

# Neural Style Transfer

Audrey Maurette

*Janvier 2026*

# 1. Introduction au Neural Style Transfer

# Introduction

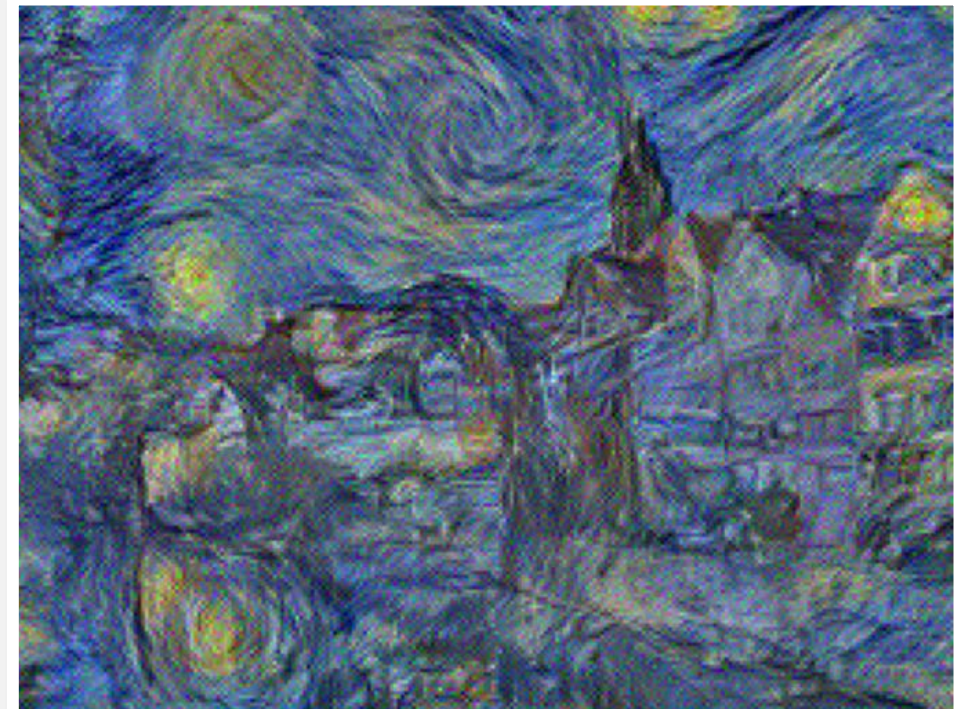
## A Neural Algorithm of Artistic Style

Leon A. Gatys,<sup>1,2,3\*</sup> Alexander S. Ecker,<sup>1,2,4,5</sup> Matthias Bethge<sup>1,2,4</sup>

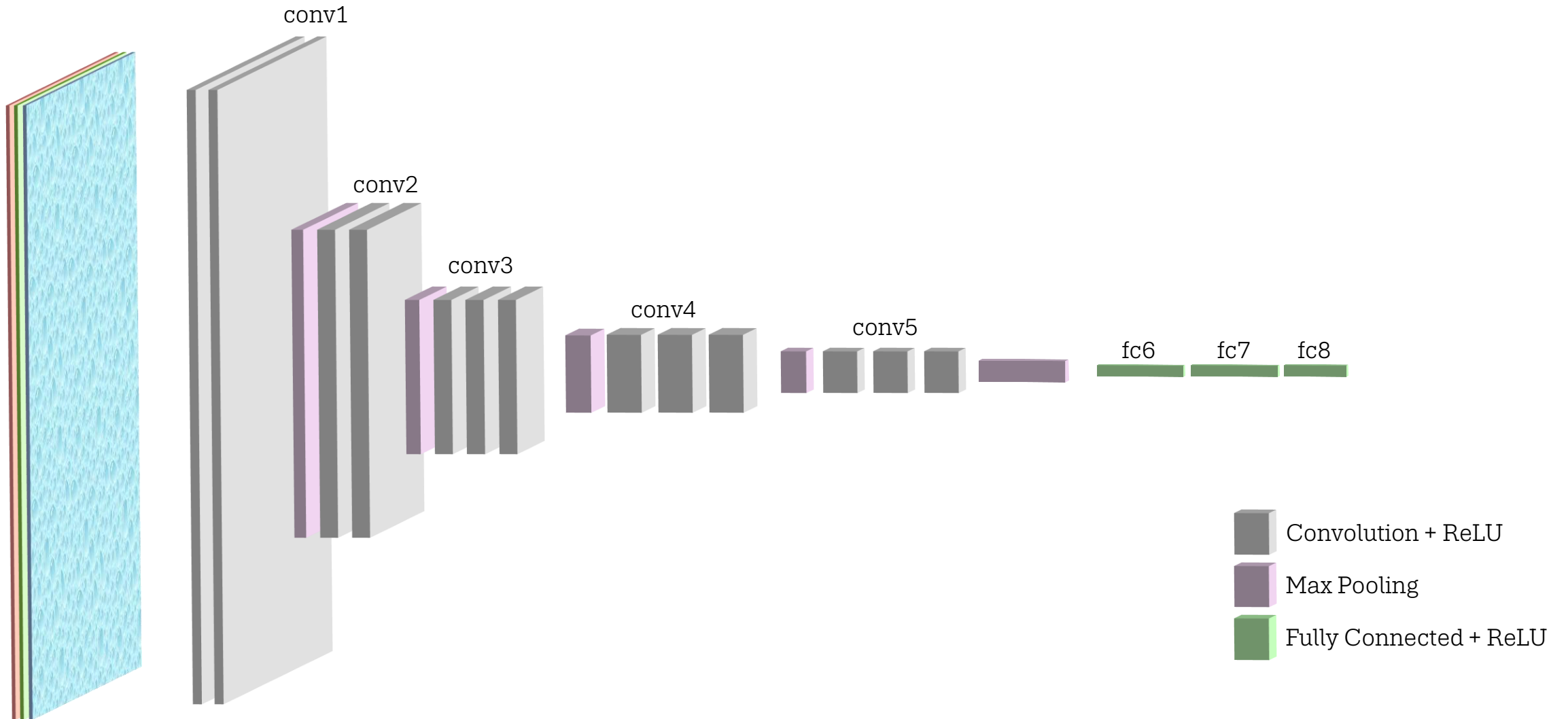
Le Neural Style Transfer est une méthode qui permet de générer une image en combinant le contenu d'une image avec le style artistique d'une autre.



