



# Trame verte et bleue au 1/25000<sup>e</sup>

Etude méthodologique

Jan 2016





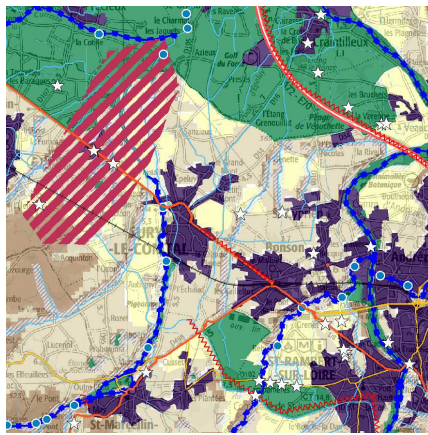
# Etude méthodologique pour l'identification de la Trame verte et bleue au 1/25000<sup>e</sup>

# Sommaire

<b>Sommaire</b>	<b>4</b>
<b>Contexte et objectifs de l'étude</b>	<b>7</b>
<b>1- Contexte général</b>	<b>9</b>
<b>2- Une analyse au 1/25 000<sup>e</sup> avec Spot Thema</b>	<b>9</b>
<b>3- Les objectifs de l'étude</b>	<b>11</b>
<b>4- La gouvernance de la démarche</b>	<b>12</b>
<b>Compilation de la base d'occupation du sol</b>	<b>13</b>
<b>1- Pourquoi améliorer la base d'occupation du sol ?</b>	<b>15</b>
<b>2- Sources des données complémentaires utilisées</b>	<b>15</b>
<b>3- Intégration des éléments surfaciques</b>	<b>16</b>
<b>3-1- Amélioration de l'aspect agricole</b>	<b>16</b>
3-1-1- Présentation du Registre Parcellaire Graphique (RPG)	16
3-1-2- Limites d'utilisation	16
3-1-3- Méthode d'intégration	17
3-1-3-1- Regroupement en 7 catégories	17
3-1-3-2- Effacement des haies et voies d'accès	17
a- Etape 1 : dilatation / érosion	17
b- Etape 2 : Utilisation de la fonction « intégrer »	18
3-1-3-3- Schéma récapitulatif	19
3-1-3-4- Intégration dans la base Spot Thema	19
<b>3-2- Amélioration du réseau bocager et des landes ligneuses</b>	<b>20</b>
3-2-1- Présentation de la base de données	20
3-2-2- Méthode d'intégration	20
<b>3-3- Amélioration des éléments aquatiques</b>	<b>21</b>
3-3-1- Présentation de la base	21
3-3-2- Intégration des mares et étangs	21
<b>3-4- Amélioration du niveau de précision de la classe « extraction de matériaux, décharges et chantiers »</b>	<b>22</b>
<b>3-5- Elimination des artéfacts</b>	<b>22</b>
3-5-1- Description de la méthode	22
3-5-2- Schéma récapitulatif	23
<b>4- Intégration des éléments linéaires</b>	<b>23</b>
4-1- Intégration des cours d'eau permanents	24
4-2- Intégration des infrastructures de transport	24
<b>5- Structuration de la base</b>	<b>24</b>
<b>Descriptif de la méthode retenue</b>	<b>27</b>
<b>1- Les choix méthodologiques de départ</b>	<b>29</b>
<b>2- Choix d'un type de modélisation</b>	<b>29</b>
2-1- Réflexions et tests préalables	29

<b>2-2-Principes de fonctionnement d'une modélisation de type coût-déplacement</b>	<b>30</b>
<b>3-Paramétrages de l'algorithme coût – déplacement</b>	<b>32</b>
3-1- Choix des sous-trames	32
3-2- Paramétrage des coefficients de rugosité	32
3-3- Choix des zones de dispersion	35
3-4- Les distances maximales de dispersion	36
3-5- Superposition des 4 sous-trames	36
<b>4-Présentation des résultats</b>	<b>36</b>
4-1- Modalités de représentation	36
4-2- Extraits cartographiques	37
4-3- Les limites d'utilisation	42
4-3-1- L'échelle d'utilisation	42
4-3-2- La fiabilité et l'obsolescence des bases de données	42
4-3-3- Les éléments non pris en compte à ce stade	42
4-4- Les limites de l'automatisation	43
<b>A retenir</b>	<b>46</b>





## Contexte et objectifs de l'étude





## 1- Contexte général

Depuis la loi Grenelle II du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, la Trame verte et bleue a connu une forte montée en puissance. Cette loi oblige les différentes échelles de planification (SCoT, PLUi, PLU, etc.) à préserver et restaurer le réseau écologique. L'intégration de ce nouvel enjeu écologique passe en premier lieu par une amélioration de la connaissance de son fonctionnement. A ce titre, plusieurs travaux de modélisation ont été lancés, avec différentes approches méthodologiques (RERA, SRCE, trame écologique du Massif Central). Ils ont pour socle commun l'utilisation d'une base de connaissance de l'occupation du sol exploitable jusqu'au 1/100 000<sup>e</sup>. Ces travaux, adaptés aux documents supracommunaux tels que les SCoT, laissent les documents d'urbanisme locaux relativement démunis en termes de connaissance pour qu'ils puissent aisément intégrer la Trame verte et bleue.

Dans ce contexte, plusieurs syndicats mixtes de SCoT ligériens, les trois communautés d'agglomération du département de la Loire, la communauté de communes du Pays de Saint-Galmier, la DDT et le Conseil départemental ont sollicité epures afin de mener une étude méthodologique pour l'identification de la Trame verte et bleue à l'échelle du 1/25 000<sup>e</sup>.

L'échelle du 1/25 000<sup>e</sup> permet d'analyser des regroupements de communes. Elle correspond au niveau de détail nécessaire pour être à l'interface de la vision régionale (cartes du réseau écologique établies au 1/100 000<sup>e</sup>) et la vision locale (plans locaux d'urbanisme : PLU et cartes communales établies au 1/10 000<sup>e</sup> ou au 1/5 000<sup>e</sup>).

Cette échelle pose des problèmes d'applications concrètes, lors de la confrontation avec les réalités du terrain, telles que la conservation des corridors, la gestion des habitats remarquables ou l'aménagement de passages à faune.

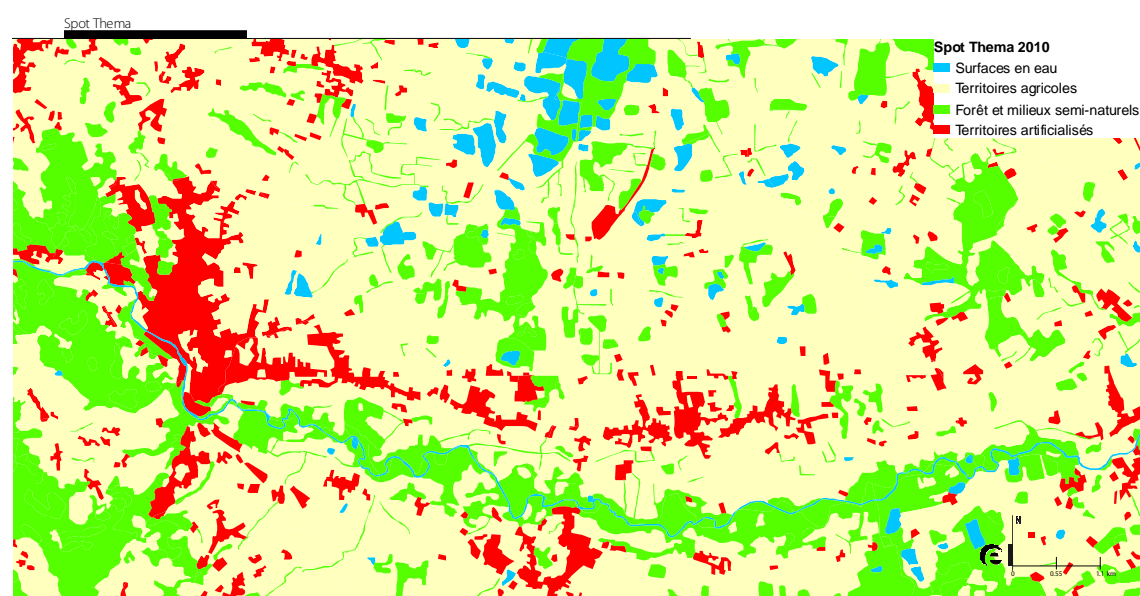
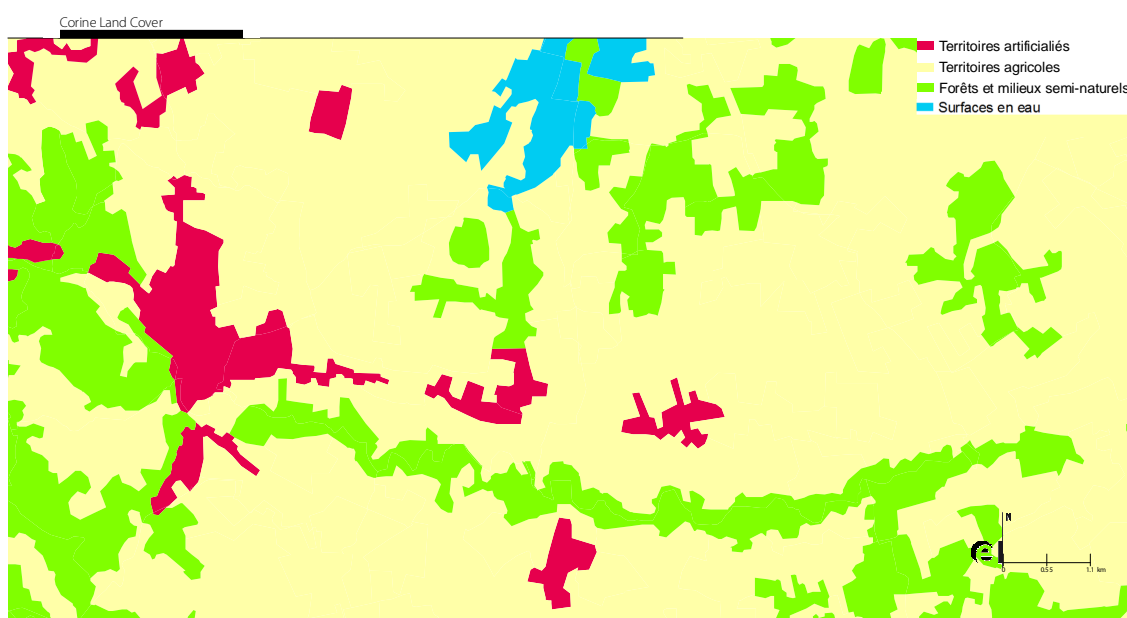
## 2- Une analyse au 1/25 000<sup>e</sup> avec Spot Thema

La base de données d'occupation du sol Corine Land Cover, gratuite, est construite à partir de photo-interprétions d'images satellitaires Landsat. Cette base qui dispose d'une bonne précision typologique (nomenclature à 3 niveaux, 44 classes d'occupation du sol) est généralement utilisée dans les modèles régionaux. Sa limite d'utilisation au 1/100 000<sup>e</sup> ainsi que l'absence de distinction d'éléments géographiques inférieurs à 25 hectares entraînent des problèmes de précision. Les travaux sur le Réseau Ecologique du Département de l'Isère (REDI, 2001, Econat), le Réseau Ecologique de Rhône-Alpes (RERA, 2008, Asconit consultants), la Trame écologique du Massif Central (IPAMAC, 2011) et le Schéma Régional de Cohérence Ecologique de Rhône-Alpes (SRCE, 2014 URBA3) ont été réalisés sur cette base.

