

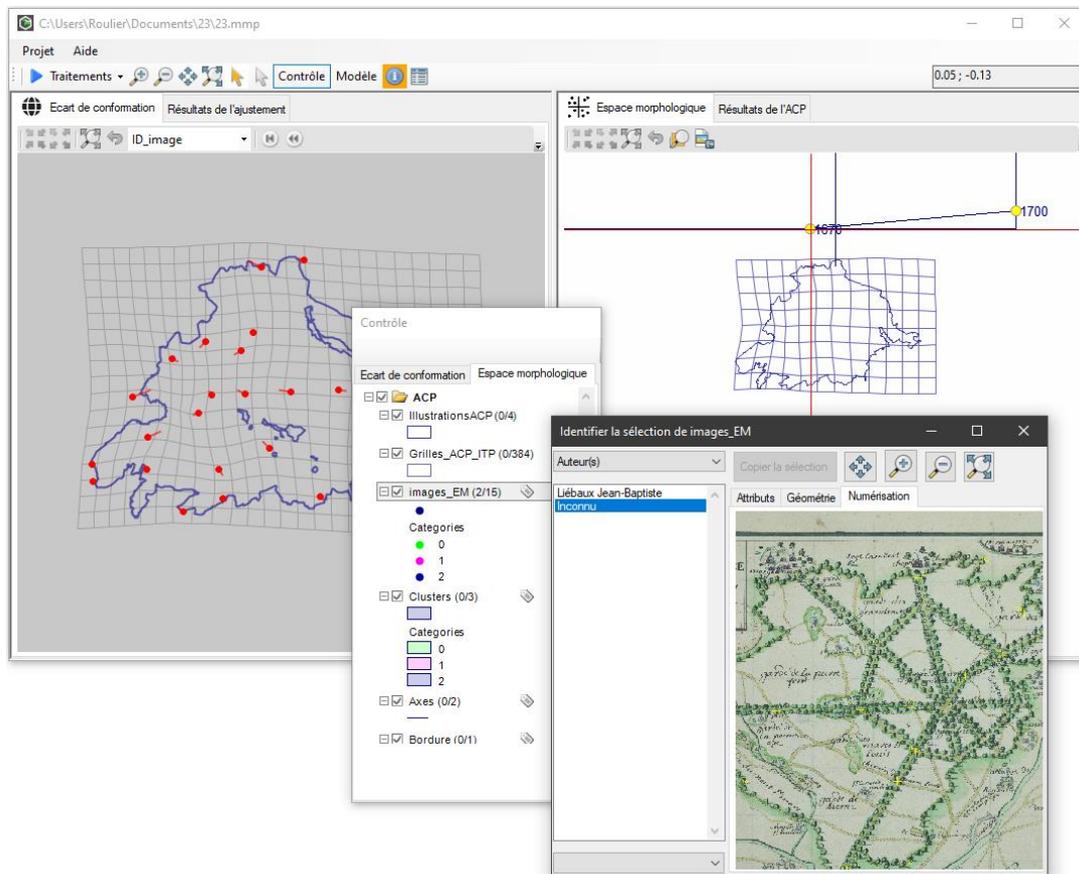


# MapMorphy 1.1

Morphométrie géométrique  
pour la cartographie

## Guide de l'utilisateur

<https://mapmorphy.fr/>



EDYSAN Écologie et Dynamique des systèmes Anthropisés  
UMR 7058 CNRS

UPJV Université de Picardie Jules Verne



Frédéric Roulier  
Amiens, 2025

## Table des matières

1. <u>Présentation générale</u> .....	3
1.1. Introduction.....	3
1.2. Aperçu d'un projet de type 1.....	4
1.3. Aperçu d'un projet de type 2.....	6
2. <u>Préparer les sources de données</u> .....	8
2.1. Les points images.....	9
2.2. Les points de référence.....	10
2.3. Les illustrations.....	10
2.4. Les liaisons.....	11
2.5. Les numérisations.....	12
3. <u>Démarrage de l'application</u> .....	13
4. <u>Chargement des données</u> .....	14
5. <u>Traitement des données dans un projet de type 1</u> .....	16
5.1. Ajustement.....	16
5.2. Interpolation.....	17
6. <u>Traitement des données dans un projet de type 2</u> .....	19
6.1. Ajustement.....	19
6.2. Interpolation.....	20
6.3. Cartographie de l'espace morphologique.....	21
7. <u>La fenêtre <i>Contrôle</i></u> .....	23
7.1. Présentation.....	23
7.2. Les couches de l'onglet <i>Écart de conformation</i> .....	24
7.3. Les couches de l'onglet <i>Espace morphologique</i> .....	25
7.4. Le menu contextuel de la fenêtre <i>Contrôle</i> .....	26
8. <u>Les outils d'exploration</u> .....	27
8.1. La sélection/désélection des entités.....	27
8.2. La carte des écarts de conformation.....	28
8.3. La fenêtre <i>Approximation par le modèle ACP</i> .....	29
8.4. La fenêtre <i>Identification</i> .....	30
8.5. La Table attributaire.....	31
9. <u>Symbologie</u> .....	33
9.1. Symbologie des points par symbole unique.....	33
9.2. Symbologie des points par catégories.....	34
9.3. Symbologie des points par graduation.....	35
9.4. Symbologie des points par symboles proportionnels.....	36
9.5. Symbologie des entités linéaires.....	37
9.6. Symbologie des entités surfaciques.....	37

# 1. Présentation générale

## 1.1. Introduction

MapMorphy est un gratuiciel Windows conçu pour l'analyse morphométrique de données géographiques 2D. Le logiciel propose à l'utilisateur une interface graphique simple d'utilisation pour la comparaison des conformations par exemple de plusieurs cartes correspondant à des représentations cognitives de l'espace ou à des cartes anciennes.

MapMorphy s'appuie sur les principes de la morphométrie géométrique, un ensemble de méthodes employées depuis les années 80 en particulier sur des données d'origine biologique ou archéologique. Cette méthodologie est combinée avec celle des transformations cartographiques de positions habituellement utilisée en géographie pour la comparaison spatiale.

L'objectif principal du logiciel est d'appliquer ces méthodes pour identifier les ressemblances/dissembances de conformation entre plusieurs cartes ou structures spatiales et pour produire des variables morphologiques.

Le principe général s'appuie sur une analyse statistique des coordonnées cartésiennes de points homologues, c'est-à-dire de points (lieux) ayant la même identité sur des cartes ou structures spatiales différentes. Il va s'agir de superposer ces points à leurs homologues d'une référence puis d'analyser les écarts résiduels.

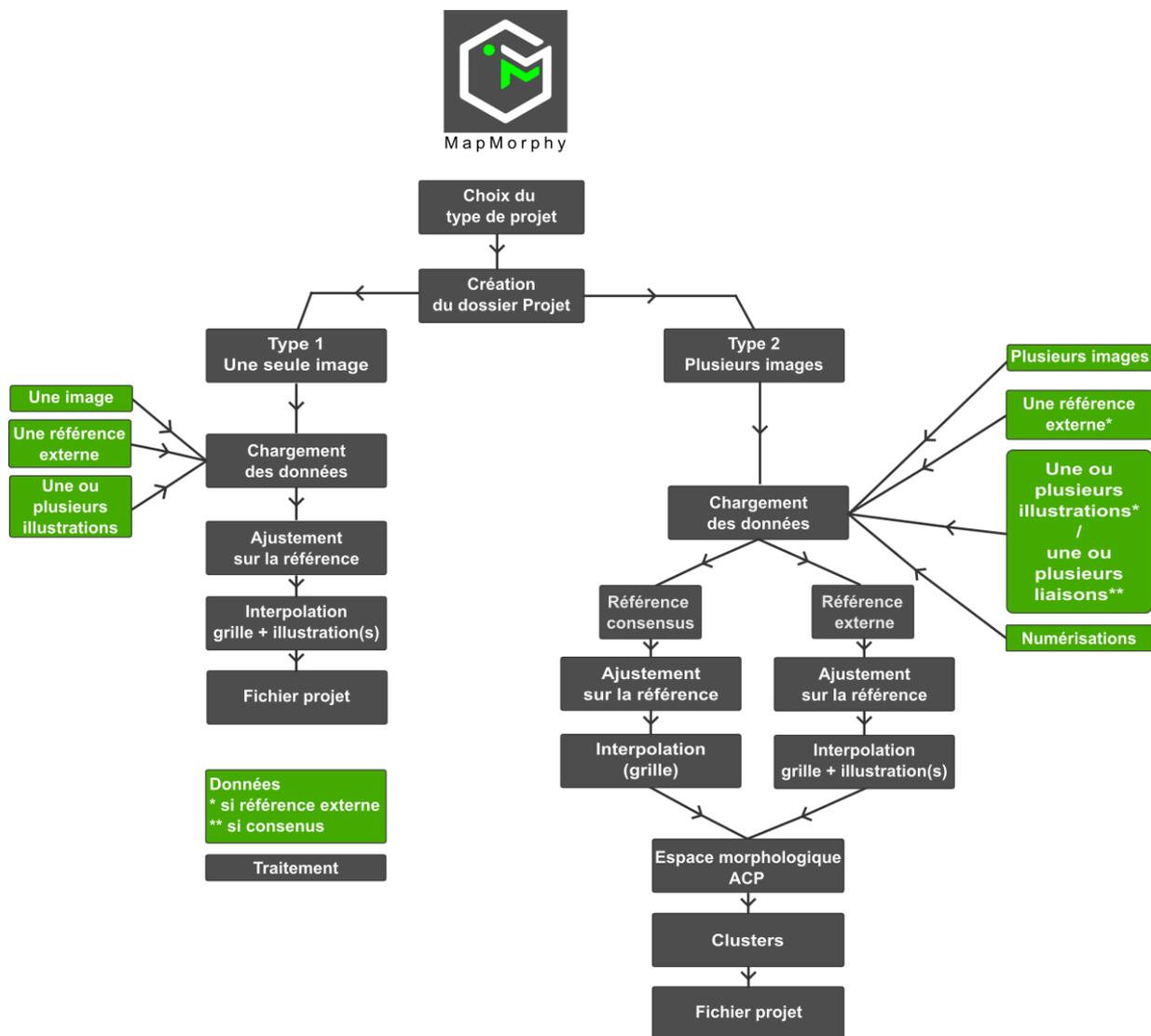
Par le format Shapefile employé, le logiciel est clairement spécialisé dans la comparaison de fonds de carte et de structures spatiales. Il est cependant capable de comparer les conformations apparentées de tout corpus d'objets codé dans ce format.

Un logiciel de conversion du format \*.tps, classiquement utilisé en morphométrie géométrique, en format Shapefile est disponible sur le site internet de MapMorphy. Il est ainsi possible de comparer les conformations 2D d'objets non géographiques (feuilles, insectes, ossements...) produites par exemple par le logiciel tpsdig2. Le format Shapefile est également utilisé en sortie du logiciel. Les logiciels de SIG peuvent ainsi mettre en page et exporter au format vectoriel l'ensemble des données produites par MapMorphy.

Il est important de préciser au lecteur dès maintenant plusieurs termes clefs utilisés dans cette documentation.

- Le terme « configuration » est employé pour désigner l'ensemble des points utilisés pour coder un objet avant la superposition.
- Le terme « conformation » est employé pour désigner la structure de la configuration une fois neutralisée par superposition l'information sur la position, l'orientation et la taille de la configuration.
- Le terme « forme » est employé pour désigner la structure de la configuration une fois neutralisée par superposition uniquement l'information sur la position et l'orientation de la configuration.
- Les termes « image » et « point image » sont employés pour désigner la ou les configurations à comparer (cartes, structures spatiales).
- Les termes « référence » et « point de référence » sont employés pour désigner la configuration de la source à laquelle est (sont) comparé(es) la ou les configurations d'images. Cette référence peut correspondre soit à une configuration externe spécifique disponible dans un fichier (par exemple issu d'une carte topographique), soit à une moyenne appelé « consensus » calculé à partir de plusieurs configurations images lors de la superposition.

MapMorphy propose deux processus de traitement distincts selon que l'on compare entre elles deux structures ou plusieurs structures : les projets de type 1 (une seule image) et ceux de type 2 (plusieurs images).



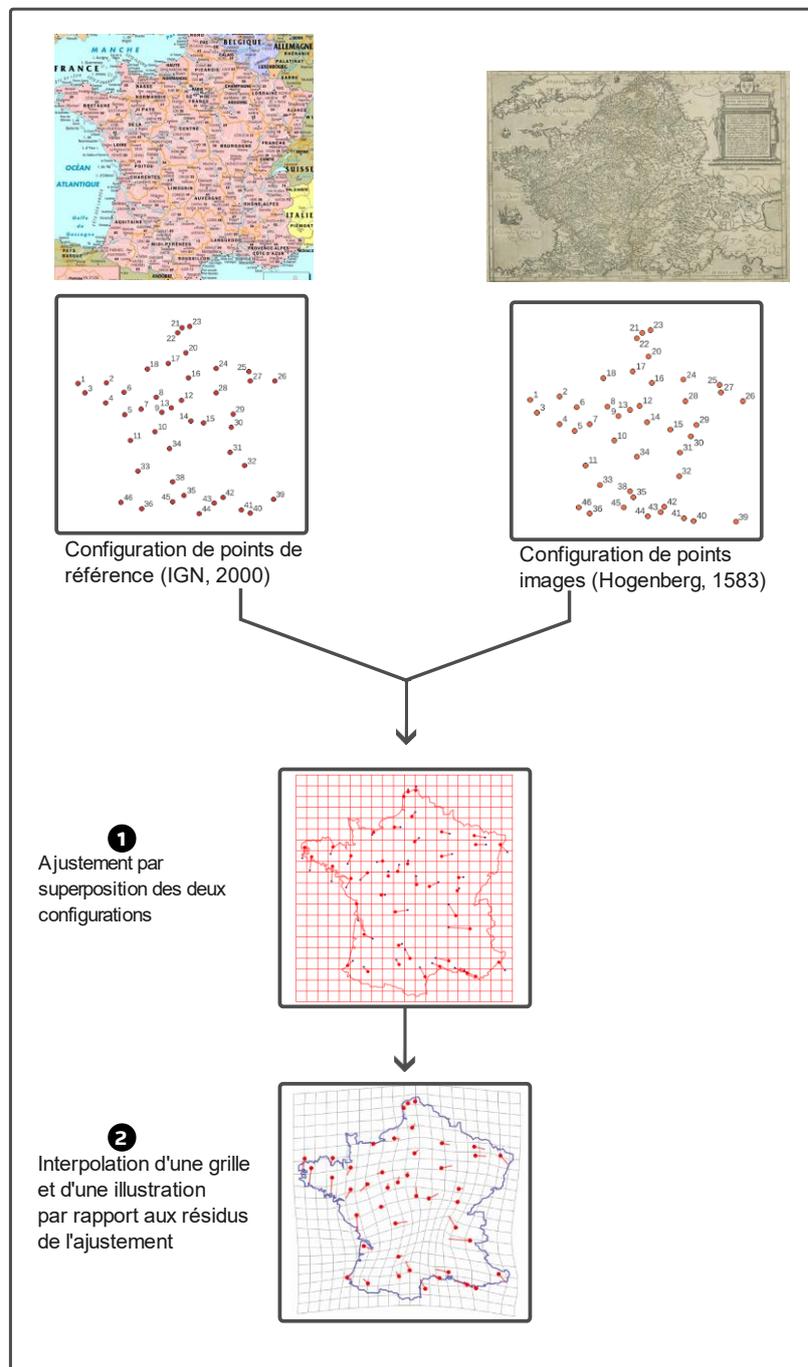
Les deux processus de traitement de MapMorphy

## 1.2 Aperçu d'un projet de type 1

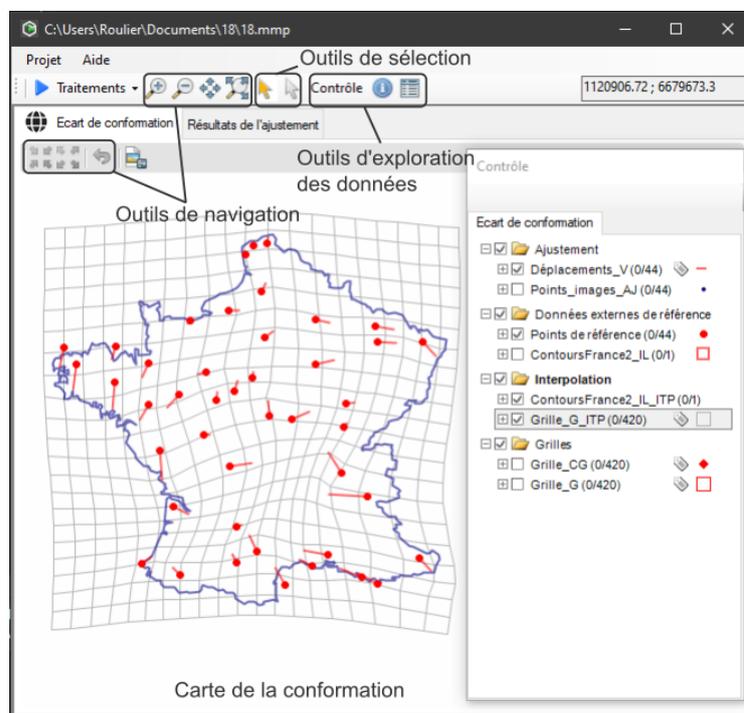
Ce type de projet correspond à la comparaison d'une seule configuration image (positions en temps d'accès, positions évaluées dans un espace cognitif, positions sur des cartes anciennes...) avec une configuration de référence contenue dans un fichier externe. Ce type de projet correspond à une transformation cartographique de position. Deux étapes se succèdent dans ce cas pour montrer l'écart de conformation entre l'image et la référence.