*CNN*

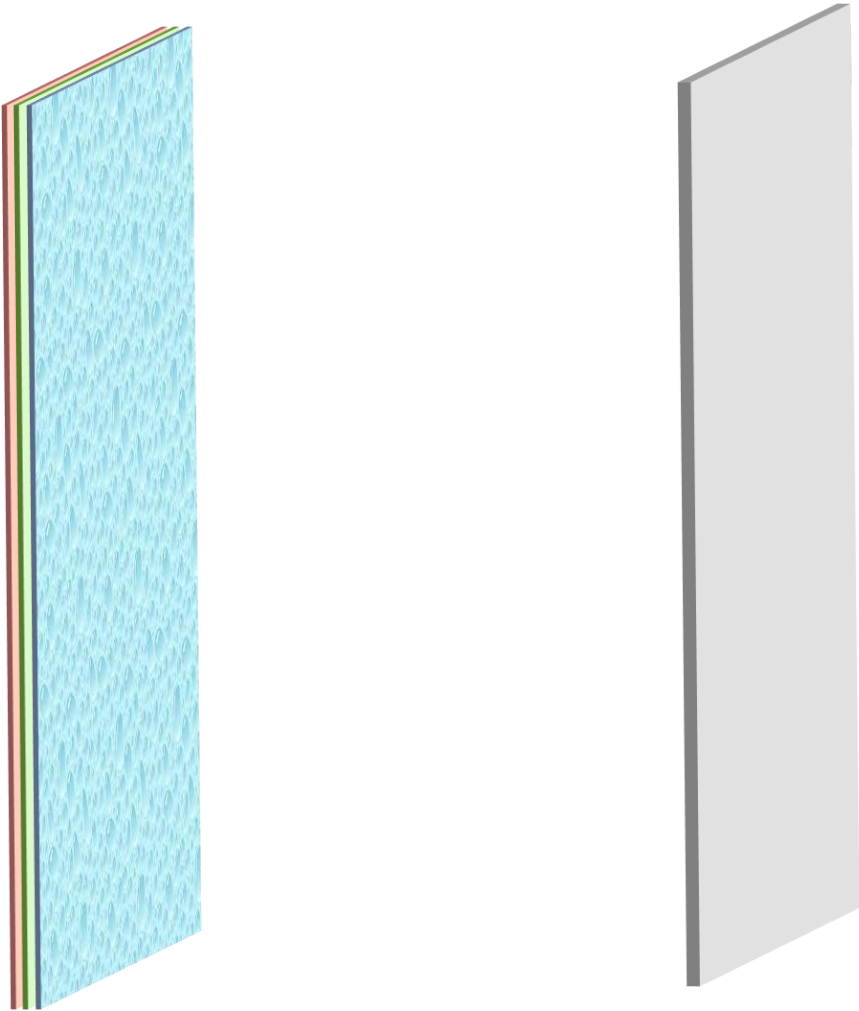


# Modèle utilisé : VGG19



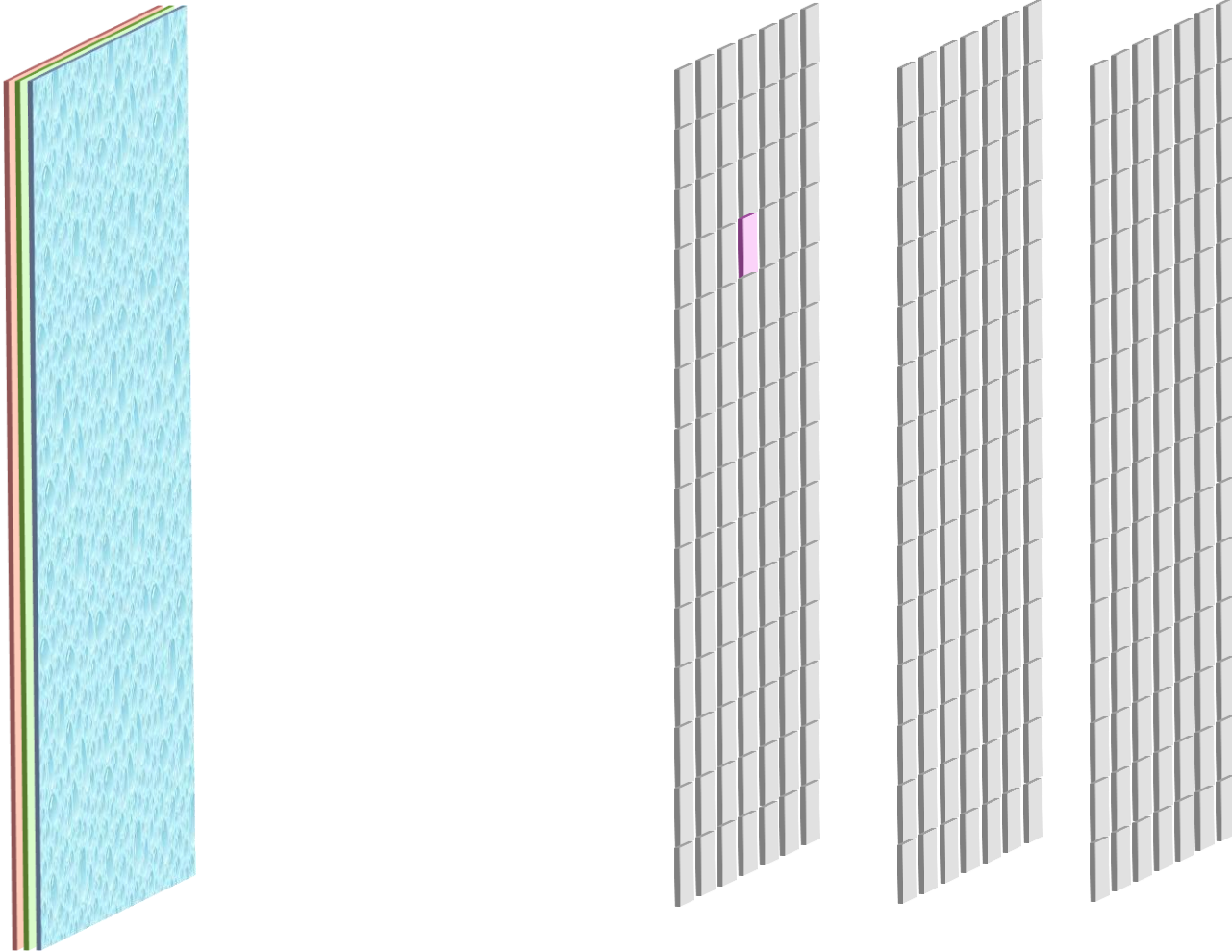
# Couche de convolution

Focus sur la couche conv1\_1



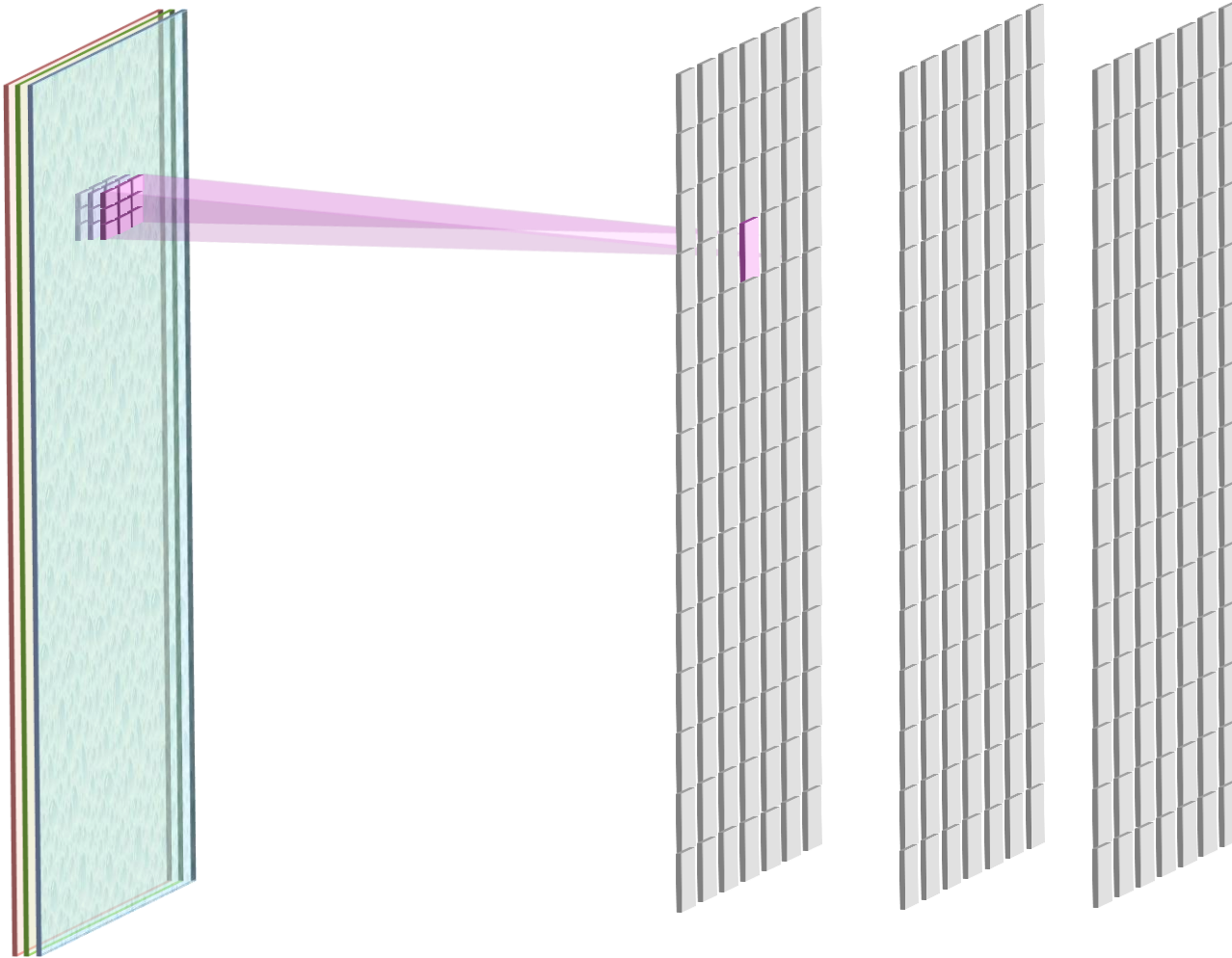
# Couche de convolution

Focus sur la couche conv1\_1



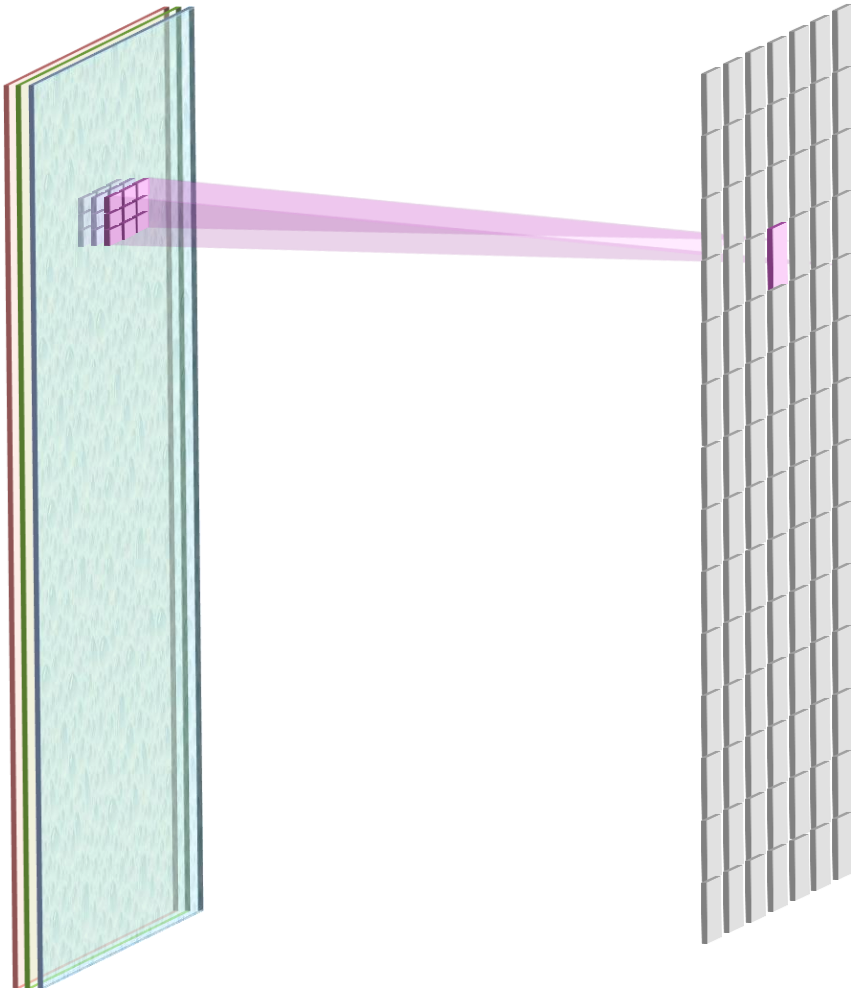
# Couche de convolution

Focus sur la couche conv1\_1



# Couche de convolution

Focus sur la couche conv1\_1



**Une couche de convolution = un ensemble de filtres**

La profondeur de sortie de la couche est égale au nombre de filtres



