



HAL
open science

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

David Sheeren, Angélique Roué, Lewis Villierme, Claude Monteil

► To cite this version:

David Sheeren, Angélique Roué, Lewis Villierme, Claude Monteil. HedgeTools pour ArcGIS : un outil dédié à la modélisation et la caractérisation des haies dans le paysage. SIG 2015 - Conférence francophone ESRI, Oct 2015, versailles, France. 41 p. hal-02801892

HAL Id: hal-02801892

<https://hal.inrae.fr/hal-02801892>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

*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

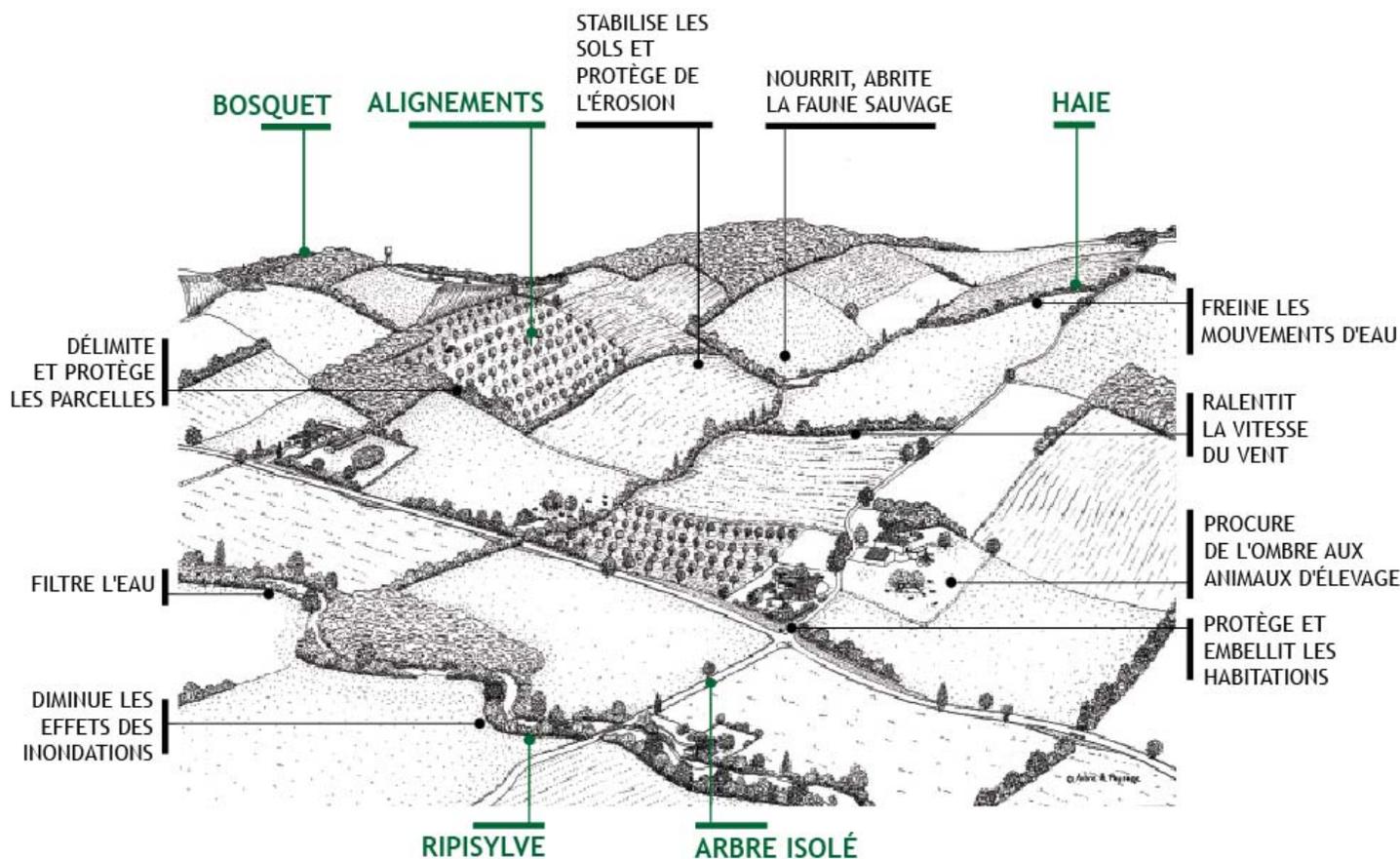
D. Sheeren, A. Roué, L. Villierme, C. Monteil

