

Seam Carving

Jean-Baptiste.Yunes@univ-paris-diderot.fr

9/2018

- Seam : Couture
- Carving : Découpage
- Une technique de retouche d'image
- À l'origine une technique pour rétrécir « intelligemment » une image
 - Permet d'agrandir
 - Permet de supprimer des parties non désirées

- Pour rétrécir une image on peut
 - Construire une fonction continue à partir de l'original puis échantillonner celle-ci comme désiré, quelle fonction ?
 - déjà traité dans le redimensionnement d'images
 - Supprimer des lignes ou colonnes, lesquelles ?
 - Découper les bords (Cropping)
 - Aléatoirement ?
 - Ne tient aucun compte du contenu...
 - On peut rajouter des contraintes spécifiées par ailleurs (utilisateur)
 - De peu d'énergie ?
 - Définition de cette énergie

- « Énergie » dans une image
 - dans notre cas c'est « une mesure des changements locaux » qui serait utile
 - peu de changements locaux, ligne/colonne « inutile »
- Un gradient (plus précisément sa norme) peut convenir...
 - Gradient : vecteur représentant la variation d'un champ
 - Prewitt
 - Sobel
 - Canny
 - Roberts

- Filtre de Roberts (la croix de Roberts - Roberts cross) (1963)
 - s'intéresse plutôt aux diagonales
 - trop primitif

$$\begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ +1 & 0 \end{bmatrix}$$

- Filtre de Sobel (1968)
 - Une autre approximation des dérivées

$$\begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

- La variante Sobel-Feldmann

$$\begin{bmatrix} +3 & 0 & -3 \\ +10 & 0 & -10 \\ +3 & 0 & -3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} +3 & +10 & +3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -3 & -10 & -3 \end{bmatrix}$$

- Filtre de Prewitt (1970)
 - Un filtre horizontal et un vertical qui approximent les dérivées horizontales et verticales en un point

- $$\begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

- Filtre de Canny (1986)

- plusieurs étapes dont :

- un lissage (inconvenient : très coûteux)

$$\frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$

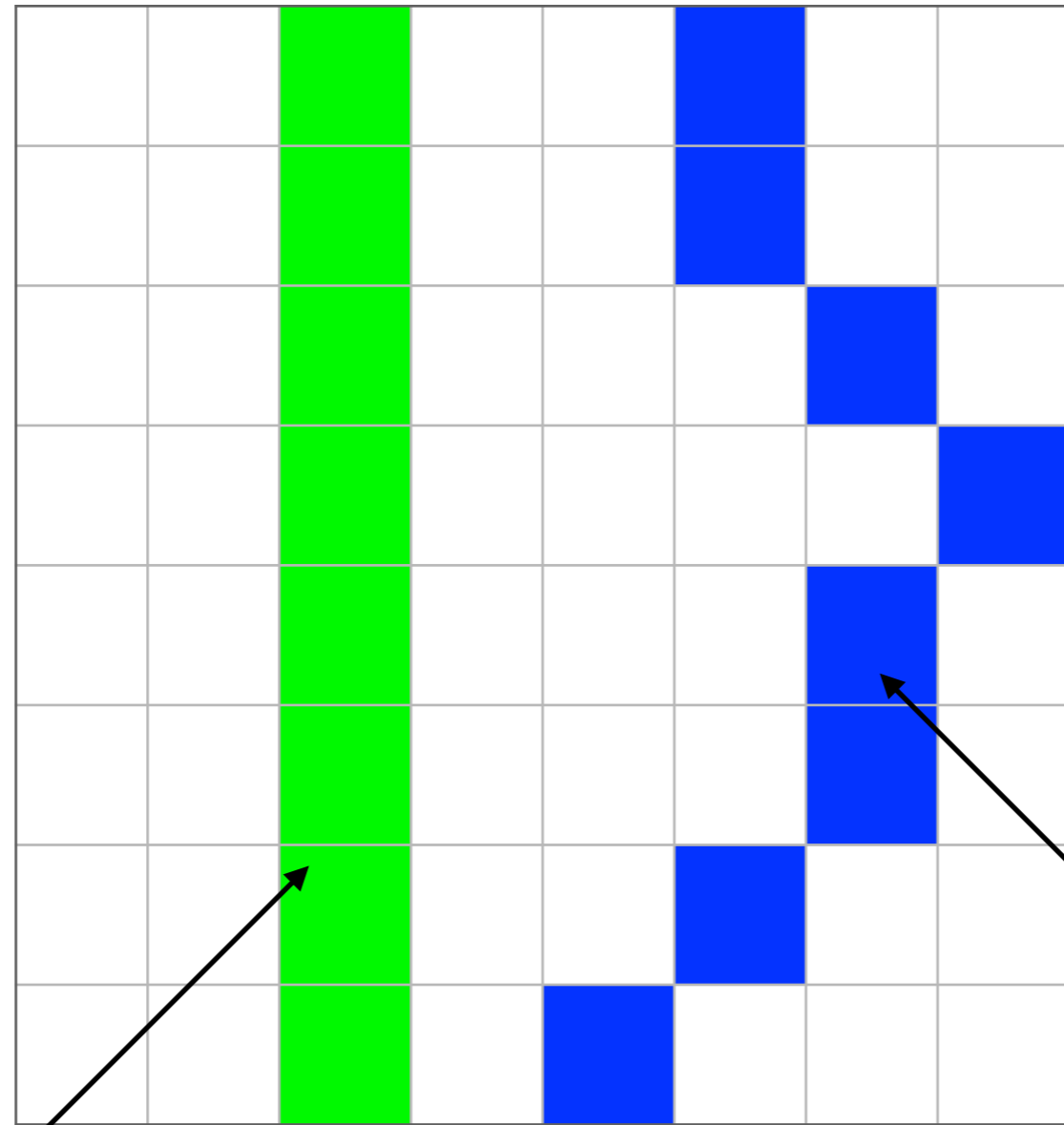
- un gradient (horizontal et vertical)