**Un filtre = ensemble de neurones identiques**

Chaque filtre correspond à la reconnaissance d'une caractéristique visuelle. L'application d'un filtre va ainsi produire une *feature maps*.

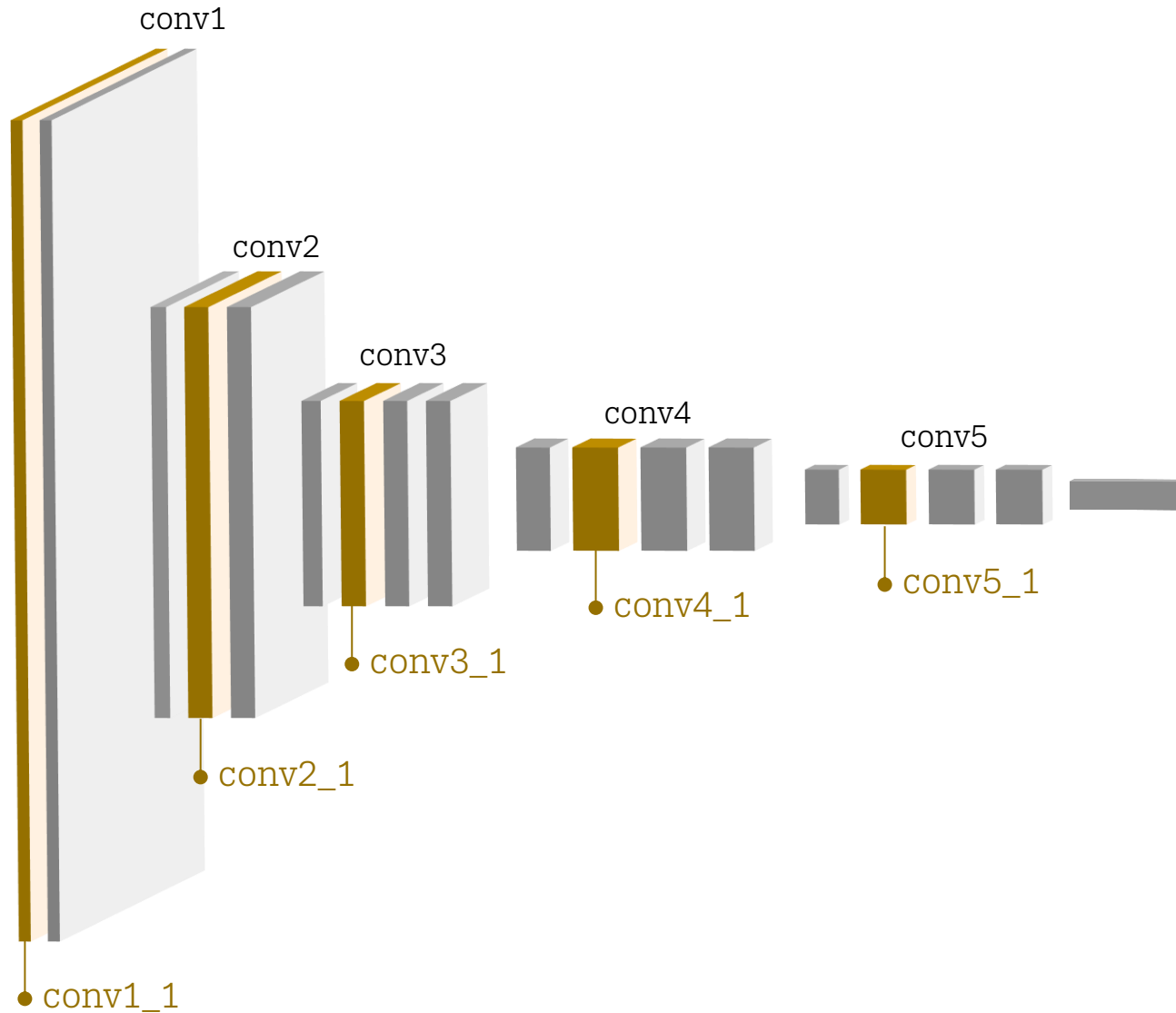


**Un neurone = connexion locale à l'image**

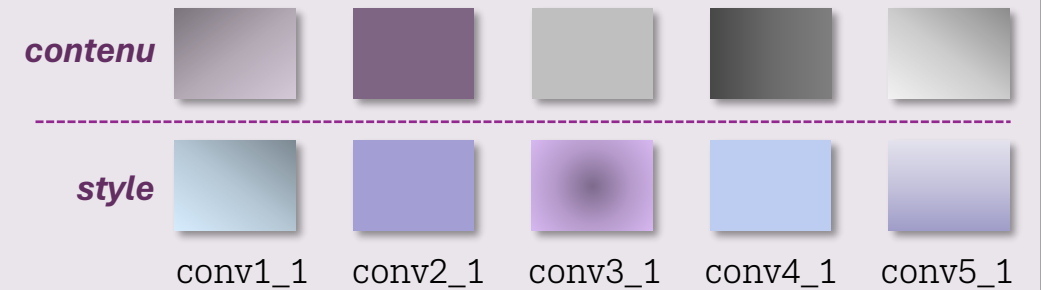
Chaque neurone est connecté à une petite zone de l'image, et s'applique toujours sur l'ensemble des canaux.