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



La haie : un objet qui remplit de nombreuses fonctions

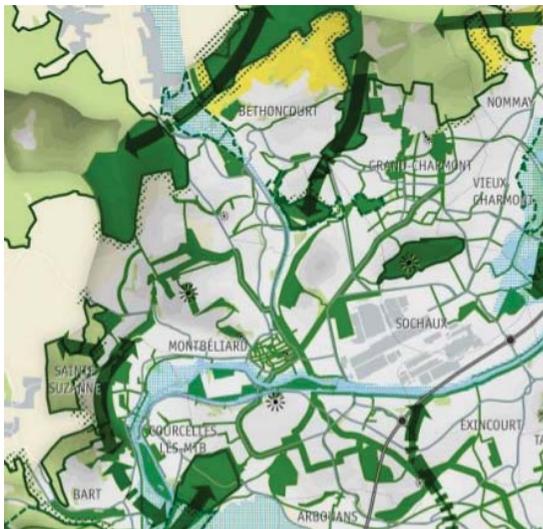
Fonctions écologiques, agronomiques, patrimoniales



(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

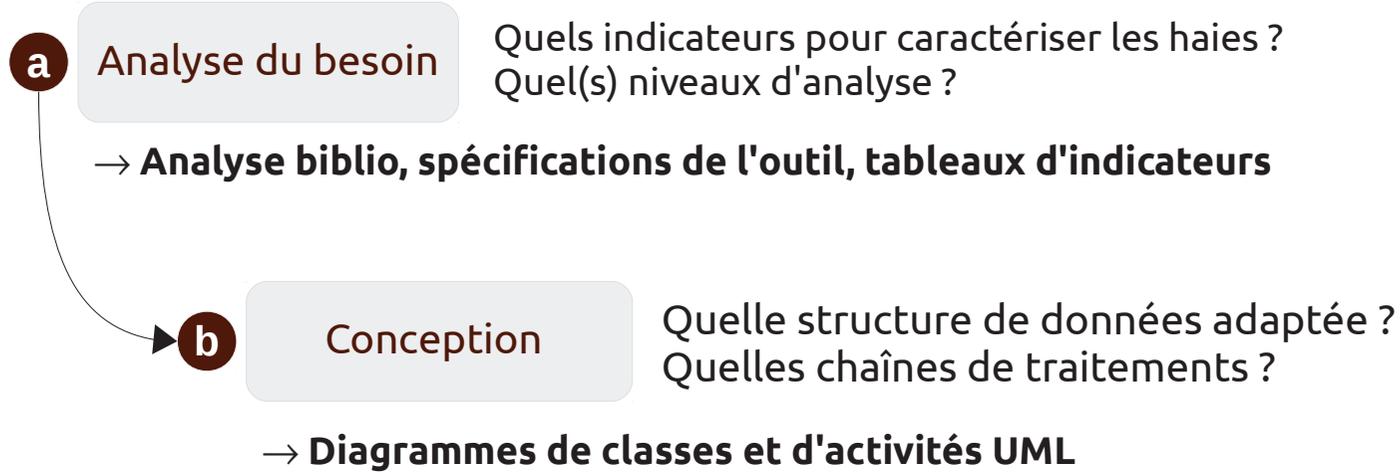
a

Analyse du besoin

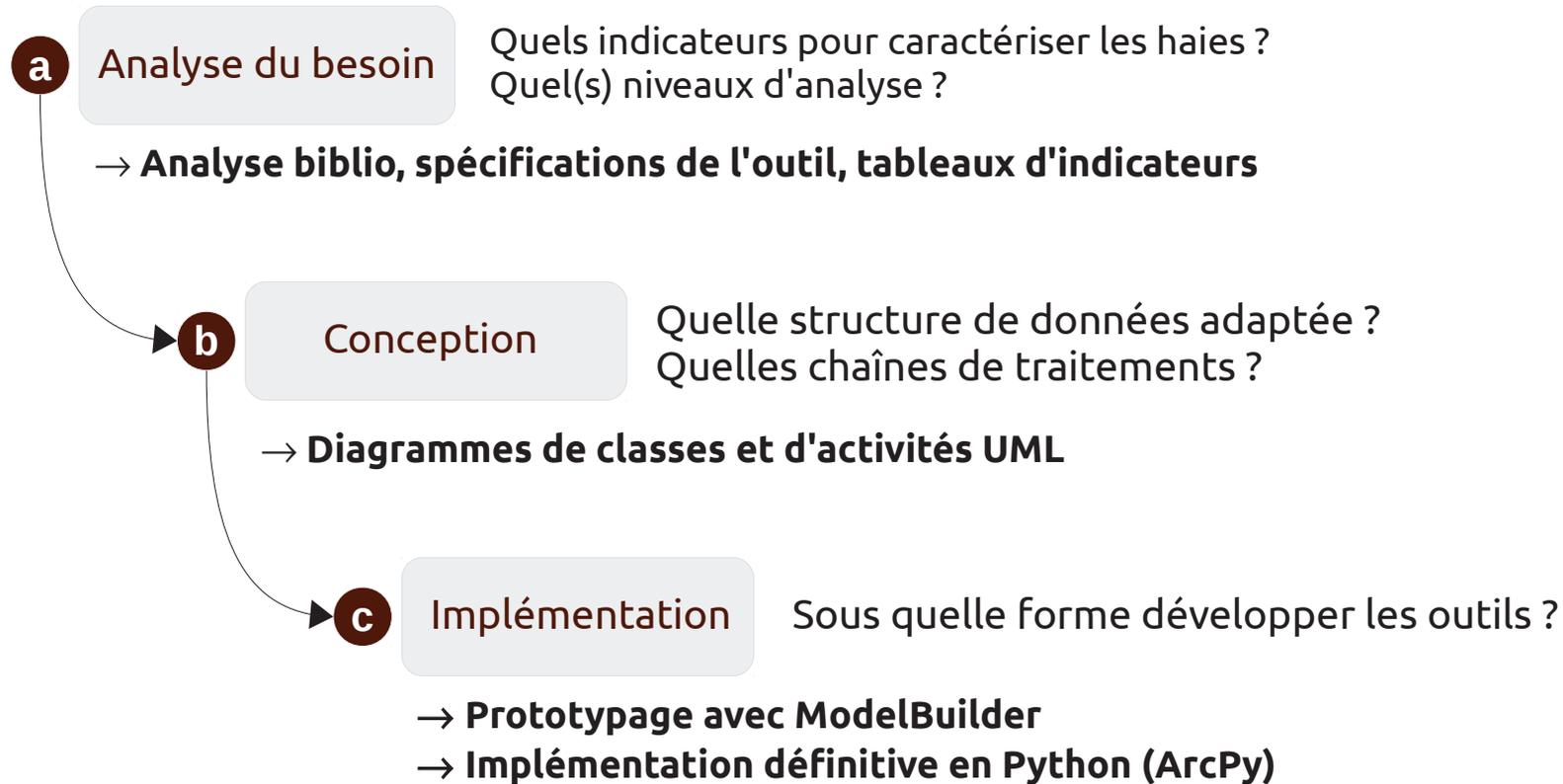
Quels indicateurs pour caractériser les haies ?
Quel(s) niveau(s) d'analyse ?