- La première étape calcule l'écart total de conformation par une superposition ajustée de la configuration image sur la configuration de référence. Cette superposition ajustée est réalisée à partir de la régression bidimensionnelle de Waldo Tobler. Cette méthode opère simultanément une translation, une rotation et un déplacement des points de la configuration image sur leurs homologues de la configuration de référence de manière à réduire selon la loi des moindres carrés la différence de conformation entre les deux configurations. Les différences résiduelles (il y en a toujours si les deux configurations ne sont pas identiques) déterminent les vecteurs de déplacement pour chaque point de la configuration de référence. L'origine des vecteurs correspond au point de la configuration de référence et l'extrémité des vecteurs aux points homologues ajustés. La longueur (norme) de ces vecteurs illustre la variation de conformation. Le calcul de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) fournit des informations sur la variation globale de la forme. MapMorphy propose alors de concevoir une grille recouvrant l'espace de référence et figurant à un espace continu.

- La seconde étape est une interpolation permettant de propager sur la grille et sur des illustrations relatives à la référence, l'ensemble des déplacements correspondant aux vecteurs. MapMorphy utilise une interpolation multi-quadratique pour cette étape. Ce type de projet permet par exemple de comparer une configuration image avec celle d'une carte topographique de référence ou de comparer une moyenne de points images (issue de plusieurs configurations) avec cette même référence topographique. L'exemple suivant compare la carte de France dessinée par le cartographe Frans Hogenberg en 1583 avec la carte de référence actuelle.



Le projet de type 1



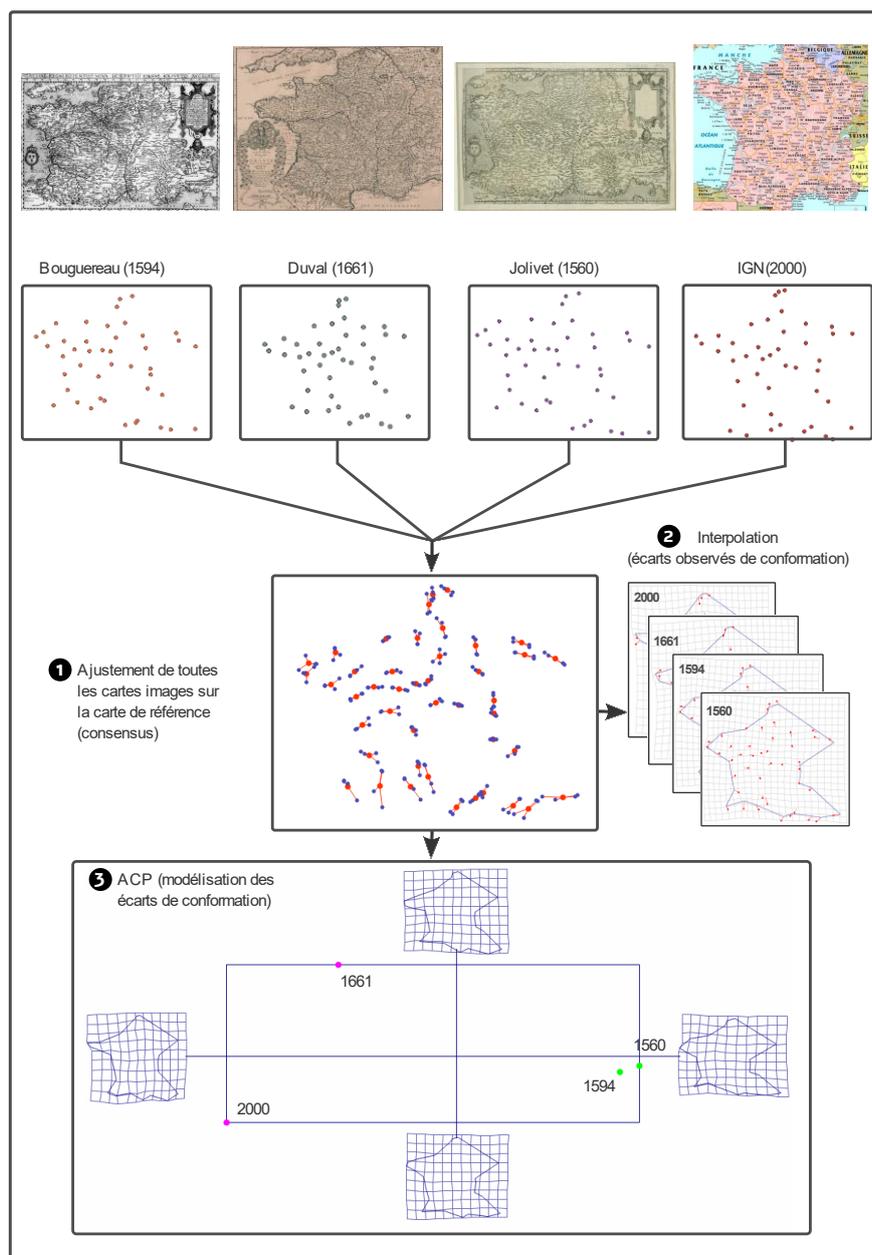
*L'interface d'un projet de type 1*

### 1.3 Aperçu d'un projet de type 2

Il s'agit cette fois de comparer plusieurs configurations d'images à une configuration de référence. Cette dernière peut correspondre à une configuration spécifique externe aux images comme une carte topographique de référence ou à un consensus, c'est-à-dire une moyenne des configurations images ajustées. La procédure de traitement est composée de trois étapes.

- La première étape consiste à calculer la superposition ajustée de chaque configuration image sur la référence, de préférence un consensus de façon à optimiser la modélisation. Dans ce cas, une version généralisée de la régression bidimensionnelle est appliquée. Comme dans le projet de type 1, il est à ce stade proposé de créer la grille figurant un espace continu. L'écart total de conformation est donc ici précalculé pour toutes les configurations images.
- La deuxième étape consiste à interpoler les données illustratives associées à chaque image selon leur écart total de conformation calculé à l'étape précédente. Les vecteurs déplacement de chaque image ajustée sont utilisés pour calculer les déformations de la grille et le cas échéant celles des illustrations. Lorsque que la référence correspond à un consensus, aucune illustration n'est disponible car le consensus est une moyenne qui ne correspond à aucune illustration existante. Des liaisons entre les points ajustés permettent cependant d'apporter un contexte visuel complémentaire à la grille interpolée. Cette étape permet de précalculer et de visualiser les transformations cartographiques de position, c'est-à-dire les écarts de conformation observés entre chaque image et la référence.
- La troisième étape correspond au calcul d'une ACP construite à partir des coordonnées ajustées. Ces coordonnées peuvent être projetées sur un espace linéaire tangent plus approprié à l'analyse ACP que les coordonnées d'origine ajustées situées sur un espace courbe. Cette analyse ACP permet de produire une modélisation 2D de l'espace morphologique où chaque point correspond à une carte ou une structure spatiale. Elle est créée à partir de la matrice de covariance des résidus d'ajustement entre les images et la référence. L'ACP constitue le traitement statistique clef de MapMorphy car il montre d'une part, grâce aux distances entre points, les ressemblances et dissemblances des conformations et d'autre part, grâce à la reconstitution de quatre modèles situés sur les marges du graphique, les déformations principales par rapport à la référence. L'ACP permet en effet de reconstituer, grâce à ses paramètres, des modèles car en tout point de l'espace de l'ACP correspond un écart de conformation

avec la référence. Des clusters peuvent être calculés par K-moyennes permettant d'identifier les conformations proches sur le graphique. L'exemple ci-dessous montre la comparaison des conformations de quatre cartes de France dont trois anciennes et une carte récente. La référence choisie ici est le consensus.

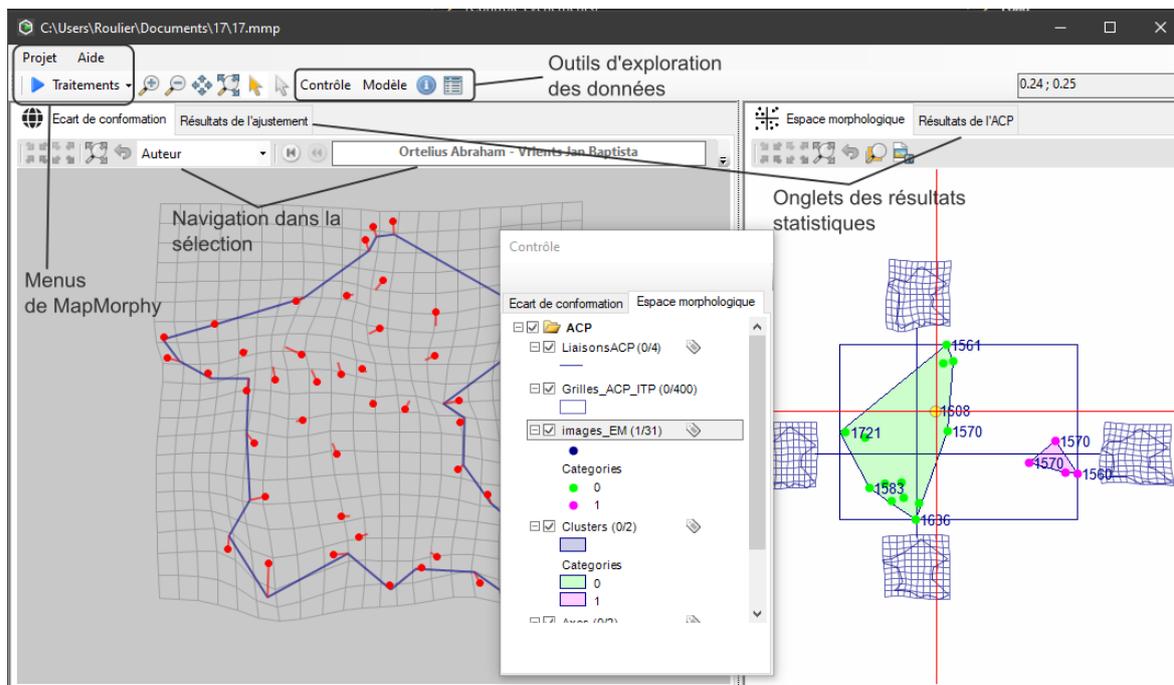


*Le projet de type 2*

Les interfaces utilisateur pour les projets de type 1 et 2 sont très similaires. Le projet de type 1 présente une seule fenêtre montrant l'écart total de conformation observé avec la référence. Le projet de type 2 présente deux fenêtres de visualisation, une pour afficher l'écart total de conformation observé entre une carte particulière et la référence, une autre pour afficher l'espace des conformations. En fait, l'interface d'un projet de type 1 est une simplification de l'interface d'un projet de type 2 et de nombreux outils sont communs. Les codes visuels d'utilisation des deux interfaces utilisateur (navigation cartographique, fenêtre de contrôle des couches, mise en forme...) sont ceux des logiciels de SIG. Les deux types de projet sont traités selon des séquences comparables : chargement des données, ajustement, interpolation, calcul d'une ACP puis des clusters (uniquement pour le type 2). Dans les deux cas le traitement informatique est automatiquement enregistré dans un dossier préalablement désigné par l'utilisateur. Ce dossier contient tous les fichiers géographiques au format

Shapefiles et les sorties statistiques au format Texte. En fin de traitement, un projet au format \*.mmp est enregistré automatiquement dans le dossier. Ce dernier peut être déplacé ou copié. Le fichier projet dispense de recharger les données et de recalculer les traitements d'ajustement et d'interpolation. Il permet par ailleurs de relancer l'ACP pour les projets de type 2.

MapMorphy facilite l'interaction avec le jeu de données cartographiques grâce à ses outils d'exploration (table attributaire, identification) et de symbologie. Des analyses plus pointues peuvent être réalisées par d'autres logiciels à partir des résultats produits et enregistrés dans le dossier du projet. Les points de l'espace des conformations sont par exemple facilement joignables à une localisation géographique dans un SIG et les paramètres calculés intégrés aux tables des Shapefiles peuvent être croisés avec d'autres données.



Interface d'un projet de type 2

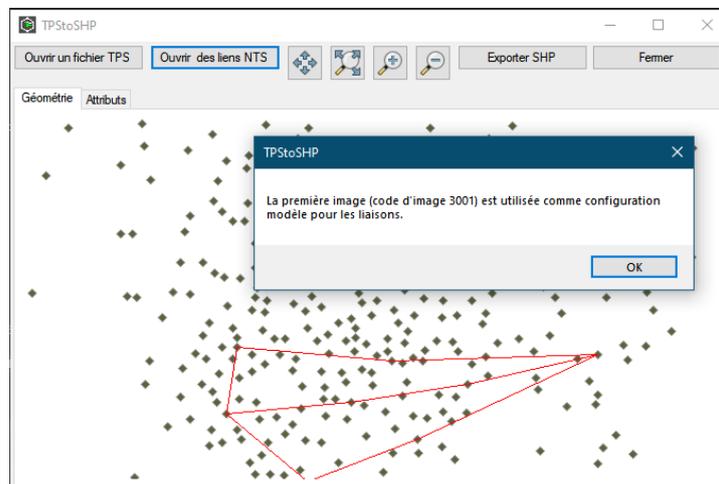
## 2. Préparer les sources de données

MapMorphy utilise le format Shapefile pour les données géographiques en entrée (points images, points de référence, illustrations, liaisons) et en sortie du logiciel dans le dossier du projet. Le format Shapefile peut être produit aisément par les logiciels de SIG courants.

Les types de données acceptés sont le point, la polyligne et le polygone dépourvu de données M et de données Z. Ces entités ne doivent pas être multi-parties et pour les polygones ne pas contenir de surfaces trouées.

Le nom de champ « ID » est un nom réservé dans les attributs des Shapefiles.

L'application TPStoSHP disponible en téléchargement sur le site de MapMorphy permet de convertir au format Shapefile des données à l'origine au format \*.tps pour les points images et \*.nts pour les liaisons. Notez que seuls les mots clefs "VARIABLE", "LM", "ID" sont pris en compte pour l'instant dans TPStoSHP.