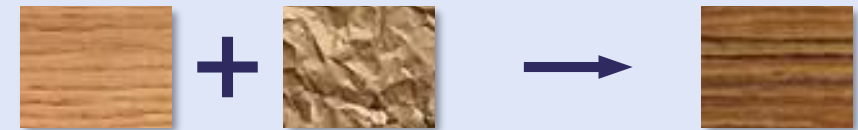
# Objectifs de l'étude



## 1. Identifier le type d'information retenu au fur et à mesure des couches



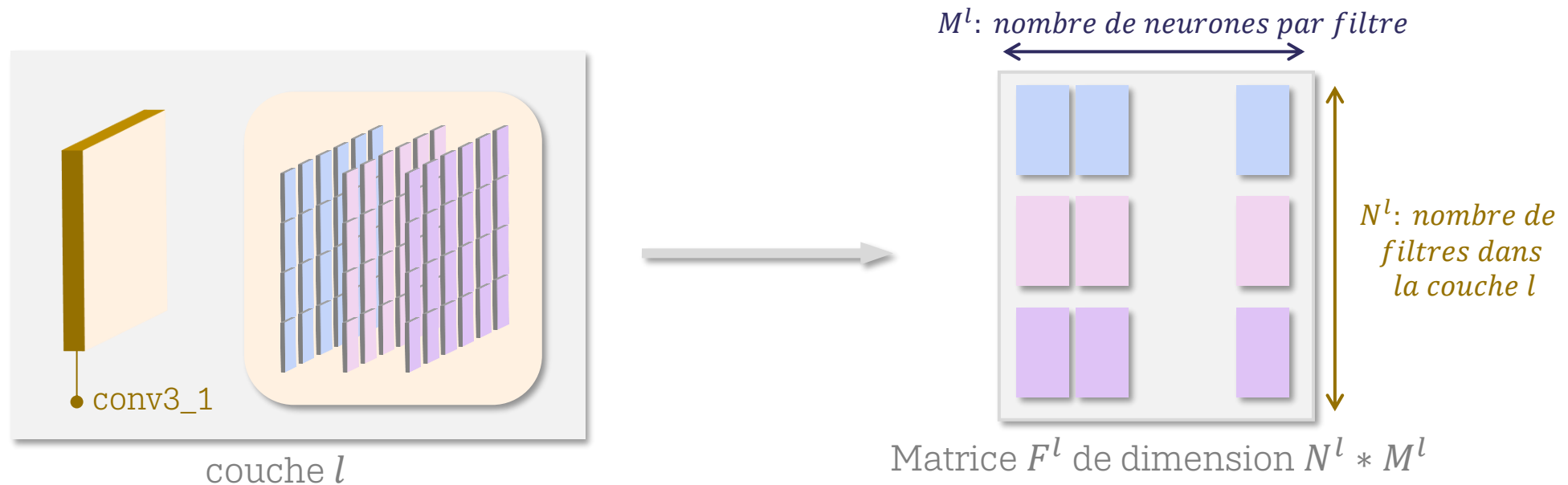
## 2. Générer une image en combinant le contenu d'une image et le style d'une autre



## 2. Représentations de contenu et style

# Analyse du contenu d'une image

Pour une couche  $l$ , on définit la matrice des activations des filtres :



On définit ainsi la perte de contenu entre deux images au niveau de la couche  $l$  :



image  $\vec{p}$  associée à  $P^l$

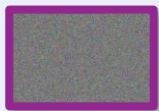


image  $\vec{x}$  associée à  $F^l$

$$L_{\text{contenu}}(\vec{p}, \vec{x}, l) = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (F_{i,j}^l - P_{i,j}^l)^2$$

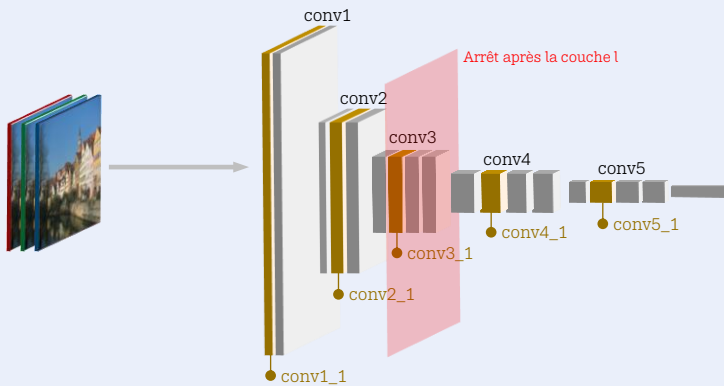
# Démarche à suivre pour l'analyse de contenu