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

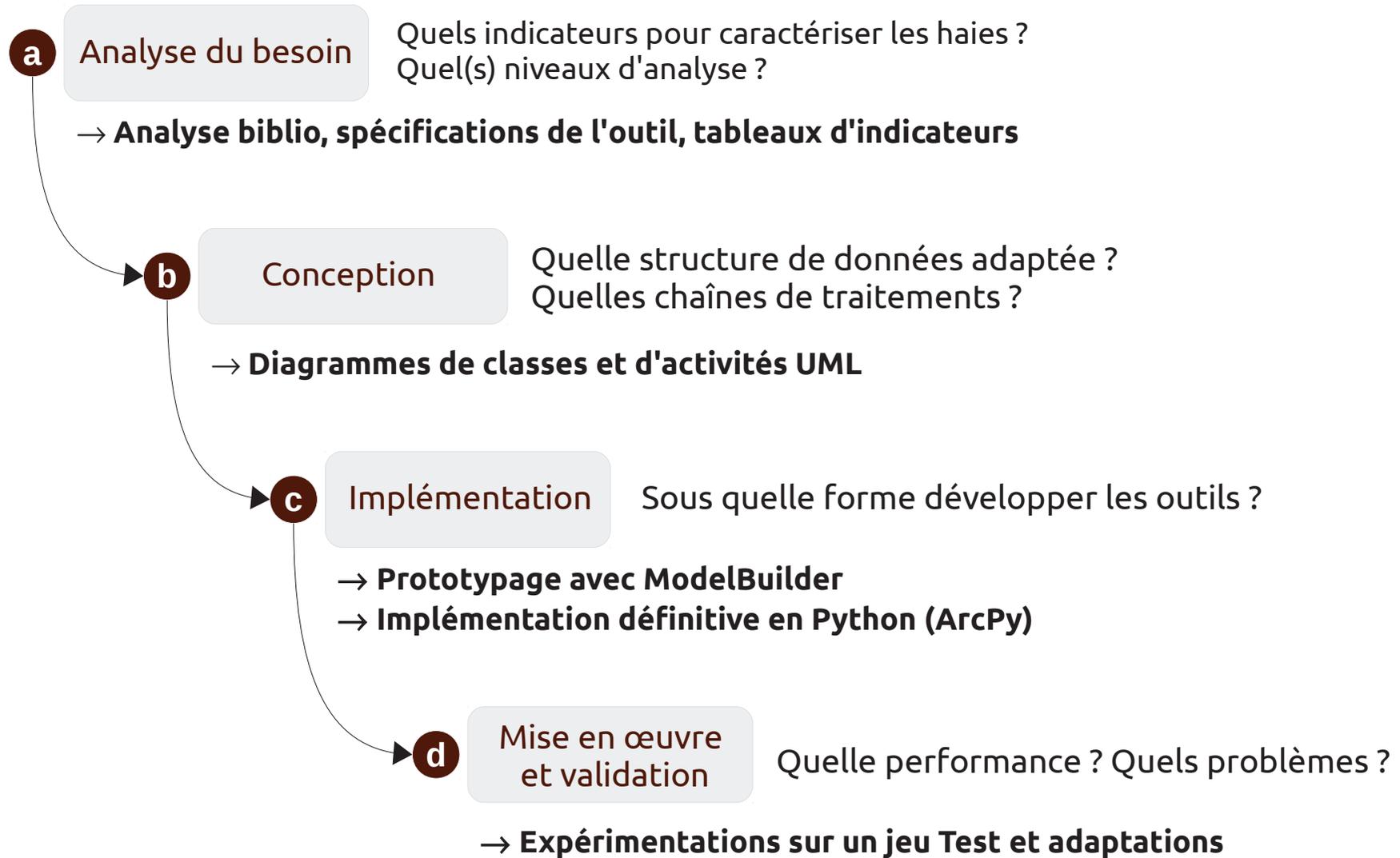
Démarche générale adoptée



Démarche générale adoptée