Epures dispose d'une base de données d'occupation du sol plus précise et plus récente : Spot Thema (1999, 2005, 2010 et 2015). Sa limite d'utilisation est le 1/25 000<sup>e</sup>.

Spot Thema est détaillée en 29 ou 46 classes, suivant la solution retenue. Elle est construite à partir d'interprétation d'images SPOT, d'une résolution allant de 2,5 à 20 mètres. La précision des éléments surfaciques peut aller ainsi jusqu'à 0,5 ha. Son niveau typologique est moins détaillé que dans la base Corine Land Cover, ce qui peut engendrer des problèmes dans la détermination de certains continums, (agropastoral par exemple).

Les deux cartes présentées ci-après permettent de comparer le traitement cartographique d'un même secteur et de valider la précision plus fine apportée par Spot Thema.



### 3- Les objectifs de l'étude

L'objectif principal est de développer une méthodologie partagée par les différents acteurs, permettant l'identification de la Trame verte et bleue, dans le territoire de la Loire. Cette harmonisation méthodologique a pour visée de mettre à disposition des acteurs du département les mêmes bases de réflexion et ainsi d'améliorer la cohérence des projets.

Cette étude est née d'une demande commune de plusieurs syndicats mixtes de SCoT de la Loire, à des stades d'avancement différents. Ce travail méthodologique doit répondre aux problématiques d'intégration de la Trame verte et bleue dans les processus allant de l'élaboration à la mise en œuvre des SCoT :

- Donner les éléments nécessaires à l'identification des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques à l'échelle du SCoT (procédure d'élaboration)
- Affiner les travaux déjà réalisés (révision, grenellisation etc.)
- Donner des éléments aux échelles plus fines (intercommunale et communale) pour identifier les corridors d'échelle locale (mise en œuvre)

L'adaptation des modélisations à une échelle communale est également un objectif en soi car l'amélioration de la précision des informations cartographiques doit permettre de pré-identifier les secteurs les plus propices et les plus contraints aux déplacements de la faune et ainsi de faciliter l'identification des éléments constitutifs de la Trame verte et bleue à l'échelle du 1/25 000e. Il faut toutefois rappeler qu'elle ne permet pas de s'affranchir de la connaissance de terrain. En effet, des phases de confirmation/infirmité de l'importance des secteurs à enjeux seront nécessaires, ainsi que des compléments de connaissance non modélisables à cette échelle (fonctionnalité des ouvrages d'art, perméabilité des clôtures, intérêt écologique des éléments paysagers, etc.). L'objet de cette étude est donc bien de définir les limites de la méthode et les éléments devant permettre d'affiner la connaissance à l'échelle locale.

Pour garantir la bonne acceptabilité du projet et sa pertinence scientifique, il est apparu indispensable que celui-ci soit mené de manière partenariale à deux niveaux :

- Au niveau de la gouvernance et du pilotage : pour une culture commune à tous et des choix méthodologiques partagés et acceptés par tous
- Au niveau de l'expertise scientifique : la diversité des domaines concernés par la Trame verte et bleue implique qu'une démarche partenariale soit menée avec les différents experts naturalistes.

## 4- La gouvernance de la démarche

La validation des grandes phases du projet a été réalisée par un comité de pilotage partenarial:

- SCoT Sud Loire
- SCoT Loire Centre
- SCoT Roannais
- Direction Départementale des Territoires de la Loire
- Région Rhône-Alpes
- Conseil départemental de la Loire
- Communauté d'agglomération de Saint-Etienne Métropole
- Communauté d'agglomération de Loire Forez
- Communauté d'agglomération de Roannais Agglomération
- Communauté de communes du Pays de Saint-Galmier

Le travail technique d'élaboration de la méthodologie fut réalisé en partenariat étroit avec les membres du comité d'expertise scientifique constitué :

- Du Conseil départemental de la Loire
- De la FRAPNA Loire
- Du CEN Rhône-Alpes
- De LPO Loire
- De Fédération départementale des chasseurs de la Loire
- Du Laboratoire Isthme de l'Université Jean Monnet
- Du PNR du Pilat
- Du PNR Livradois Forez
- De la Fédération de pêche de la Loire
- De l'ONEMA
- De l'ONCFS Rhône-Alpes
- Du Syndicat mixte des Monts de la Madeleine
- Du CBN du Massif Central

Parmi ces structures, seules les 7 premières ont participé activement à l'élaboration de la méthodologie, mais toutes ont été destinataires des différents choix pris tout au long de ce travail.





---

## **Compilation de la base d'occupation du sol**



## 1- Pourquoi améliorer la base d'occupation du sol ?

Comme expliqué précédemment, la condition préalable à la mise en place d'une cartographie d'un réseau écologique est de disposer d'une cartographie d'occupation du sol adaptée au territoire d'étude qui soit suffisamment précise en termes de :

- précision géographique (précision du tracé des éléments constitutifs de la carte qui détermine l'échelle d'utilisation)
- typologie (description des habitats du territoire en référence à la typologie européenne phytoécologique CORINE Biotopes)

La base de données Spot Thema possède une précision géographique suffisante à la réalisation d'une cartographie d'un réseau écologique au 1/25 000<sup>e</sup> mais dispose d'une typologie perfectible sur plusieurs aspects directement en lien avec la Trame verte et bleue. C'est notamment le cas :

- des espaces agricoles
- des espaces en eau de petite superficie (mares et petits cours d'eau)
- du réseau bocager
- des infrastructures linéaires de transport

## 2- Sources des données complémentaires utilisées

La base d'occupation du sol utilisée dans le cadre de cette étude résulte de la compilation de plusieurs bases de données dont la majorité est à la disposition des collectivités territoriales :

- Spot Thema (2010)
- Le Recensement Parcellaire Graphique 2013 de Rhône Alpes
- La BD TOPO de l'IGN (livraison 2013) concernant :
  - Les haies et bosquets
  - les landes et fourrés
  - Les étangs et mares
  - Les cours d'eaux permanents
  - Les routes et voies ferrées
- Les données de trafic moyen des routes nationales et départementales du département de la Loire (2013)

## **3- Intégration des éléments surfaciques**

### **3-1- Amélioration de l'aspect agricole**

#### **3-1-1- Présentation du Registre Parcellaire Graphique (RPG)**

La réforme de la politique agricole commune (PAC) de 1992 a instauré un dispositif de paiement direct aux agriculteurs. Chaque administration nationale doit, pour gérer ce dispositif, utiliser un système de déclaration, de gestion et de contrôle des aides versées. Les aides perçues par les agriculteurs étant très directement liées aux surfaces cultivées, la réglementation a prévu que ces outils de gestion s'appuient sur un système d'identification des parcelles agricoles construit autour de la notion d'îlot (une unité de terrain cultivée par un seul et même déclarant et constitué d'un ensemble de parcelles contiguës).

La décision prise en France a été d'opter pour une méthode de déclaration graphique, méthode qui consiste pour les agriculteurs à dessiner leurs îlots sur orthophoto. Le fond photographique retenu est celui de la BD Ortho®, élaborée par l'IGN. Pour faire leur déclaration, les agriculteurs reçoivent chaque année le « plan » des îlots de leur exploitation au 1/5 000<sup>e</sup> afin de mettre à jour le périmètre de leur exploitation et les pratiques culturales de l'année en cours sur chaque îlot.

Les surfaces des cultures sont assemblées en 28 groupes. Pour chaque îlot il n'est retenu que le groupe de cultures qui occupe la surface la plus grande dans l'îlot (groupe de cultures dominant).

La donnée est mise à jour annuellement depuis 2005 par les services de la DRAAF Rhône-Alpes (d'après MAAF-ASP 2013) et est libre de droit en accord avec la directive INSPIRE.

#### **3-1-2- Limites d'utilisation**

Bien que relativement complet et très précis d'un point de vue agricole, le RPG se caractérise aussi par quelques manques, notamment en termes d'exhaustivité des sols valorisés par l'agriculture du fait que :

- des exploitations ne déclarent pas leurs surfaces (pas de demandes d'aides du 1er pilier de la PAC pour le maraîchage ou l'arboriculture par exemple)
- les îlots (bien que situés en Rhône-Alpes) d'exploitations déclarantes ayant leur siège hors de la région ne sont pas intégrés à cette donnée.
- compte tenu des conditions météorologiques du printemps 2013, certains exploitants ont modifié tardivement des assolements. Les données peuvent ne pas prendre en compte ces modifications.



### 3-1-3- Méthode d'intégration

#### 3-1-3-1- Regroupement en 7 catégories

Dans un souci de simplification et d'allègement de la base de données d'occupation du sol finale, il a été décidé d'agréger les 28 classes du RPG en 7 catégories :

Libellé RPG	regroupement
PAS D'INFORMATION	supprimé
DIVERS	
CANNE A SUCRE	non concerné
RIZ	
BLE TENDRE	
MAIS GRAIN ET ENSILAGE	
ORGE	
AUTRES CEREALES	
COLZA	
TOURNESOL	
AUTRES OLEAGINEUX	
PROTEAGINEUX	
PLANTES A FIBRES	
SEMENCES	
LEGUMINEUSES A GRAINS	
AUTRES CULTURES INDUSTRIELLES	
GEL (SURFACES GELEES SANS PRODUCTION)	jachère
GEL INDUSTRIEL	
AUTRES GELS	
ESTIVES LANDES	estives landes
FOURRAGES	prairies temporaires
PRAIRIES TEMPORAIRES	
PRAIRIES PERMANENTES	
VERGERS	maraîchage - arboriculture
FRUITS A COQUE	
OLIVIERS	
LEGUMES-FLEURS	
ARBORICULTURE	
VIGNES	vignes

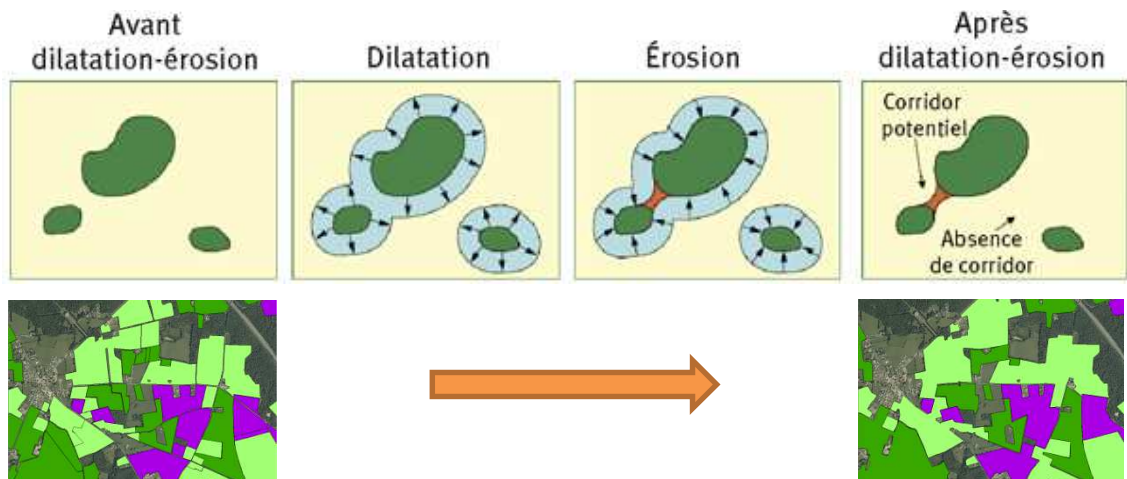
#### 3-1-3-2- Effacement des haies et voies d'accès

Un problème lié aux différentes échelles de numérisation des deux bases de données apparaît lorsque l'on souhaite les superposer. En effet, la numérisation des îlots du RPG est tellement précise qu'elle exclut bien souvent les espaces non intrinsèquement exploités comme les alignements d'arbres, les haies et les chemins d'accès. Cette précision est inutile à l'échelle d'analyse que nous utilisons et complexifie la lecture. Pour cela nous avons procédé à l'effacement de ces creux en deux étapes.



