



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>  
Eprints ID : 19603

**To link to this article :**

URL <https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:422146>

**To cite this version :** Sheeren, David and Roué, Angélique and Villerme, Lewis and Monteil, Claude : *HedgeTools pour ArcGIS : un outil dédié à la modélisation et la caractérisation des haies dans le paysage* (2015)

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr)

*Conférence francophone ESRI - SIG 2015  
7 – 8 Octobre 2015, Versailles (France).*

# *HedgeTools* pour ArcGIS : un outil dédié à la modélisation et la caractérisation des haies dans le paysage

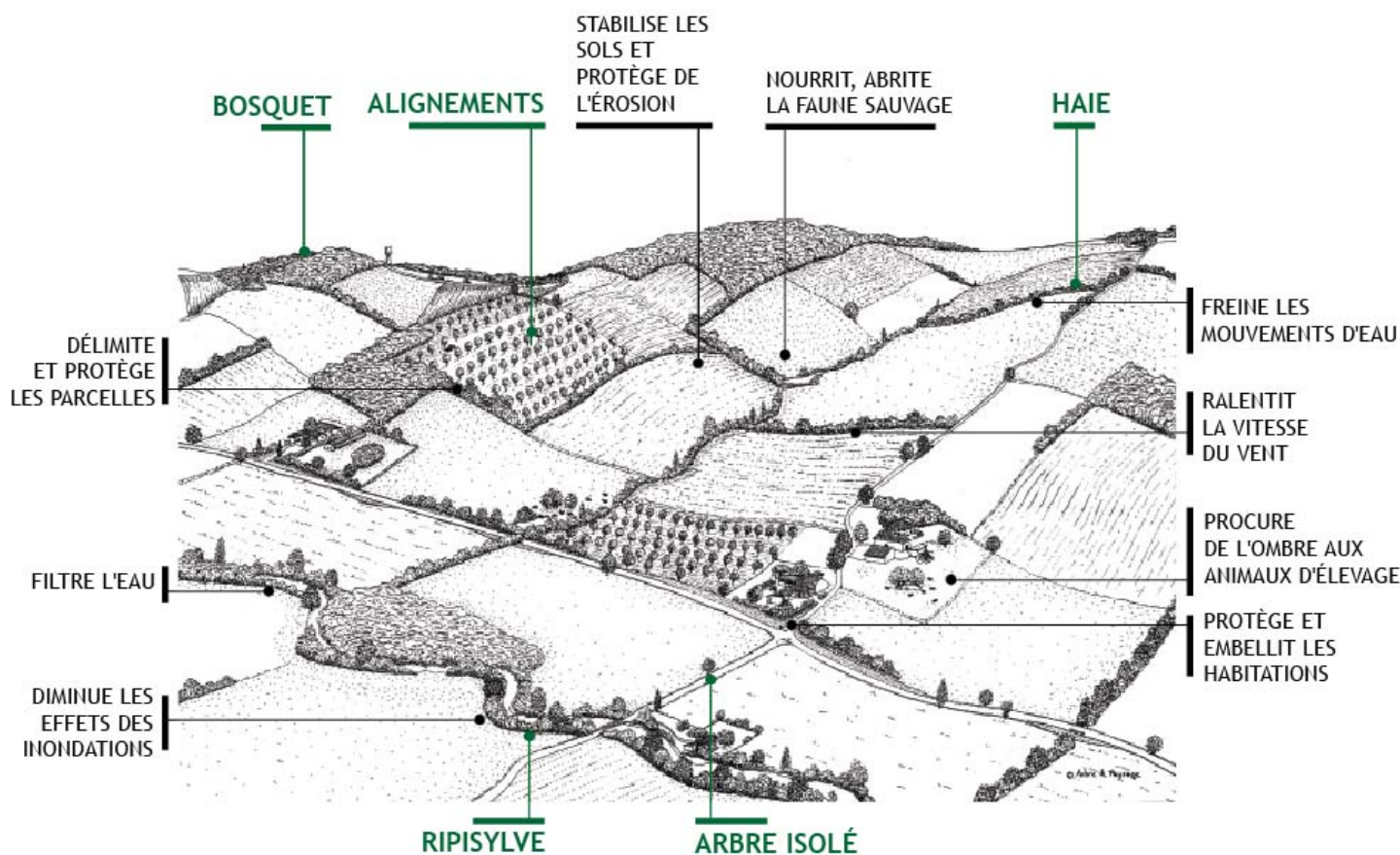
D. Sheeren, A. Roué, L. Villierme, C. Monteil

Laboratoire DYNAFOR, Toulouse  
UMR INP-ENSAT / INRA / INP-EI Purpan



# La haie : un objet qui remplit de nombreuses fonctions

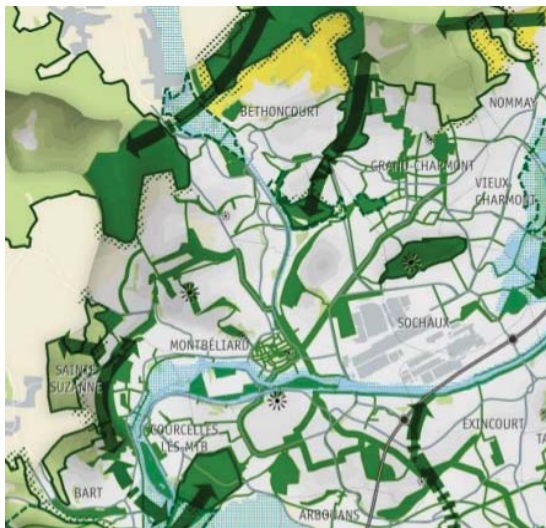
## Fonctions écologiques, agronomiques, patrimoniales



(Source : Association Française d'Agroforesterie)

# Un besoin de cartographier les haies pour différents enjeux

- **Urbanisme** : définition de la TVB dans les outils d'aménagement
- **Agriculture** : écoconditionnalités des aides de la PAC
- **Écologie** : connectivité, impact du paysage sur la biodiversité
- ...



# Constat actuel

- Il existe des **sources de données** pour cartographier les haies :
  - Couche "Végétation" de la BDTopo de l'IGN
  - Photographies aériennes ou images satellitaires (ex. Pléiades)
  - Données LiDAR
- Il existe des **méthodes pour identifier automatiquement les haies dans les images** :
  - Par segmentation (ex. Vannier et al. 2014, Betbeder et al. 2015), par filtrage directionnel (ex. Fauvel et al. 2013)
- Il n'existe **pas d'outils dédiés à la caractérisation des haies** :
  - Caractérisation limitée à quelques indicateurs sous SIG
  - Caractérisation qualitative par enquête terrain

# Objectifs

- **Développer un outil opérationnel pour caractériser les haies :**
  - Indépendant de la définition de l'objet adoptée
  - Capable d'évaluer les propriétés spatiales et contextuelles des objets
  - Capable d'évaluer certaines fonctions (brise-vent, anti-érosion...)
- **Ne pas réinventer la roue... :**
  - S'appuyer sur les structures de données disponibles (ex. arc-nœud)
  - S'appuyer sur des bibliothèques existantes, encapsuler les fonctions
  - Développer de nouvelles fonctions en cas de manque

# Un travail qui s'inscrit dans le projet Tel-IAE

## ”Méthodes et outils pour l'identification et la caractérisation des infrastructures agro-écologiques par télédétection spatiale”

- **Programme CASDAR** 2013-2015 (Ministère de l'Agriculture)
- **Objectif** : étudier la faisabilité de la télédétection des IAE pour la recherche et le développement agricole
- **Partenaires** :
  - **Instituts techniques** : Terres Inovia, ACTA, Arvalis-Institut du Végétal, IDELE, ACTA Informatique
  - **Organismes de recherche** : DYNAFOR (INP-ENSAT/EI Purpan), CESBIO (UPS/CNES/CNRS), MNHN Paris, INRA SAD Paysage
  - **Développement agricole** : Chambre Régionale d'Agriculture Picardie