Démarche générale adoptée



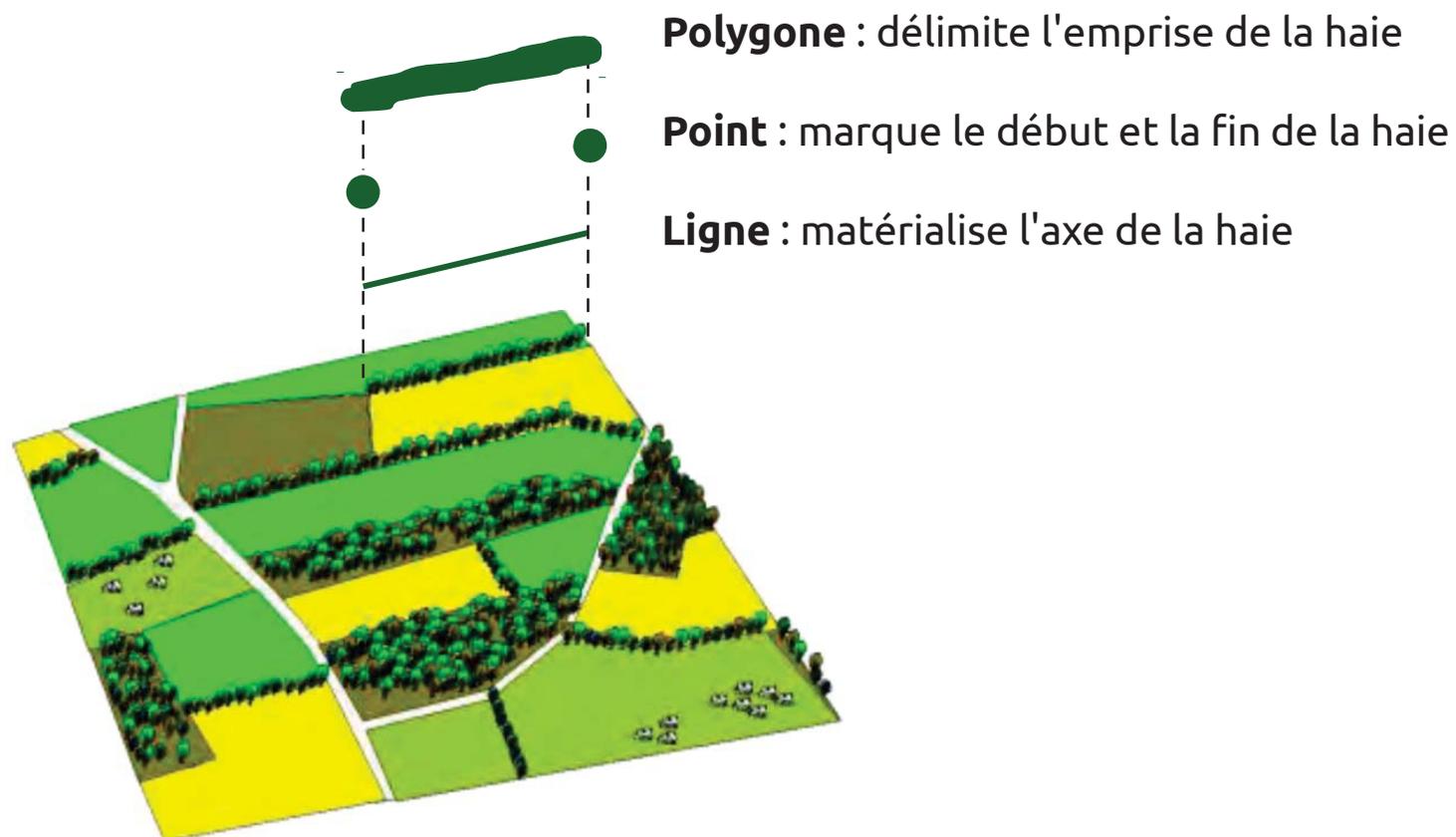
(a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