## 1. Sélection d'une couche de convolution $l$

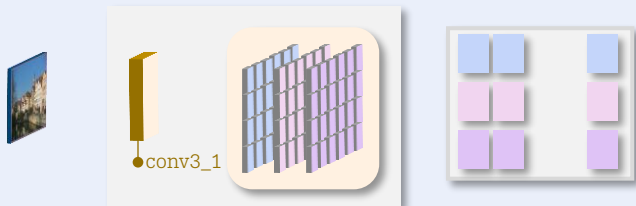


## 2. Passage de l'image de contenu dans le réseau

L'image parcourt le réseau jusqu'à la couche  $l$

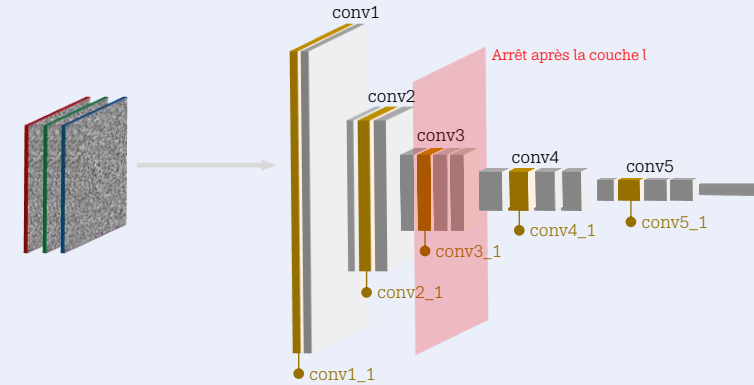


## 3. Calcul de la matrice des activations des filtres



## 4. Passage de l'image à générer dans le réseau

L'image parcourt le réseau jusqu'à la couche  $l$

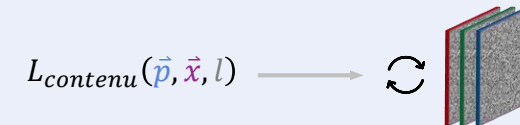


Boucle  
d'optimisation

## 5. Calcul de la matrice des activations des filtres





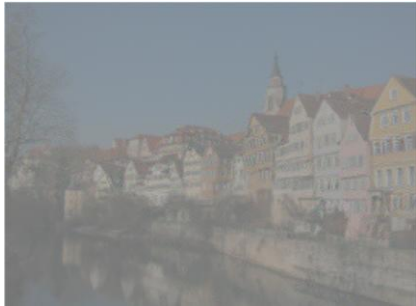

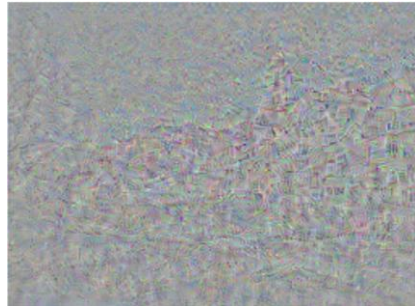


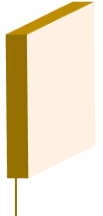


## 6. Calcul de la loss et mise à jour de l'image générée



# Analyse de l'image de contenu

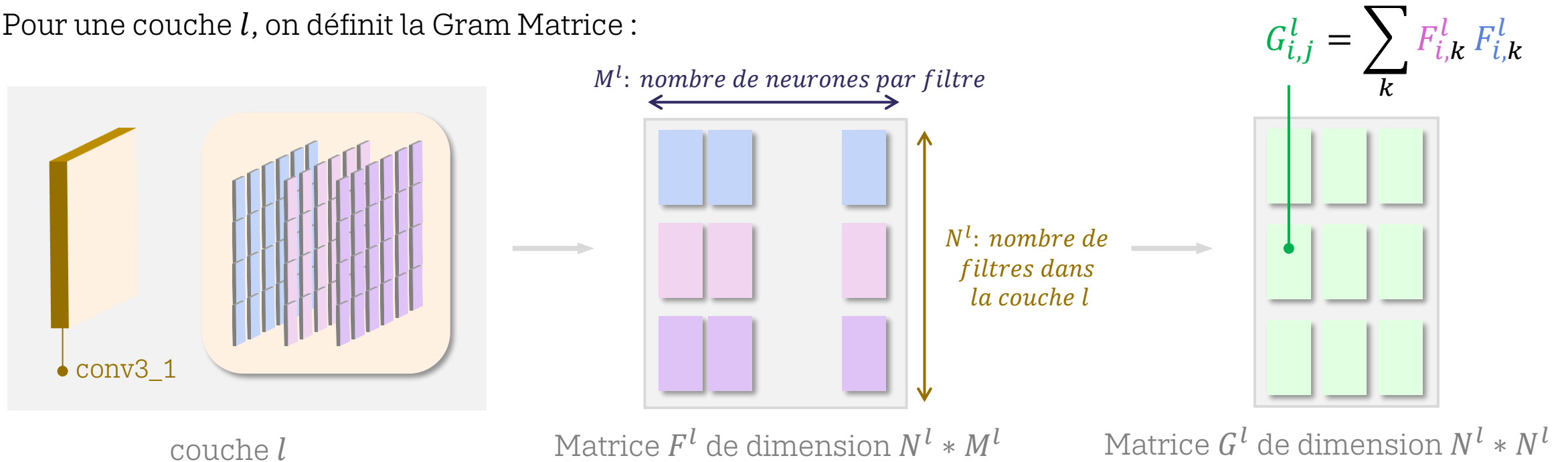
<p>Image de contenu <math>\vec{p}</math></p> 	<p>Initialisation de l'image générée <math>\vec{x}</math></p> 	<p>Perte associée</p> $L_{contenu}(\vec{p}, \vec{x}, l) + L_{couleur}$
--	---	--

Résultats obtenus :

				
 conv1_1	 conv2_1	 conv3_1	 conv4_1	 conv5_1

# Analyse du style d'une image

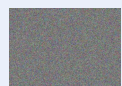
Pour une couche  $l$ , on définit la Gram Matrice :



On définit ainsi la contribution de la couche  $l$  à la perte de style entre deux images :



*image  $\vec{a}$*   
associée à la Gram Matrice  $A^l$

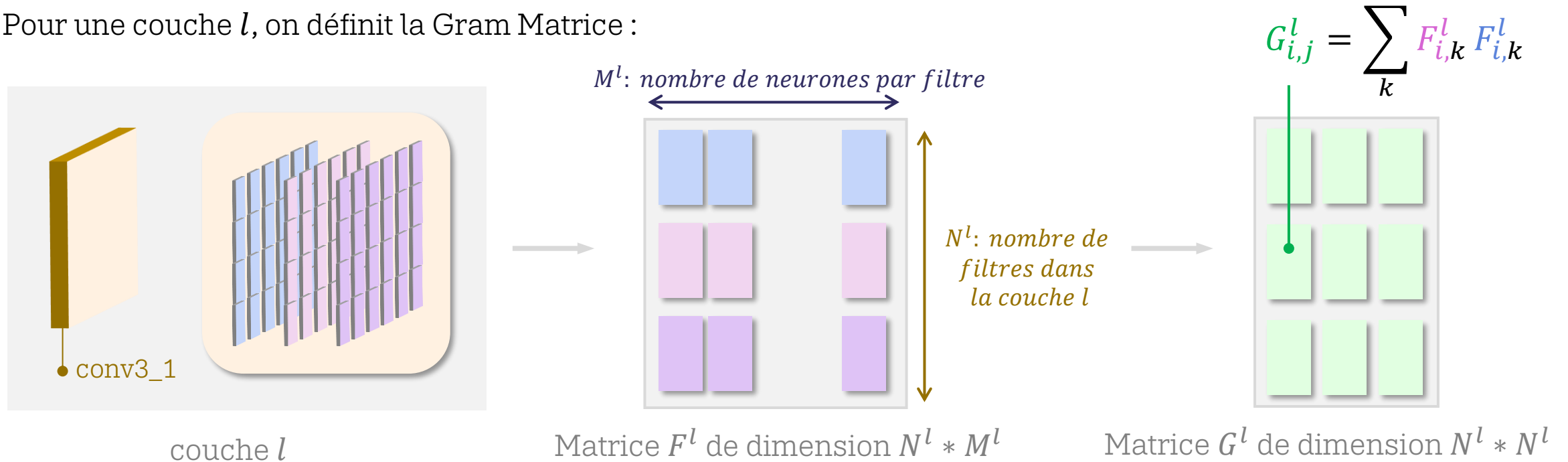


*image  $\vec{x}$*   
associée à la Gram Matrice  $G^l$

$$E_l(\vec{a}, \vec{x}, l) = \frac{1}{4N_l^2 M_l^2} \sum_{i,j} (G_{i,j}^l - A_{i,j}^l)^2$$

# Analyse du style d'une image

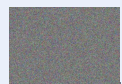
Pour une couche  $l$ , on définit la Gram Matrice :



Ainsi, la perte de style totale entre deux images est définie ainsi :



*image  $\vec{a}$*



*image  $\vec{x}$*

$$L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) = \sum_{l=0}^L w_l E_l$$

$w_l$  : poids associés à la contribution de chaque couche  $l$  à la loss totale

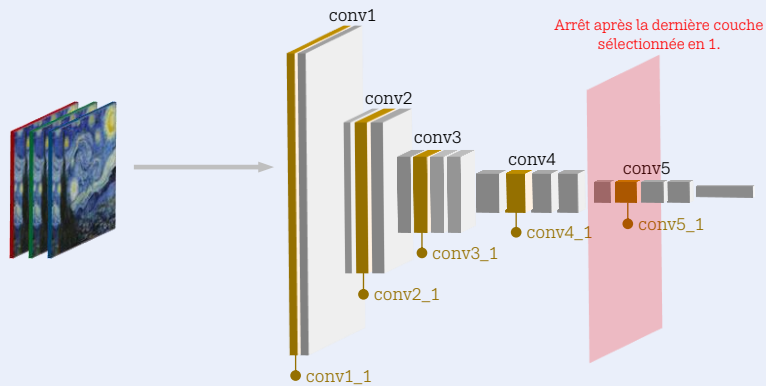
# Démarche à suivre pour l'analyse de style

## 1. Sélection du groupe de couches et des poids $w_i$ associés

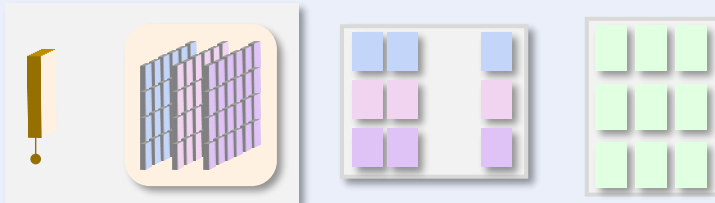


## 2. Passage de l'image de style dans le réseau

L'image parcourt l'ensemble de réseau.

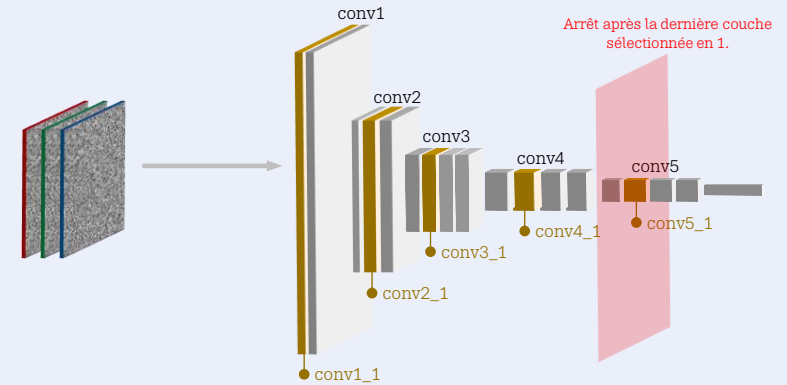


## 3. Pour chaque couche, calcul de la Gram Matrice



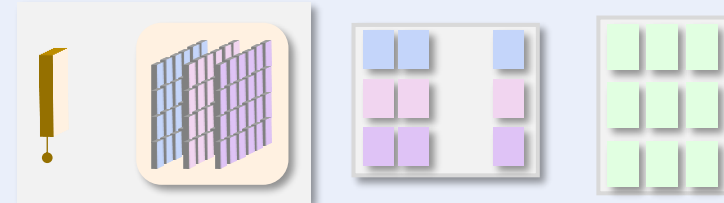
## 4. Passage de l'image de style dans le réseau

L'image parcourt l'ensemble de réseau.