##### a- Etape 1 : dilatation / érosion

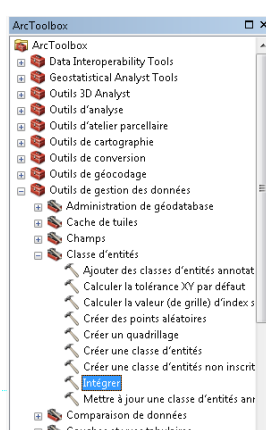
Le processus de dilatation / érosion est un traitement géomatique assez simple et couramment utilisé pour déterminer des connexions entre des polygones spatialement rapprochés. L'opération consiste à réaliser une « dilatation » (zone tampon avec une valeur positive) suivi d'une « érosion » (zone tampon avec une valeur négative, généralement égale à l'opposé de la première opération).



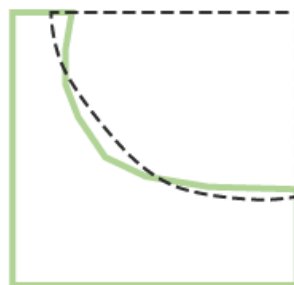
Dans notre cas, l'utilisation de cette technique nous permet d'effacer les creux d'une largeur de moins de 10m (chemins, haies, etc.) qui sont entre les différents îlots. Pour cela nous avons appliqué, par catégorie reclassée (ex : cultures ou jachères), une dilatation / érosion de 5m.

### **b- Etape 2 : Utilisation de la fonction « intégrer »**

Le problème d'effacement des haies et voies d'accès, qui est partiellement résolu avec l'étape précédente de dilatation / érosion, se pose toujours pour les espaces de creux situés entre les différentes classes regroupées. Pour remédier à cela, nous avons utilisé la fonction « intégrer » du Logiciel ArcGIS 10.2.2. Cet outil permet de fusionner les limites de polygones adjacents, voire qui se superposent, en fonction d'une valeur de tolérance définie (5m dans notre cas).

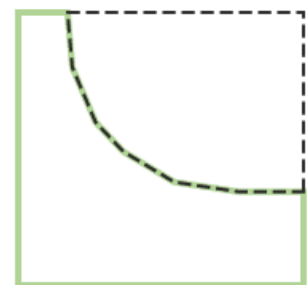


Entités avec des limites proches



INPUT

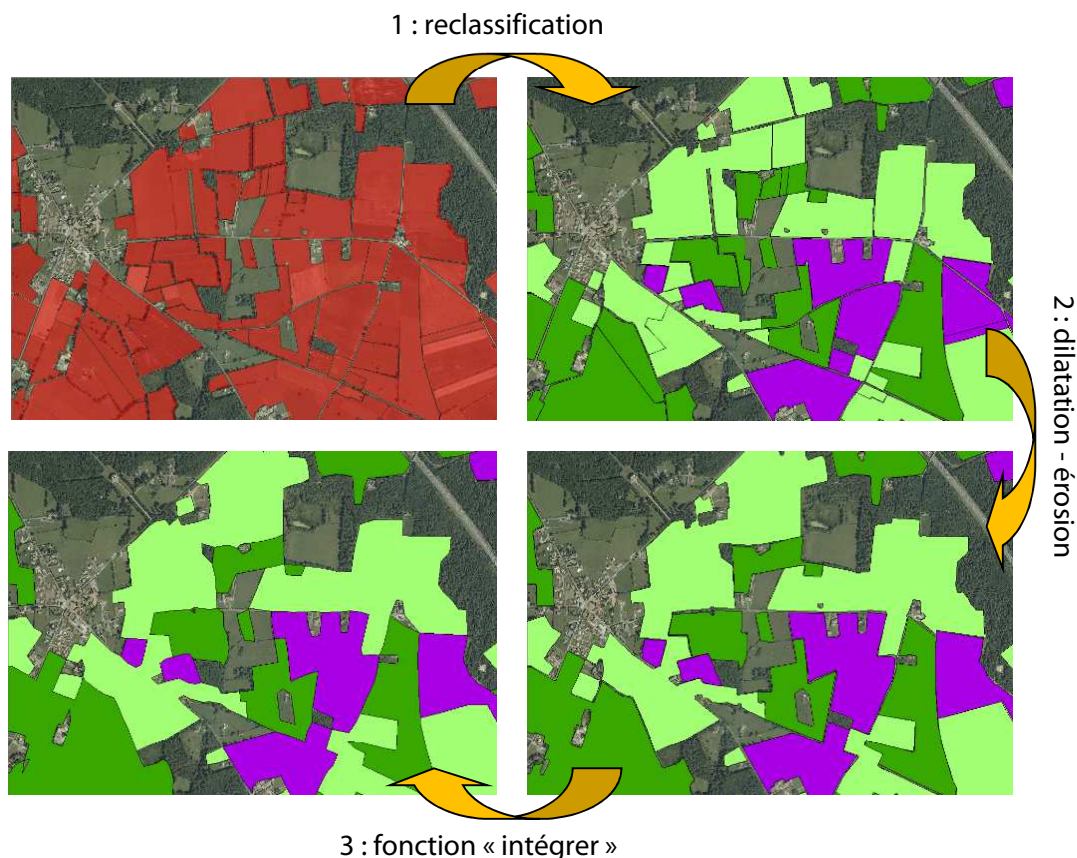
Entités avec une limite commune



OUTPUT

Cette étape, au même titre que la dilatation / érosion, présente l'inconvénient de simplifier les tracés d'origine des polygones. Malgré cela, la précision du RPG est telle que même après ces simplifications la base de données reste exploitable au 1/25 000<sup>e</sup>.

### 3-133- Schéma récapitulatif



### 3-134- Intégration dans la base Spot Thema

L'utilisation du RPG dans le cadre de notre méthodologie réside principalement dans la différenciation des espaces agricoles que ne permet pas la base de données Spot Thema. Toutefois, bien que la grande majorité des polygones du RPG se recoupe bien avec l'espace agricole identifié dans Spot Thema, un certain nombre d'entités se situe sur d'autres classes d'occupation du sol comme du tissu urbanisé, des espaces de landes ou des boisements linéaires. Ces écarts sont dus aux différents niveaux de précision des données et aux multiples méthodes d'acquisition.

Dans un souci de cohérence de la donnée, le choix a été fait de n'intégrer le niveau d'information du RPG (retravaillé) qu'à l'intérieur des espaces agricoles de Spot Thema.

Les espaces agricoles de Spot Thema qui ne sont pas classifiés dans le RPG sont gardés et reclassés sous la catégorie des « espaces agricoles indéterminés ».

L'opération SIG pour l'intégration du RPG retravaillé à la base Spot Thema se fait en deux étapes :

- découpage du RPG retravaillé par les espaces agricoles de Spot Thema
- union du résultat précédent avec Spot Thema

### **3-2- Amélioration du réseau bocager et des landes ligneuses**

#### **3-2-1- Présentation de la base de données**

Le réseau bocager ainsi que les landes ligneuses sont des espaces primordiaux pour le bon fonctionnement d'un réseau écologique. En effet, ces éléments paysagers participent au bon fonctionnement de plusieurs sous-trames.

Ainsi, nous avons décidé d'améliorer le niveau d'information de Spot Thema sur ces aspects (déjà bien précis) en nous servant des éléments présents dans la BD Topo de l'IGN et qui sont issus de l'ancienne BD Forêt. Il a été décidé d'intégrer trois éléments :

- Les « haies » : alignement d'arbres ou plantation d'arbres fruitiers dont la largeur est inférieure à 25 m et la longueur supérieure à 100 m.
- Les « bois » : toutes zones arborées de superficie entre 500 et 5000 m<sup>2</sup> dont le couvert absolu est supérieur à 40% et présentant des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres.
- Les « landes ligneuses » : végétation spontanée qui comprend une proportion importante de plantes ligneuses (bruyères, genêts, ajoncs, épineux divers, etc.) et semi-ligneuses (fougères, phragmites, etc.) dont la hauteur ne dépasse pas 5 mètres. Cette végétation ligneuse présente un couvert végétal d'au moins 25% et une superficie minimum de 5 000 m<sup>2</sup>.

#### **3-2-2- Méthode d'intégration**

Encore une fois, la précision géographique de la base de données est bien plus importante que celle de Spot Thema. Cette précision extrême n'est pas nécessaire à l'échelle d'analyse et présente le désavantage d'alourdir fortement les temps de traitements nécessaires à la compilation et l'utilisation de la base d'occupation du sol. C'est pourquoi, il a été nécessaire de dégrader la précision géographique de ces éléments.

Pour ce faire, le travail s'est fait en plusieurs étapes :

- Exclusion des polygones plus petits que 300 m<sup>2</sup> afin de ne pas retenir les arbres isolés et les micro-haies.
- Simplification de la géométrie des polygones : cette opération consiste à supprimer un certain nombre de points dans le contour du polygone. En raison du nombre très important d'entités et de leurs géométries particulières, il a été décidé de ne pas utiliser la fonction « simplifier un polygone » et d'avoir recours à deux transformations successives :
  - polygone vers raster (à 5m)
  - raster vers polygone.

Cette opération a le double avantage d'être rapide de traitement et de correspondre à l'utilisation ultérieure de la base d'occupation du sol.

- Découpage du résultat de l'étape précédente par les catégories de Spot Thema dans lesquelles il est souhaité d'intégrer ce niveau d'information (à savoir tous les milieux à l'exception des zones urbaines, des forêts, des routes, des espaces en eau, des landes et pelouses).

- Suppression des artefacts liés au découpage : suppression des polygones d'une superficie inférieure à 16 m<sup>2</sup> pour les haies, à 300 m<sup>2</sup> pour les landes ligneuses et les bois.

- Intégration dans la base d'occupation du sol (par union).

- Fusion des « haies » issues de la BD Topo avec les « boisements linéaires » de Spot Thema afin de ne faire qu'une entité des polygones qui se jouxtent. Le même travail a été fait avec les catégories « landes ligneuses » de la BD Topo et les « landes et fourrés » de Spot Thema.

### **3-3- Amélioration des éléments aquatiques**

#### **3-3-1- Présentation de la base**

L'unité minimale de détection des surfaces en eau de Spot Thema est de 5 000m<sup>2</sup>, ce qui exclut l'ensemble des mares et petits étangs. Or ces espaces, bien que très réduits spatialement, jouent un rôle très important dans les connexions en pas japonais entre les zones humides et aquatiques.

Pour cela, il a été retenu d'intégrer les surfaces en eau permanentes et intermittentes issues de la BD Topo. En effet, ces informations sont issues de photogrammétrie complétée par des relevés de terrains précis : toutes les surfaces d'eau de plus de 20 m de long, les cours d'eau de plus de 7,5 m de large ainsi que leurs zones inondables périphériques (zone périphérique d'un lac de barrage, d'un étang à niveau variable) de plus de 20 m de large sont inclus.

#### **3-3-2- Intégration des mares et étangs**

Il a été choisi d'intégrer les espaces en eau de la BD Topo sur toutes les classes d'occupation du sol de Spot Thema enrichie.

Dans un souci de lisibilité de la base finale, seuls deux niveaux d'information ont été retenus :

- « Espaces en eau permanents » : regroupent les « cours et voies d'eau » et « eaux continentales » de Spot Thema ainsi que les surfaces en eau « permanentes » de la BD Topo.