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

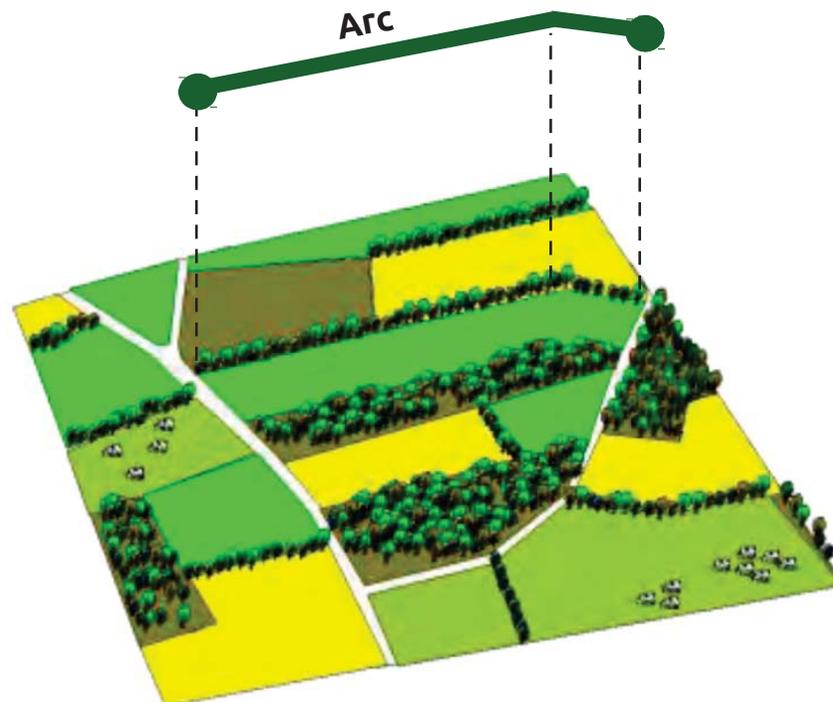
2 La haie : un objet aux géométries multiples



(a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

③ La haie : un objet aux points de vue multiples

Tronçons à topologie de réseau



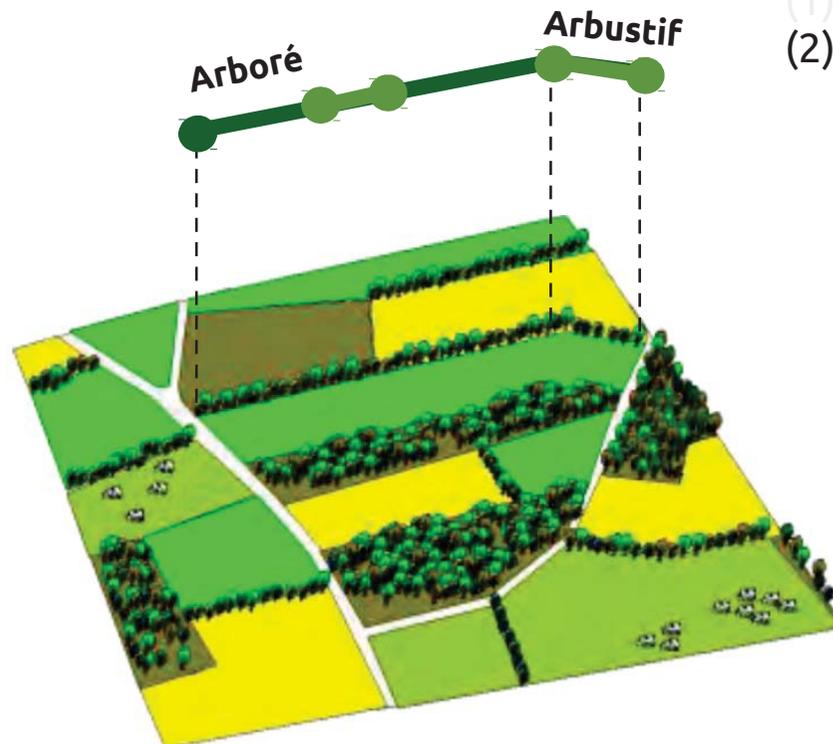
Découpage possible selon :