1. Contexte et objectifs  
○○○○○

2. Démarche  
●○○○○

3. L'outil HedgeTools  
○○○○○○○○○○○○○○○○

4. Cas d'utilisation  
○○○○○○○○○○○○○○○○○○

5. Conclusion  
○○

# Démarche générale adoptée



# Démarche générale adoptée

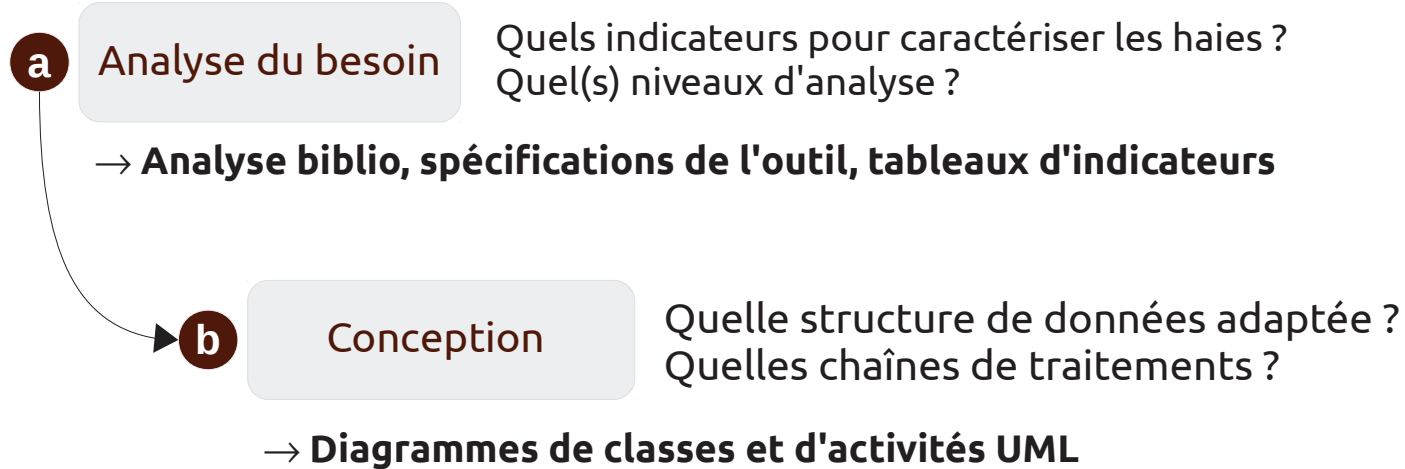
**a**

## Analyse du besoin

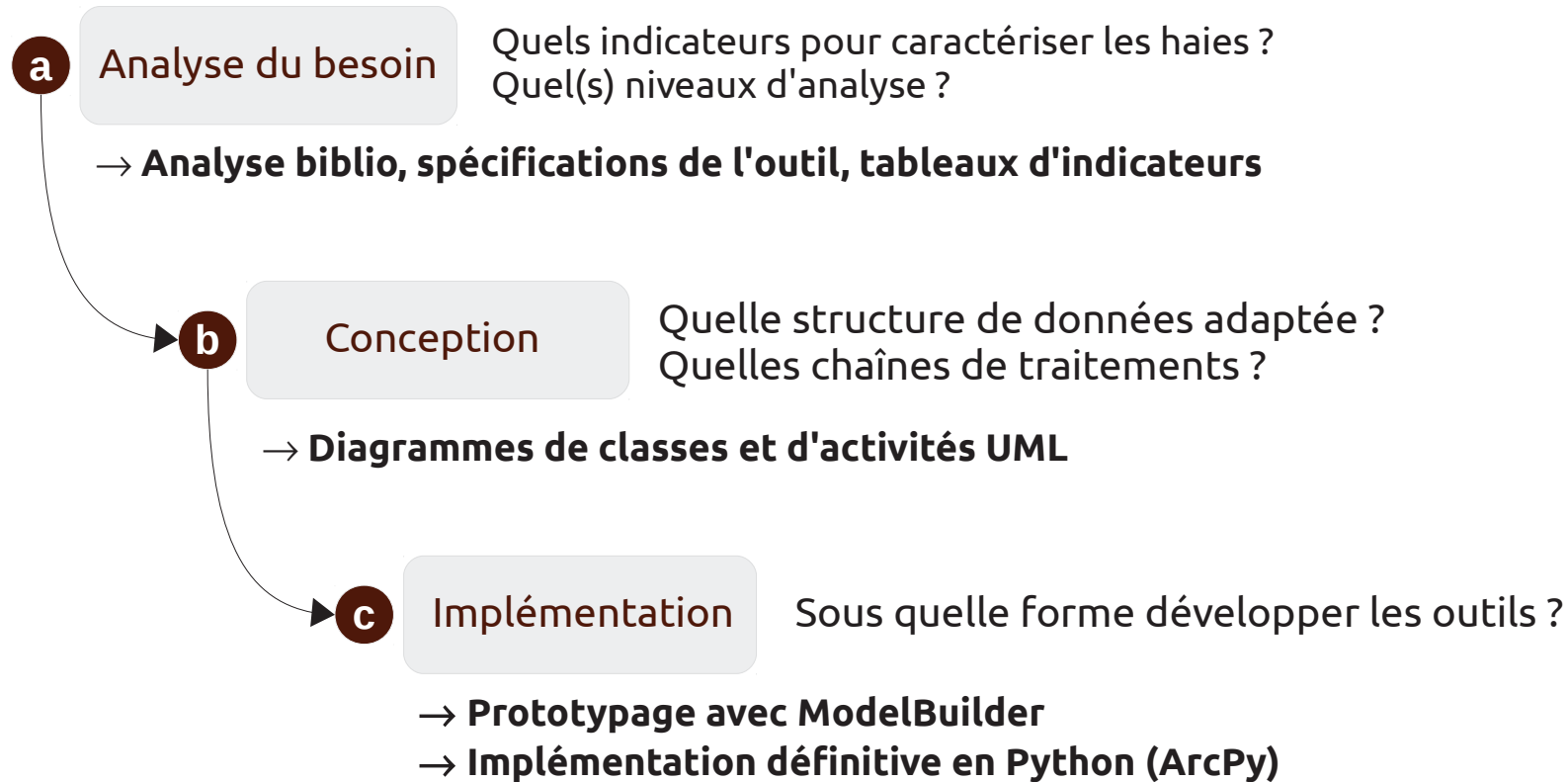
Quels indicateurs pour caractériser les haies ?  
Quel(s) niveau(s) d'analyse ?