Boucle d'optimisation

## 5. Pour chaque couche, calcul de la Gram Matrice

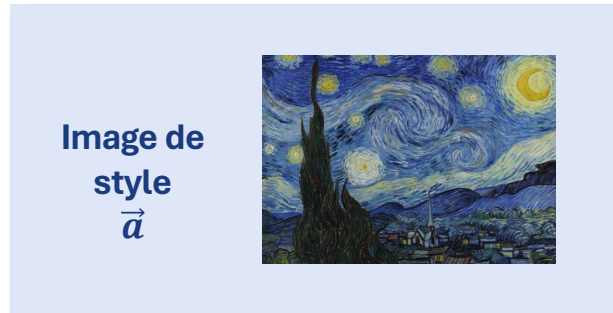


## 6. Calcul de la loss et mise à jour de l'image générée





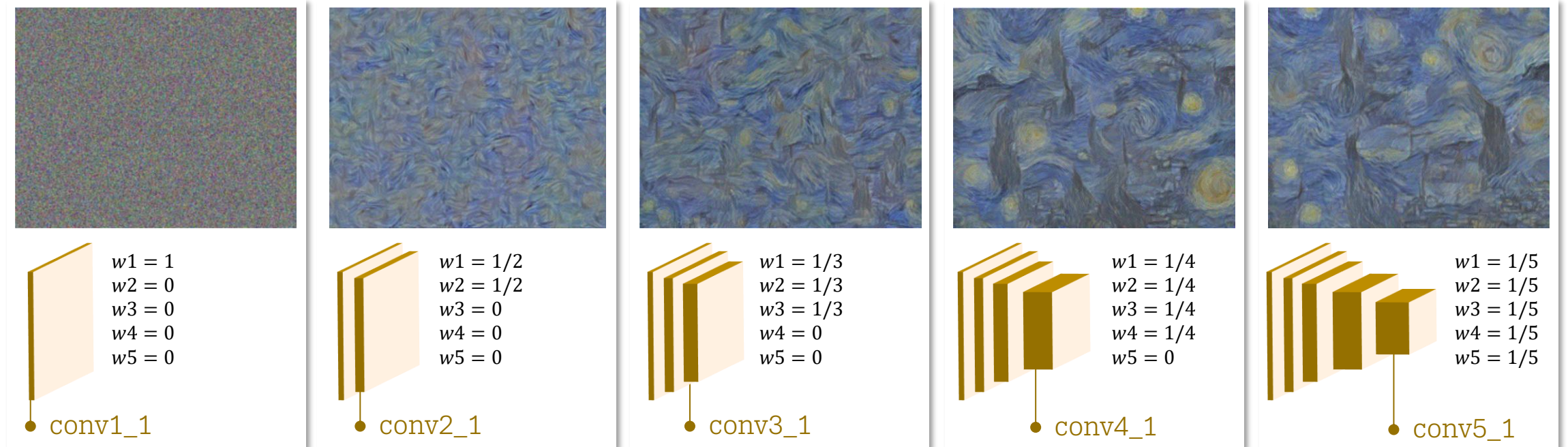
# Analyse de l'image de style



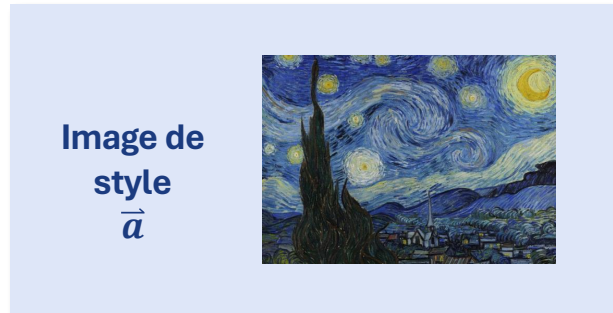
Perte associée

$$L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) = \sum_{l=0}^L w_l E_l + L_{couleur}$$

Résultats obtenus :



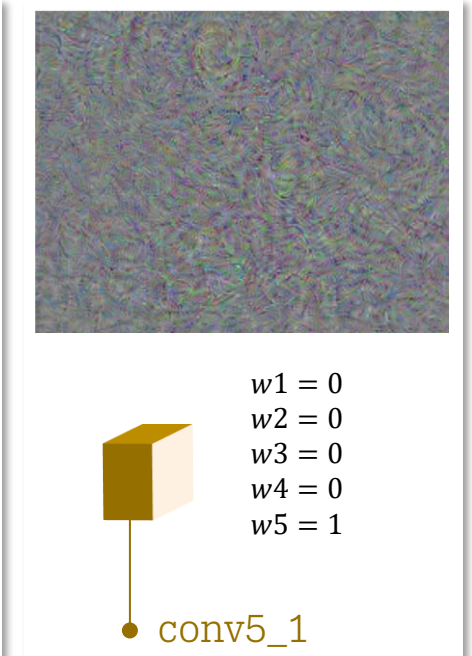
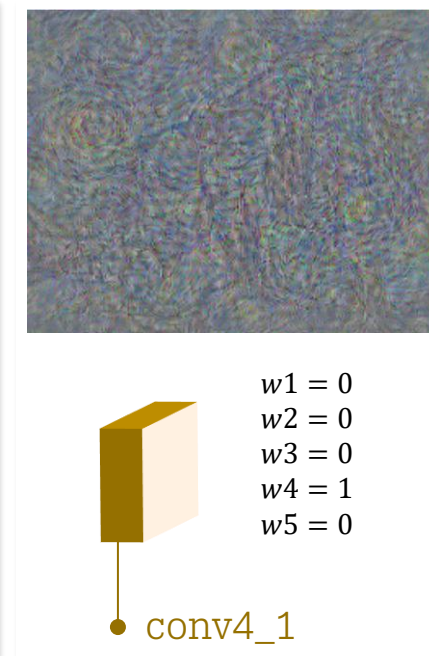
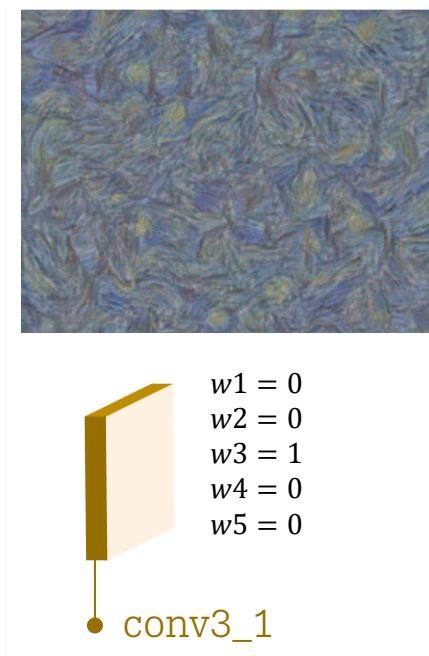
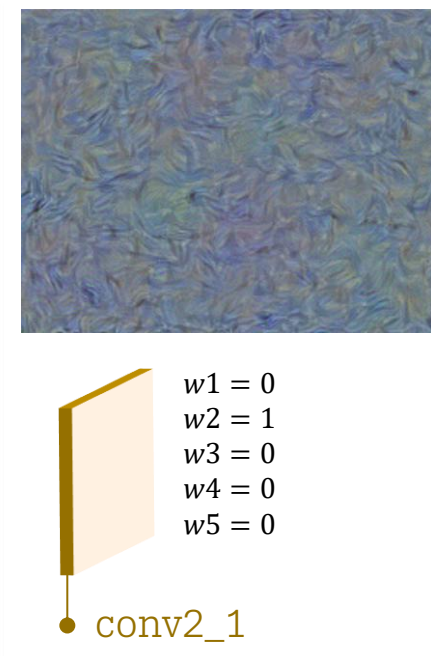
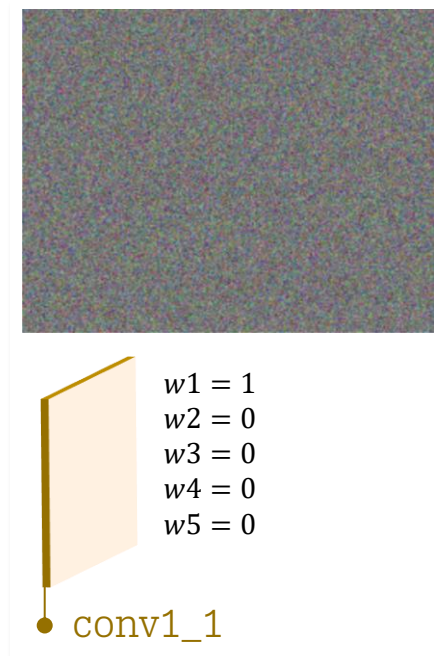
# Analyse de l'image de style