$$\begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} +1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

- Calcul de l'énergie de chaque pixel
- Calcul de l'énergie totale de chaque colonne/ligne
- Choix d'une colonne/ligne parmi celles de plus petite énergie
 - Élimination

- Seam Carving : ne pas couper selon une verticale ou une horizontale mais selon une couture
 - couture verticale
 - suite de pixels $P_i=(x_i,i)$ tels que $P_{i+1}=(x_{i+1},i+1)$ et $|x_i-x_{i+1}|<2$
 - une verticale est un cas particulier: $x_i-x_{i+1}=0$
 - couture horizontale
 - suite de pixels $P_i=(i,y_i)$ tels que $P_{i+1}=(i+1,y_{i+1})$ et $|y_i-y_{i+1}|<2$
 - une horizontale est un cas particulier : $y_i-y_{i+1}=0$



Verticale

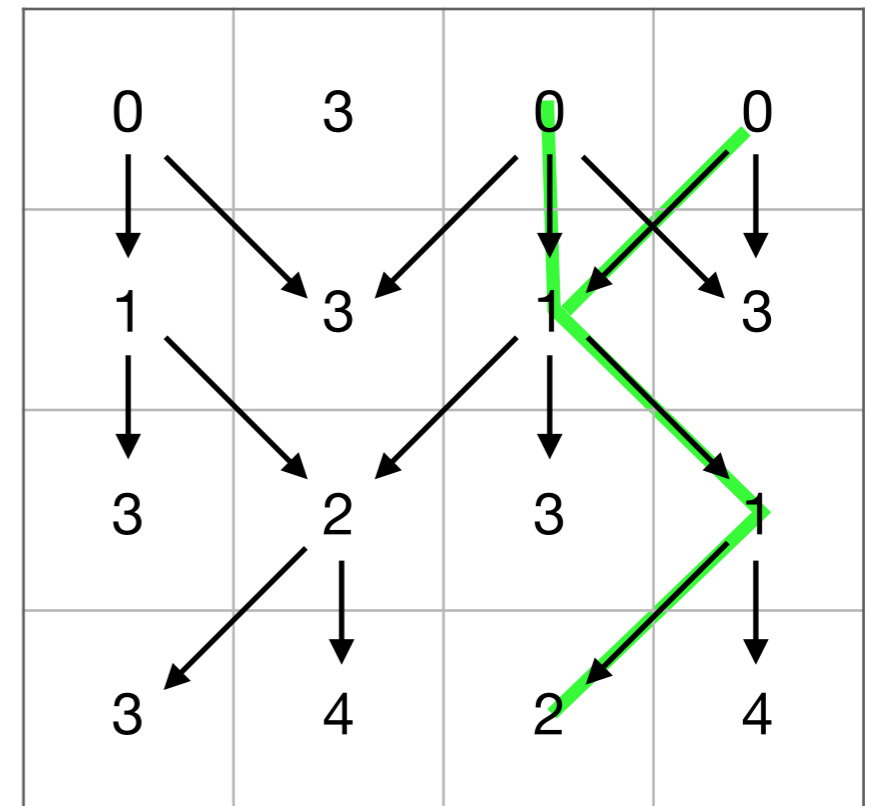
Couture verticale

- Problème :
 - Déterminer les coutures minimales...
 - Par force brute : bien trop long, complexité exponentielle
 - Résolution par programmation dynamique