- « Espaces en eau temporaires » : regroupent les surfaces en eau « temporaires » de la BD Topo ainsi que les « marais et tourbières » de Spot Thema (cette catégorie ne correspond pas aux sites de tourbières et marais connus de la Loire et sont à 90% des zones de bord d'étang).

Il est à noter que le cas particulier du Barrage des Plats, initialement identifié en eau permanente par les deux bases de données, a fait l'objet d'un reclassement manuel en espace en eau temporaire en raison de son assec prolongé.

### **3-4 Amélioration du niveau de précision de la classe « extraction de matériaux, décharges et chantiers »**

Spot Thema dispose de la classe d'occupation du sol « extraction de matériaux, décharges et chantiers ». Bien que ces éléments soient relativement proches dans le cadre d'une photo-interprétation automatisée d'images satellitaires, ils revêtent des dimensions bien différentes lorsqu'on s'intéresse à leur intérêt dans un maillage écologique. Dans un souci de cohérence des résultats et aux vus du faible nombre d'entités (230 sur le département de la Loire), nous avons procédé à leur photo-interprétation à l'aide d'ortho-photos. Cela a permis de dissocier les sites d'« extraction de matériaux » des « décharges » et des « chantiers ».

### **3-5- Elimination des artéfacts**

L'intégration successive de plusieurs couches d'informations à la base d'occupation du sol a entraîné la fragmentation de nombreux polygones et, par conséquent, la création de nombreux petits artéfacts. Ainsi, nous avons 37 468 polygones de moins de 16m<sup>2</sup> dont la classification n'était pas réellement significative. Il a donc été décidé de réaffecter la classe d'occupation du sol de ces artéfacts en fonction des milieux avoisinants.

#### **3-5-1- Description de la méthode**

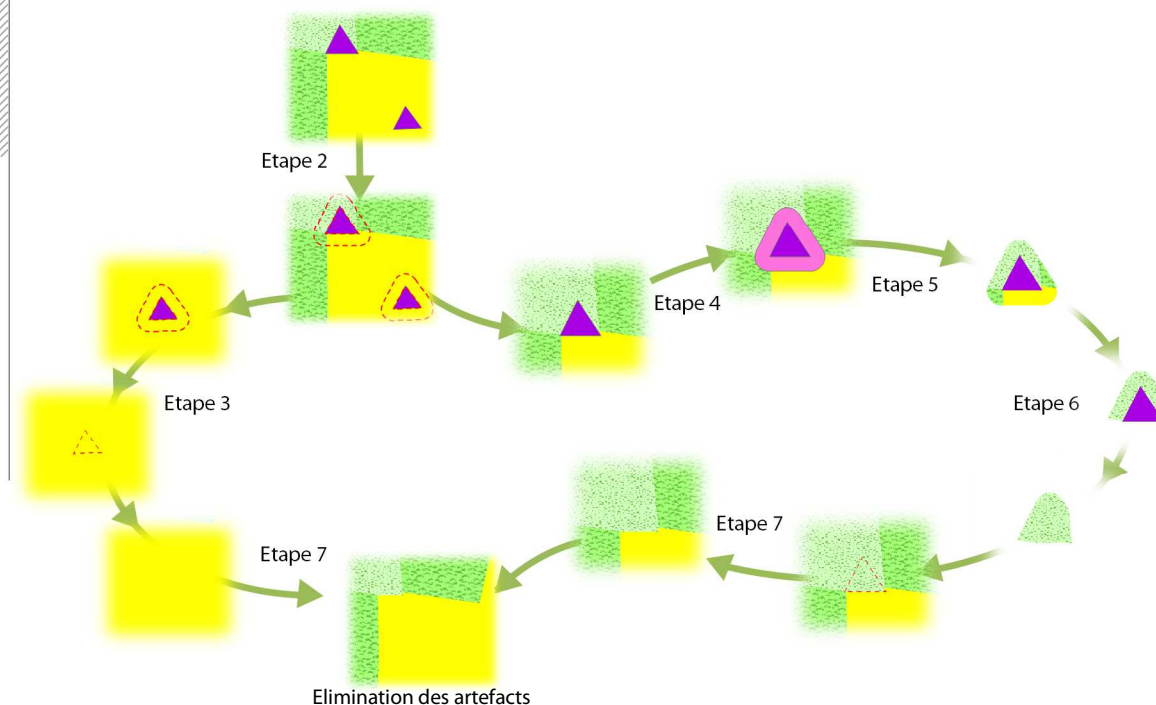
Afin de réaffecter la classe d'occupation des artéfacts, plusieurs étapes ont été mises en œuvre :

- Etape 1 : un export des artéfacts (polygones de moins de 16m<sup>2</sup>)
- Etape 2 : une jointure spatiale avec 1 m de tolérance entre la couche des artéfacts et la base d'occupation du sol (sans les polygones de moins de 16m<sup>2</sup>).
- Etape 3 : pour les jointures qui ne renvoient qu'une valeur d'occupation du sol, on réaffecte la nouvelle classe au polygone. Pour les autres, on procède aux étapes suivantes.
- Etape 4 : on réalise une zone tampon de 5 m (sans l'entité d'origine) autour de chaque polygone non réaffecté
- Etape 5 : on découpe la couche d'occupation du sol avec les zones tampon. Chaque zone tampon est alors constituée de plusieurs petits polygones de différentes classes.
- Etape 6 : réaffectation de la classe d'occupation du sol du polygone de plus grande surface de chaque zone tampon au polygone artéfact d'origine.
- Etape 7 : fusion de tous les polygones ayant la même classe d'occupation du sol

Après mise en œuvre de cette méthodologie, on est passé de 37 468 artéfacts de moins de 16m<sup>2</sup> à 497. Ces derniers correspondent à des cas particuliers souvent localisés en extrémité de la base d'occupation du sol.



### 3-5-2- Schéma récapitulatif



## 4- Intégration des éléments linéaires

Pour finaliser la base de données d'occupation du sol il reste à intégrer les éléments linéaires issus de la BD Topo et les données trafic du département de la Loire. Ces éléments n'ayant pas d'attribut de largeur, il a été décidé de ne pas les intégrer directement dans la base de données vectorielle d'occupation du sol mais plus tard dans le processus, au moment de la création des matrices de friction. Ce choix méthodologique présente l'avantage de pouvoir modifier la largeur allouée à chaque élément en cas de nécessité d'ajustement de la méthode.

Les éléments suivants ont été intégrés :

Élément linéaire	Largeur de représentation
Cours d'eau permanents	10 m
Routes à plus de 10 000 véhicules par jour	60 m
Routes entre 5 000 et 10 000 véhicules par jour	30 m
Routes entre 2 500 et 5 000 véhicules par jour	20 m
Voies ferrées électrifiées	30 m
Voies ferrées non électrifiées	20 m

#### 4-1- Intégration des cours d'eau permanents

Tous les cours d'eau de la BD Topo n'ont pas été retenus pour être intégrés dans la compilation d'occupation du sol. Certains tronçons de la base correspondent à des cours d'eau temporaires, des tracés fictifs, des portions enterrées ou busées et ne présentent pas un caractère suffisamment marquant pour témoigner de l'occupation du sol. N'ont ainsi été retenus que les cours d'eau permanents, non enterrés, non busés et n'ayant pas un tracé fictif.

La largeur de 10m qui a été retenue pour représenter les cours d'eau est liée à la taille de la maille des rasters qui seront utilisés plus tard dans la méthodologie (maille de 5m). En effet, un cours d'eau qui serait représenté par une largeur inférieure à 5m risquerait de ne pas apparaître dans les matrices de friction après l'étape de rasterisation.

#### 4-2- Intégration des infrastructures de transport

Dans le cadre de notre expérimentation, nous avons choisi d'utiliser certaines valeurs issues de la bibliographie et qui témoignent de l'emprise des infrastructures et des zones de dérangement qui y sont liées. Les distances retenues sont donc liées au trafic des infrastructures et à la présence ou non de lignes électriques.

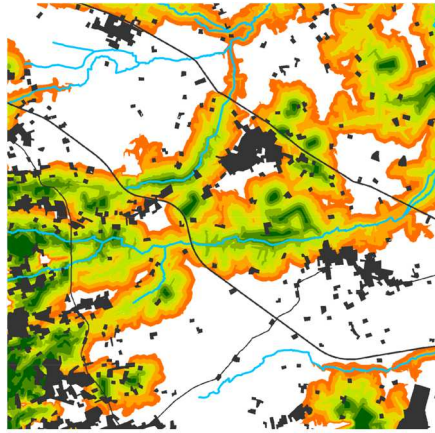
## 5- Structuration de la base

L'enrichissement de la base de données d'occupation du sol Spot Thema a entraîné une refonte de la table attributaire. Nous sommes passés de 26 à 33 classes d'occupation du sol :



	nomenclature	Nombre d'entités	surface (m²)	% surface	code ST_10	source	échelle de validité
milieux forestiers	feuillus dominants	6 842	537 770 565	8,6277	61	Spot Thema	1/25 000e
	conifères dominants	4 302	656 164 441	10,5271	62	Spot Thema	1/25 000e
	peuplements mixtes	4 233	459 860 844	7,3777	63	Spot Thema	1/25 000e
	bois et bosquets	10 622	16 130 969	0,2588	66	BD Topo	1/10 000e
	Boisements linéaires - haies	105 928	145 988 050	2,3421	65	Spot Thema / BD Topo	1/10 000e
	coupes forestières et jeunes plantations	4 253	188 323 282	3,0213	64	Spot Thema	1/25 000e
milieux aquatiques et humides	surfaces en eau permanentes	7 849	67 160 350	1,0775	821	Spot Thema / BD Topo	1/10 000e
	surfaces en eau intermittentes	501	3 505 100	0,0562	822	Spot Thema / BD Topo	1/10 000e
Landes et pelouses	landes et fourrés	3 569	146 357 150	2,3481	71	Spot Thema / BD Topo	1/10 000e
	Pelouses et steppes	34	9 142 862	0,1467	73	Spot Thema	1/25 000e
	roches nues	37	520 804	0,0084	75	Spot Thema	1/25 000e
espaces agricoles	prairies permanentes	22 501	1 538 223 609	24,6783	5135	RPG	1/5 000e
	estives landes	418	6 005 471	0,0963	5133	RPG	1/5 000e
	espaces agricoles indéterminés	106 729	863 846 475	13,8590	51	Spot Thema	1/25 000e
	prairies temporaires	12 455	501 649 403	8,0482	5134	RPG	1/5 000e
	cultures	9 483	417 481 709	6,6978	5131	RPG	1/5 000e
	jachères	213	2 453 004	0,0394	5132	RPG	1/5 000e
	vignes	454	5 061 827	0,0812	52	Spot Thema / RPG	1/25 000e
	maraîchage-arboriculture	1 555	64 298 385	1,0316	5136	RPG	1/5 000e
Espaces verts anthropiques	Equipements sportifs et de loisirs	561	15 518 059	0,2490	42	Spot Thema	1/25 000e
	espaces libres urbains	1 052	6 370 505	0,1022	90	Spot Thema	1/25 000e
	Espaces verts (parcs, jardins)	449	4 184 059	0,0671	41	Spot Thema	1/25 000e
espaces à nu	plages et dunes vives	14	164 733	0,0026	74	Spot Thema	1/25 000e
	extraction de matériaux	81	5 001 880	34,0410	311	Spot Thema / epures	1/25 000e
	décharges	31	1 485 524	10,1099	312	Spot Thema / epures	1/25 000e
	chantiers	118	6 419 720	43,6903	313	Spot Thema / epures	1/25 000e
	Zones incendiées	2	143 359	0,0023	76	Spot Thema	1/25 000e
Zones artificialisées	Infrastructures des zones aéroports et aérodromes	5	1 938 998	0,0311	24	Spot Thema	1/25 000e
	Infrastructures des zones portuaires	3	15 307	0,0002	23	Spot Thema	1/25 000e
	Infrastructures routières de plus de 10 000 véhicules par jour	76	20 526 548	0,3293	22	BD Topo/ CG 42	1/10 000e
	Infrastructures routières de 5000 à 10 000 véhicules par jour					BD Topo/ CG 42	1/10 000e
	Infrastructures routières de 2500 à 10 000 véhicules par jour					BD Topo/ CG 42	1/10 000e
	Infrastructures ferrovières majeurs (Lyon -Firminy)					BD Topo	1/10 000e
	Infrastructures ferrovières secondaires					BD Topo	1/10 000e
	Zones bâties à prédominance d'habitat	22 132	475 500 365	7,6286	11	Spot Thema	1/25 000e
	Zones d'activité économique	895	51 193 896	0,8213	21	Spot Thema	1/25 000e
grands équipements urbains	383	14 693 703	0,2357	12	Spot Thema	1/25 000e	

Les traitements ont été réalisés de manière homogène sur l'ensemble du département de la Loire. A contrario, les éléments de la base de données qui sont situés à l'extérieur du département ne sont pas exhaustifs et ont vocation à illustrer les éléments dominants du paysage des territoires voisins.



