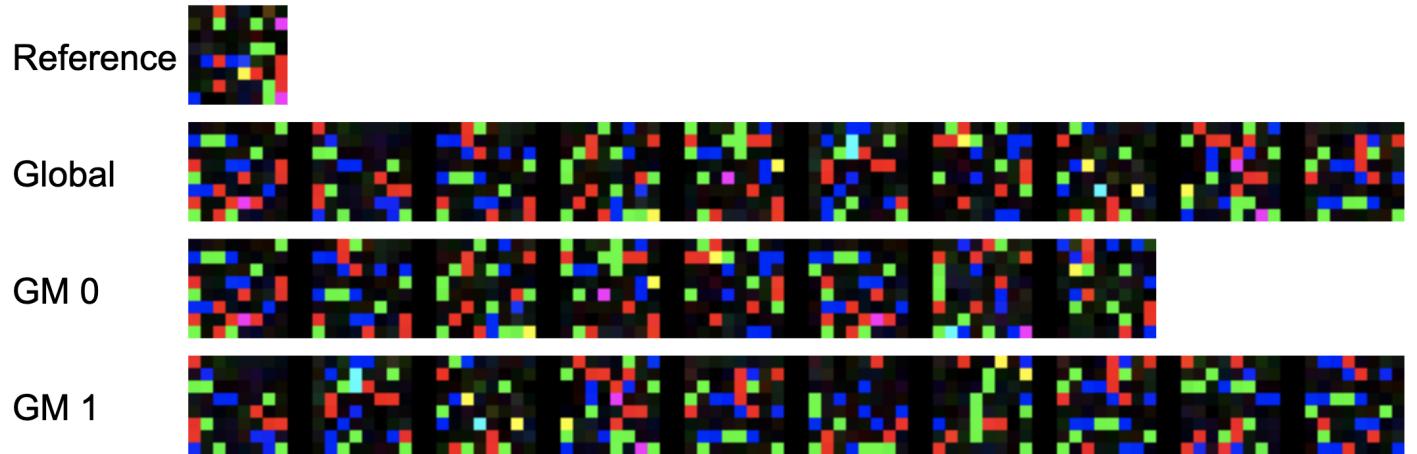


FIGURE 28 – Patches les plus proches de celui de référence, d'un point de vue global puis selon une décomposition en deux gaussiennes mélangées.



FIGURE 29 – Décomposition dans une base de PCA des patchs de l'image, et valeurs propres associés à ces vecteurs propres.

4 Conclusion

On a vu que dans le cas de figures géométriques, l'extraction de patchs agit efficacement pour trouver des similitudes dans l'image, ce qui confirme l'hypothèse d'auto-similitude de l'image. L'hypothèse de gaussianité est aussi vérifiée pour des patchs similaires, mais nécessite tout de même de ne pas prendre trop de patchs, sous réserve d'avoir des faux positifs, ni trop peu, afin d'être moins sensible au bruit.

Pour des textures, l'auto-similitude est également vérifiée et l'algorithme extrait toujours des zones plutôt proches les unes des autres, en déterminant des mélanges gaussiens.

Dans le cas de bruit seul, l'image est aléatoire et par conséquent auto-similaire. L'extraction de patchs semblables est cependant difficile à commenter puisque toutes les zones de l'image se ressemblent.