 - Si on connaît les énergies minimales EC_P , EC_Q , EC_R des chemins permettant d'atteindre $P=(x_i-1,i)$, $Q=(x_i,i)$, $R=(x_i+1,i)$ alors l'énergie minimale pour atteindre $S=(x_i,i+1)$ est $EC_S = E(S) + \min(EC_P, EC_Q, EC_R)$
 - D'autre part, si $EC_P = EC_S$ on sait qu'un chemin minimal peut passer de P à S , il suffit donc de se souvenir que depuis S on peut remonter à P (et respectivement pour les autres cas)

- Algorithme de calcul de l'énergie des coutures minimales permettant de traverser verticalement une image :
- $0 \leq x < w$, $EC(x,0) = E(x,0)$
- Pour y de 1 à $h-1$
 - $EC(x,y) = E(x,y) + \min(EC(x-1,y-1), EC(x,y-1), EC(x+1,y-1))$
- L'énergie minimale est $\min_{0 \leq x < w}(EC(x,h-1))$
 - plusieurs chemins peuvent être minimaux
 - choix ?
 - arbitraire

0	3	0	0
1	3	1	3
2	1	2	0
1	2	1	3

Énergie de l'image



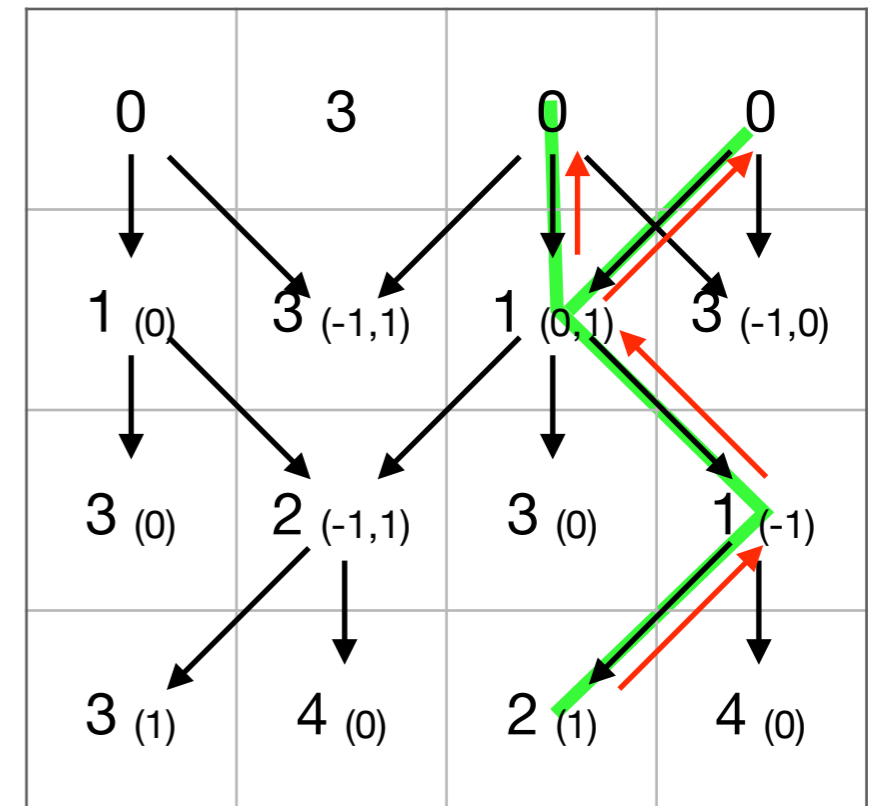
Énergies cumulées
des coutures minimales

- Plus petite énergie possible pour une couture verticale : 2
- Deux chemins d'énergie 2...