---

## Descriptif de la méthode retenue



## 1- Les choix méthodologiques de départ

La démarche présentée s'inscrit dans un programme partenarial financé par plusieurs acteurs publics avec une enveloppe financière limitée. Ainsi, aux vues des moyens humains, financiers et calendaires disponibles, plusieurs choix méthodologiques ont dû être écartés dès le démarrage de la démarche :

- Il a été décidé de ne **pas traiter la sous-trame aérienne** dans le cadre de cette démarche
- La **trame bleue** étant d'ores et déjà analysée à l'échelle des bassins versant des SDAGE et largement couvert par un ensemble d'outils opérationnels et financiers, il a été choisi de ne **pas** la travailler de manière **très approfondie**. Le présent travail est ainsi davantage recentré sur les espaces humides et les réseaux de mares et étangs. Cependant, il est bon de souligner qu'un inventaire départemental des zones humides de plus de 1ha était en cours de réalisation pendant le déroulement de la présente étude et que les bases de données n'ont pas pu être mobilisées. L'intégration de la donnée des zones humides est un travail qui devrait être prochainement réalisé.
- L'un des objectifs est de permettre une harmonisation des méthodes pour l'ensemble du département de la Loire. Pour cela, il a été décidé de ne travailler qu'à l'aide de **bases de données homogènes et disponibles** sur l'ensemble du département et accessibles pour les acteurs publics.

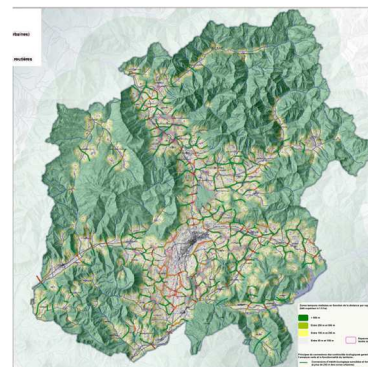
## 2- Choix d'un type de modélisation

### 2-1- Réflexions et tests préalables

Bien que juridiquement la Trame verte et bleue soit une exigence relativement récente, les préoccupations des planificateurs sur le sujet ont démarré il y a plusieurs années pour un certain nombre de territoires précurseurs. Ainsi, suite à de nombreuses expérimentations, il existe maintenant une diversité de typologie de modélisation des déplacements de la faune sauvage. Un travail de benchmark a été réalisé afin de comparer les expériences de 11 projets rhônalpins et auvergnats et de sélectionner les éléments méthodologiques les plus adaptés à notre situation territoriale.

Suite à la présentation des différentes approches aux membres du comité d'expertise scientifique, il a été décidé de travailler sur une méthodologie similaire à celle utilisée par le SCoT de l'aire gapençaise. Cette dernière est basée sur une approche par la fragmentation. Ce type d'approche se focalise sur les éléments anthropiques fragmentants du paysage et identifie, en négatif, les espaces de déplacement et les lieux d'habitat des espèces.

Plusieurs tests ont été réalisés pour le territoire ligérien et ont permis de faire ressortir les espaces non fragmentés par



Carte TVB du SCoT de l'aire gapençaise

l'urbanisation et les infrastructures de transport (également appelés des zones de calme). L'analyse de ces résultats a mis en évidence que la méthode était bien plus adaptée aux territoires montagnards de vallées et que des compléments de données espèces et milieux étaient nécessaires pour l'identification de corridors écologiques pertinents.

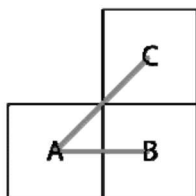
Face à la configuration territoriale de la zone d'étude et des bases de données mobilisables **il a finalement été décidé d'utiliser des outils de modélisation basés sur l'algorithme coût-déplacement (méthode Econat)**. Ce choix fait également écho au souci de cohérence avec les démarches de même type réalisées sur le département de la Loire (PNR Pilat, PNR Livradois Forez, Saint-Etienne Métropole, etc.) et qui se basent également sur ce type d'outils.

Les résultats des travaux préliminaires n'étant finalement pas retenus dans la méthodologie finale, nous ne nous attarderons pas sur les détails techniques de construction.

## 2-2- Principes de fonctionnement d'une modélisation de type coût-déplacement

A partir d'une grille où chaque cellule est caractérisée par un type de milieu, il s'agit de modéliser le déplacement théorique d'un individu à travers cette dernière. Chaque cellule est plus ou moins difficile à franchir pour l'individu en fonction de l'affinité qu'il a avec le milieu support de la cellule.

Le coût de passage du centre d'une cellule au centre d'une cellule adjacente est calculé par un algorithme distance-coût qui fonctionne sur la base suivante :



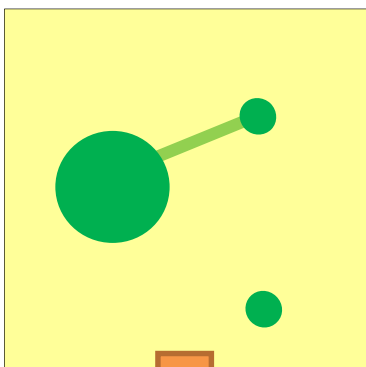
$$\text{Coût}_{AB} = R \times \frac{\text{Coût}_A + \text{Coût}_B}{2} \quad \text{et} \quad \text{Coût}_{AC} = R \times \sqrt{2} \times \frac{\text{Coût}_A + \text{Coût}_C}{2}$$

Avec  $R$  = taille du pixel

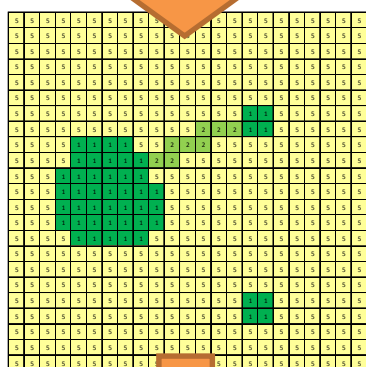
Afin de calculer le coût nécessaire pour aller d'un point à un autre, il suffit d'ajouter le coût de chaque cellule traversée.

Le coût représente la quantité d'énergie nécessaire à l'individu pour effectuer son déplacement. Il n'a pas d'unité et la valeur n'a d'intérêt qu'en comparaison avec celle d'autres cellules.

Ensuite, la modélisation s'attache à évaluer pour chaque cellule de la grille le coût que devra fournir l'individu pour y accéder à partir de la zone de dispersion la plus proche (en termes de coût).

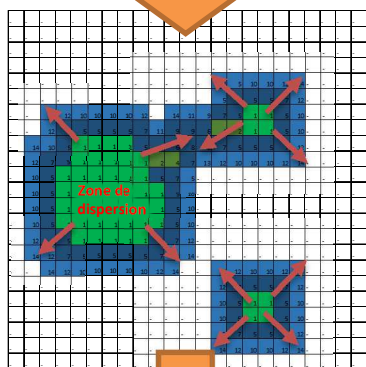


Etape 1 : composer une base d'occupation du sol sans blancs et la plus précise possible



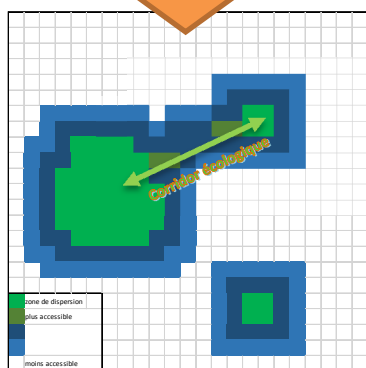
Etape 2 : affecter à chacune des classes d'occupation du sol une valeur de coût (coefficient de rugosité) qui est fonction de l'affinité de l'individu.

Etape 3 : convertir l'occupation du sol (en vecteur) sous un format de grille (en raster) et reporter pour chaque cellule la valeur de coût correspondante.



Etape 4 : définir les zones de départ de la modélisation (zones de diffusion)

Etape 5 : mise en application de l'algorithme coût-déplacement. Chaque cellule obtient alors une valeur de coût cumulé qui témoigne de sa plus ou moins bonne accessibilité pour l'individu.



Etape 6 : Obtention du continuum.

Il correspond à toutes les zones théoriquement accessibles par l'individu désirant se déplacer à partir des zones de dispersion.

Il permet également de tracer les corridors écologiques de moindre coût qui relient les différentes zones de dispersion (ou zones nodales).

### **3- Paramétrages de l'algorithme coût – déplacement**

Dans le cadre de cette démarche nous considérons un réseau écologique comme une configuration particulière de l'occupation du sol plus ou moins favorable à la diffusion de la faune. De nombreuses autres études ont axé leur travail sur des approches « espèces » mais il n'a pas semblé pertinent aux membres du comité d'expertise scientifique d'en privilégier certaines par rapport à d'autres.

Pour identifier le réseau écologique potentiel nous avons opté pour l'utilisation d'un algorithme coût-déplacement par friction.

L'utilisation de cet algorithme nécessite plusieurs étapes préalables :

- Déterminer des sous-trames à analyser
- Attribuer aux différentes classes d'occupation du sol un coefficient de rugosité témoignant de la plus ou moins grande difficulté de la faune à s'y déplacer (travail à réaliser pour chaque sous-trame).
- Déterminer les zones de dispersion (sources) à partir desquelles l'algorithme doit calculer la valeur de coût-déplacement (travail à réaliser pour chaque sous-trame).
- Une étape facultative est la définition d'une valeur coût-déplacement maximale à partir de laquelle l'algorithme s'arrête.

#### **3-1- Choix des sous-trames**

Au regard de la base d'occupation du sol et dans un souci de cohérence avec les démarches existantes, il a été décidé de travailler sur quatre sous-trames :

- La sous-trame forestière
- La sous-trame agropastorale
- La sous-trame de milieux ouverts semi-naturels
- La sous-trame de milieux humides et aquatiques

#### **3-2- Paramétrage des coefficients de rugosité**

Toutes les classes d'occupation du sol ont été hiérarchisées en fonction de l'attrait qu'elles pourraient exercer par rapport aux espèces potentiellement inféodées à chacune des sous-trames.