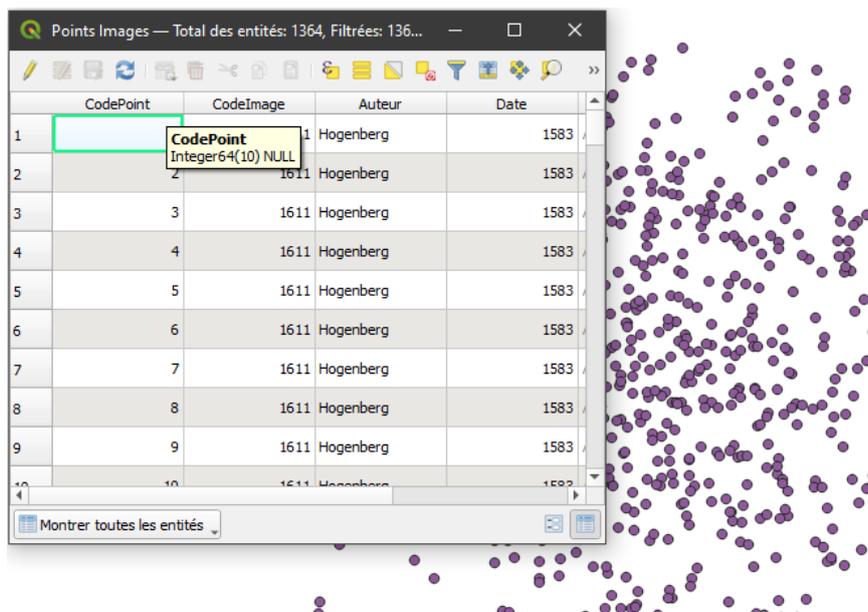


Interface de la moulinette TPStoSHP

## 2.1. Les points images

Le fichier principal dans MapMorphy est le fichier des configurations de points images correspondant à des lieux ponctuels parfaitement identifiés. Pour le projet de type 1, une seule configuration de points images au format Shapefile est nécessaire. Elle est composée d'au moins trois points. Pour les projets de type 2, le fichier rassemble plusieurs configurations de plus de trois points. Le premier champ doit être de type numérique entier et permet de saisir les codes des points ; le second champ doit également être de type numérique entier et permet de saisir le code de l'image. Des champs supplémentaires permettent d'intégrer des attributs variés pour chaque image.

CodePoint	CodeImage	champ1	champ2	
1	1	val1	aaa	image 1
2	1	val1	aaa	
3	1	val1	aaa	
1	2	val2	bbb	image 2
2	2	val2	bbb	
3	2	val2	bbb	
1	3	val3	ccc	image 3
2	3	val3	ccc	
3	3	val3	ccc	



Un fichier de points images pour un projet de type 2

Le système de coordonnées n'a pas d'importance pour la création des points images car ceux-ci seront ajustés sur une référence. Les points d'une même image doivent être regroupés dans le fichier. En revanche l'ordre de création des points pour une même image n'a pas d'importance car MapMorphy les

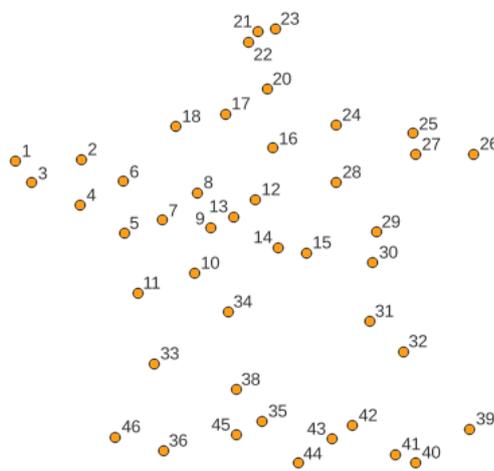
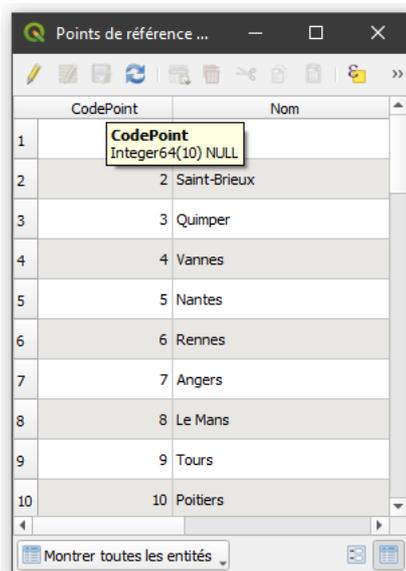
reclasse dans un ordre identique pour chaque image. Pour la production du fichier des configurations de points images en projet de type 2, il est conseillé de créer un fichier de points images par carte puis de rassembler les données à l'aide d'une fonction de fusion des couches de données d'un logiciel de SIG.

## 2.2. Les points de référence

Pour les projets de type 1 et 2, il est possible de comparer la position des points images à ceux, homologues, d'une référence par exemple les points en coordonnées Lambert d'une carte topographique. Pour les projets de type 1, cette référence est indispensable. Pour les projets de types 2, elle est possible mais on lui préfère le plus souvent la moyenne des points images ajustés appelée consensus. En effet, bien que la référence externe soit souvent acceptable, l'espace morphologique produit fournira une meilleure approximation de l'espace courbe et une modélisation plus précise avec le consensus comme référence.

L'ordre des champs dans le fichier des points de référence n'a pas d'importance ici, mais il faudra prévoir un champ de type numérique entier pour saisir les codes d'identification des points, homologues de ceux des points images. Des champs supplémentaires peuvent être ajoutés correspondant par exemple à la toponymie (qui pourra être affichée sur les cartes). La configuration de référence est un jeu de points unique. Il n'est pas nécessaire de recopier les points de référence de chaque image dans le fichier pour les projets de type 2.

CodePoint	champ1	champ2
1	val1	aaa
2	val2	bbb
3	val3	ccc

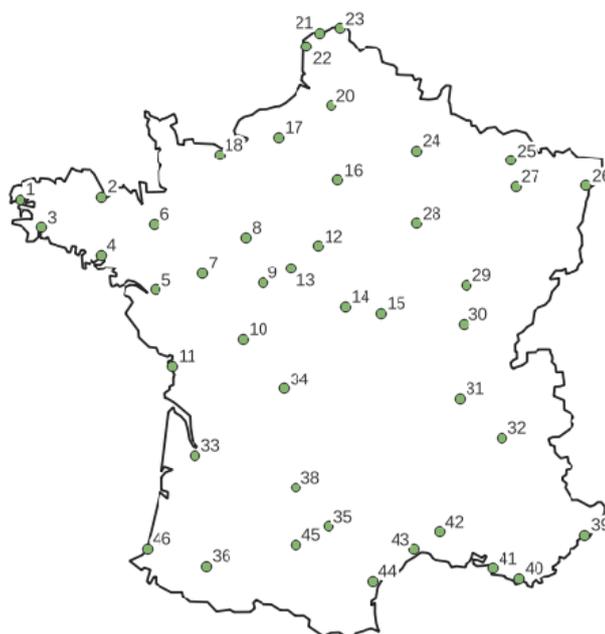


*Un fichier de points de référence*

## 2.3. Les illustrations

Les illustrations correspondent à des fichiers Shapefile de points, de polygones ou de polygones dont les coordonnées doivent être exprimées dans le même référentiel géographique que celui de la référence externe. Ces illustrations se superposent donc parfaitement aux points de cette référence et sont cartographiées dans le même système de coordonnées. Elles seront interpolées avec les mêmes paramètres que la grille pour fournir une meilleure appréciation de l'écart de conformation entre une

configuration de points images et la configuration de points de référence. Il est donc important que ces illustrations correspondent à l'emprise globale des points de référence. Il est possible de prévoir plusieurs fichiers d'illustration à interpoler. Les entités multi-parties et les surfaces trouées ne sont pas acceptées, tout comme les valeurs M et Z. La vitesse de traitement du menu « Interpolation » de MapMorphy est dépendante de la complexité et du nombre d'entités constituant les fichiers d'illustration.



*Une illustration pour les points de référence*

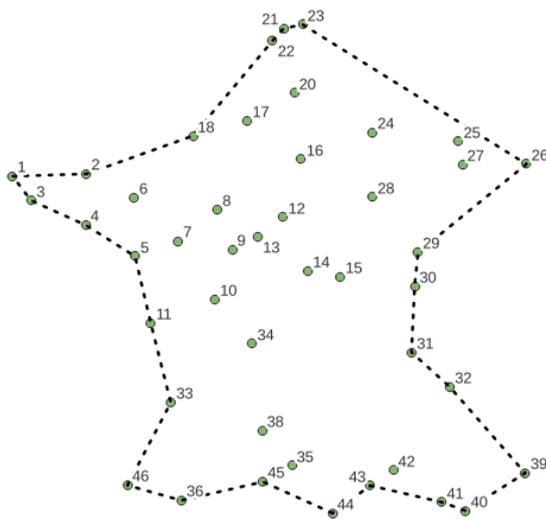
## 2.4. Les liaisons

Pour les projets de type 2 ajustés sur le consensus, aucune illustration n'est disponible puisque la référence est calculée à partir d'une moyenne des configurations images ajustées. Pour permettre une meilleure appréciation des écarts de conformation avec le consensus, il est possible toutefois de se servir des points images ajustés reliés entre eux selon un ordre précis, ce que nous appelons ici les liaisons. On procède de la manière suivante à partir d'une seule image :

1. L'utilisateur ajoute dans le SIG une configuration d'image particulière (en identifiant clairement son code image car il sera demandé lors du chargement des données).
2. L'utilisateur crée ensuite dans le SIG un Shapefile de type polyligne qui sera associé à cette image.
3. L'utilisateur vectorise dans ce Shapefile les polygones à relier en prenant soin de faire capturer les points de la polyligne par les points de la configuration d'image.

A partir de la même configuration d'image, il est possible de créer plusieurs fichiers Shapefile de liaison.

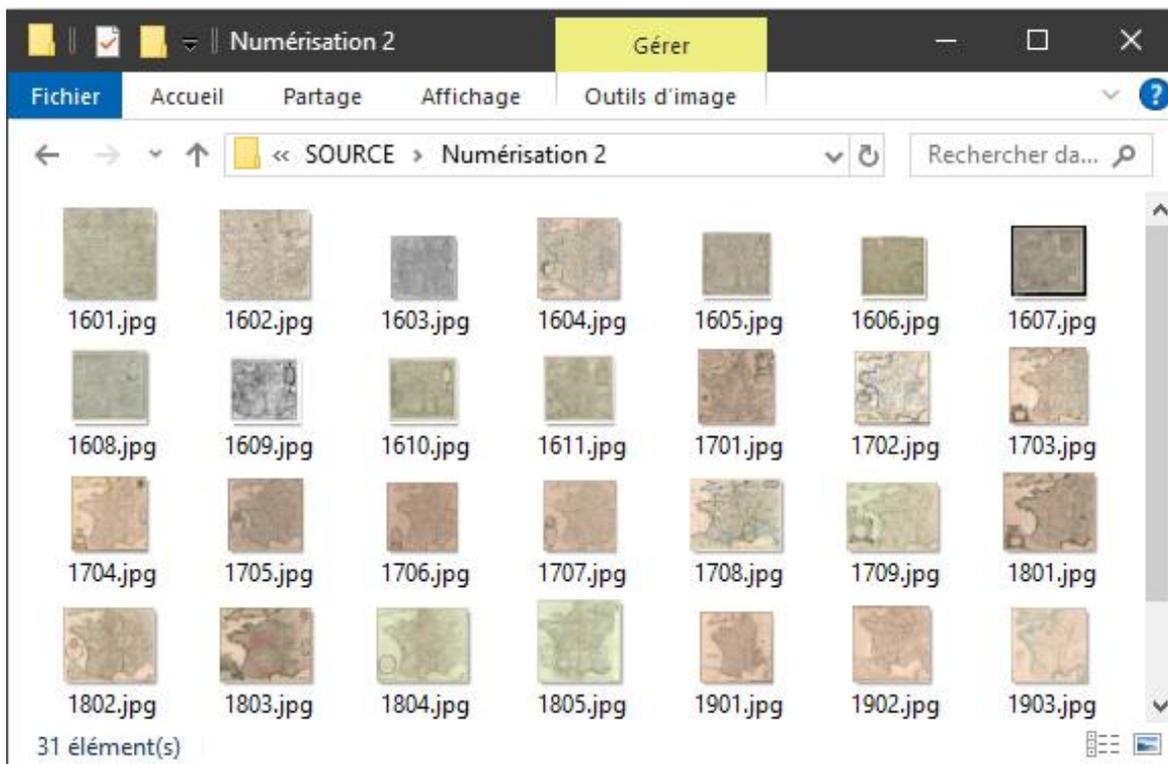
Lors du traitement des données, des fichiers au format Texte seront créés dans le dossier du projet avec pour nom liaison0, liaison1, etc. Il s'agit des fichiers indiquant à MapMorphy les séquences de points à relier pour l'affichage de chaque configuration.



Fichier de liaison créé dans un SIG à partir de l'une des images

## 2.5. Les numérisations

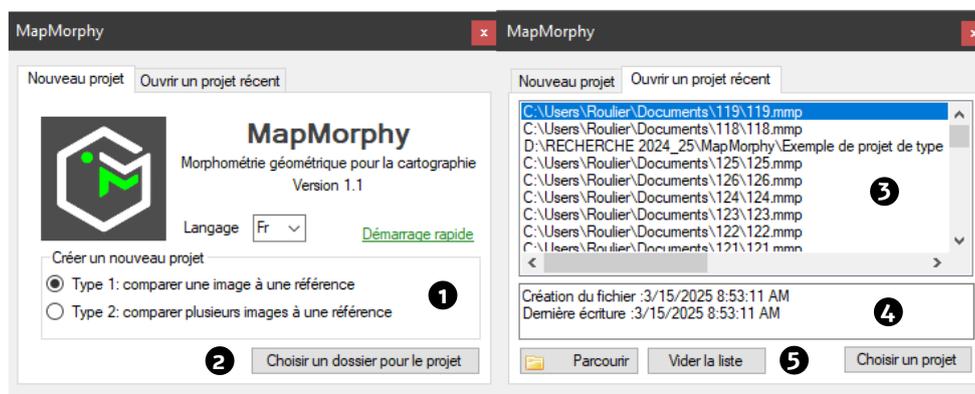
Optionnellement, il est possible d'ajouter au dossier d'un projet de type 2, un dossier de fichiers scannés au format \*.png ou \*.jpeg (non progressif). Ces fichiers correspondent aux documents sources pour la création des configurations images. Ils pourront être affichés dans la fenêtre d'identification de MapMorphy. Pour accélérer l'affichage, il est conseillé de ne pas dépasser 500 ko pour ces fichiers. Les fichiers doivent nécessairement porter comme nom, le code image correspondant.



Contenu d'un dossier de numérisations importées dans le projet MapMorphy

### 3. Démarrage de l'application

La fenêtre de démarrage permet au choix, de créer un nouveau projet ou d'ouvrir un projet existant. Tout projet MapMorphy commence par la création du dossier projet. Toutes les données seront automatiquement importées et enregistrées dans ce dossier. Un fichier projet (\*.mmp) est enregistré à la fin du traitement des données. Il permet de recharger les résultats sans relancer les calculs.



La fenêtre de démarrage de MapMorphy

1. L'onglet *Nouveau projet* permet de choisir le langage de l'interface utilisateur (français ou anglais), d'accéder à une documentation simplifiée et de créer un projet au choix, de type 1 ou 2.
2. Choisir le dossier du futur projet. Celui-ci doit être vide et peut être créé directement à partir de MapMorphy dans la boîte dialogue ouverte par le clic sur le bouton.
3. L'onglet *Ouvrir un projet récent* présente le chemin d'accès des 50 derniers projets enregistrés dans le langage de l'interface utilisateur. Un « ? » indique que le projet n'est plus accessible (car supprimé ou déplacé). Double cliquer sur la ligne d'un projet ou clic sur le bouton *Choisir un projet* pour ouvrir le projet sélectionné.
4. Informations sur le projet sélectionné dans la liste.
5. Parcourir l'arborescence de l'ordinateur pour sélectionner un projet plus ancien. Il est possible à ce stade de vider la liste.

Les projets de type 1 créent les dossiers suivants dans le dossier projet dès le démarrage :

- Données interpolées
- Grilles
- Illustrations
- Images
- Images ajustées
- Références
- Vecteurs de déplacement

Les projets de type 2 ajoutent les dossiers suivants dans le dossier projet :

- ACP
- Axes
- Bordure
- Illustrations ACP
- Liaisons ACP
- Test ACP
- Numérisations

Selon les options, tous ces dossiers ne sont pas forcément utilisés. Un dossier peut contenir plusieurs fichiers Shapefile (dossier *Grilles* ou *ACP* par exemple). Des fichiers additionnels au format Texte comme les résultats de l'ajustement, ceux de l'ACP, le descriptif des liaisons sont placés dans le dossier du projet. Le fichier projet \*.mmp est enregistré en chemins relatifs dans le dossier projet à la fin des traitements. Le dossier projet peut ainsi être déplacé à une autre adresse et ouvert sur un autre ordinateur disposant de MapMorphy.

Il est vivement déconseillé de supprimer ou modifier les données produites par MapMorphy et enregistrées dans le dossier projet. Il est possible en revanche d'y ajouter d'autres fichiers comme un fichier de projet SIG utilisant les données du dossier.