Perte associée

$$L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) = \sum_{l=0}^L w_l E_l + L_{couleur}$$

Résultats obtenus en changeant la combinaison des poids :



# 3. Création d'une image artistique

Analyse du contenu et du style d'une image par le réseau

# Pipeline de la création d'image artistique

Image de  
contenu  
 $\vec{p}$



Image de  
style  
 $\vec{a}$

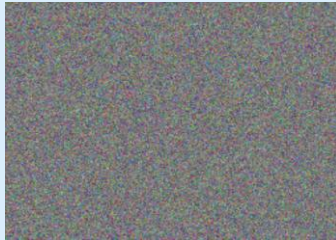


## Perte associée

$$L_{totale}(\vec{p}, \vec{a}, \vec{x}) = \alpha L_{contenu}(\vec{p}, \vec{x}, l) + \beta L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) + L_{couleur}$$

## Paramètres

Initialisation  
de l'image  
générée



Couche  $l$  de contenu  
associée à  $L_{contenu}(\vec{p}, \vec{x}, l)$

Combinaison des  $w_i$  associés  
à  $L_{style}(\vec{a}, \vec{x})$

$\frac{\alpha}{\beta}$  Balance entre  
contenu et style



# Influence des paramètres : couche $l$

Image de  
contenu  
 $\vec{p}$



Image de  
style  
 $\vec{a}$



## Perte associée

$$L_{totale}(\vec{p}, \vec{a}, \vec{x}) = \alpha L_{contenu}(\vec{p}, \vec{x}, l) + \beta L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) + L_{couleur}$$

## Influence de la couche $l$ de contenu



Couche  $l$  contenu



Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



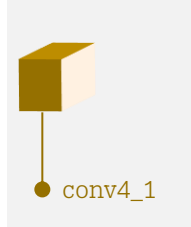
Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



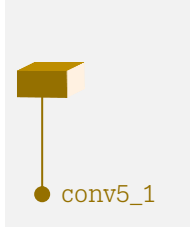
Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$

# Influence des paramètres : $w_i$

Image de  
contenu  
 $\vec{p}$



Image de  
style  
 $\vec{a}$



## Perte associée

$$L_{totale}(\vec{p}, \vec{a}, \vec{x}) = \alpha L_{contenu}(\vec{p}, \vec{x}, l) + \beta L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) + L_{couleur}$$

## Influence de la combinaison des poids $w_i$ :



Couche  $l$  contenu



conv4\_1

Poids de style

$w_1 = 1$   
 $w_2 = 0$   
 $w_3 = 0$   
 $w_4 = 0$   
 $w_5 = 0$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



conv4\_1

Poids de style

$w_1 = 1/2$   
 $w_2 = 1/2$   
 $w_3 = 0$   
 $w_4 = 0$   
 $w_5 = 0$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



conv4\_1

Poids de style

$w_1 = 1/3$   
 $w_2 = 1/3$   
 $w_3 = 1/3$   
 $w_4 = 0$   
 $w_5 = 0$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu

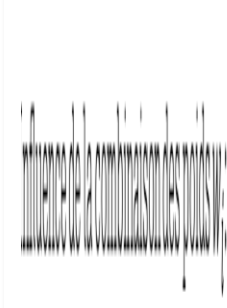


conv4\_1

Poids de style

$w_1 = 1/4$   
 $w_2 = 1/4$   
 $w_3 = 1/4$   
 $w_4 = 1/4$   
 $w_5 = 0$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



conv4\_1

Poids de style

$w_1 = 1/5$   
 $w_2 = 1/5$   
 $w_3 = 1/5$   
 $w_4 = 1/5$   
 $w_5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$

# Influence des paramètres : $\frac{\alpha}{\beta}$

Image de  
contenu  
 $\vec{p}$



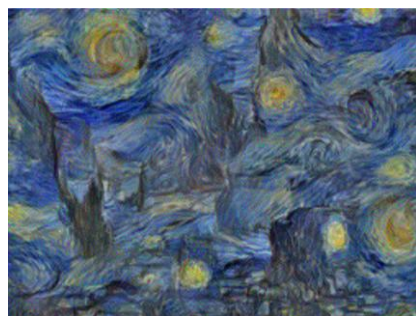
Image de  
style  
 $\vec{a}$



Perte associée

$$L_{totale}(\vec{p}, \vec{a}, \vec{x}) = \alpha L_{contenu}(\vec{p}, \vec{x}, l) + \beta L_{style}(\vec{a}, \vec{x}) + L_{couleur}$$

Influence de la balance  $\frac{\alpha}{\beta}$ :