(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

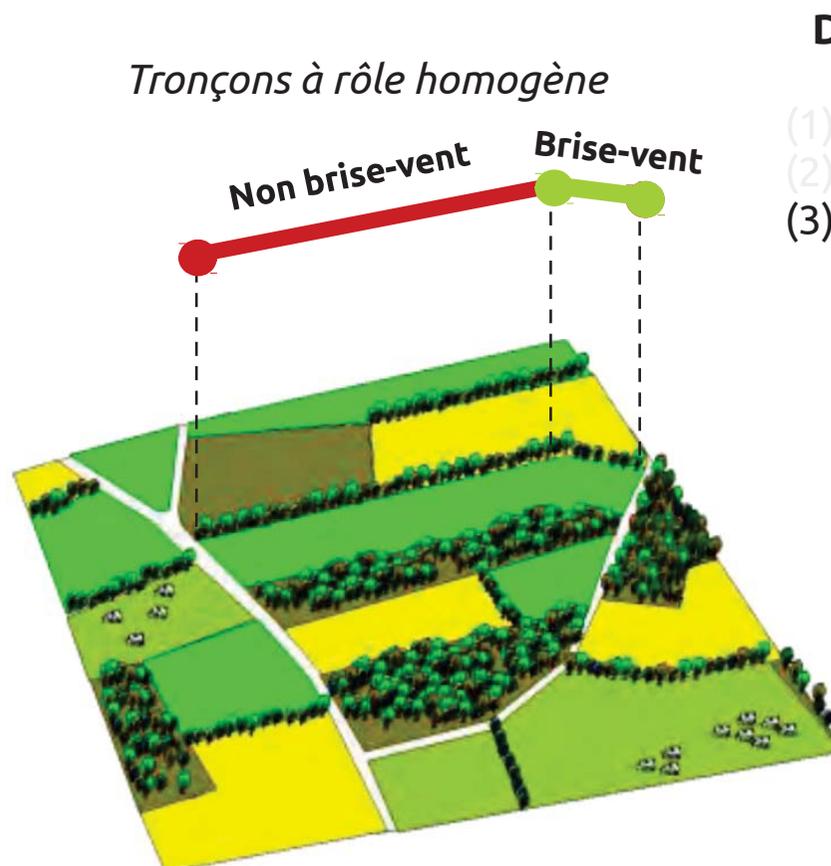


Découpage possible selon :

- (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



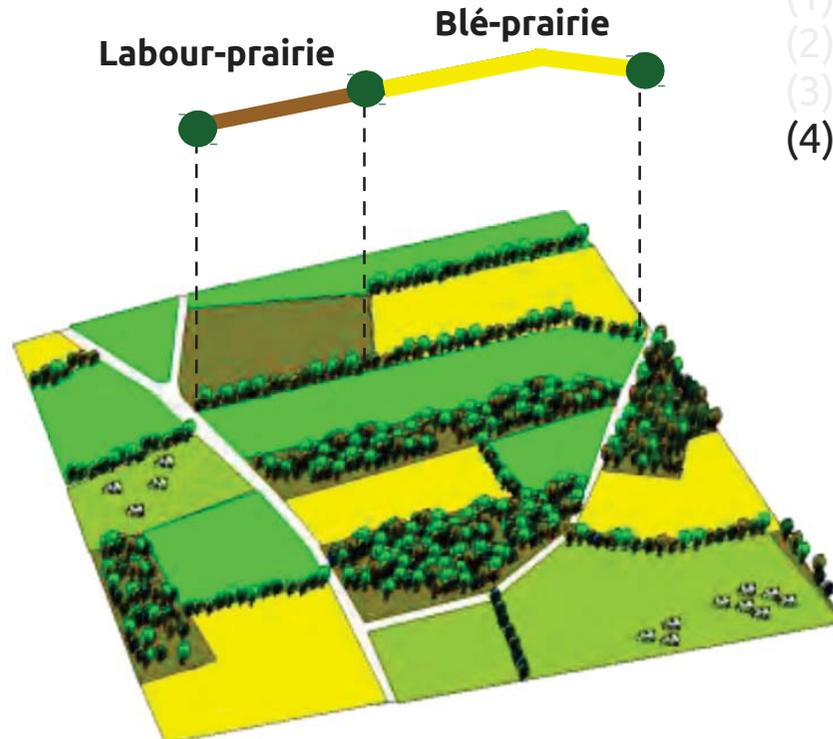
Découpage possible selon :