Pour ce faire, il a été demandé à chaque membre du comité d'expertise scientifique de classer les classes d'occupation du sol en 6 catégories allant de « milieux structurants » à « milieux bloquants ». Cette méthode de classification a été faite « à dire d'experts », dans la mesure où il n'existe pas de valeurs reconnues de manière usuelles et validées par des travaux scientifiques précis. Le résultat final correspond à la synthèse (par calcul du rang moyen) de toutes les réponses :



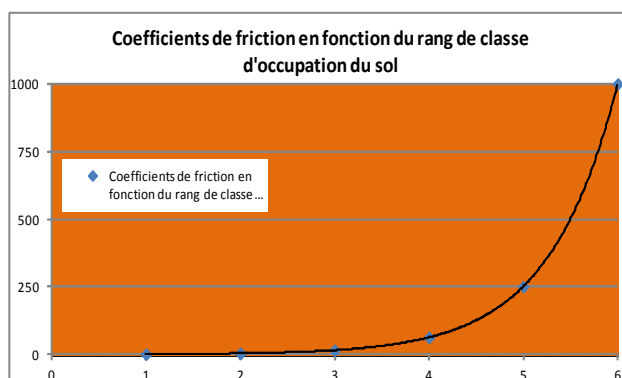
nomenclature	code ST_10	sous-trame forestière	sous-trame agropastorale	sous-trame landes et fourrés	sous trame aquatiques et humides
feuillus dominants	61	milieux structurants	milieux favorables	milieux favorables	milieux favorables
conifères dominants	62	milieux structurants	milieux peu fréquents	milieux fréquents	milieux répulsifs
peuplements mixtes	63	milieux structurants	milieux favorables	milieux favorables	milieux peu fréquents
bois	66	milieux attractifs	milieux favorables	milieux attractifs	milieux favorables
Boisements linéaires - haies	65	milieux attractifs	milieux attractifs	milieux attractifs	milieux attractifs
coupes forestières et jeunes plantations	64	milieux favorables	milieux favorables	milieux attractifs	milieux peu fréquents
surfaces en eau permanentes	821	milieux favorables	milieux favorables	milieux favorables	milieux structurants
surfaces en eau intermittentes	822	milieux favorables	milieux favorables	milieux favorables	milieux structurants
landes et fourrés	71	milieux favorables	milieux favorables	milieux structurants	milieux peu fréquents
Pelouses et steppes	73	milieux favorables	milieux attractifs	milieux structurants	milieux peu fréquents
roches nues	75	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux structurants	milieux peu fréquents
prairies permanentes	5136	milieux peu fréquents	milieux structurants	milieux favorables	milieux favorables
estives landes	5133	milieux peu fréquents	milieux structurants	milieux attractifs	milieux peu fréquents
espaces agricoles indéterminés	51	milieux peu fréquents	milieux favorables	milieux favorables	milieux répulsifs
prairies temporaires	5134	milieux peu fréquents	milieux attractifs	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents
cultures	5131	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents
jachères	5132	milieux favorables	milieux favorables	milieux attractifs	milieux favorables
vignes	52	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux peu fréquents	milieux répulsifs
maraîchage-arboriculture	5136	milieux répulsifs	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux répulsifs
Equipements sportifs et de loisirs	42	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
Espaces libres urbains	90	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents
Espaces verts (parcs, jardins)	41	milieux peu fréquents	milieux favorables	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents
plages et dunes vives	74	milieux répulsifs	milieux peu fréquents	milieux peu fréquents	milieux favorables
extraction de matériaux	311	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux peu fréquents
décharges	312	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
chantiers	313	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
Zones incendiées	76	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux peu fréquents	milieux bloquants
Infrastructures des zones aéroport et aérodromes	24	milieux répulsifs	milieux peu fréquents	milieux répulsifs	milieux bloquants
Infrastructures des zones portuaires	23	milieux bloquants	milieux bloquants	milieux bloquants	milieux répulsifs
Infrastructures routières de plus de 10 000 véhicules par jours		milieux bloquants	milieux bloquants	milieux bloquants	milieux bloquants
Infrastructures routières de 5000 à 10 000 véhicules par jours		milieux répulsifs	milieux bloquants	milieux bloquants	milieux bloquants
Infrastructures routières de 2500 à 5 000 véhicules par jours	22	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
Infrastructures ferroviaires majeurs (Lyon - Firminy)		milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
Infrastructures ferroviaires secondaires		milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
Zones bâties à prédominance d'habitat	11	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
Zones d'activité économique	21	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs
grands équipements	12	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs	milieux répulsifs

A chaque classification est associé un coefficient de rugosité qui représente à la fois la capacité de la faune à se déplacer dans le milieu et le réel coût physiologique que la traversée de ce milieu implique. En d'autres termes, il traduit le caractère plus ou moins favorable aux déplacements des individus dans le milieu.

Classification	Coefficients de friction
milieux structurants	1
milieux attractifs	4
milieux favorables	16
milieux peu fréquents ou neutres	63
milieux répulsifs	251
milieux bloquants	1000

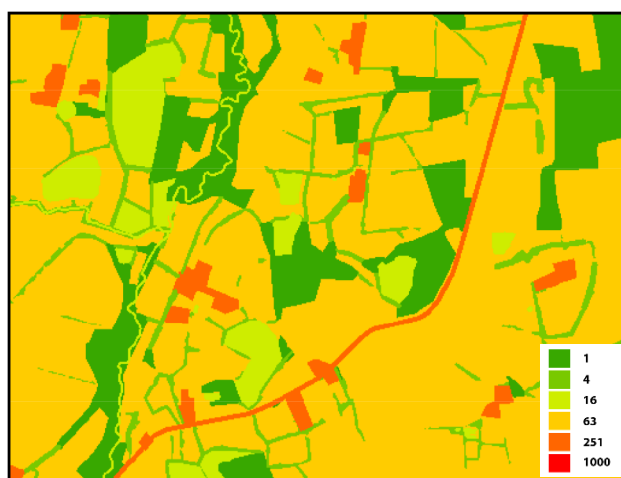
En théorie, la friction minimale devrait être de 0, mais nous avons considéré que tout déplacement, quel que soit le terrain pratiqué, représente un coût pour l'animal. C'est pourquoi la valeur de 1 a été attribuée aux milieux structurants.

Ainsi, à chaque rang du classement a été attribué un coefficient de rugosité, compris entre 1 et 1000, qui est calculé selon une règle exponentielle.



De cette manière, à chaque espace du territoire d'étude est affectée une valeur de rugosité. La dernière étape pour obtenir une donnée exploitable par le modèle coût-déplacement est de transformer la base d'occupation du sol vectorielle (et les coefficients de rugosité associés) au format raster (grille). Aux regards de l'échelle d'utilisation finale et de la finesse des données utilisées, il a été décidé de paramétrer la taille des carreaux des grilles raster de 5m par 5m.

Par ce processus, nous obtenons quatre « matrices de friction », une par sous-trame, qui quadrillent notre territoire d'étude par des carreaux de 5m par 5m ayant chacun une valeur de friction.



Matrice de friction de la sous-trame forestière

### 3-3- Choix des zones de dispersion

La définition des zones de dispersion (source du déplacement) est un des éléments nécessaire au bon fonctionnement de l'algorithme coût-déplacement. Ces zones représentent les espaces à partir desquels va commencer le calcul et correspondent aux milieux d'habitat de la faune effectuant leurs déplacements. Les zones de dispersion sont donc choisies distinctement en fonction des sous-trames et correspondent, dans notre cas, aux espaces classés en « milieux structurants ». Sont donc ainsi retenus :

- Pour la sous-trame forestière : les feuillus dominants, les conifères dominants et les peuplements indéterminés (forêts mélangées).
- Pour la sous-trame agropastorale : les prairies permanentes et les estives
- Pour la sous-trame des milieux ouverts semi-naturels : les landes et fourrés, les pelouses et steppes et les roches nues
- Pour la sous-trame des milieux humides et aquatiques : les surfaces en eau permanentes et intermittentes

Habituellement dans ce type de méthodologie, il est d'usage de réduire le nombre de zones de diffusion afin de faciliter la lecture et de dégager les plus grands axes de déplacement de la faune. Le critère discriminant le plus utilisé est celui de la superficie des milieux structurants. Dans le cadre de la procédure nous avons expérimenté plusieurs critères :

- Critère surfacique
- Critère de compacité
- Critère surfacique couplé au coefficient de compacité
- Utilisation de la théorie de graphe (outil CONEFOR)
- Utilisation des zonages de Réservoirs de Biodiversité du SRCE Rhône-Alpes couplés aux zones de calme identifiées dans la phase préliminaire.
- Etc...

Ces critères restrictifs ont également été testés de manière différente selon les divers secteurs biogéographiques du territoire.

Toutefois, l'analyse des résultats au regard des différentes échelles d'analyse a mis en évidence la dangerosité d'exclure certains milieux de petite superficie dans les secteurs les plus contraints et les plus anthropisés. Pour éviter d'oublier le moindre espace structurant dans l'analyse et pour prendre en compte les déplacements de la faune à faible capacité de dispersion, il a été décidé de ne pas utiliser de critères de sélection des zones de diffusion. Ainsi tous les milieux structurants sont utilisés comme zone de départ de la modélisation.

Le scénario optimal pour identifier les zones de diffusion reste de disposer d'une base de données faune et/ou flore exhaustive et homogène sur l'aire d'étude. Ce n'est malheureusement pas le cas dans le département de la Loire.

### **3-4- Les distances maximales de dispersion**

L'utilisation d'une distance de déplacement maximale est une étape facultative dans l'utilisation d'une modélisation utilisant l'algorithme coût-déplacement. Ces distances sont liées aux capacités de déplacement des espèces visées et sont déterminées en fonction de la bibliographie scientifique ou d'observations locales. Dans notre cas, nous avons procédé par une approche « milieux » et ne nous sommes pas focalisés sur certaines espèces particulières. Ainsi, il a été décidé de ne pas utiliser de distances maximales de dispersion et de laisser l'algorithme calculer les valeurs jusqu'en limite de la zone d'étude.

### **3-5- Superposition des 4 sous-trames**

Après analyse détaillée des sous-trames et des essais de combinaisons, le comité d'expertise scientifique a conclu que la superposition des sous-trames n'était pas pertinente. Pire, il apparaît que celle-ci pouvait gommer les spécificités propres à chaque sous trame.

Au final, il est recommandé de conserver distinctement les 4 sous-trames dans l'optique de cibler les enjeux pour chacune d'entre-elle.

## **4- Présentation des résultats**

Avant de présenter les résultats, il est impératif de rappeler que ce travail a été effectué dans une volonté d'approfondissement méthodologique de la connaissance de la Trame verte et bleue. Les résultats et cartographies obtenus ont ainsi vocation à apporter un niveau d'information aux acteurs de la planification afin de les aider à prendre des décisions. Les cartes n'ont donc pas de portée réglementaire.

### **4-1- Modalités de représentation**

Intrinsèquement, les données résultantes du modèle coût-déplacement se présentent sous forme d'une grille dans laquelle chaque cellule possède une valeur. L'exploitation directe des données n'étant pas aisée, des choix en termes de représentation ont donc été faits afin d'en faciliter la lecture. Ainsi un nombre de catégorie et de seuils ont été déterminés pour chacune des sous-trames afin d'homogénéiser la lecture.