→ **Analyse biblio, spécifications de l'outil, tableaux d'indicateurs**

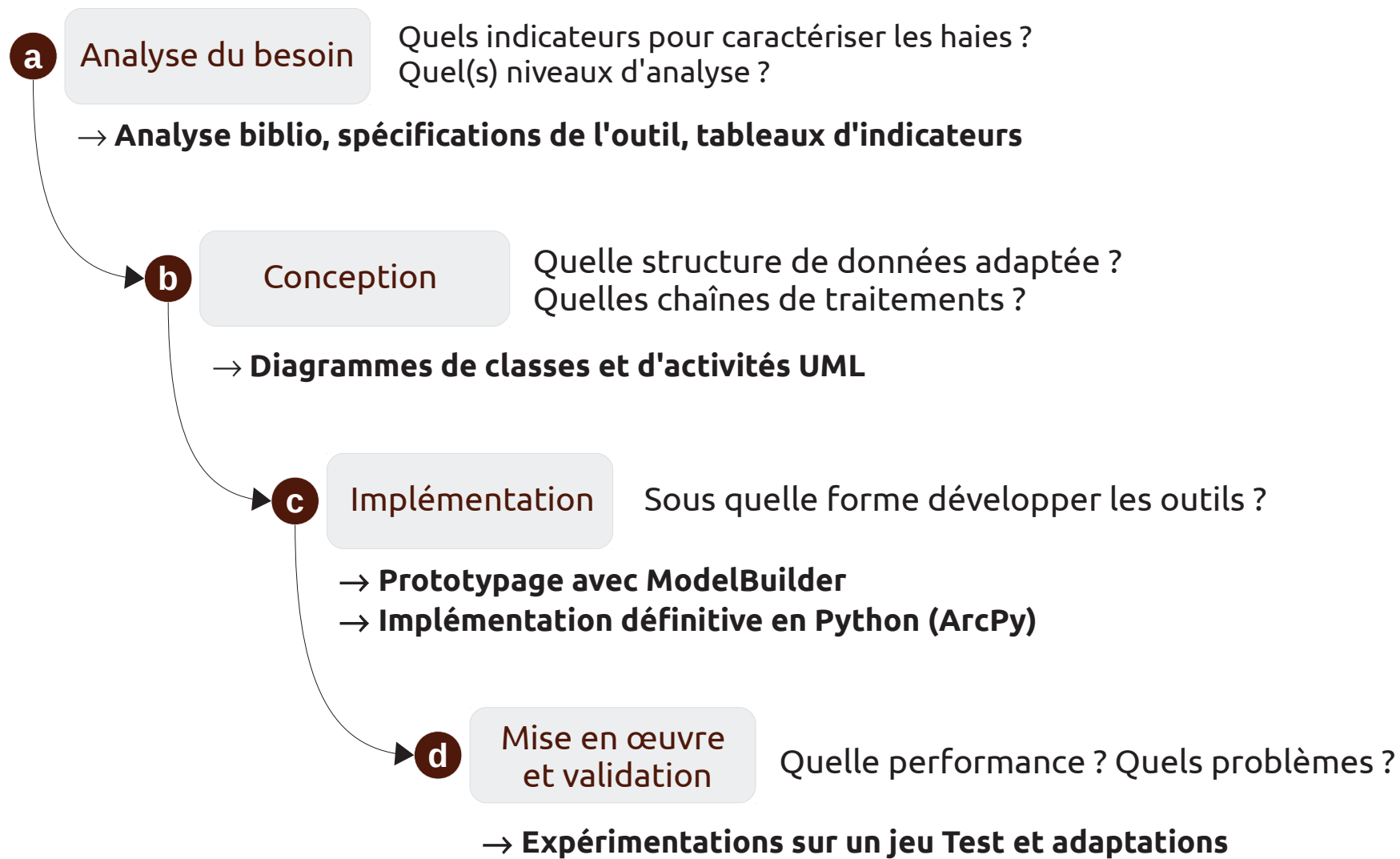
# Démarche générale adoptée



# Démarche générale adoptée



# Démarche générale adoptée



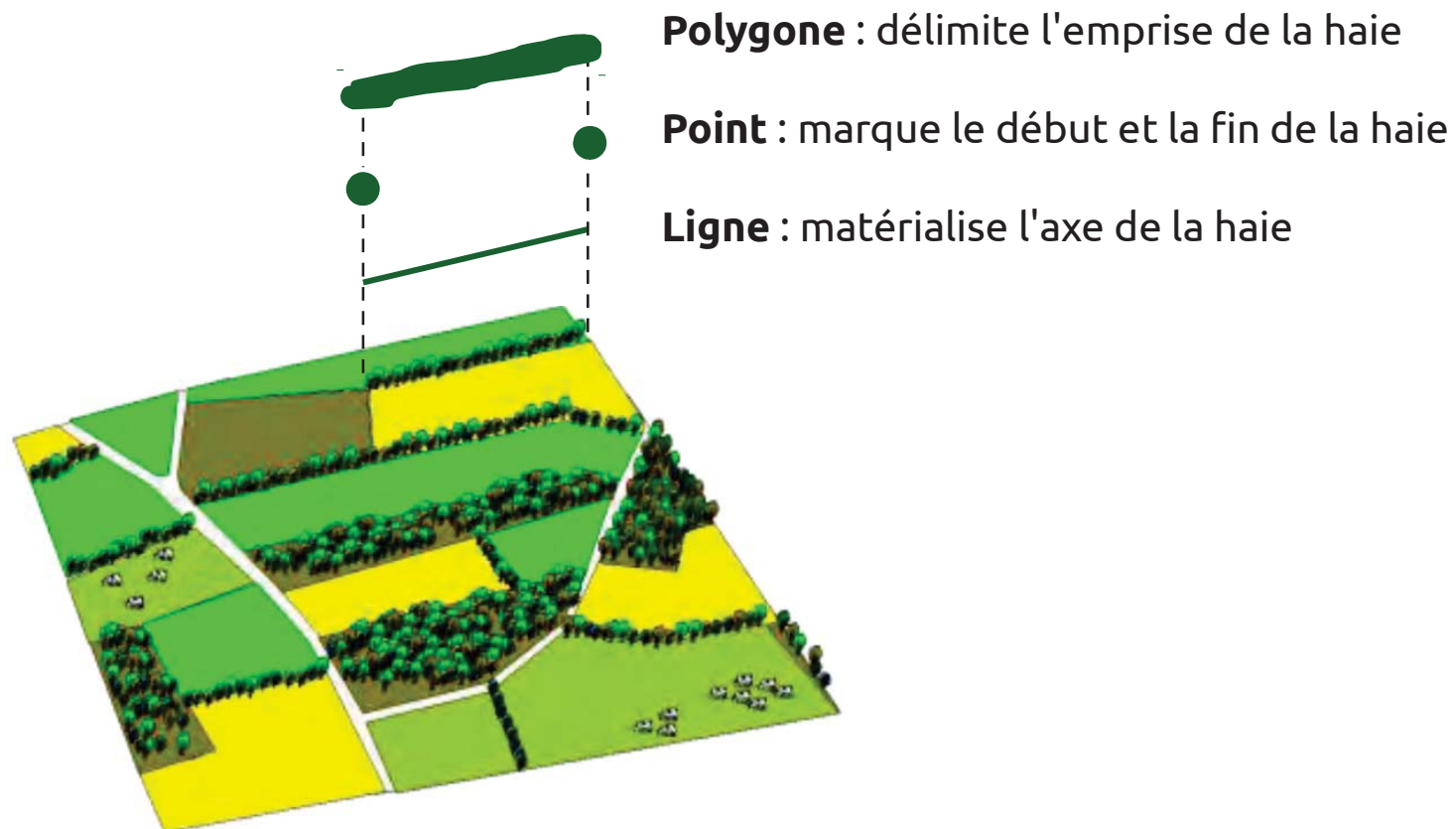
# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## ① La haie : un objet aux définitions multiples

- *"Alignement d'arbres ou d'arbustes marquant la limite entre deux parcelles ou entre deux propriétés"* (Larousse, 2013)
- *"Clôture naturelle composées d'arbres, d'arbustes, d'épines ou de branchages et servant à limiter ou à protéger un champ. Alignement d'arbres ou plantation d'arbres fruitiers dont la largeur est inférieure à 25m"* (IGN, 2009)
- *"Un élément du réseau qui constitue a priori une unité de gestion [pour l'agriculteur]"* (Baudry et Jouin, 2003)

# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

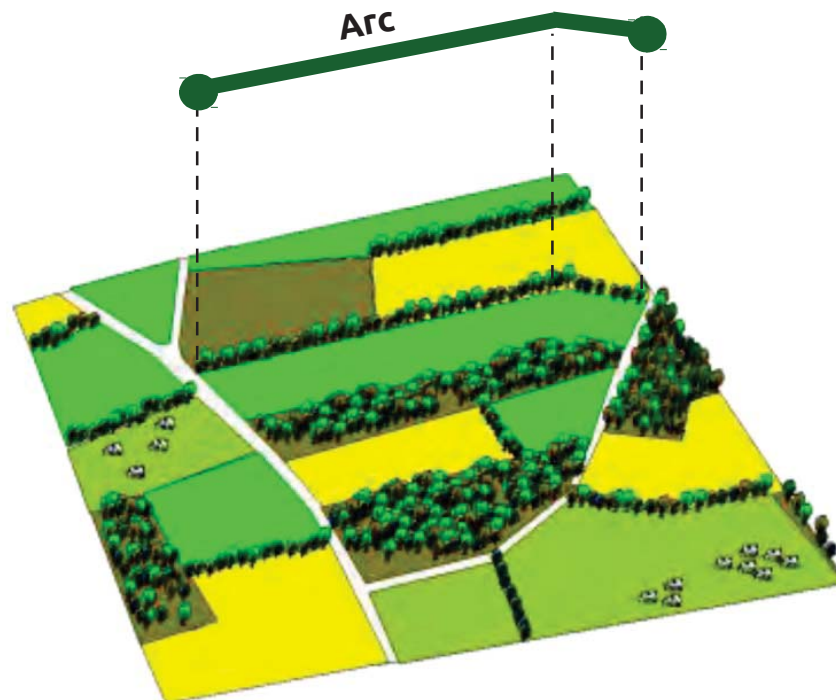
## ② La haie : un objet aux géométries multiples



# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## ③ La haie : un objet aux points de vue multiples

*Tronçons à topologie de réseau*



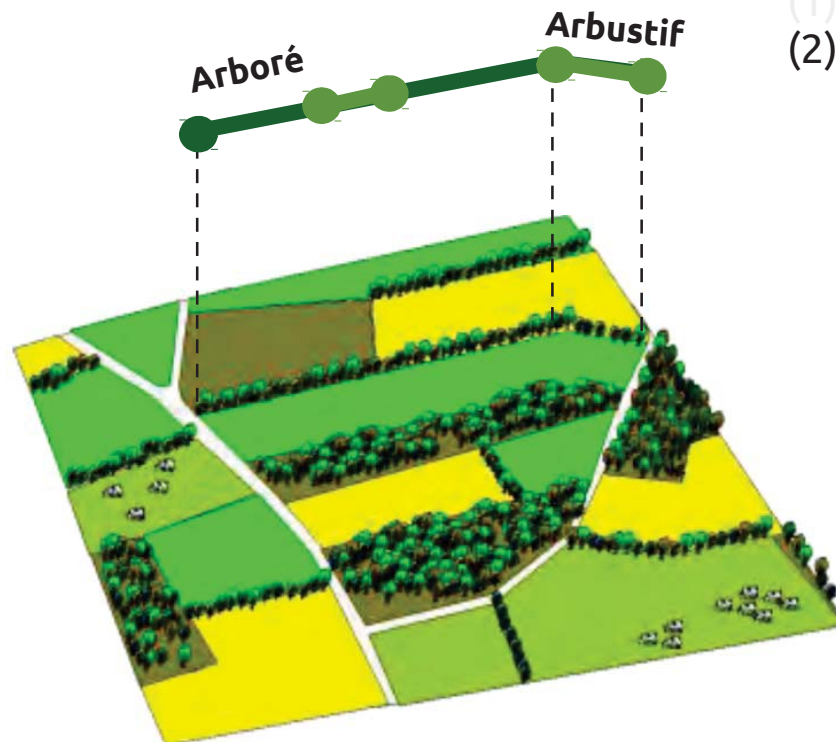
**Découpage possible selon :**

(1) La structure topologique

# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## ③ La haie : un objet aux points de vue multiples

*Tronçons à strates homogènes*



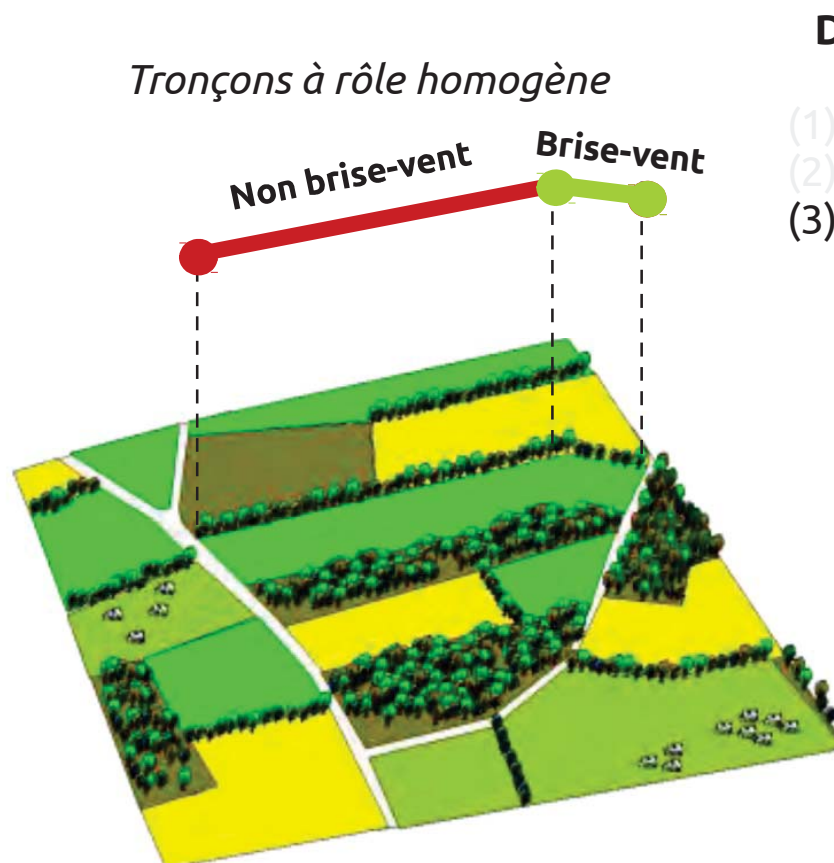
**Découpage possible selon :**

- (1) La structure topologique
- (2) La structure morphologique



# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## ③ La haie : un objet aux points de vue multiples



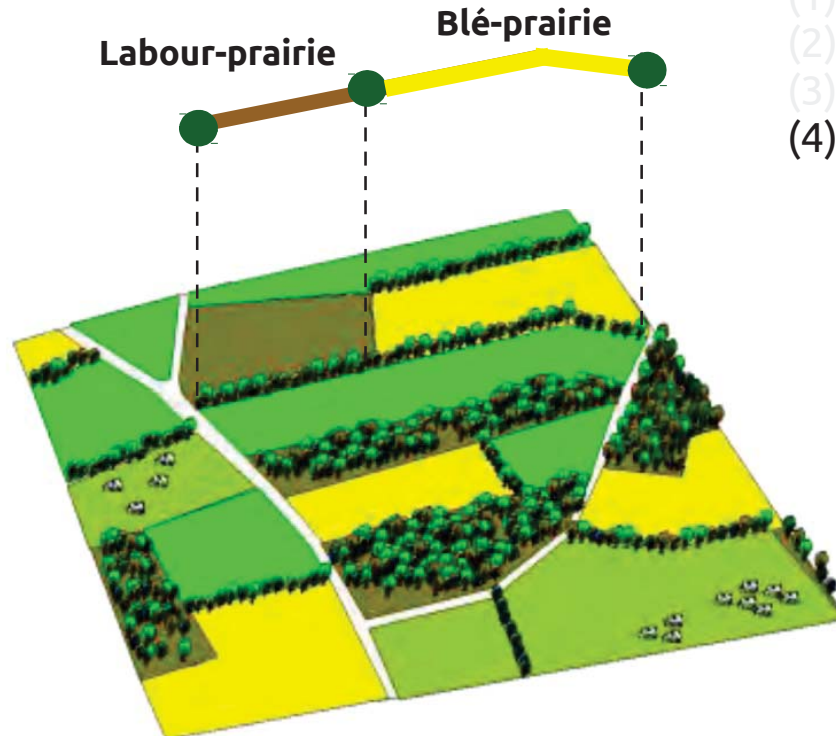
### Découpage possible selon :

- (1) La structure topologique
- (2) La structure morphologique
- (3) Un rôle / une fonction

# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## ③ La haie : un objet aux points de vue multiples

*Tronçons à voisinage homogène*



**Découpage possible selon :**

- (1) La structure topologique
- (2) La structure morphologique
- (3) Un rôle / une fonction
- (4) Le voisinage

# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## ④ La haie : un objet à plusieurs niveaux d'analyses

- **L'objet** : indicateurs de structure, morphologie, physionomie, rôles
- **Son contexte** : occupation du sol adjacente, topographie...
- **Son réseau** : indices de connectivité...
- **Son paysage** : composition et configuration des éléments paysagers