- Reconstruire la couture
 - à partir d'un point terminal d'énergie cumulée minimale et de la carte d'énergie on peut reconstruire un chemin
 - on peut aussi laisser une trace permettant de simplifier la reconstruction
 - lorsqu'on calcule $EC(x,y)$ on en profite pour stocker la position relative du minimal choisi sur la ligne précédente -1, 0, 1

0	3	0	0
1	3	1	3
2	1	2	0
1	2	1	3

Énergie de l'image

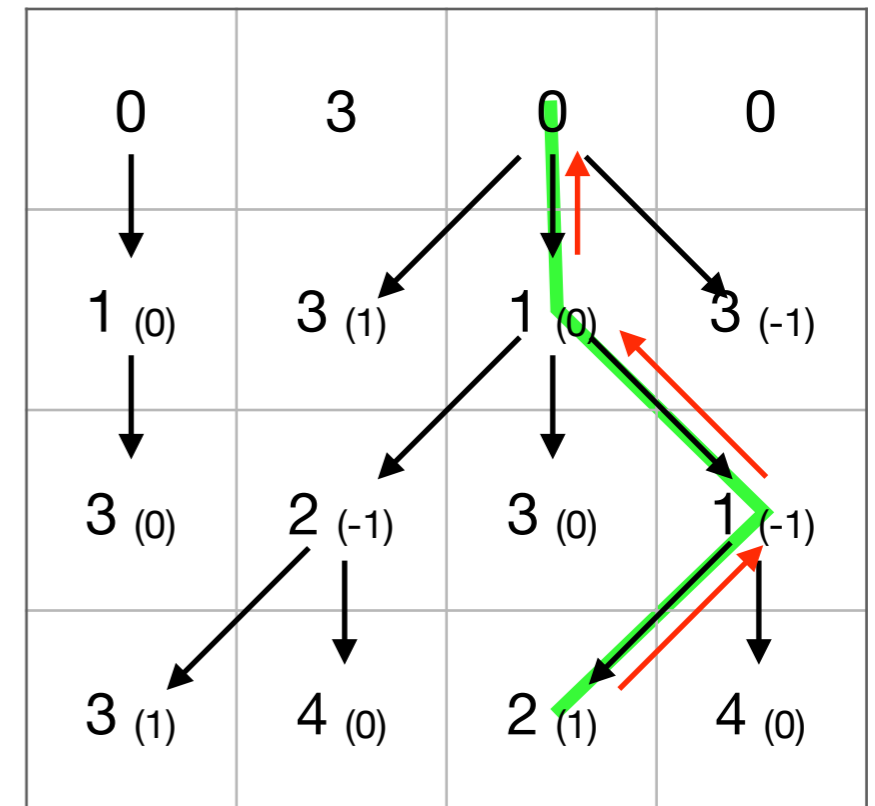


Énergie
des coutures minimales

- On peut simplifier l'information stockée en choisissant un minimal parmi les minimaux choisis