Couche  $l$  contenu

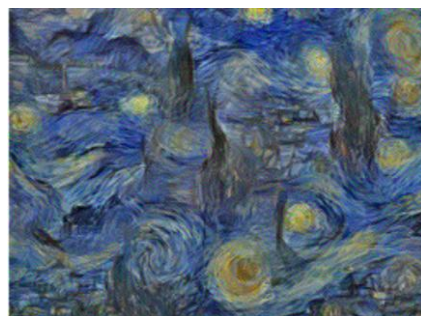


conv4\_1

Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-5}$$



Couche  $l$  contenu

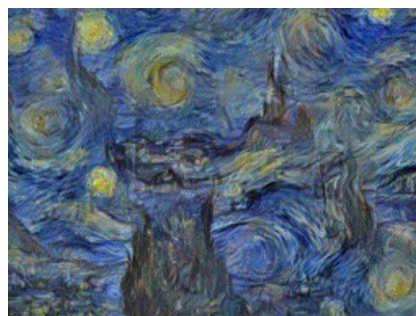


conv4\_1

Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-4}$$



Couche  $l$  contenu

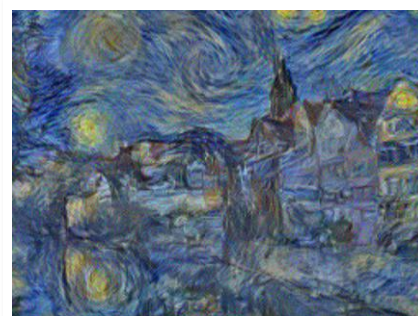


conv4\_1

Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-3}$$



Couche  $l$  contenu

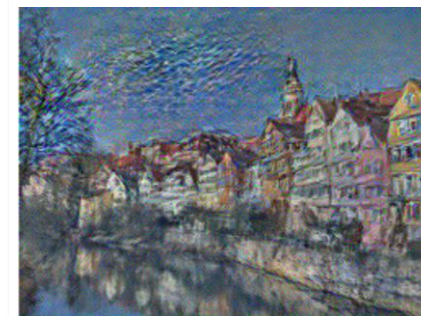


conv4\_1

Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-2}$$



Couche  $l$  contenu



conv4\_1

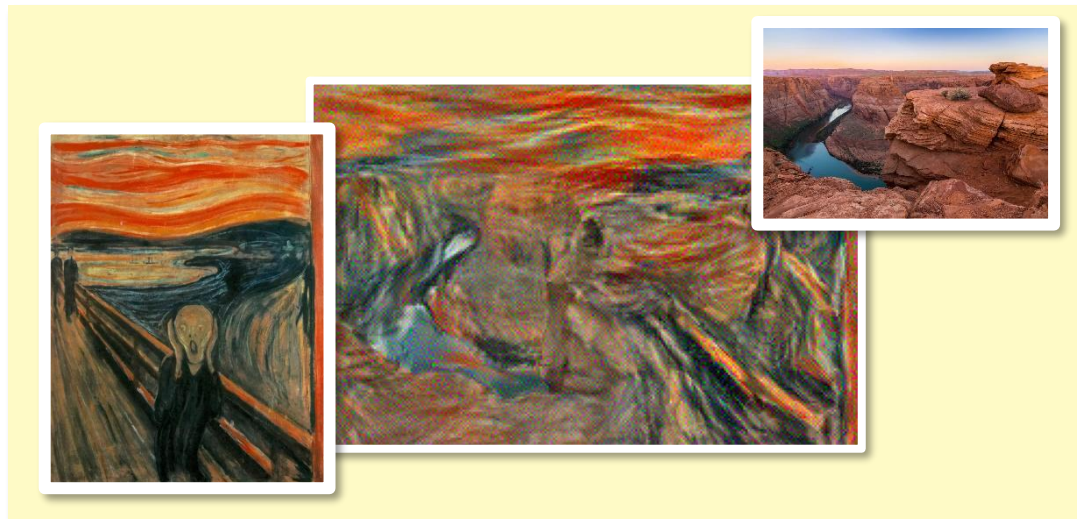
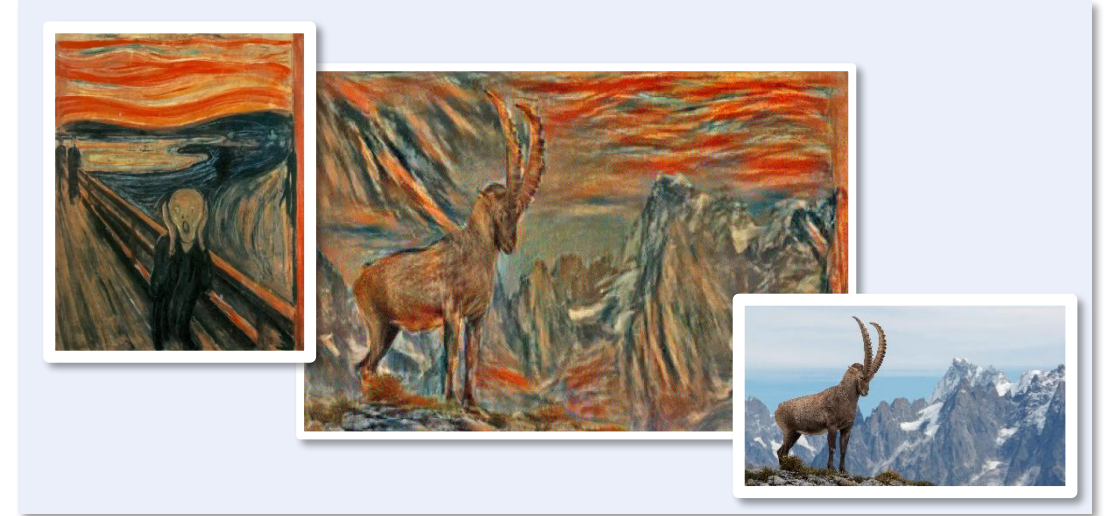
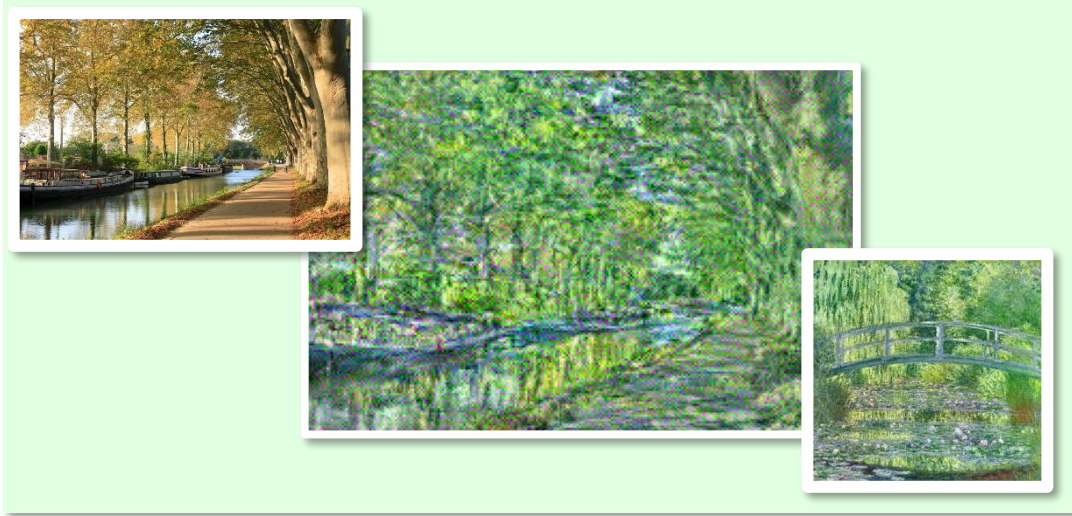
Poids de style

$w1 = 1/5$   
 $w2 = 1/5$   
 $w3 = 1/5$   
 $w4 = 1/5$   
 $w5 = 1/5$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10^{-1}$$

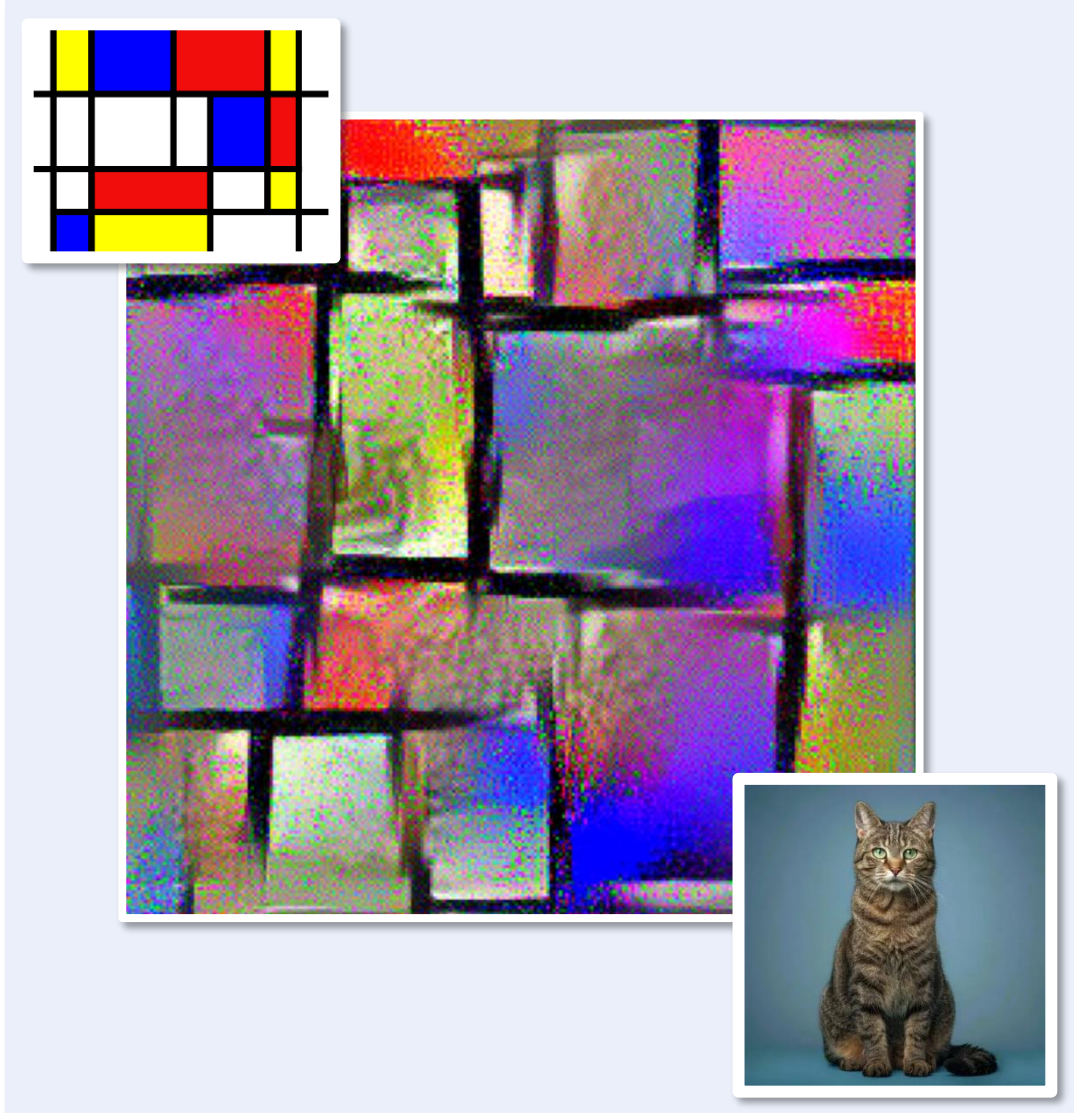


# Exemples de création d'image





Certains styles sont trop complexes



# Lien GitHub

[https://github.com/audrey1306/Neural\\_Style\\_Transfer.git](https://github.com/audrey1306/Neural_Style_Transfer.git)