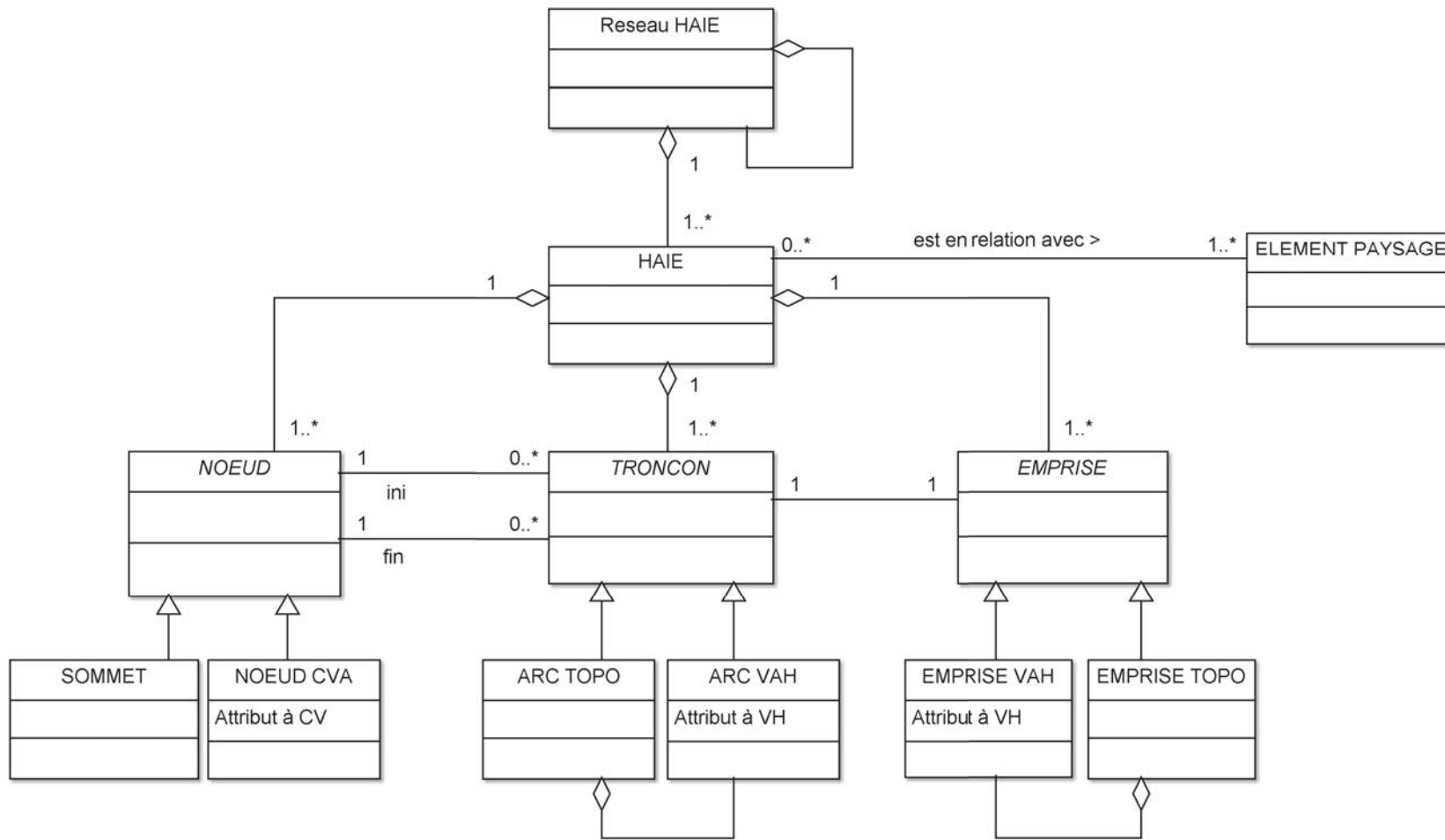
# (a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

## Synthèse des indicateurs identifiés pour caractériser les haies (d'après la bibliographie)

Niveaux d'analyse	Thématiques	Indicateurs	Niveaux d'analyse	Thématiques	Indicateurs	
Objet	Morphologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longueur</li> <li>- Largeur</li> <li>- Densité</li> <li>- Proportion de trouée</li> <li>- Perméabilité</li> <li>- Forme</li> <li>- Orientation</li> </ul>	Contexte	Contexte géographique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type d'occupation du sol adjacente</li> <li>- Distance à la forêt la plus proche</li> <li>- Présence d'un fossé adjacent</li> <li>- Présence d'un talus adjacent</li> </ul>	
	Physionomie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hauteur</li> <li>- Type de strate</li> <li>- Strate dominante</li> <li>- Proportion d'arbres de haut-jet</li> <li>- Proportion de chaque strate</li> <li>- Nombre de strates</li> <li>- Type de profil</li> </ul>			Contexte topographique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientation par rapport à la pente dominante</li> <li>- Position topographique</li> </ul>
	Composition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce dominante</li> <li>- Espèce présentes</li> <li>- Préférence écologique</li> <li>- Persistance du feuillage de l'espèce dominante</li> <li>- Age principal de la haie</li> <li>- Origine de la haie</li> </ul>	Réseau	Indices généraux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linéaire de haies à l'échelle du emprise paysage</li> <li>• Densité de haies à l'hectare</li> <li>• Proportion de haies des différents rôles</li> </ul>	
	Mode d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morphologie de la strate arborée</li> </ul>			Connectivité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de connexions pour chaque nœud du réseau</li> <li>• Connexion à une forêt.</li> <li>• Longueur moyenne de chaque sous-réseau</li> <li>• <math>\beta, \gamma, \alpha, \mu</math>.</li> </ul>
	Fonction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rôle hydrologique</li> <li>- Rôle emprise paysager</li> <li>- Rôle faunistique</li> <li>- Rôle brise-vent</li> <li>- Rôle anti-érosif</li> <li>- Rôle de limite de propriété</li> <li>- Rôle de protection des cultures</li> <li>- Rôle de ressource en bois</li> </ul>				