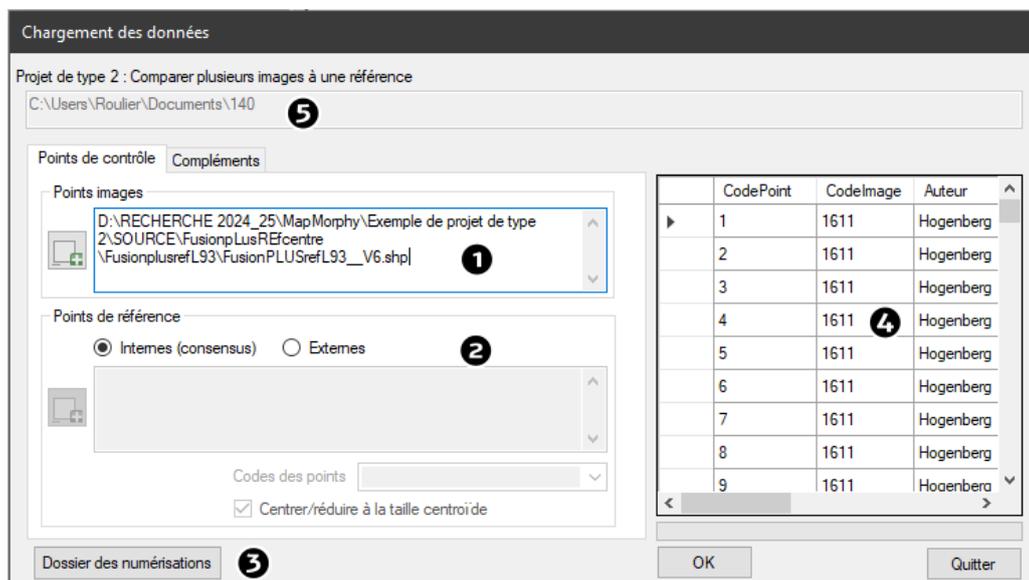
## 4. Chargement des données

La fenêtre de chargement se lance immédiatement après avoir choisi le dossier du projet. Elle adapte son interface au type de projet choisi, type 1 ou type 2.

L'onglet *Points de contrôle* permet de choisir les fichiers de points images et de référence nécessaires à l'étape d'ajustement.

L'onglet *Compléments* permet de choisir les éléments complémentaires d'illustration ou de liaison.

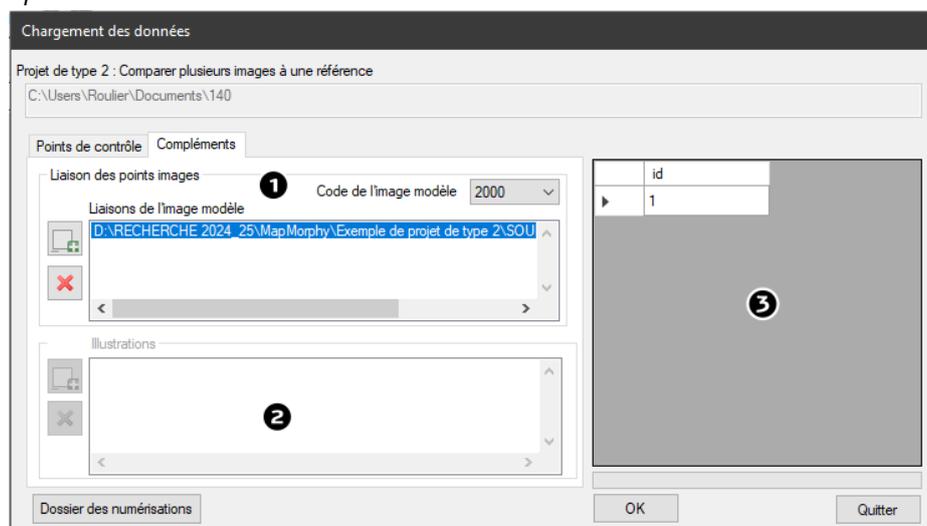
L'onglet *Points de contrôle* :



L'onglet *Points de contrôle* de la fenêtre de chargement (projet de type 2)

1. Choisir le fichier Shapefile des données images (un fichier contenant une seule image pour un projet de type 1 ou plusieurs images pour un fichier de type 2).
2. Choisir le type de référence. Pour un projet de type 1, il s'agit d'un fichier externe. Un projet de type 2 permet de choisir le consensus calculé automatiquement à partir des points images ou un fichier externe. Le consensus est le choix par défaut. Le cas échéant, indiquez le champ contenant les codes des points du fichier externe. Les coordonnées du fichier externe peuvent être centrées sur zéro et réduites à la taille centroïde unitaire, ce qui permet de les projeter sur l'espace tangent et de visualiser des modèles à partir de l'ACP.
3. Pour les projets de type 2, il est possible d'importer dans le dossier projet, un dossier contenant les différentes images scannées correspondant aux codes images et visibles dans la fenêtre d'identification.
4. Cliquer dans les chemins des fichiers fait apparaître leur table attributaire.
5. Adresse du projet.

L'onglet *Compléments* :



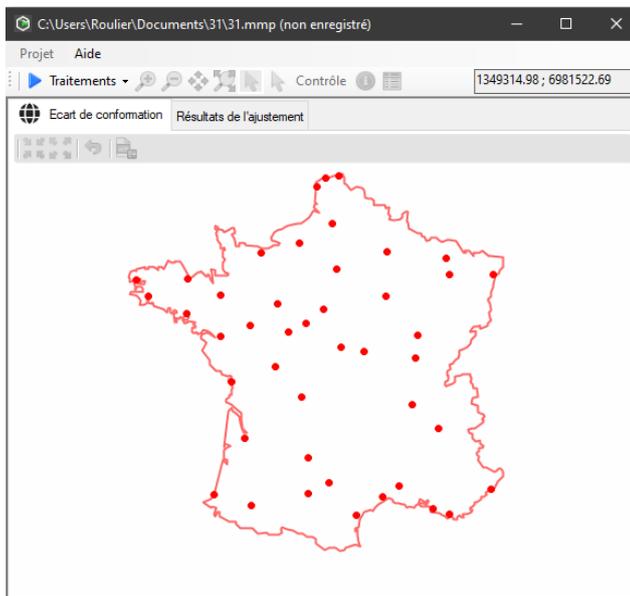
*L'onglet des compléments de la fenêtre de chargement (projet de type 2)*

L'onglet *Compléments* permet d'apporter des tracés permettant de mieux apprécier les écarts de conformation en ajoutant un contexte graphique à la grille. Un message d'alerte est affiché si aucune donnée de ce type n'est renseignée dans cet onglet. Seule la grille déformée sera alors affichée.

1. Si le consensus a été choisi comme référence en projet de type 2, il est possible de choisir un ou plusieurs fichiers de liaison entre points ajustés. Il faut alors indiquer dans la liste à quel code image ces liaisons font référence. Aucune illustration n'est alors disponible.
2. Si un fichier externe a été choisi comme référence (projet de type 1 ou 2), il est possible de choisir un ou plusieurs fichiers d'illustration codé(s) dans le même système de coordonnées que les points de référence du fichier externe. Aucune liaison n'est disponible dans ce cas.
3. Consultation des tables attributaires. Le contenu de la table apparaît lors du clic sur le chemin d'un fichier Shapefile.

## 5. Traitement des données dans un projet de type 1

Dans un projet de type 1 comparant uniquement deux jeux de données bidimensionnelles, l'interface est constituée d'une seule fenêtre cartographique. Celle-ci apparaît une fois les données chargées. Les données de référence sont affichées en rouge.

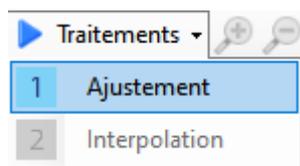


La fenêtre de l'Écart de conformation avant le traitement des données (projet de type 1)

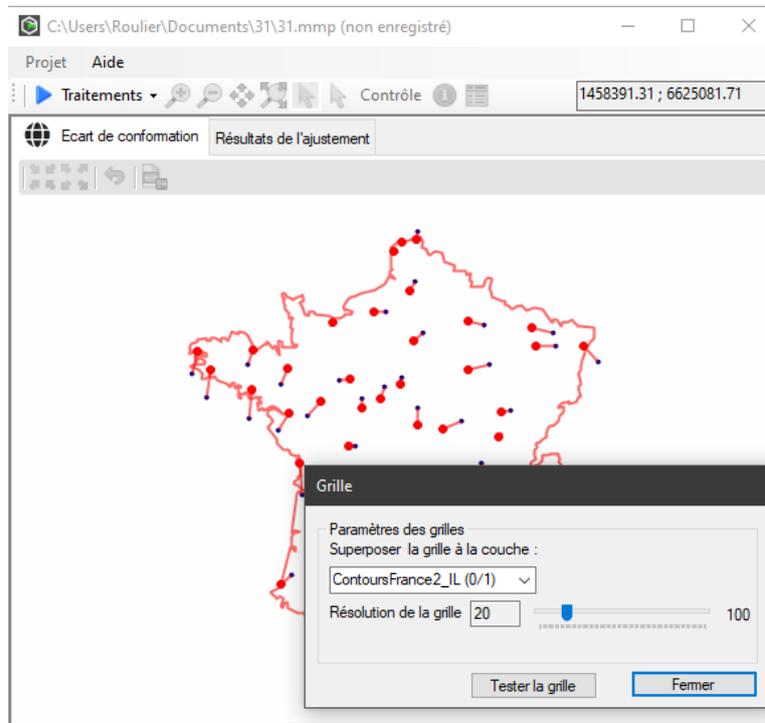
L'utilisateur doit lancer successivement deux opérations à partir du menu *Traitements* avant de pouvoir explorer la transformation cartographique et la mettre en forme :

1. L'ajustement des points images sur les points de référence (et le paramétrage de la grille).
2. L'interpolation de la grille et des illustrations.

### 5.1. Ajustement

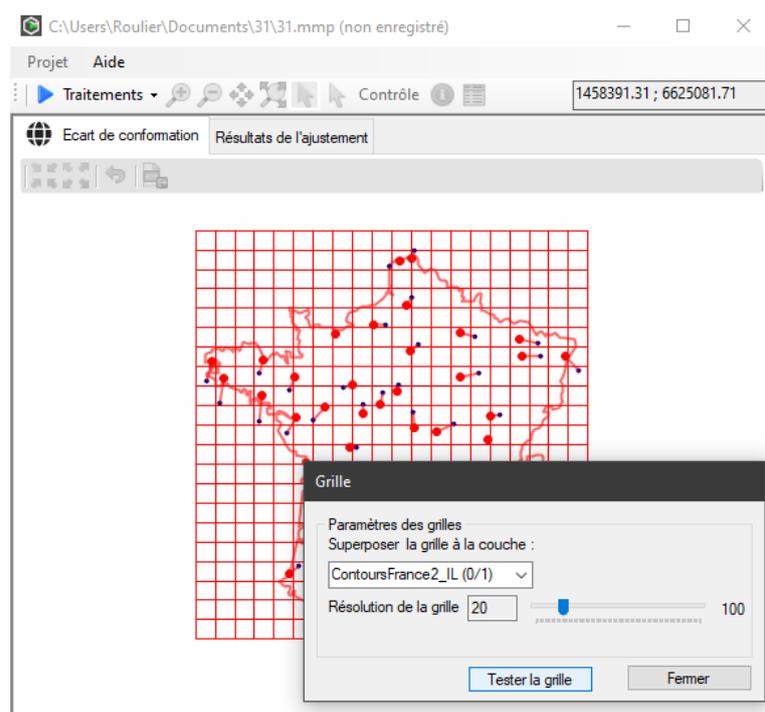


Après avoir lancé le menu *Ajustement*, MapMorphy ajoute sur la carte de l'onglet *Écart de conformation* les points ajustés en bleu et les vecteurs de déplacement en rouge. Les paramètres de la grille apparaissent alors dans une boîte de dialogue. Ils permettent de choisir la couche de référence pour l'emprise de la grille (par défaut l'emprise la plus importante) ainsi que sa résolution correspondant au nombre moyen de lignes et de colonnes. Une valeur de 20 en résolution est choisie par défaut car elle correspond au bon compromis entre la précision de la représentation graphique et le temps de calcul.



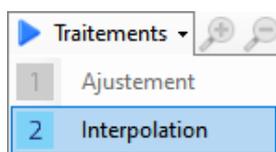
Étape 1 : ajustement...

Clic sur **Tester la grille** pour afficher une grille.

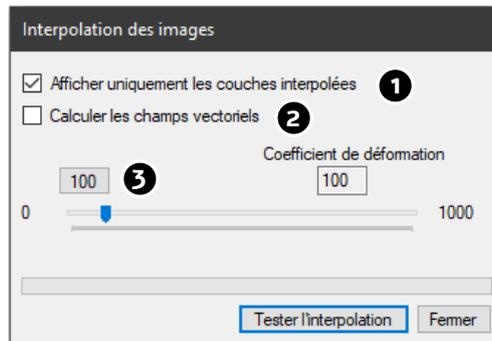


... puis création de la grille

## 5.2. Interpolation

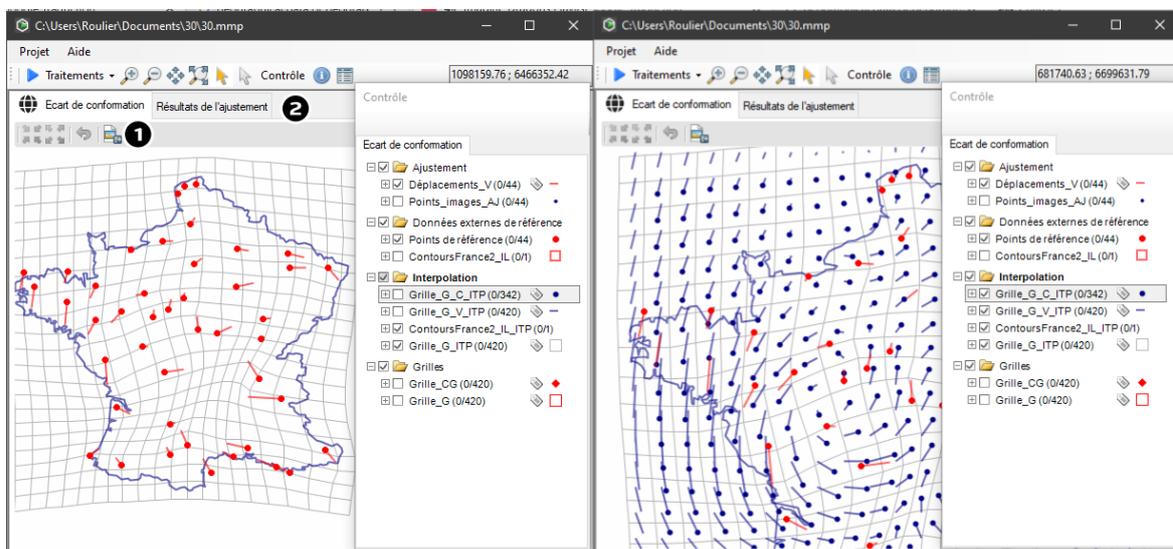


Le second traitement entraîne une déformation des couches d'illustration et de la grille selon les écarts calculés entre les points de référence et les points ajustés.



Étape 2 : interpolation

1. Indiquez si le logiciel affiche toutes les couches dans l'onglet *Écart de conformation* après le calcul d'interpolation. Les couches non affichées seront toutefois disponibles par la fenêtre *Contrôle*.
2. Indiquer si le logiciel doit calculer le champ vectoriel. Dans ce cas l'interpolation est appliquée aux centroïdes des mailles de la grille, ce qui ralentit les traitements proportionnellement à la résolution de la grille. Les vecteurs de déplacement correspondants sont également calculés et enregistrés dans le dossier du projet. Un indice de stress centré sur la valeur 1 est calculé alors par la méthode des éléments finis pour chaque centroïde. Cet indice exprime les forces de compression et de dilatation en chacun des nœuds de la grille.
3. Tester le niveau de déformation. Une valeur supérieure à 100 amplifie la déformation, tandis qu'une valeur inférieure à 100 la réduit. Ce paramètre permet de mieux d'apprécier visuellement les faibles variations ou de réduire les grandes variations. Cependant, la modification de ce paramètre n'affecte que l'affichage des données et non les calculs du stress et les calculs de l'ACP ultérieurs qui utilisent la valeur 100. La fenêtre suivante apparaît alors :



L'onglet *Écart de conformation* et son champ vectoriel après l'ajustement

1. MapMorphy ajoute alors à l'onglet *Écart de conformation* la grille et la ou les illustrations transformées selon les écarts observés entre les points de la configuration de référence et leurs homologues de la configuration image ajustée (et optionnellement du champ vectoriel).