Les seuils ont été déterminés de manière arbitraire en fonction des connaissances et du ressenti des membres du comité d'expertise scientifique. De ce fait, une valeur limite du coût cumulé au-delà de laquelle la zone est considérée comme non accessible a ainsi été identifiée.

catégorie/interval	sous-trame forestière	sous-trame agropastorale	sous-trame des milieux ouverts semi-naturels	sous-trame des milieux humides et aquatiques
zone de diffusion	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1
accessibilité forte	1 - 3 000	1 - 500	1 - 1 000	1 - 500
	3 000 - 6 000	500 - 1 000	1 000 - 2 500	500 - 1 000
	6 000 - 10 000	1 000 - 2 500	2 500 - 5 000	1 000 - 2 500
	10 000 - 15 000	2 500 - 5 000	5 000 - 324 483	2 500 - 1 183 720
	15 000 - 20 000	5 000 - 7 500		
	20 000 - 25 000	7 500 - 10 000		
accessibilité très difficile	25 000 - 289 333	10 000 - 489 292		

Nous rappelons que ces valeurs seuils ont été fixées en fonction des connaissances des membres du comité d'expertise scientifique pour une zone d'étude donnée. Bien qu'ils nous soient apparus pertinents dans le cadre de notre analyse, ces seuils ne sont pas immuables et peuvent être ajustés en fonction des configurations territoriales et/ou des situations particulières.

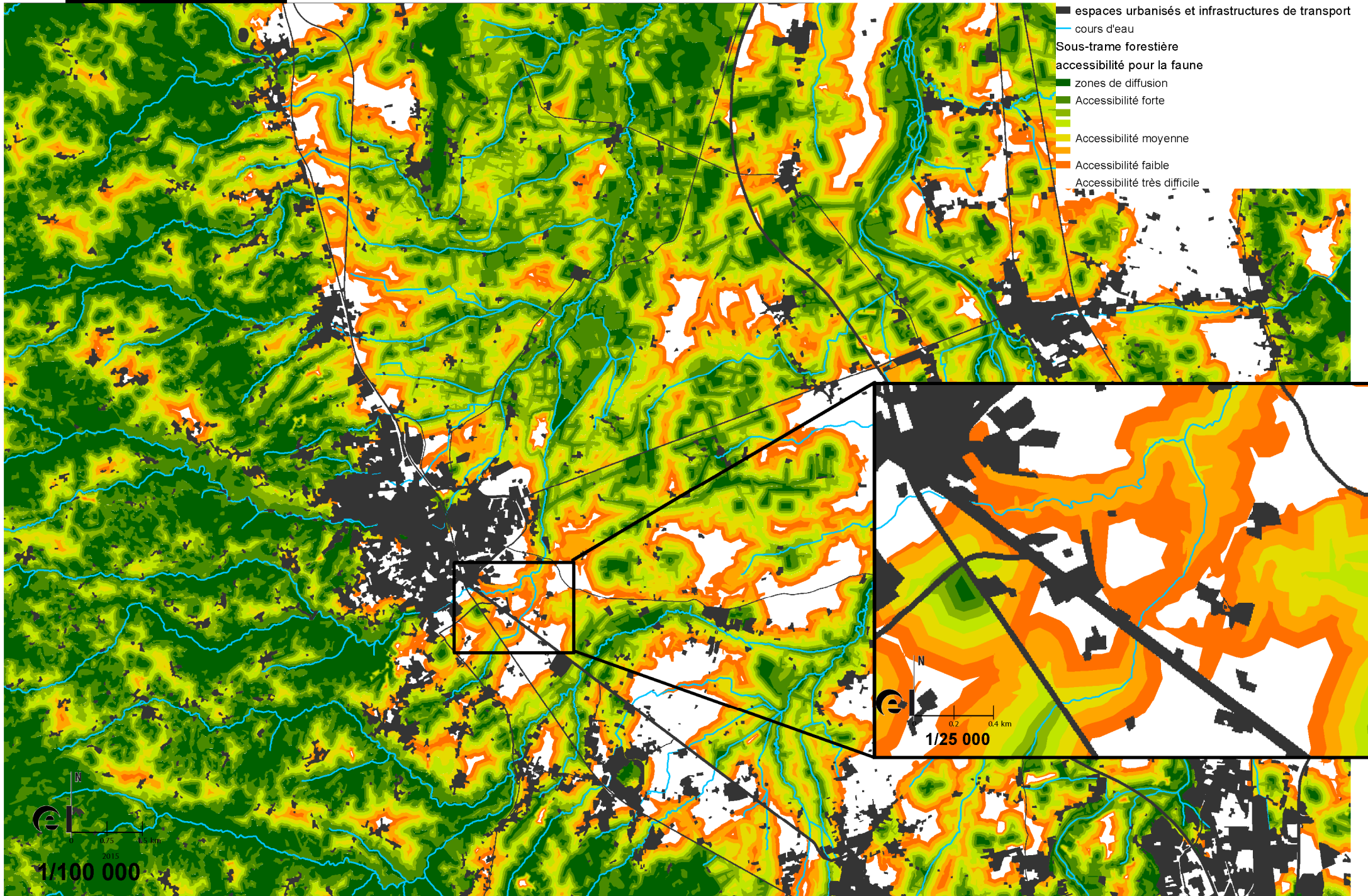
#### 4-2- Extraits cartographiques

Nous rappelons qu'il a été décidé de ne pas utiliser de valeur maximale de dispersion lors de l'utilisation de l'algorithme coût-déplacement. Ainsi, tous les espaces cartographiés sont théoriquement accessibles, moyennant un coût plus ou moins élevé. L'intérêt de ces résultats est de mettre en exergue les espaces les plus accessibles et les mieux connectés. Les valeurs de coûts cumulés obtenues pour chaque cellule n'ont donc d'intérêt qu'en comparaison avec celles des autres cellules.



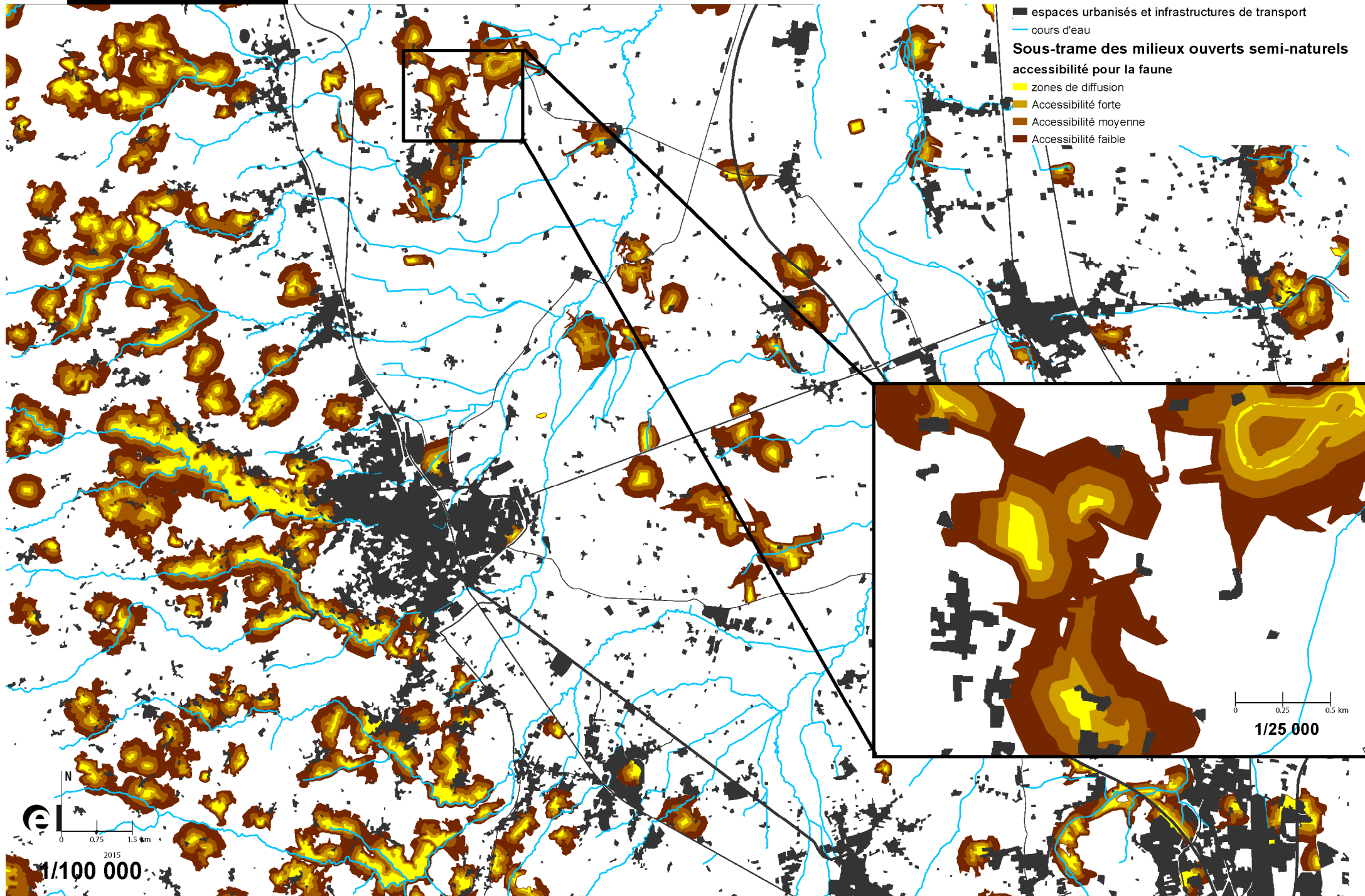
# Méthodologie TVB 1/25 000

Le continuum forestier



# Méthodologie TVB 1/25 000

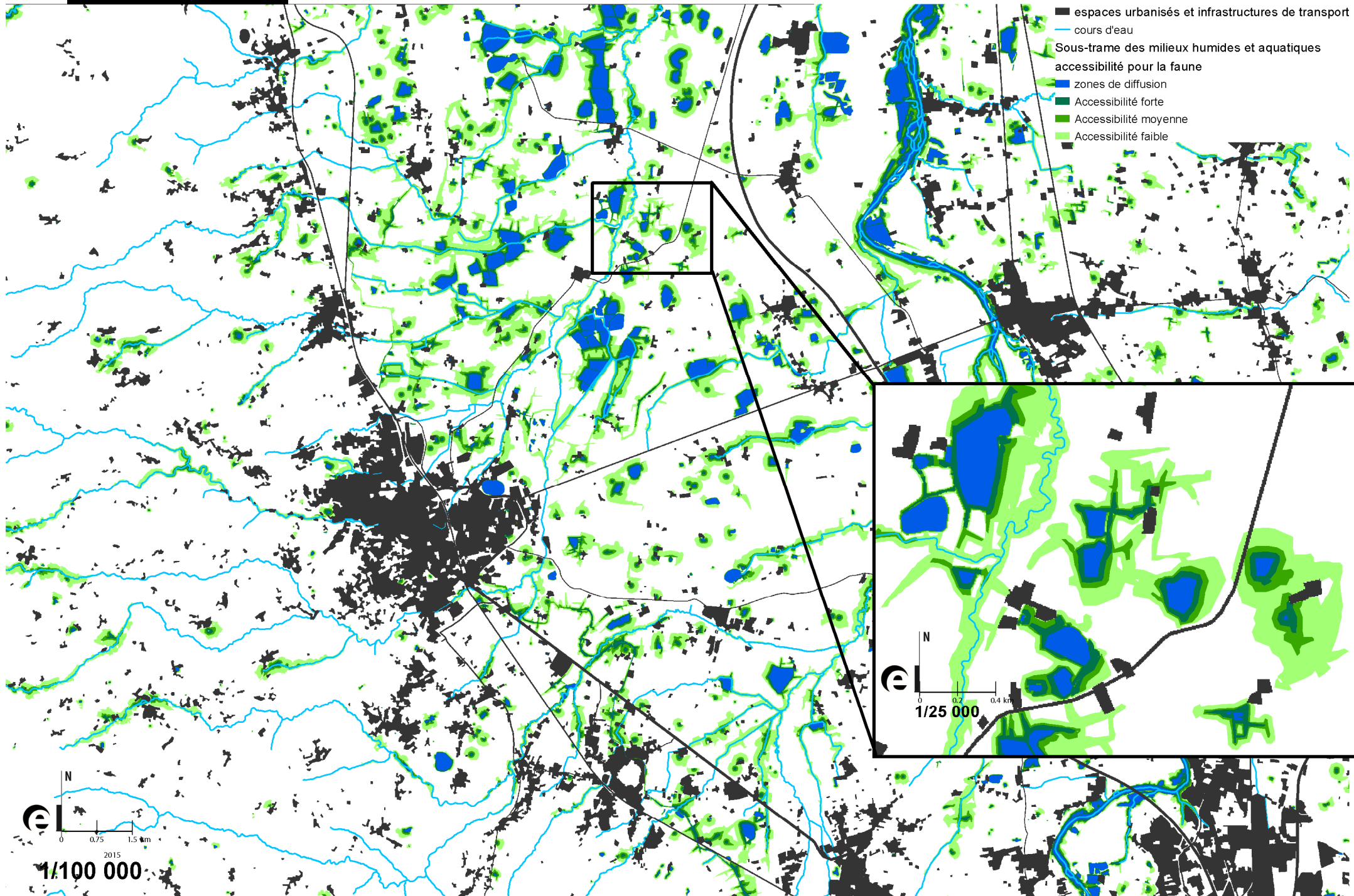
Le continuum des milieux ouverts semi-naturels