# (b) Conception

## Modèle de données (diagramme de classes UML)





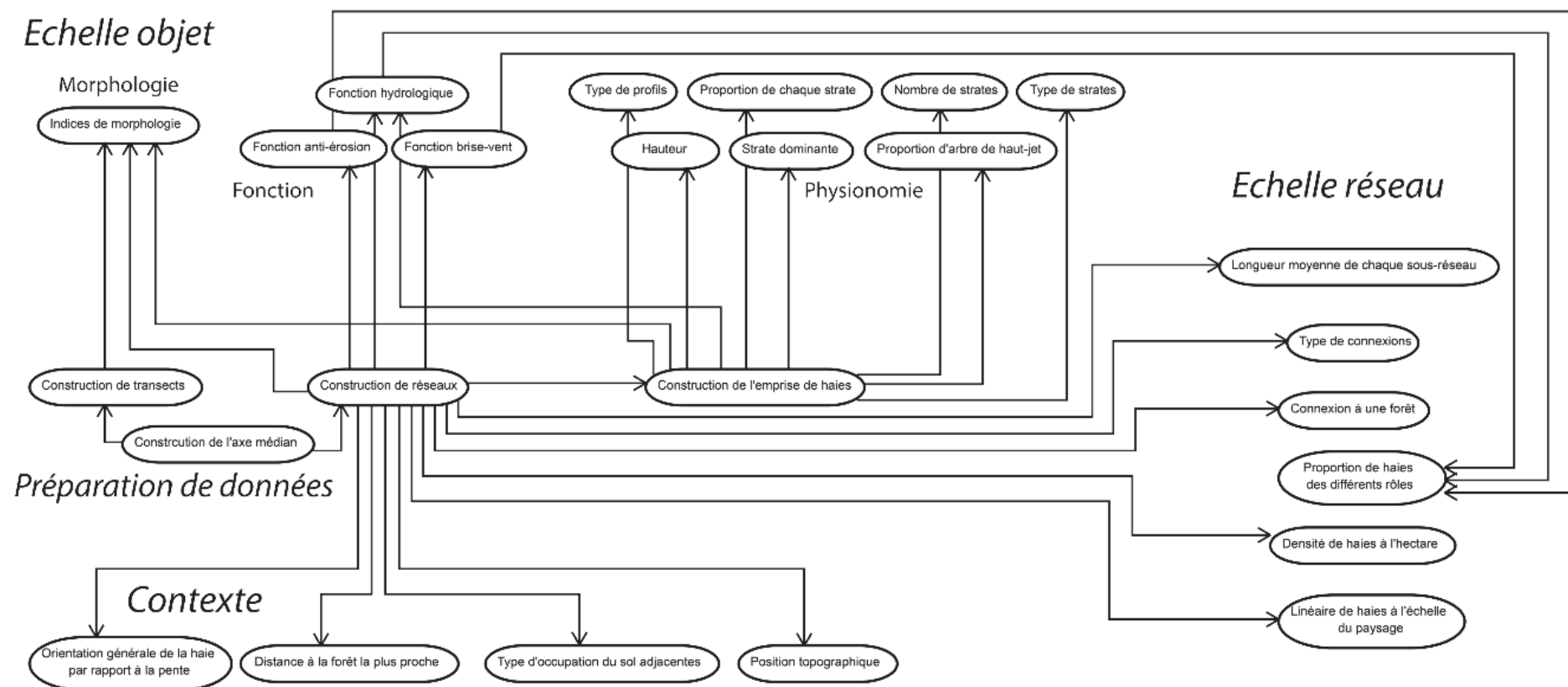
# (b) Conception

## Méthodes de caractérisation - exemple pour le niveau Objet -

	Variables	Modalités	Entrées	Sorties	Description	Type
<b>Morphologie / structure 2D</b>	Longueur	Longueur totale	Arc Topo	Copie Arc Topo	Calcule la longueur totale de l'ARC TOPO	
	Largeur	Moyenne	Arc Topo, transect, Enveloppe Topo	Copie Arc Topo	Découpe les transects par l'emprise. Largeur estimée par la moyenne des largeurs mesurées par transects perpendiculaires à l'axe médian.	Script
	Forme	élongation, compacité	Arc Topo, largeur	Copie Arc Topo	Calcule l'indice de forme par le rapport longueur / largeur	
	Orientation	Azimut	Arc Topo	Copie Arc Topo	Calcule l'orientation de l'ARC TOPO par rapport au Nord	
<b>Physiologie / structure 3D</b>	Hauteur	Moy., Min, Max, Variance	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo	Calcule la hauteur moyenne, variance, min, max à partir du MNH fourni par l'utilisateur	Modèle
	Type de strate	buissonnante, arbus-tive, arborée	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo redécoupée	Classe et vectorise les classes qui représentent les strates	Modèle
	Strate dominante	buissonnante, arbus-tive, arborée	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo	Identifie la strate dont la surface est la plus importante.	Script
	Proportion d'arbre de haut-jet	entre 0 et 100%	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo	Calcule la surface totale de la classe > 28m de hauteur	Script
	Proportion de chaque strate	entre 0 et 100%	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo	Calcule la part de chaque strates	Script
	Nombre de strates	>= 1	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo	Compte le nombre de strate d'une haie	Script
	Type de profil	A définir	Enveloppe Topo, MNH	Copie Enveloppe Topo	Calcule la pente et qualifie le profil avec la variance et la moyenne de la pente	Script
<b>Nature / fonction</b>	Rôle hydrologique	oui/non	Arc Topo, Enveloppe Topo, Axe hydrologique	Copie Arc Topo	Cherche si l'Arc Topo suit l'axe hydrologique	Script
	Rôle birse-vent	oui/non	Arc Topo, Orientation du vent	Copie Arc Topo	Calcule l'orientation de l'Arc Topo et compare avec la l'orientation du vent	Script
	Rôle anti-érosif	oui/non	MNT, MNH, Arc Topo	Copie Arc Topo	Calcule l'orientation de l'Arc Topo, compare avec l'orientation de la pente et qualifie le rôle	Script

# (b) Conception


























## Dépendances entre les méthodes
























# (c) Implémentation

- **ArcGIS 10.2** (version ArcInfo) + extension *Spatial Analyst*
- **Python** + bibliothèque *ArcPy*

-  HedgeTools
  -  A\_Data preparation
    -  Create geometry and network
      -  Clean initial polygon geometry
      -  Create median axis
      -  Create network
      -  Create network including forests as nodes
      -  Create nodes
      -  Create polygon from median axis
    -  Suplement tools
      -  Create map of vegetation stratum
      -  Create transects
  -  B\_Object Level
    -  Hederow functions
      -  Erosive role
      -  Hydrological role
      -  Windbreaks role
    -  Hedgerow morphology & physiognomy
      -  Dominant vegetation stratum
      -  Morphological indicators (length, width, azimut, area, shape)
      -  Number of vegetation stratum
      -  Proportion d'arbre de Haut-Jet - a traduire
      -  Recouvrement of each vegetation stratum
      -  Vegetation Height (average, min, max, var)
      -  Vegetation Height Profil

-  C\_Landscape Level
  -  Landscape statistics
    -  Percentage of all hedge functionalities
    -  Percentage of all layers
    -  Total length and density of hedge
  -  D\_Context Level
    -  Hedgerow geographical context
      -  Adjacent land use
      -  Distance to nearest forest
    -  Hedgerow topographical context
      -  Compare hedge direction to slope direction in the neighbourhood
      -  Dominant slope in the neighbourhood
      -  Topographical position (en pente forte, en pente faible, replat)
  -  E\_Network Level
    -  Compute average length of subnetwork
    -  Compute global network indicators
    -  Compute network connectivity index
    -  Identify node types (O, L, T, X)
    -  Identify sub-networks

# Expérimentations sur un site d'étude



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

- **Entrée** : couche de haies surfaciques non individualisées (.shp)



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

- **Processus :**



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :



Création de l'axe médian

- Dilatation
- Erosion
- Squelettisation



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :



Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

- Fusion des axes median
- Création des nœuds O,L,T,X
- Conversion en *coverage*



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :



Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

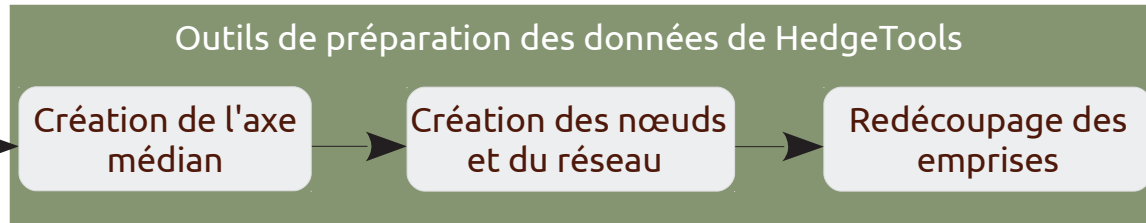
Redécoupage des emprises

- Calcul des bissectrices entre axes
- Intersection avec emprise initiale
- Génération des nouvelles emprises



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :





# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :



Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

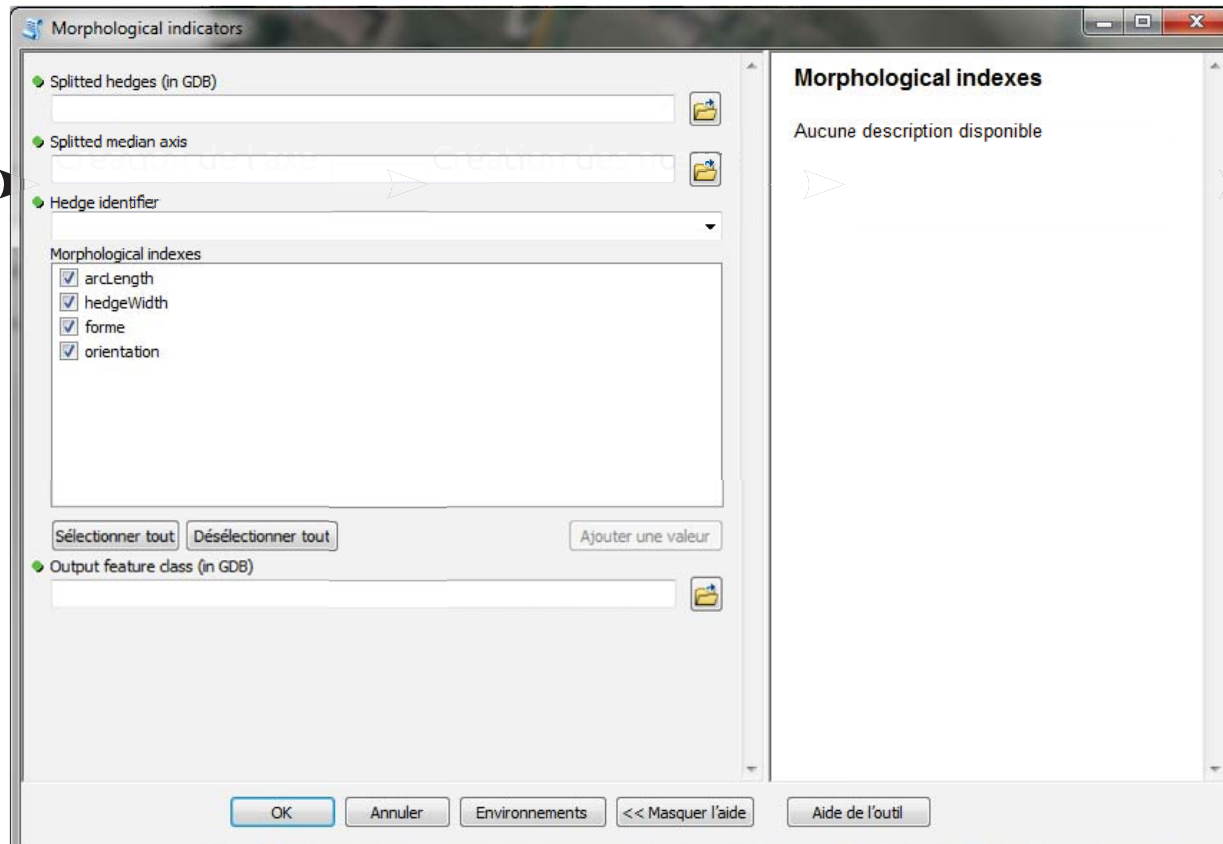
Redécoupage des emprises

Calcul des indicateurs



# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :



Calcul des indicateurs

# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

## ● Processus :



Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

Redécoupage des emprises

Calcul des indicateurs



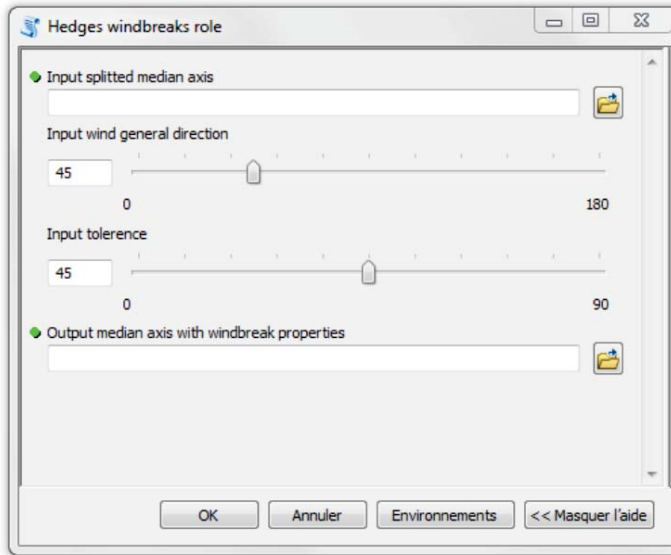
Parcelle	Superficie	Perimetre	Centre de gravité	Perimetre	Superficie
1	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100
26	100	100	100	100	100
27	100	100	100	100	100
28	100	100	100	100	100
29	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100
31	100	100	100	100	100
32	100	100	100	100	100
33	100	100	100	100	100
34	100	100	100	100	100
35	100	100	100	100	100
36	100	100	100	100	100
37	100	100	100	100	100
38	100	100	100	100	100
39	100	100	100	100	100
40	100	100	100	100	100
41	100	100	100	100	100
42	100	100	100	100	100
43	100	100	100	100	100
44	100	100	100	100	100
45	100	100	100	100	100
46	100	100	100	100	100
47	100	100	100	100	100
48	100	100	100	100	100
49	100	100	100	100	100
50	100	100	100	100	100
51	100	100	100	100	100
52	100	100	100	100	100
53	100	100	100	100	100
54	100	100	100	100	100
55	100	100	100	100	100
56	100	100	100	100	100
57	100	100	100	100	100
58	100	100	100	100	100
59	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100
61	100	100	100	100	100
62	100	100	100	100	100
63	100	100	100	100	100
64	100	100	100	100	100
65	100	100	100	100	100
66	100	100	100	100	100
67	100	100	100	100	100
68	100	100	100	100	100
69	100	100	100	100	100
70	100	100	100	100	100
71	100	100	100	100	100
72	100	100	100	100	100
73	100	100	100	100	100
74	100	100	100	100	100
75	100	100	100	100	100
76	100	100	100	100	100
77	100	100	100	100	100
78	100	100	100	100	100
79	100	100	100	100	100
80	100	100	100	100	100
81	100	100	100	100	100
82	100	100	100	100	100
83	100	100	100	100	100
84	100	100	100	100	100
85	100	100	100	100	100
86	100	100	100	100	100
87	100	100	100	100	100
88	100	100	100	100	100
89	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100
91	100	100	100	100	100
92	100	100	100	100	100
93	100	100	100	100	100
94	100	100	100	100	100
95	100	100	100	100	100
96	100	100	100	100	100
97	100	100	100	100	100
98	100	100	100	100	100
99	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100

# Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

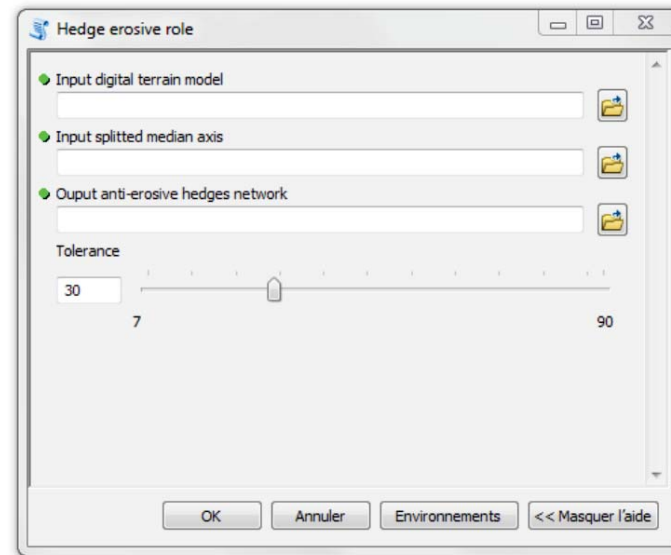
	<b>Longueur</b>	<b>Largeur</b>	<b>Forme</b>	<b>Orientation</b>
Min	4.49	1.10	0.7	2.86
Max	586.7	37.41	59.81	179.6
Médiane	102.4	10.87	6.55	79.7
Moyenne	123.2	10.67	8.92	86.5
Ecart-type	102.4	8.00	9.97	50.53