Des outils agissant sur la visualisation de cette fenêtre sont disponibles  : Zoom contant avant/arrière, vue précédente, exportation de la fenêtre carte au format matriciel (\*.jpeg, \*.gif, \*.png, \*.tiff, \*.bmp). Il est possible d'ajouter un titre dans la partie supérieure de l'image lors de son enregistrement.

2. L'onglet *Résultats de l'ajustement* présente sur une ligne de données les principaux calculs de la régression bidimensionnelle.

- ID : code d'identification de l'image affecté automatiquement par MapMorphy
- Code image : code image affecté par l'utilisateur dans le fichier d'origine
- alpha1 : paramètre alpha de la transformation
- alpha2 : paramètre alpha de la transformation
- beta1 : paramètre beta de la transformation
- beta2 : paramètre beta de la transformation
- scale : Echelle de la transformation
- theta : angle de la transformation
- deltax : déplacement sur l'axe des x
- deltax : déplacement sur l'axe des y
- rsquare : indice renseignant sur la qualité de l'ajustement. La valeur maximale de rsquare est 1. Plus rsquare s'approche de 1, meilleur est l'ajustement. Deux jeux de points identiques produisent un indice rsquare égal à 1.
- DI : indice de distorsion. Valeur complémentaire du rsquare. Plus la valeur est forte, plus la différence est importante. Deux conformations semblables ont un indice DI égal à 0.
- RMSE : valeur moyenne des écarts après ajustement exprimés dans l'unité de la carte de référence.

Ces résultats sont enregistrés automatiquement dans le dossier du projet dans un fichier Texte. Une sélection peut être copiée à partir de l'onglet *Résultats de l'ajustement*. Les couches Shapefile peuvent être chargées dans un SIG pour être mises en forme et présentées dans une mise en page.

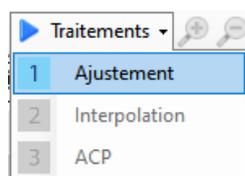
ID	Code image	alpha1	alpha2	beta1	beta2	scale
0	1611	27379.7297...	7213312.345820...	265.6183187076...	9.507811593531...	265.78

*Les paramètres de la transformation cartographique*

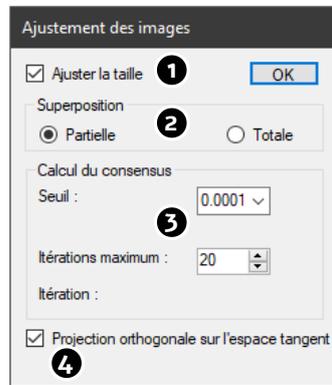
## 6. Traitement des données dans un projet de type 2

L'exemple présenté montre les conformations comparées de 31 cartes de France produites entre le 16<sup>e</sup> siècle et le 20<sup>e</sup> siècle. La mise en œuvre des deux premières étapes du traitement des données (ajustement et interpolation) est très proche de celle d'un projet de type 1. Le consensus est choisi comme référence dans cet exemple.

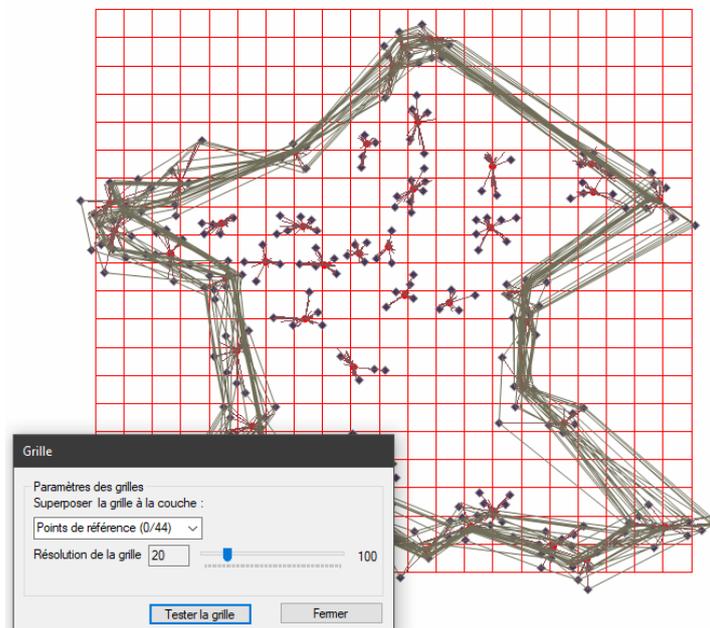
### 6.1. Ajustement



Le menu *Ajustement* va calculer l'ajustement de toutes les images sur la référence ainsi que tous les vecteurs de déplacement. Plusieurs options d'ajustement sont disponibles ici :

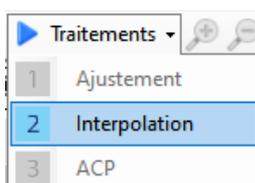


1. Ajuster la taille : prise en compte de la taille dans l'ajustement (option par défaut). Si cette case est décochée l'ajustement ne modifie pas l'échelle des objets mais uniquement leur position et leur orientation. L'ACP va alors intégrer la taille dans son analyse et correspondre à un espace des formes à la place d'un espace des conformations.
  2. Type de superposition. L'ajustement partiel initialise le traitement en appliquant les trois opérations de superposition (translation, mise à l'échelle et rotation) sur une seule image. Le processus itératif n'applique ensuite qu'une rotation pour calculer les images ajustées et le consensus. L'ajustement total applique les trois opérations de superposition dans son processus itératif pour calculer les images ajustées et le consensus.
  3. Il est possible à ce stade de fixer le nombre d'itérations et le seuil d'arrêt pour la recherche d'un consensus.
  4. Projection orthogonale : projection des coordonnées ajustées sur un espace multidimensionnel linéaire (option par défaut). Selon les cas, toutes ces options ne sont pas disponibles.
- MapMorphy propose ensuite les mêmes options pour la création de la grille que pour un projet de type 1.

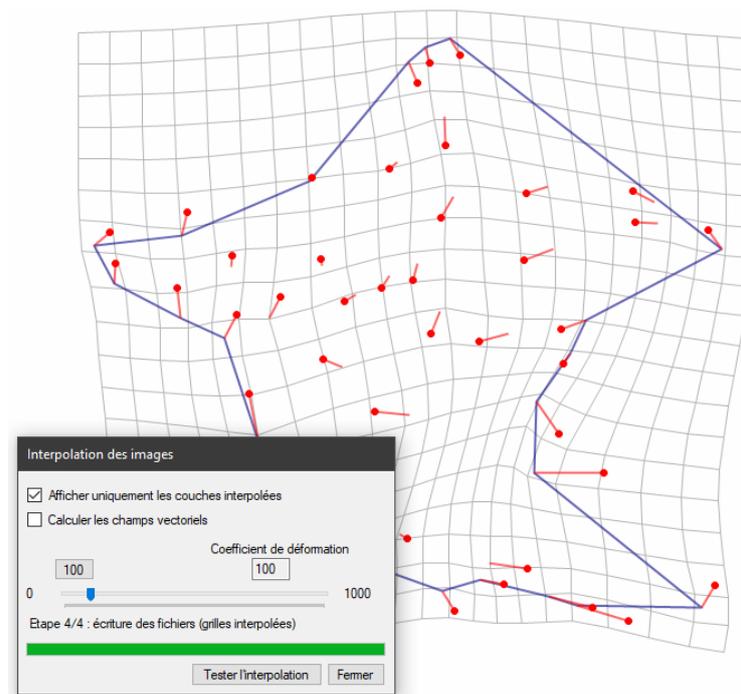


*La grille dans la fenêtre Écart de conformation pour un projet de type 2*

## 6.2. Interpolation

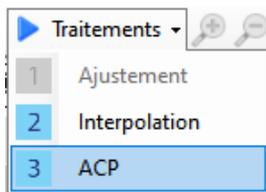


La mise en œuvre de l'interpolation est strictement identique à celle d'un projet de type 1. Toutes les cartes images sont alors interpolées avec la carte de référence (consensus ou externe).

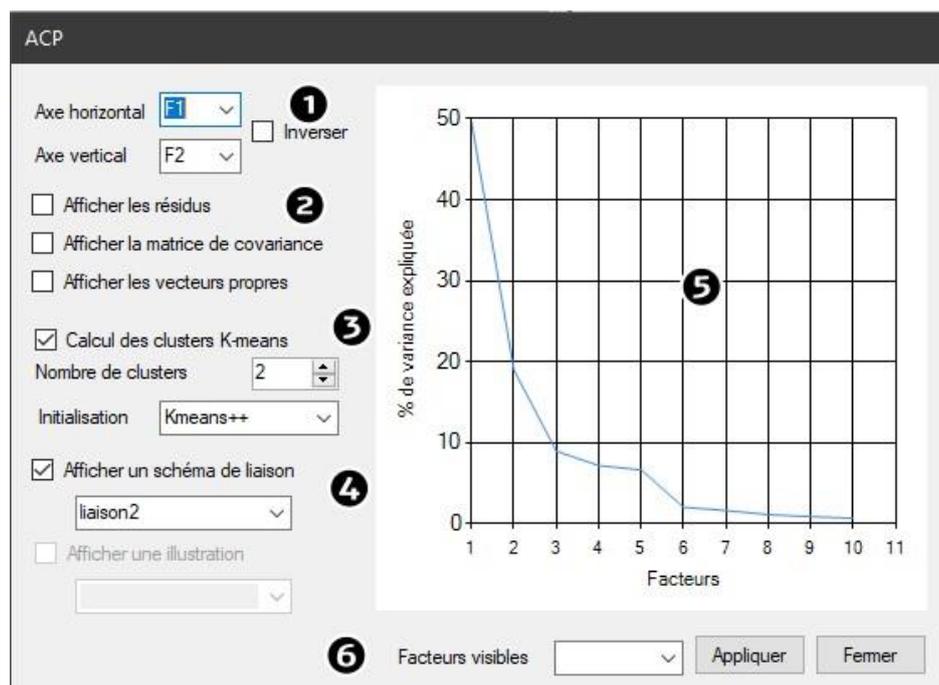


Calcul des données interpolées pour un projet de type 2

### 6.3. Cartographie de l'espace morphologique



L'ACP est le traitement de données central dans MapMorphy car il replace chaque carte dans un espace morphologique et produit de nouvelles variables à travers les scores de ces cartes sur les axes.

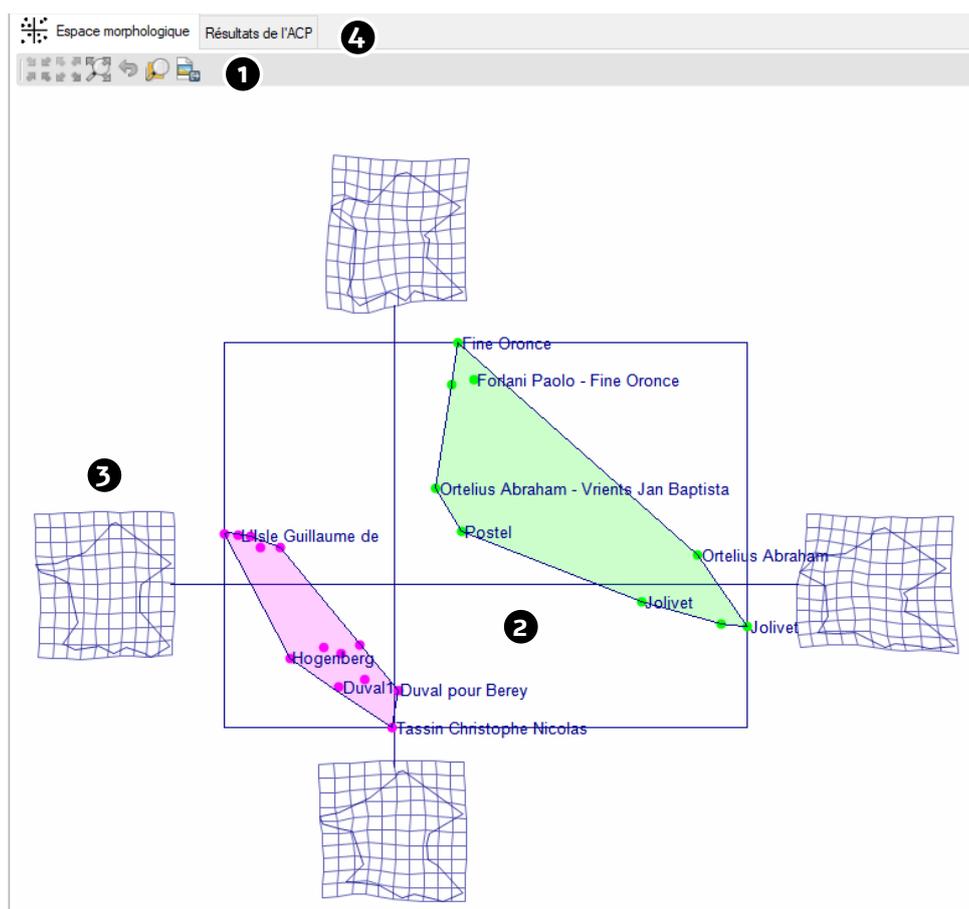


La fenêtre de l'ACP pour construire l'espace morphologique

1. Choisir les facteurs associés aux deux axes du graphique de l'ACP. Il est possible d'inverser à ce stade le signe des vecteurs propres, ce qui modifie la présentation mais ne change pas l'interprétation du graphique.
2. Indiquer si l'on souhaite afficher dans l'onglet des résultats de l'ACP, les résidus, la matrice de covariance et les vecteurs propres.
3. Indiquer si l'on souhaite calculer des clusters par K-means ; le cas échéant, choisir le nombre de clusters et la méthode d'initialisation (par défaut la méthode Kmeans++).
4. Lorsque plusieurs fichiers de liaison ou d'illustration ont été chargés, indiquez celui qui sera utilisé pour l'affichage sur les quatre modèles types de la carte de l'espace morphologique.
5. Présentation du pourcentage de variance expliquée par les facteurs.
6. Nombre de facteurs affichés pour la présentation des pourcentages de variance expliquée (par défaut les 10 premiers sont affichés).

Les résultats d'ajustement de la fenêtre *Écart de conformation*, présente une ligne de données par image en reprenant les paramètres du projet de type 1. Lorsque la référence est le consensus, ces données correspondent aux différentes étapes de l'ajustement récursif des différentes images sur ce consensus. Les résultats de chaque itération sont présentés (généralement trois ou quatre itérations suffisent pour calculer un consensus).

A la fenêtre *Écart de conformation*, MapMorphy ajoute maintenant une fenêtre ACP. Elle est composée de l'onglet *Espace morphologique* et de l'onglet *Résultats de l'ACP* :



Calcul de l'ACP et visualisation de l'espace morphologique

1. L'onglet *Espace morphologique* affiche les résultats individuels de l'ACP calculés avec les paramètres choisis. Cette ACP peut être considérée comme un espace continu et être exploré comme tel avec les outils de navigation proposés. En chaque point de cet espace correspond un écart de conformation avec la configuration de référence (fichier externe ou consensus) située à l'origine du

repère. Cet écart de conformation est calculé par le modèle de l'ACP et peut être affiché dans la fenêtre *Modèle*.

2. Chacune des entités ponctuelles affichée correspond à une configuration du fichier des images. Les couleurs de ces points correspondent aux clusters associant les cartes par proximité sur le graphique 2D (par défaut deux clusters sont calculés). Des enveloppes convexes délimitent ces clusters.

3. Les quatre modèles placés aux extrémités des axes correspondent aux conformations des points à l'intersection du cadre et des axes.

4. L'onglet *Résultats de l'ACP* présente les principaux résultats de l'ACP, soit :

- Paramètres généraux (date du traitement, type de référence, type d'ajustement, nombre d'itérations en cas de calcul du consensus, ajustement de la taille, projection orthogonale, résolution de la grille, facteurs de l'ACP, nombre de clusters, méthode d'initialisation, chemin du projet, nombre de points par image, nombre d'images).
- Coordonnées X et Y de la référence (consensus ou externe).
- Table des résidus (si demandée).
- Matrice de covariance (si demandée).
- Tables des valeurs propres avec le pourcentage de variance expliquée et le cumul de ces pourcentages.
- Table des vecteurs propres (si demandés).
- Table des scores ACP des images.