# Méthodologie TVB 1/25 000

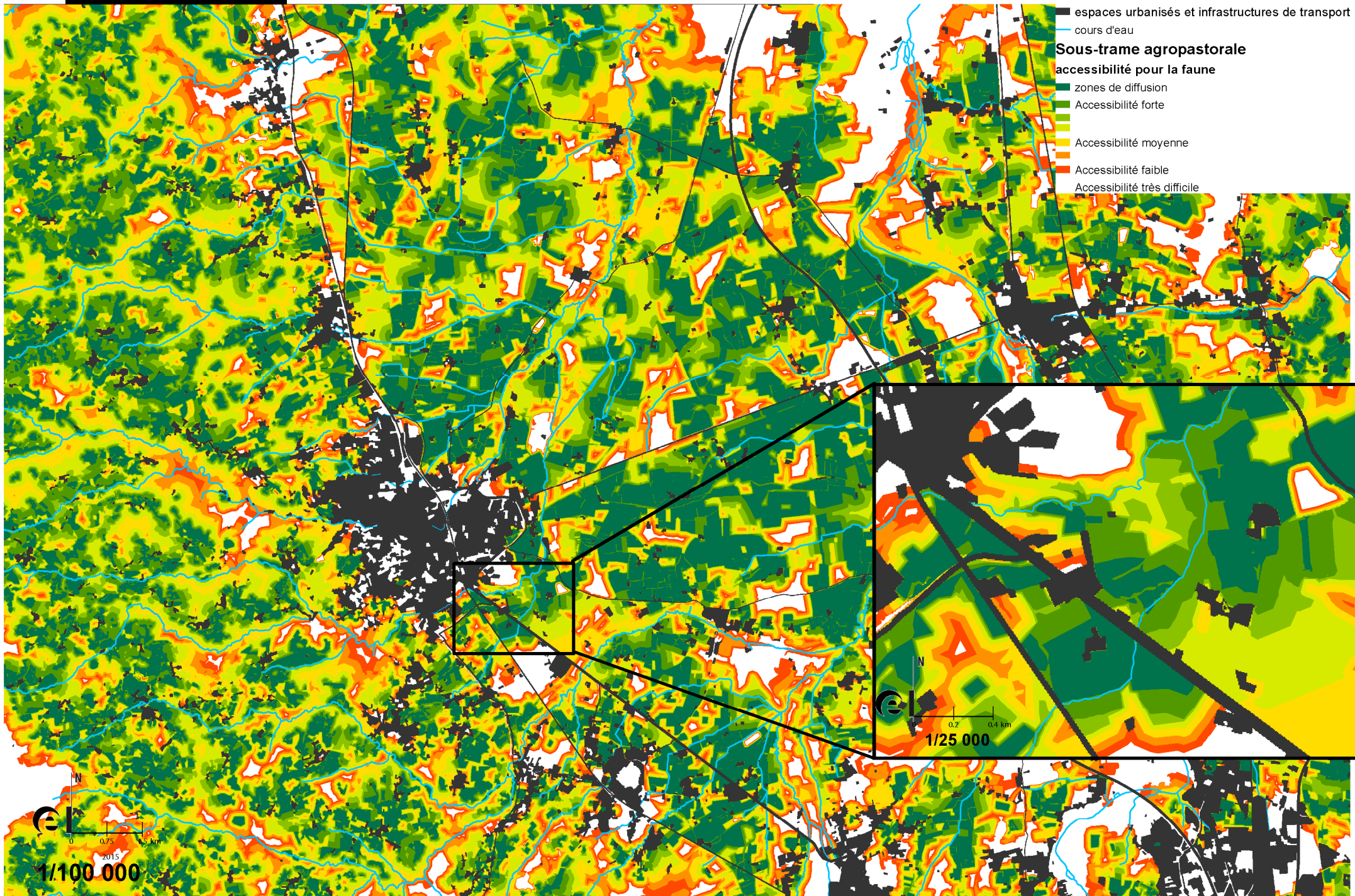
Le continuum des milieux humides et aquatiques





# Méthodologie TVB 1/25 000

Le continuum agropastoral



## 4-3- Les limites d'utilisation

Comme tout travail de modélisation, la présente méthodologie s'attache à simuler et représenter un phénomène naturel complexe. Par définition, ce travail donne une vision du phénomène qui n'est pas parfaite. Ainsi, nous avons pu identifier un certain nombre de limites qu'il convient de conserver à l'esprit lorsque l'on exploite ces données :

### 4-3-1- L'échelle d'utilisation

Les bases de données utilisées ont le mérite d'être plus précises que Corine Land Cover, mais elles se limitent toutefois au 1/25 000<sup>e</sup> en raison de la précision géographique de la base Spot Thema. Ainsi, les résultats n'ont pas vocation à être affichés à une échelle plus fine que celle du 1/25 000<sup>e</sup> et ne sont pas directement transposables à l'échelle parcellaire dans les documents de planification. Pour cela, des travaux complémentaires de terrain sont nécessaires (relevé de traces de passage, qualification de milieux, repérages d'ouvrages de franchissement et de points d'écrasement, identification des barrières locales, etc.).

### 4-3-2- La fiabilité et l'obsolescence des bases de données

La précision et la fiabilité des résultats de la modélisation sont conditionnées par la qualité des données utilisées. En effet, si des données ne correspondent pas ou plus à la réalité elles peuvent induire des biais dans les résultats.

Ainsi, la fiabilité des données utilisées, pour faire fonctionner l'outil, n'est pas toujours égale d'une base à l'autre et représente des milieux qui ont des vitesses d'évolutions naturelles ou anthropiques variables. Par exemple, les milieux agricoles peuvent fortement varier d'une année sur l'autre tandis que les massifs forestiers ont globalement des limites plus pérennes (hors grosses coupes). **Ce travail donne donc une image de la Trame verte et bleue à un instant « T »** et nécessite d'être régulièrement vérifié et mis à jour.

Egalement, lors de la démarche plusieurs imprécisions de bases de données ont été identifiées comme pour les espaces agricoles issues du RPG, les marais et tourbières, les pelouses sèches ainsi que les carrières, gravières et décharges. Pour beaucoup, ces imprécisions ont pu être corrigées ou gommées en fonction du nombre d'entités.

### 4-3-3- Les éléments non pris en compte à ce stade

Plusieurs éléments importants du paysage, qui jouent un rôle primordial dans les déplacements de la faune, n'ont pas pu être intégrés dans la modélisation pour des raisons de complexité, de manque de références bibliographiques ou de non disponibilité de l'information. Ils pourront faire l'objet d'un travail d'intégration dans l'avenir. C'est notamment le cas pour :

- la topographie avec les zones de fortes pentes qui peuvent freiner, voire totalement bloquer le passage de certaines espèces.

- les zones humides. Ces espaces primordiaux pour la trame bleue ont fait l'objet d'un inventaire à l'échelle départementale (ZH de plus de 1ha) mais n'ont malheureusement pas pu être intégrés dans la modélisation pour des raisons de planning. Il serait bien évidemment intéressant de les intégrer dans la modélisation.
- les murs et clôtures de propriétés. Leur verticalité les rend difficilement détectables par des analyses issues de clichés aériens. Ces éléments ont une emprise spatiale très réduite mais ont un impact très fort et très contraignant pour les déplacements de la faune sauvage. Il apparaît opportun de les repérer sur le terrain et de les intégrer dans le processus d'identification des espaces de corridors écologiques.



#### 44- Les limites de l'automatisation

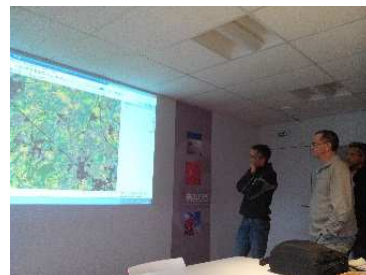
Les résultats des 4 continuums qui ont été produits présentent les secteurs les plus accessibles en fonction des zones de diffusions retenues. A ce stade, aucun corridor écologique n'est tracé, ni aucun réservoir de biodiversité délimité.

Plusieurs outils existent pour tracer automatiquement les corridors optimums selon la méthode du chemin du moindre coût (ex : Graphab ou Linkage Mapper). Il a toutefois été décidé de ne pas les mettre en œuvre dans la méthodologie pour plusieurs raisons :

- la durée des calculs informatiques qui sont fonction de la maille de la matrice de friction et du nombre de zones de diffusion. Dans notre cas, les deux paramètres ne sont pas optimum (grand nombre de zones de diffusion et maille très petite) et engendrent des temps de calculs très longs, voire impossibles.
- l'impossibilité de tracer des corridors à plusieurs branches. En effet, il est assez fréquent de voir plusieurs chemins possibles pour relier deux réservoirs de biodiversité et ces outils n'identifient que celui dont le coût cumulé est le plus faible.

Epures et les membres du comité d'expertise scientifique estiment que **les connaissances apportées par cette méthodologie sont une mise de fond**, au même titre que d'autres sources d'informations, pour construire une vision partagée (élus, naturalistes, urbanistes, etc.) des éléments constitutifs de la Trame verte et bleue.

Ainsi, il est effectivement question de confronter ces éléments aux connaissances locales des milieux naturels et des dynamiques d'aménagement afin de définir les corridors écologiques et les réservoirs de biodiversité les plus pertinents. La configuration en groupe de travail pluridisciplinaire est à privilégier.









## A retenir

En concertation avec ses partenaires techniques et scientifiques, epures a élaboré une méthodologie d'identification de la Trame verte et bleue à l'échelle du 1/25 000<sup>e</sup>.

Les données produites sont utiles pour acquérir une vision générale du fonctionnement de la TVB sur un territoire à l'échelle du 1/25 000<sup>e</sup>

et permet de cibler les secteurs prioritaires de prospection terrain. Cette vision vient compléter et préciser celle apportée par le SRCE sans pour autant se suffire à elle-même pour une transcription à l'échelle parcellaire.



46 rue de la télématique  
CS 40801 – 42952 Saint-Etienne CEDEX 1  
tél : 04 77 92 84 00 fax : 04 77 92 84 09  
mail : epures@epures.com – Web : www.epures.com