# Cas 2 : estimation de rôles

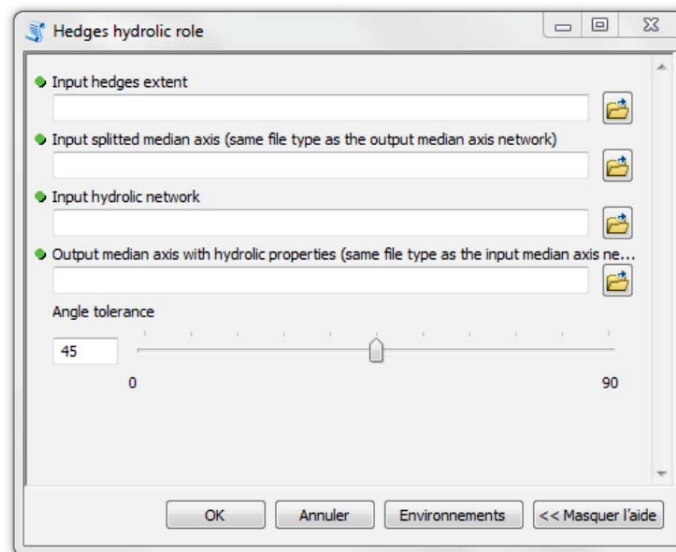
Rôle brise-vent



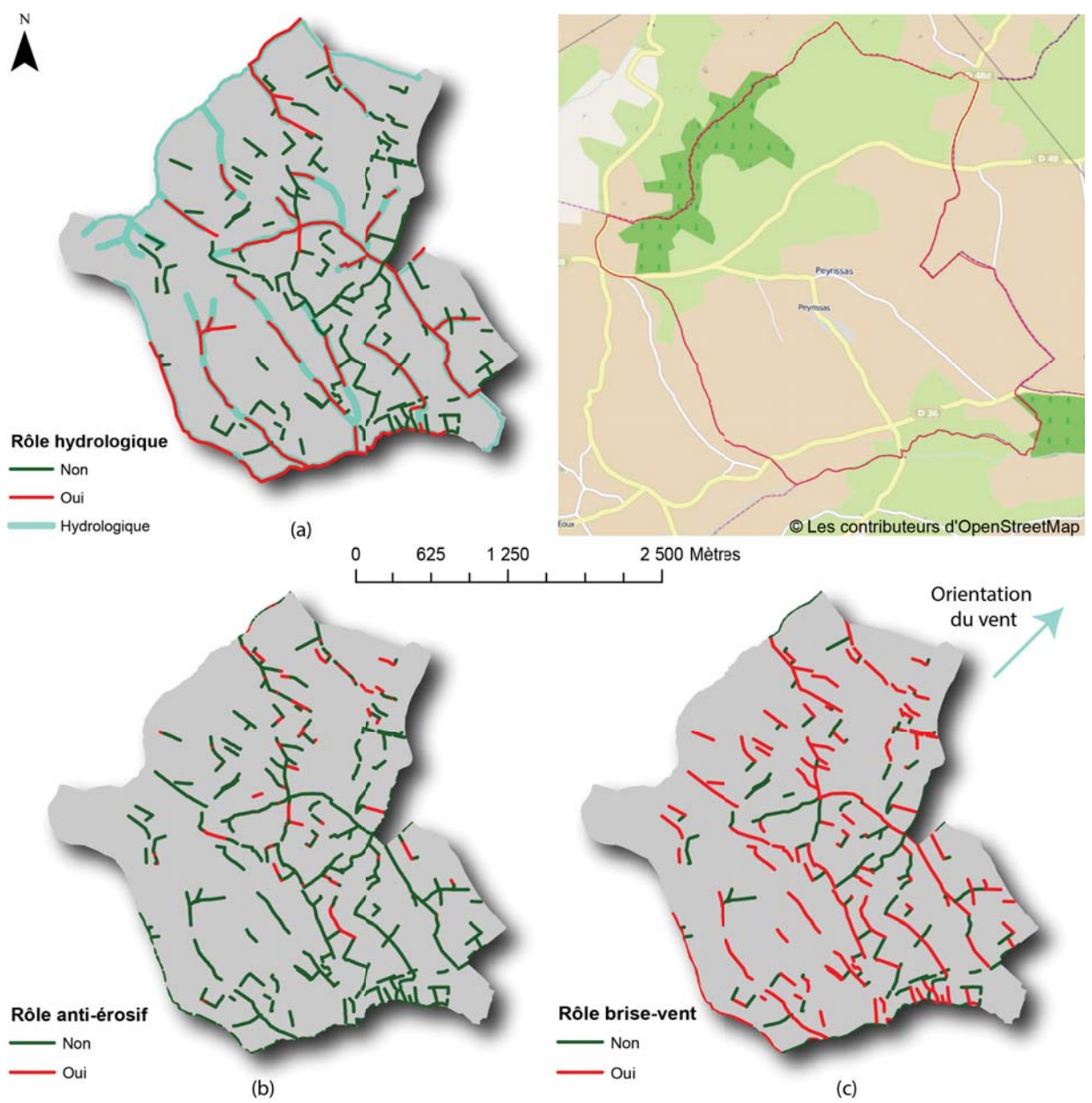
Rôle érosif



Rôle hydrologique



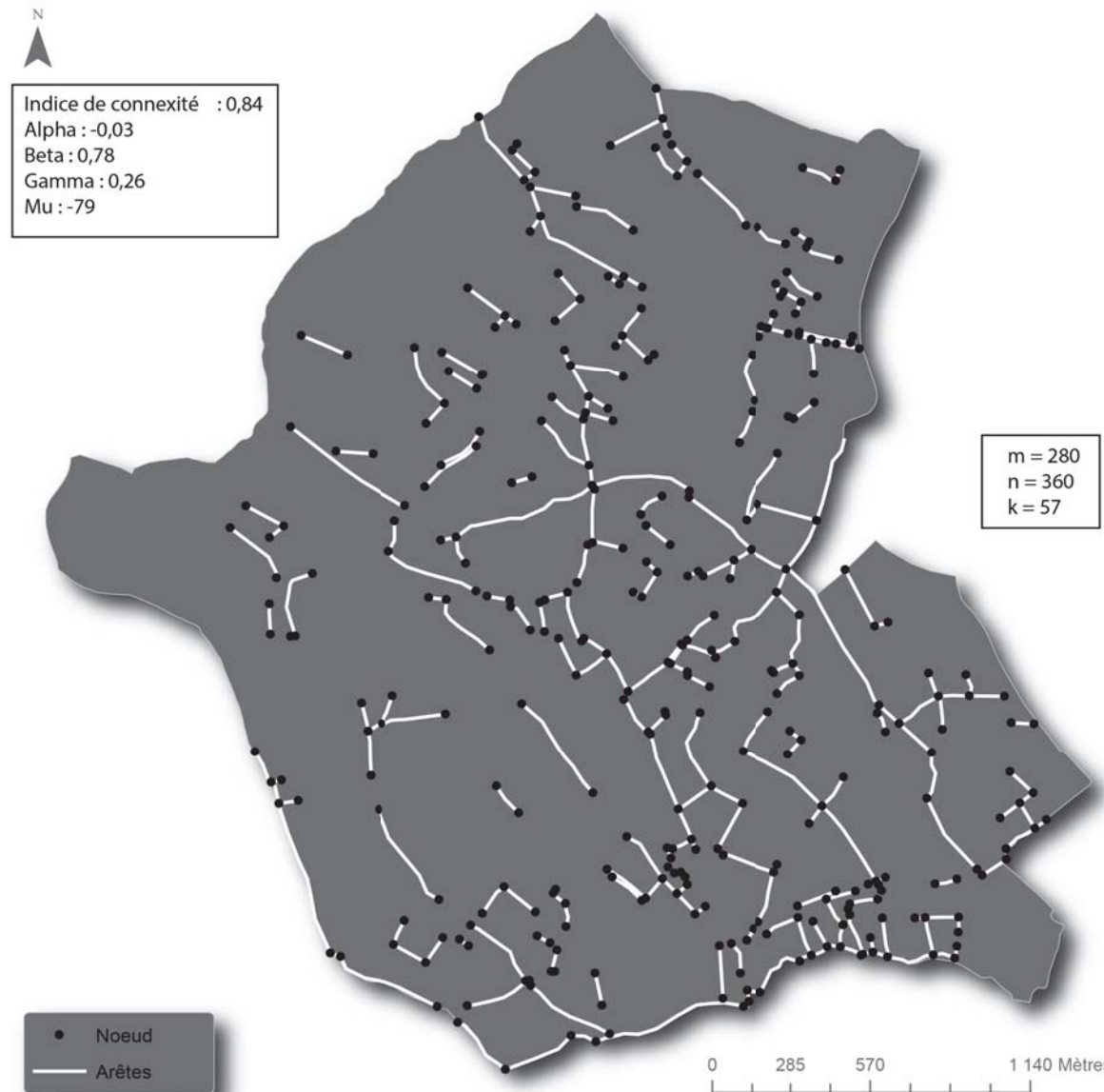
# Cas 2 : estimation de rôles



## Cas 2 : estimation de rôles

Rôles	Effectif total	Modalité	Nombre	%
Brise-vent	280	Non	125	44.6
		Oui	155	55.4
Anti-érosif	280	Non	276	98.6
		Oui	4	1.4
Hydraulique	280	Non	199	71.1
		Oui	81	28.9

# Cas 3 : calcul d'indices de connectivité du réseau





# Conclusion

## **Pour caractériser les haies il faut :**

- ① Générer différentes géométries (point, ligne, polygone)
- ② Générer différents points de vue (découpage multiple)
- ③ Tenir compte de plusieurs niveaux d'analyse (objet, contexte, réseau)
- ④ Recourir à une structure de données topologique

**HedgeTools pour ArcGIS : un outil adapté !**

Mais une version encore à l'état de prototype...

# Perspectives

## Les prochaines étapes :

- Consolider le code, corriger certaines procédures
- Enrichir certaines fonctionnalités
- Passer à l'échelle (test sur un grand jeu de données)
- Documenter l'utilisation de l'outil
- Diffuser ! Et prévoir la maintenance...
- Prévoir un passage sous un SIG libre... mais Chuuut...