A ce stade, il est possible de relancer une nouvelle interpolation puis une nouvelle ACP par le menu *Traitements*. Ces résultats sont enregistrés automatiquement dans le dossier du projet dans un fichier Texte. Une sélection peut être copiée à partir de la fenêtre.

## 7. La fenêtre *Contrôle*

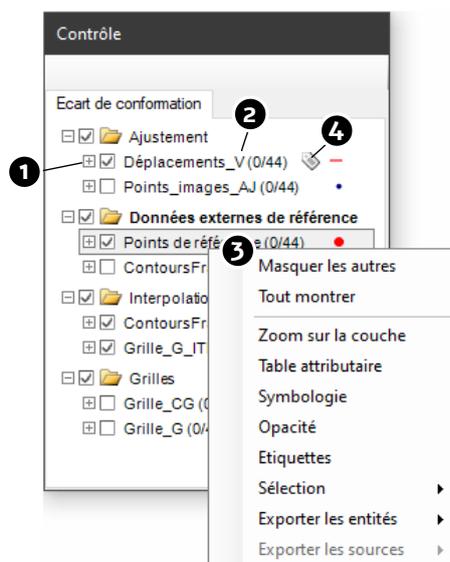
### 7.1. Présentation

#### Contrôle

Cliquer sur le bouton pour afficher/masquer la fenêtre *Contrôle*.

Cette fenêtre essentielle répertorie et gère les couches des deux fenêtres cartographiques.

Les projets de type 1 affichent uniquement un onglet *Écart de conformation* ; ceux de type 2 ajoutent un onglet *Espace morphologique*. En cliquant dans les cartes, on bascule automatiquement sur l'onglet correspondant (et inversement).



La fenêtre *Contrôle* d'un projet de type 1

1. Clic sur le  pour visualiser la symbologie affectée à la couche et sur la case à cocher pour l'affichage/masquage de la couche. Le nombre d'entités sélectionnées sur le nombre total d'entités dans la couche est indiqué entre parenthèses.

2. Faire glisser verticalement la couche dans la fenêtre pour modifier l'ordre d'affichage.
3. Clic droit sur une couche pour afficher les fonctions du menu contextuel de la couche. Un double clic sur une couche ouvre la fenêtre de symbologie.
4. Clic sur la vignette d'une couche sélectionnée pour afficher l'adresse du fichier.

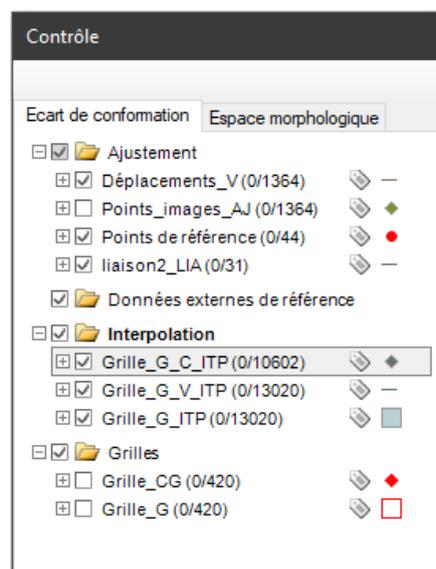
## 7.2. Les couches de l'onglet *Écart de conformation*

Cet onglet fait référence aux fichiers Shapefile affichés sur la carte des conformations. Selon les options choisies, on trouvera :

- Points\_de\_référence.shp : les points du fichier du consensus ou de la référence externe (dossier *Références* du dossier projet).
- Points\_images\_AJ.shp : les points ajustés par régression bidimensionnelle en fin de processus (dossier *Images ajustées* du dossier projet).
- Déplacements\_V.shp : les vecteurs de déplacement des points ajustés (dossier *Vecteurs de déplacement* du dossier projet).
- \*\*\*\_IL.shp : les fichiers d'illustration d'origine. Ils reprennent le nom des fichiers importés et sont tous suivis de « \_IL » (dossier *Illustrations* du dossier projet).
- \*\*\*\_LIA.shp : les fichiers de liaison reprennent le nom des fichiers importés et sont tous suivis de « \_LIA » (dossier *Liaisons* du dossier projet).
- Grille\_G\_C\_ITP.shp : les centroïdes interpolés de la grille pour le champ vectoriel (dossier *Données interpolées* du dossier projet).
- Grille\_G\_V\_ITP.shp : les vecteurs de déplacement des centroïdes de la grille interpolée pour le champ vectoriel (dossier *Données interpolées* du dossier projet).
- \*\*\*\_IL\_ITP.shp : les fichiers d'illustration interpolés reprennent le nom des fichiers importés et sont tous suivis de « \_IL\_ITP » (dossier *Données interpolées* du dossier projet).
- Grille\_G.shp : la grille d'origine (dossier *Grilles* du dossier projet).
- Grille\_CG.shp : les centroïdes de la grille d'origine (dossier *Grilles* du dossier projet).
- Grille\_G\_ITP.shp : les grilles interpolées (dossier *Données interpolées* du dossier projet).

Ces couches sont organisées en quatre dossiers dans la fenêtre *Contrôle* :

- Ajustement
- Données externes de référence
- Interpolation
- Grilles



L'onglet *Écart de conformation* de la fenêtre *Contrôle* (projet *Type 2*)

Couches non chargées dans l'onglet *Écart de conformation* :

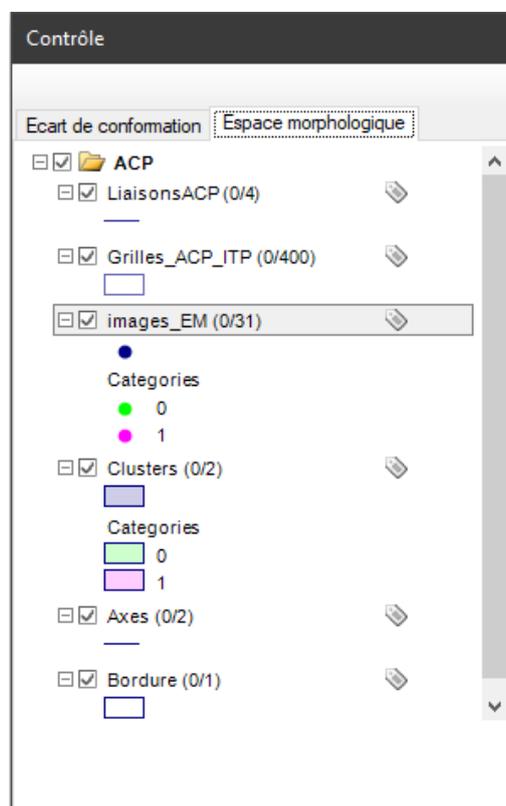
- Images\_originales.shp : les points images dans leurs coordonnées d'origine (dossier *Images* du dossier projet).
- Points\_images.shp : points image centrés et réduits avant recherche de consensus (dossier *Images* du dossier projet).
- Points\_images\_projetés\_AJ.shp : les points images ajustés en fin de processus d'ajustement puis projetés sur un espace tangent (dossier *Images ajustées* du dossier projet).

### 7.3. Les couches de l'onglet *Espace morphologique*

Cet onglet fait référence aux fichiers Shapefile affichés sur la carte de l'espace morphologique (projet de type 2). Selon les options choisies, on trouvera :

- Liaisons\_ACP.shp : les liaisons affichées sur les quatre modèles (dossier *Liaisons ACP* du dossier projet).
- Illustrations\_ACP.shp : les Illustrations affichées sur les quatre modèles (dossier *Illustrations ACP* du dossier projet).
- Grilles\_ACP\_ITP.shp : les grilles interpolées correspondant aux quatre modèles figurant sur le graphique de l'ACP (dossier *Grilles* du dossier projet).
- Images\_EM.shp : les différentes cartes analysées représentées par un point sur le graphique de l'ACP (dossier *ACP* du dossier projet).
- Clusters.shp : les enveloppes convexes correspondant aux clusters (dossier *ACP* du dossier projet).
- Axes.shp : les axes de l'ACP (dossier *Axes* du dossier projet).
- Bordure.shp : la bordure de l'ACP (dossier *Bordure* du dossier projet).

Toutes ces couches sont présentées dans le dossier *ACP* de l'onglet *Espace morphologique*.



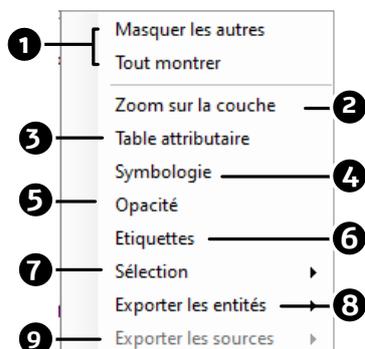
L'onglet *Espace morphologique* (projet de type 2)

Couches non chargées dans l'onglet « Espace morphologique » :

- Grille\_ACP\_G.shp : les grilles d'origine des quatre modèles (dossier *Grilles* du dossier projet).
- Test de régression pour l'ACP (Dossier *Test ACP* dans le dossier du projet).

## 7.4. Le menu contextuel de la fenêtre *Contrôle*

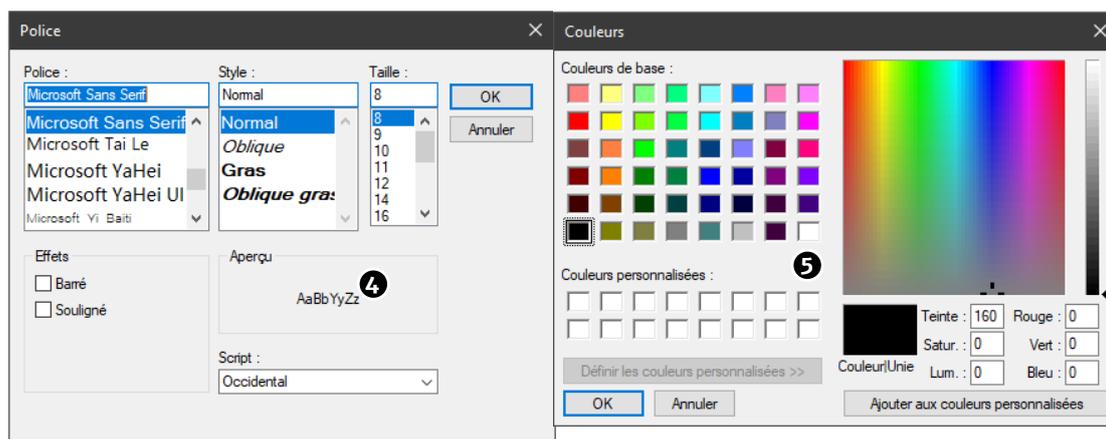
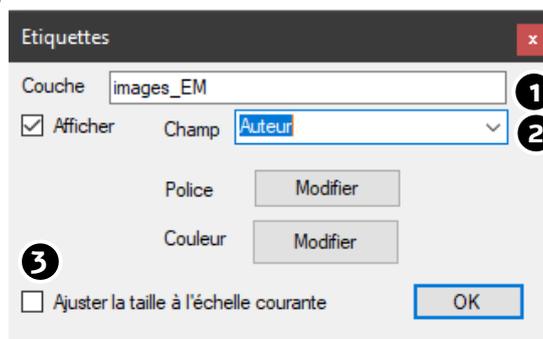
Clic droit sur une couche de la fenêtre *Contrôle* :



1. N'afficher que la couche sélectionnée ou afficher toutes les couches.
2. Zoom sur l'emprise de la couche.
3. Ouverture de la table attributive.
4. Ouverture de la symbologie de la couche.
5. Réglage de l'opacité de la couche sélectionnée.

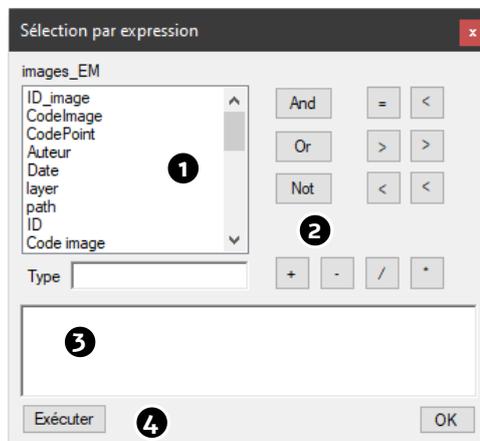


6. Paramétrage des étiquettes.



1. Couche étiquetée.
2. Choisir le champ à afficher.
3. Ajuster à l'échelle courante. L'option fait varier la taille de l'étiquette selon l'échelle de visualisation.
4. Paramétrage de la police des étiquettes.
5. Paramétrage de la couleur du texte des étiquettes.

7. Sélection des entités de la couche : Tout, Annuler, Inverser, Sélection par expression :



Sélection par expression. La fonction ouvre automatiquement la table attributaire de la couche concernée.

1. Double clic pour sélectionner le champ (le type de champ utilisé est indiqué).
2. Utilisez un opérateur de comparaison ou logique pour compléter l'expression. Ces opérateurs peuvent être utilisés sur des valeurs numériques ou des chaînes de caractères.
3. L'expression de recherche s'inscrit ici ; les chaînes de caractères intégrées à l'expression doivent être placées entre guillemets doubles.
4. Exécuter l'expression (remplace la sélection précédente).

8. Exporter les entités. Ce menu exporte au format Shapefile toutes les entités de la couche ou uniquement les entités sélectionnées.



9. Exporter les sources. Ce menu n'est disponible que pour les entités de la couche *Images\_EM*, c'est-à-dire les cartes ou structures spatiales représentées sur le graphique ACP. Il est possible d'exporter au format Shapefile les configurations des points d'origine correspondant aux images sélectionnées dans cette couche. Il est possible également d'exporter la moyenne de ces points ajustés. Cette moyenne peut ensuite être utilisée dans un projet de type 1, une fois comparée avec une couche de référence.



## 8. Les outils d'exploration

### 8.1. La sélection/désélection des entités



La sélection est principalement utilisée pour désigner les individus de la couche *Images\_EM*.

- Pour pratiquer une sélection dans les fenêtres *Écart de conformation* et *Espace morphologique*, sélectionner d'abord dans la fenêtre *Contrôle*, la couche dans laquelle on souhaite effectuer la sélection. Dans un projet de type 2, seule une sélection dans la fenêtre de l'ACP est possible. La sélection dans les cartes utilise l'outil *Sélection* et s'effectue par clic(s) et/ou par zone(s) de sélection (cliquer-glisser) dans la fenêtre de l'Écart de conformation ou dans celle de l'espace morphologique. Un cadre de présélection rouge désigne les objets sous le pointeur pour faciliter le choix. Une croix de sélection rouge indique la sélection en cours dans la fenêtre concernée. La touche *Shift* permet de cumuler les sélections et de désélectionner dans une sélection existante.
- Il est possible également de sélectionner/désélectionner dans la fenêtre de la table en cliquant sur l'en-tête des lignes et en utilisant les touches *Ctrl* et *Shift*.
- La sélection est possible également dans la fenêtre *Identification*.
- Une carte sélectionnée dans la fenêtre *Espace morphologique* peut visualiser son modèle de conformation dans la fenêtre *Modèle*.