0	3	0	0
1	3	1	3
2	1	2	0
1	2	1	3

Énergie de l'image

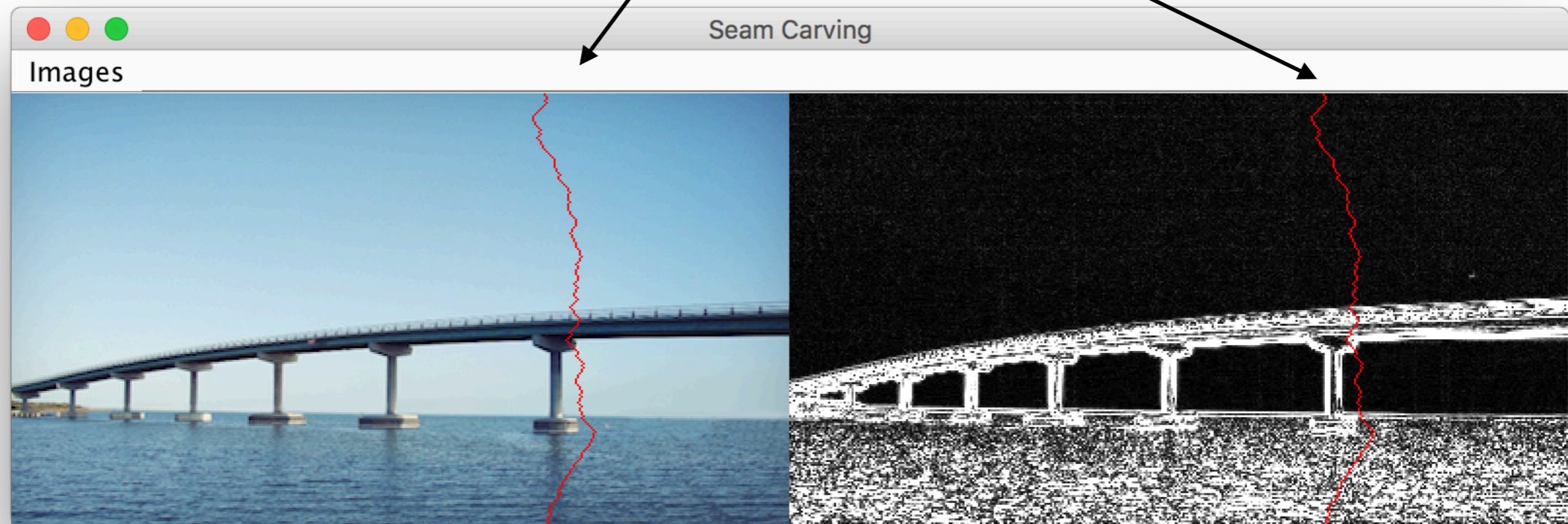


Énergie
des coutures minimales

- Le choix est arbitraire
- On peut privilégier l'axe vertical (par exemple)

- L'image est alors modifiée en supprimant les pixels de la couture minimale choisie
- Une mise à jour du champ d'énergie correspondante s'impose
- ainsi que celui des chemins minimaux...
 - des optimisations sont possibles puisque les modifications de l'image sont locales...

Couture



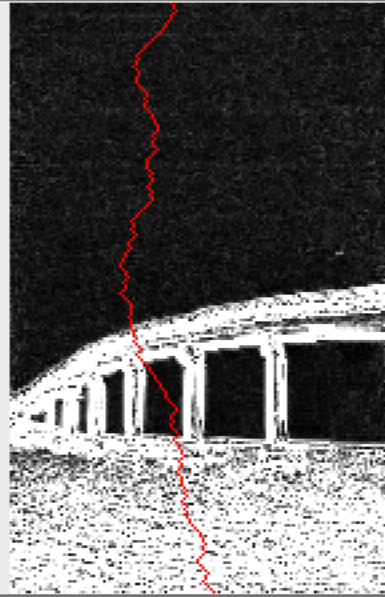
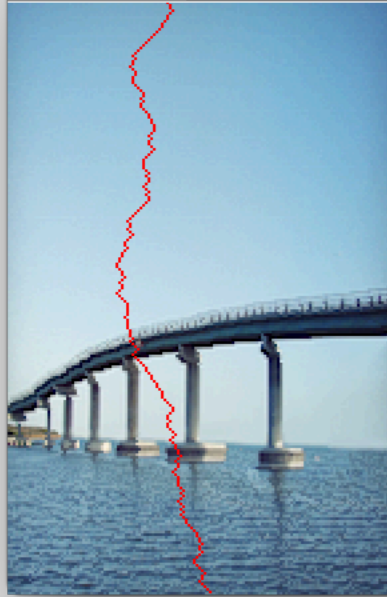
Image

Énergie



Seam Carving

Images



- Variante bi-dimensionnelle
- Dans quel ordre opérer ?
 - Il est possible de définir une mesure permettant de déterminer cet ordre à l'aide de la programmation dynamique

- Variante « forward energy »
 - utiliser un critère sur le résultat obtenu et non plus seulement sur l'image originale
 - la suppression d'une couture modifie l'énergie de l'image on peut donc envisager utiliser ce critère pour choisir la couture
 - on choisit la couture qui n'introduit dans l'image résultante qu'un minimum d'énergie

- Variante « conservation d'objet »
 - Il suffit pour cela d'introduire une énergie supplémentaire pour les pixels à conserver
 - On peut aussi utiliser une carte annexe des pixels à conserver en priorité

- Variante « suppression d'objets »
 - Il suffit d'injecter de l'énergie négative pour les pixels à supprimer prioritairement
 - on peut aussi utiliser une carte annexe

- Variante « insertion de couture »
 - Idée : insérer une couture de faible énergie, l'œil étant surtout sensible aux énergies élevées
 - Choisir une couture minimale, insérer cette couture en moyennant avec les pixels voisins
- Attention, répéter cette opération introduit un artefact : la probabilité que la même couture soit utilisée itérativement est trop élevée...
 - Pour ajouter k coutures, on simule la suppression de k -coutures et on insère ces k -coutures...