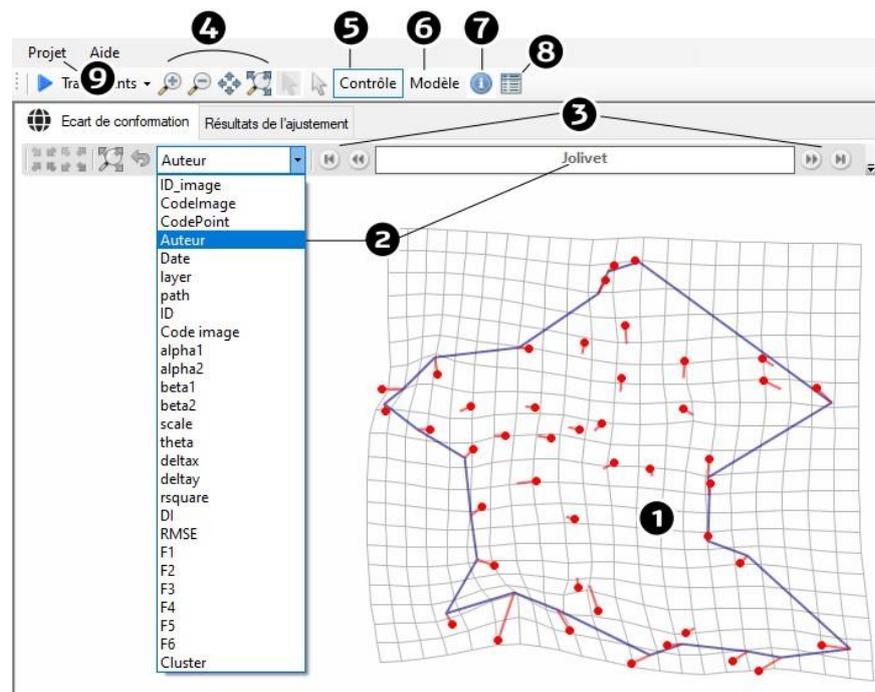
Les sélections de ces quatre environnements sont interdépendantes.



Désélection des entités sélectionnées.

## 8.2. La carte des écarts de conformation

La carte des écarts de conformation montre l'écart total de conformation entre une carte et la référence (projet de type 1) ou celle d'une des cartes sélectionnées dans la fenêtre *Espace morphologique* (couche *Images\_EM*) avec la référence (projet de type 2).



La carte de l'Écart de conformation (exemple d'un projet de type 2)

1. La carte de l'Écart de conformation affiche la superposition des couches répertoriées et gérées par l'onglet *Écart de Conformation* de la fenêtre *Contrôle* (affichage, ordre, mise en forme...).



Les outils de navigation propres à la fenêtre cartographique sont identiques dans les projets de type 1 et de type 2.

2. Il est possible de choisir un champ de la couche *Images\_EM* pour afficher la valeur de la carte sélectionnée au-dessus de sa conformation (projet de type 2).

3. Boutons de navigation (précédent, suivant, premier et dernier de la sélection) parmi les cartes sélectionnées dans la fenêtre *Espace morphologique*. Le choix est répercuté dans la fenêtre de l'Écart de

conformation, la fenêtre de l'espace morphologique, la fenêtre d'identification, celle de la table attributaire et celle du modèle.

4.  Zoom, déplacement et cadrage sur l'emprise maximale de la carte. Ces outils sont utilisables sur les deux fenêtres cartographiques.

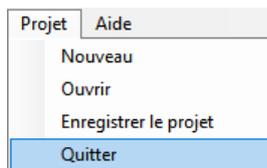
5. **Contrôle** Ouvre la fenêtre *Contrôle* des couches. Cette fenêtre permet de gérer les différentes couches affichées. Cliquer sur le bouton pour afficher/masquer la fenêtre *Contrôle*.

6. **Modèle** Ouvre la fenêtre *Modèle*. Cette fenêtre montre l'écart de conformation calculé selon la modélisation obtenue à partir des facteurs choisis pour l'ACP. Cliquer sur le bouton pour afficher/masquer la fenêtre *Modèle*.

7.  Ouvre la fenêtre d'identification. Cette fenêtre permet de consulter sur une fiche d'information les attributs des entités sélectionnées. Cette fenêtre demande une première sélection pour être activée.

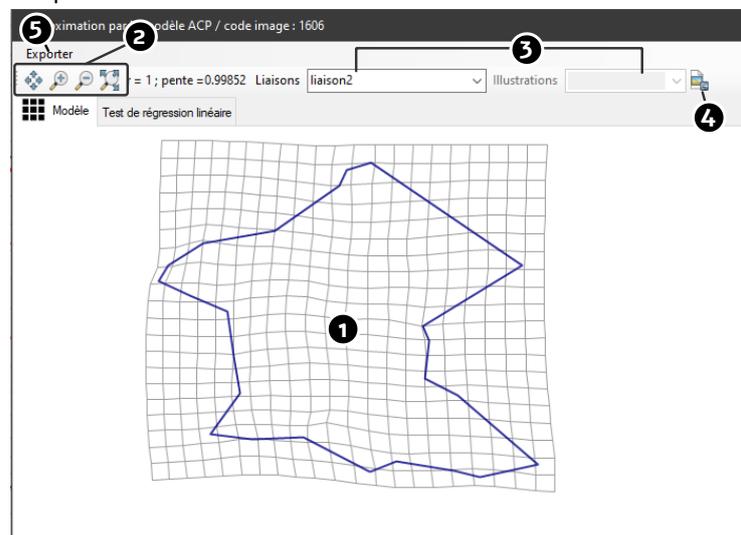
8.  Ouvre la table attributaire de la couche sélectionnée dans la fenêtre *Contrôle*. Cette fenêtre permet de consulter sur une vue tabulaire les attributs des entités de la couche sélectionnée.

9. **Projet** Menu *Projet*. Ce menu permet de créer et d'ouvrir un nouveau projet, de réenregistrer le projet dans le dossier projet sous le nom projet.mmp et de quitter MapMorphy.



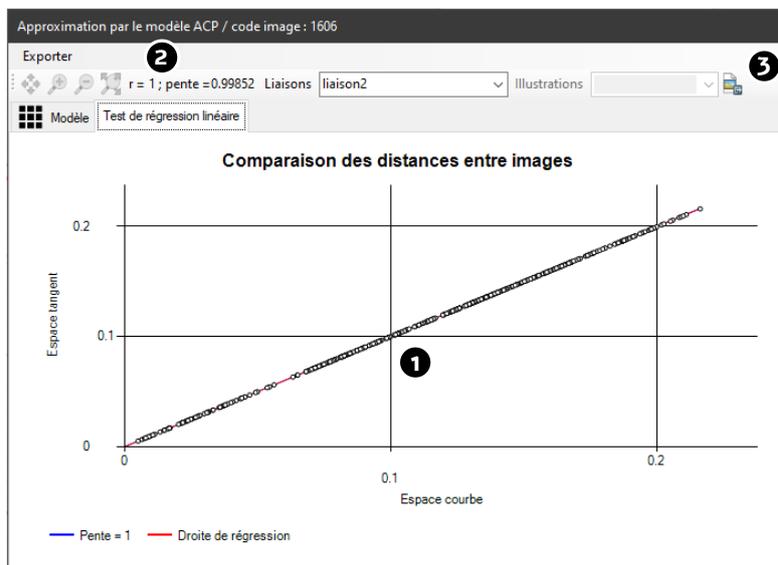
### 8.3. La fenêtre *Approximation par le modèle ACP*

**Modèle** L'onglet *Modèle* de cette fenêtre présente le modèle calculé à partir des résultats de l'ACP, des coordonnées du point cliqué dans la fenêtre de l'ACP et celles de la configuration de référence (consensus ou référence externe). Un modèle peut être calculé pour tout point de l'espace morphologique. Il suffit pour cela de cliquer avec l'outil *Sélection* dans la carte de l'espace morphologique. Ce modèle ne prend en compte que les deux facteurs choisis dans la fenêtre de l'ACP. Il s'agit donc d'une vue partielle de l'écart de conformation à la référence. Ce modèle peut être comparé à la représentation complète de l'écart à la référence affiché dans la fenêtre *Écart de conformation*.



L'onglet *Modèle*

1. Affichage du modèle calculé à partir de l'ACP.
2. Outils de navigation (déplacements, zooms).
3. Choix de la liaison ou de l'illustration selon le cas. Une seule liaison ou illustration est disponible pour l'affichage dans le modèle. La symbologie de ces éléments reprend celle de la fenêtre *Écart de conformation* ; il faut cependant sélectionner à nouveau la liaison ou l'illustration pour mettre à jour la mise en forme si elle a été modifiée dans la fenêtre *Écart de conformation*.
4. Exportation du modèle au format Bitmap (formats \*.png, \*.jpeg, GIF, tiff, \*.bmp).
5. Le menu *Exporter* permet d'enregistrer au format Shapefile (vectoriel), la grille, la liaison et l'illustration du modèle affiché.



L'onglet *Test de régression*

L'onglet *Test de régression linéaire* de la fenêtre *Approximation par le modèle ACP* permet de comparer les distances entre chaque paire de points des configurations dans l'espace courbe (ce qui est affiché dans la fenêtre des écarts de conformation) et dans l'espace tangent, utilisé pour la modélisation de l'ACP. Une bonne correspondance entre ces deux types de distance se traduit par un modèle fidèle à l'ajustement dans l'espace courbe et un bon alignement entre paires de points sur la droite de régression, comme c'est le cas dans l'exemple.

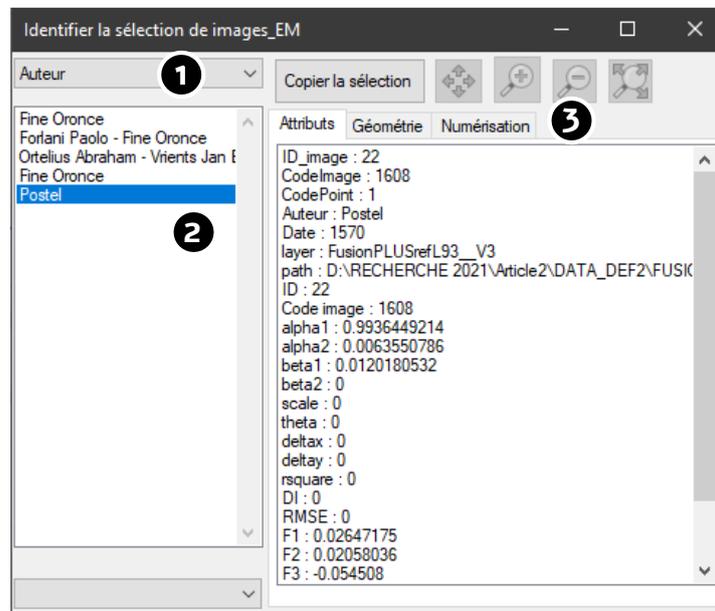
1. Le graphique de régression. La pente idéale de 1 en couleur bleue et la pente du nuage de points en couleur rouge sont représentées. Idéalement, la droite rouge masque la droite bleue.
2. Les paramètres de l'ajustement. Une valeur de corrélation  $r$  et une pente valant 1 correspondent à la situation idéale.
3. Exportation d'une image matricielle du graphique de régression.

#### 8.4. La fenêtre *Identification*



La fenêtre d'identification présente la fiche d'attributs d'une des entités sélectionnées.

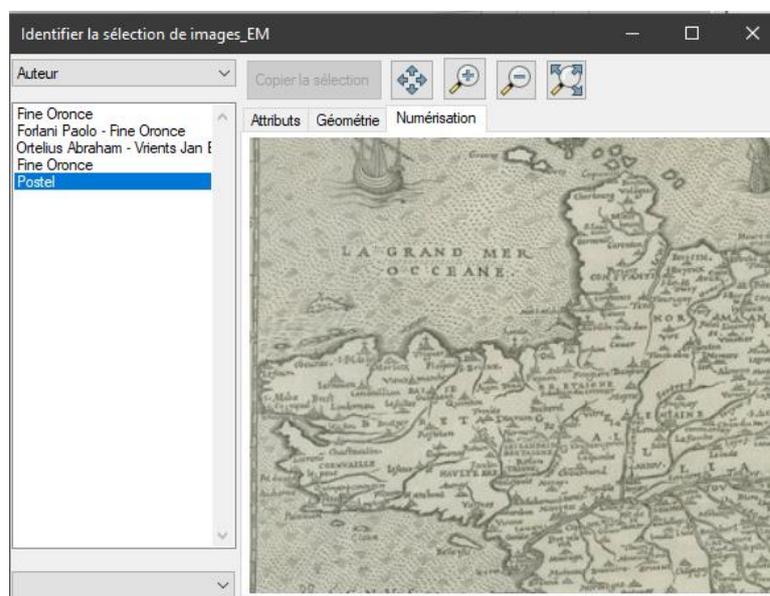
- Lorsque la fenêtre d'identification est fermée, sélectionner une couche dans la fenêtre *Contrôle*, puis une ou des entités avant de lancer l'outil d'identification.



La fenêtre d'identification

1. Choisir le champ d'affichage des entités. Les valeurs du champ des entités sélectionnées apparaissent alors dessous, dans la liste de gauche.
2. Un clic sur une entité de la liste de gauche entraîne l'affichage du reste des attributs de l'entité dans l'onglet *Attributs* et celui d'une croix de ciblage rouge sur la carte de l'espace morphologique.
3. L'onglet *Géométrie* permet de visualiser les paramètres géométriques de base de l'entité (coordonnées X et Y, longueur et surface selon le type de Shapefile). Il est possible de sélectionner puis de copier les lignes sélectionnées dans cette fenêtre.

Pour les projets de type 2, si un dossier de numérisations a été importé, le scan correspondant à la configuration de la couche *Images\_EM* est affiché dans l'onglet *Numérisation*. Des outils de navigation sont alors disponibles pour zoomer et se déplacer dans le scan.

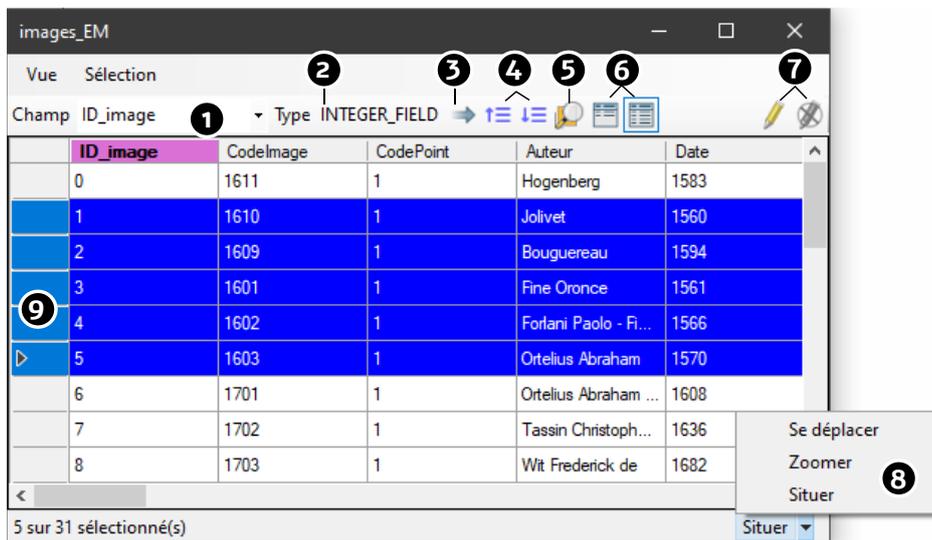


L'onglet Numérisation pour un projet multi-images (type 2)

## 8.5. La table attributaire



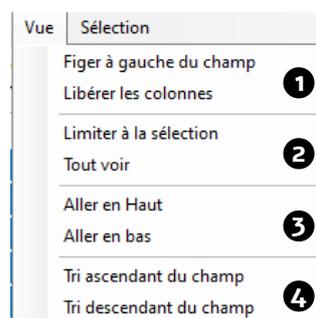
La fenêtre de la table attributaire affiche la liste de tous les attributs de toutes les entités de la couche sélectionnée dans la fenêtre *Contrôle*.



La table attributaire d'une couche

1. Choix du champ de référence. Ce champ est utilisé pour certaines opérations dans la table attributaire (trier, figer ou se porter sur le champ).
2. Indication du type du champ de référence.
3. Se porter sur le champ de référence (déplacement des champs latéralement).
4. Tri ascendant et descendant du champ de référence.
5. Zoom dans la carte sur la sélection.
6. Vues *Limiter à la sélection* et *Tout voir* dans la table. En mode *Limiter à la sélection* et en cliquant dans l'en-tête des lignes il est possible de pointer les entités sur la carte de l'espace morphologique.
7. Ouvrir et fermer une édition pour modifier et enregistrer des valeurs dans la table.
8. Mode de pointage sur la sélection : déplacer, zoomer, localiser (disponible en mode *Limiter à la sélection*).
9. Sélection dans la table par clic ou glissement sur l'en-tête (touches *Shift* et *Ctrl* autorisées). La sélection se répercute sur les autres fenêtres.

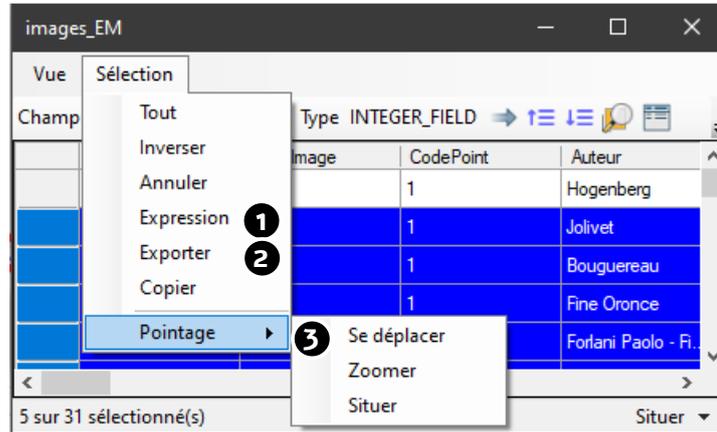
Le menu *Vue* :



Le menu *Vue*

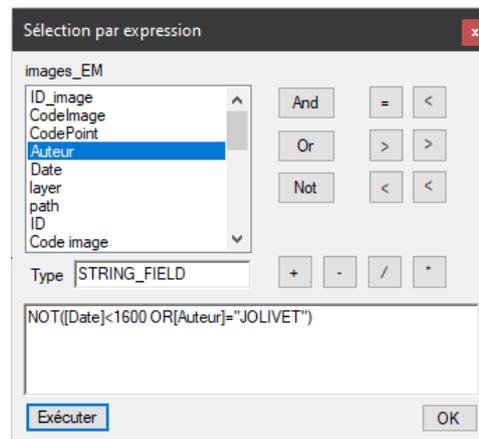
1. Lors de l'utilisation de la barre de défilement horizontale de la fenêtre, MapMorphy bloque les champs à gauche du champ de référence ou libère (autorise le défilement) de ces champs.
2. Ne visualise que les entités sélectionnées ou toutes les entités.
3. Déplace le pointeur en haut ou en bas de la table.
4. Trie les données selon le champ de référence.

Le menu *Sélection* :



Le menu *Sélection*

1. Permet la sélection automatiquement à l'aide une commande :
  - Les opérateurs de comparaison et les opérateurs logiques peuvent être appliqués à des champs de type numérique ou de type chaîne de caractères.
  - Les chaînes de caractères doivent être placées entre guillemets doubles.



L'éditeur d'expression

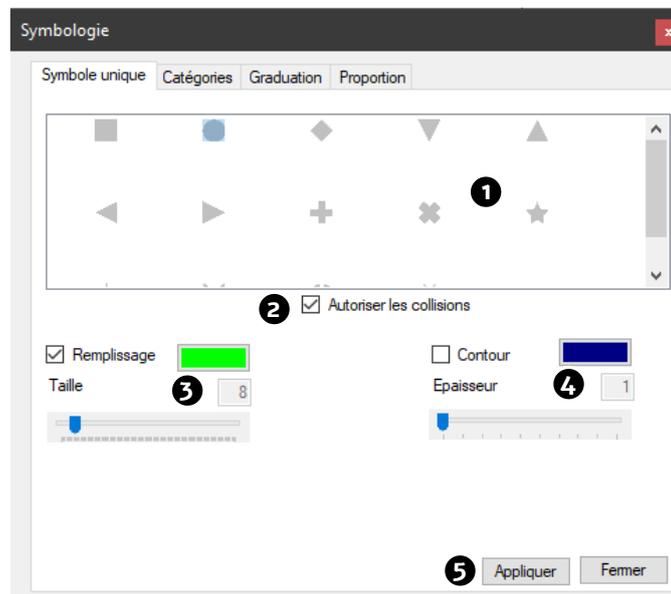
2. Exporter la sélection de la table au format Shapefile.
3. Mode de pointage sur la carte lorsque l'on sélectionne une entité par la table en mode *Limiter à la sélection*.

## 9. Symbologie

- Les fenêtres de symbologie s'ouvrent par double clic sur une couche ou par le menu contextuel de la couche. Elle est principalement utile pour une représentation des configurations ponctuelles de l'espace morphologique.
- La symbologie n'est pas enregistrée dans les fichiers projets. Ceux-ci utilisent une mise forme standardisée des couches de données.

### 9.1. Symbologie des points par symbole unique

Le même symbole est appliqué à toutes les entités ponctuelles.

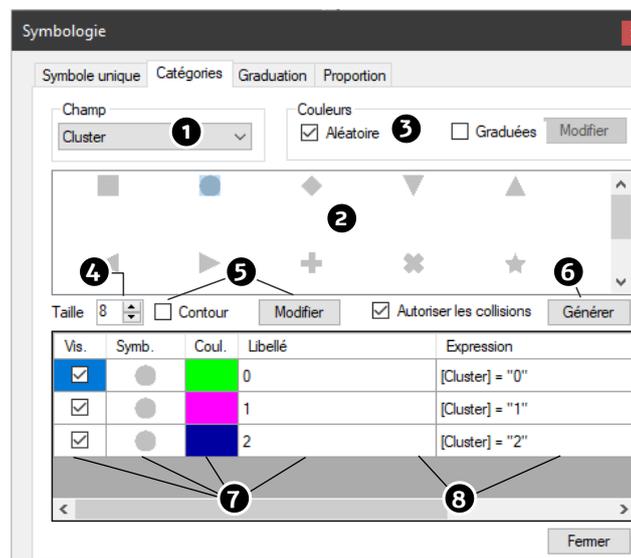


L'onglet *Symbole unique*

1. Choisir le type de symbole.
2. *Autoriser les collisions* permet de montrer toutes les entités même si elles se chevauchent à l'échelle de visualisation.
3. Paramétrage du remplissage : couleur et taille du symbole en déplaçant le curseur du trackbar.
4. Paramétrage du contour : couleur et épaisseur du contour en déplaçant le curseur du trackbar.
5. Appliquer les modifications pour le choix du symbole et la saisie des valeurs.

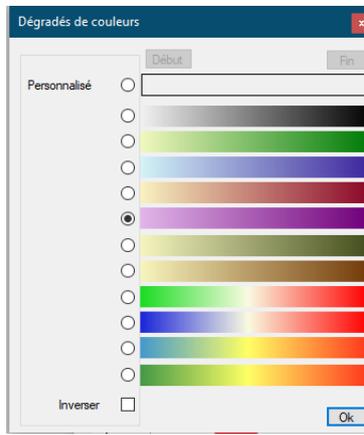
## 9.2. Symbologie des points par catégories

Les paramètres de l'onglet *Catégories* créent un symbole ponctuel différent par catégorie.



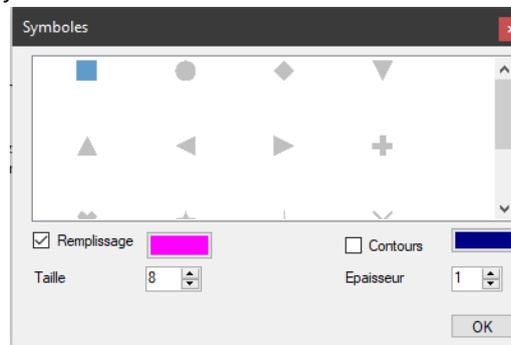
L'onglet *des catégories*

1. Choisir ici le champ à cartographier.
2. Choisir le symbole utilisé pour toutes les catégories.
3. Les couleurs peuvent être aléatoires (se modifient avec la génération de la carte) ou graduées. Dans ce second cas, une interface est disponible en cliquant sur le bouton *Modifier* permettant de choisir ou créer un dégradé.



La boîte de dialogue des dégradés

4. Taille du symbole.
5. Affichage et paramétrage des contours (épaisseur et couleur).
6. Générer la carte.
7. Une fois la carte générée, il est possible de modifier quelques paramètres pour chaque catégorie comme la visualisation, le type de symbole ou le libellé en cliquant dans le paramètre de la catégorie. Exemple pour les symboles :

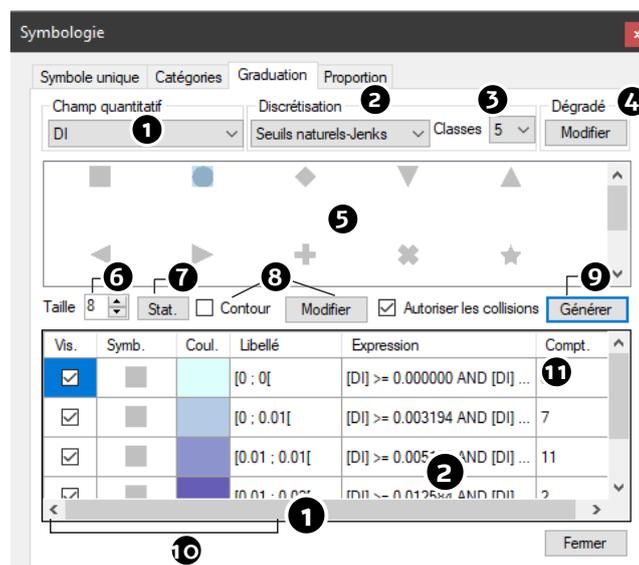


La boîte de dialogue des symboles

8. Indication de l'expression utilisée et du nombre d'entités concernées par la catégorie.

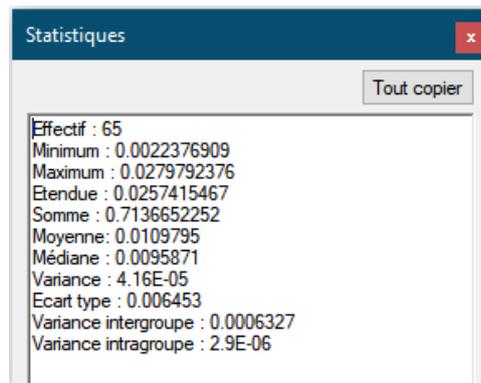
### 9.3. Symbologie des points par graduation

L'onglet *Graduation* permet de discrétiser une variable quantitative et d'attribuer à chaque classe une couleur particulière (cartographie choroplèthe). Ce menu est à réserver aux données quantitatives relatives.



L'onglet Graduation

1. Choisir le champ à représenter. Seuls, les champs quantitatifs sont disponibles.
2. Choisir la méthode de discrétisation. Les méthodes suivantes sont disponibles : quantiles, égales amplitudes, centrée sur la moyenne et 1 écart type d'amplitude, centrée sur la moyenne et 1/2 écart type d'amplitude, centrée sur 0 et 1 écart type d'amplitude, centrée sur 0 et 1/2 écart type d'amplitude, méthode de Jenks, progression arithmétique et discrétisation manuelle.
3. Indiquer le nombre de classes (12 au plus).
4. Choisir ou créer un dégradé de couleurs.
5. Choisir le symbole coloré par le dégradé de couleurs.
6. Indiquer la taille du symbole.
7. Affichage des indicateurs statistiques basiques de la variable. La copie des valeurs est possible par le bouton *Tout copier*.

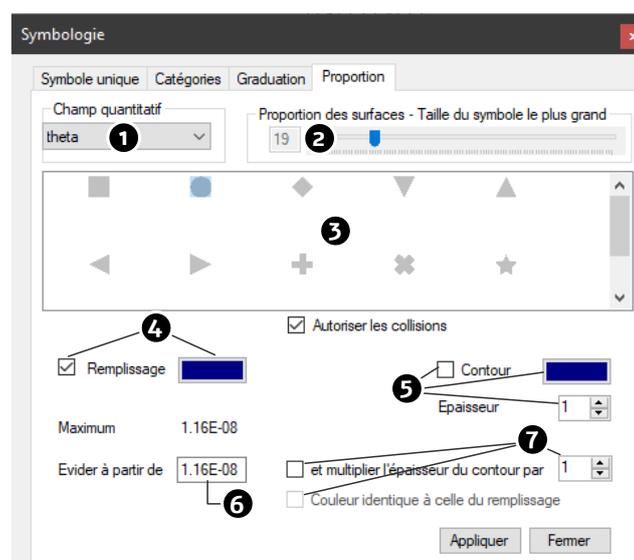


*Les statistiques de la variable*

8. Paramétrage des contours.
9. Générer la carte.
10. Après la génération de la carte, certaines propriétés peuvent être modifiées pour chaque classe comme la visualisation, la couleur et le libellé de la classe (la forme du symbole ne peut plus être modifiée).
11. La colonne de comptage permet d'identifier rapidement les classes vides, non représentées.

## 9.4. Symbologie des points par symboles proportionnels

L'onglet *Proportion* fait varier la surface d'un symbole ponctuel selon la quantité cartographiée. Cette cartographie est à réserver aux données quantitatives absolues.

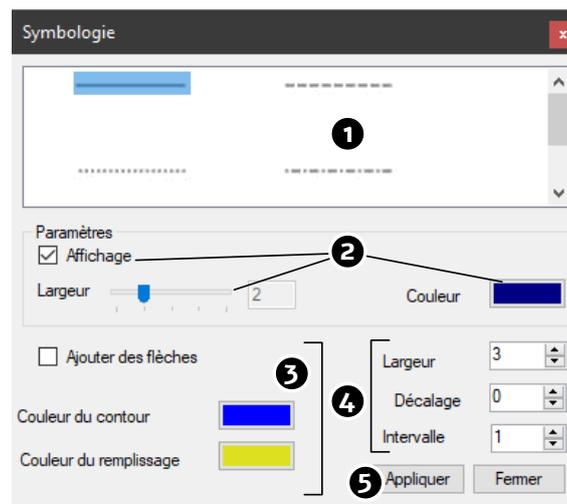


*L'onglet « Proportion »*

1. Choisir le champ à cartographier. Seuls les champs numériques apparaissent dans la liste.
2. Indiquer la taille la plus importante des symboles. Les surfaces des autres symboles seront calculées selon cette donnée.
3. Choisir le type de symbole à faire varier en proportion.
4. Paramétrer le remplissage (affichage et couleur).
5. Paramétrer les contours : affichage, couleurs et épaisseur.
6. Il est possible d'éviter les symboles à partir de la valeur définie...
7. ... et dans ce cas d'augmenter l'épaisseur du contour et d'en modifier la couleur.

## 9.5. Symbologie des entités linéaires

Les entités linéaires ne sont représentées que par une symbologie unique, aucune donnée attributive qualitative ou quantitative n'y étant attachée par les traitements du logiciel.



*La fenêtre de symbologie des entités linéaires*

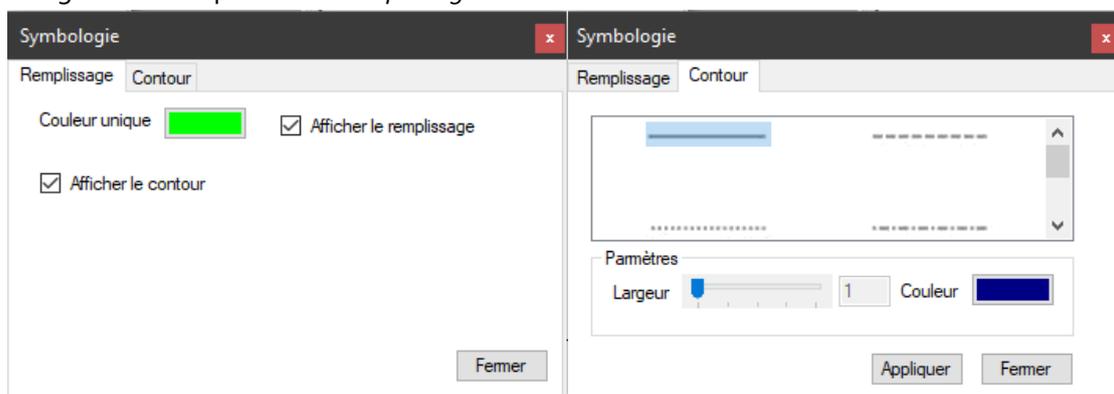
1. Choisir le type de trait (plein ou pointillés).
2. Paramètres du trait : Affichage, largeur et couleur.
3. Il est possible d'ajouter sur le trait des flèches colorées orientées selon le tracé (par exemple pour les vecteurs de déplacement).

Pour ces flèches, il est possible de régler l'épaisseur, l'offset (décalage) et l'intervalle entre les flèches.

## 9.6. Symbologie des entités surfaciques

La cartographie thématique des surfaces ne propose qu'une cartographie par symbole unique, aucune donnée qualitative n'étant ajoutée par les traitements.

Deux onglets sont disponibles : *Remplissage* et *Contour* :



*La fenêtre de symbologie des entités surfaciques*