- (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

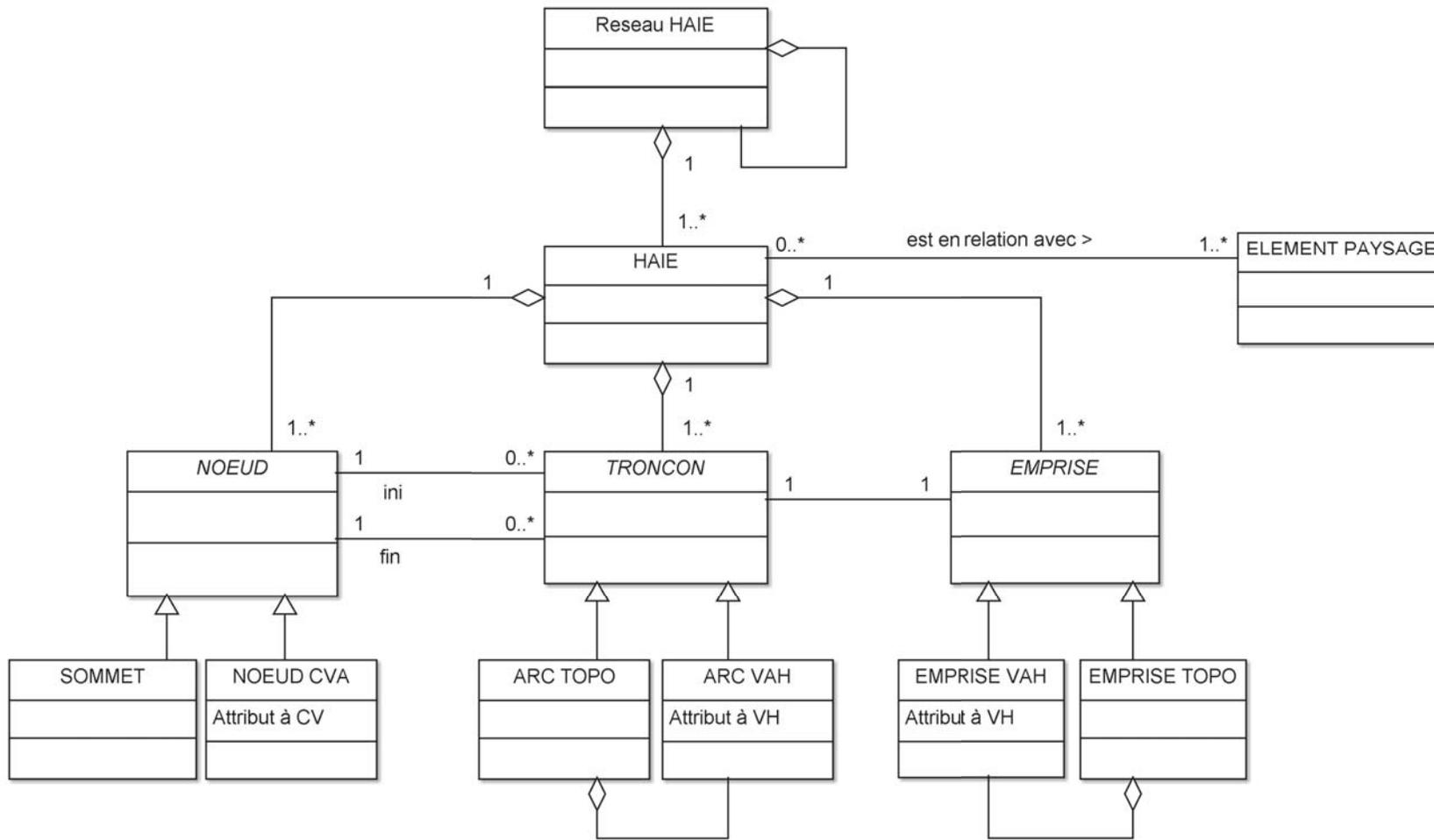
(a) Analyse du besoin : spécifications et indicateurs

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

(b) Conception

Modèle de données (diagramme de classes UML)



(b) Conception

Méthodes de caractérisation



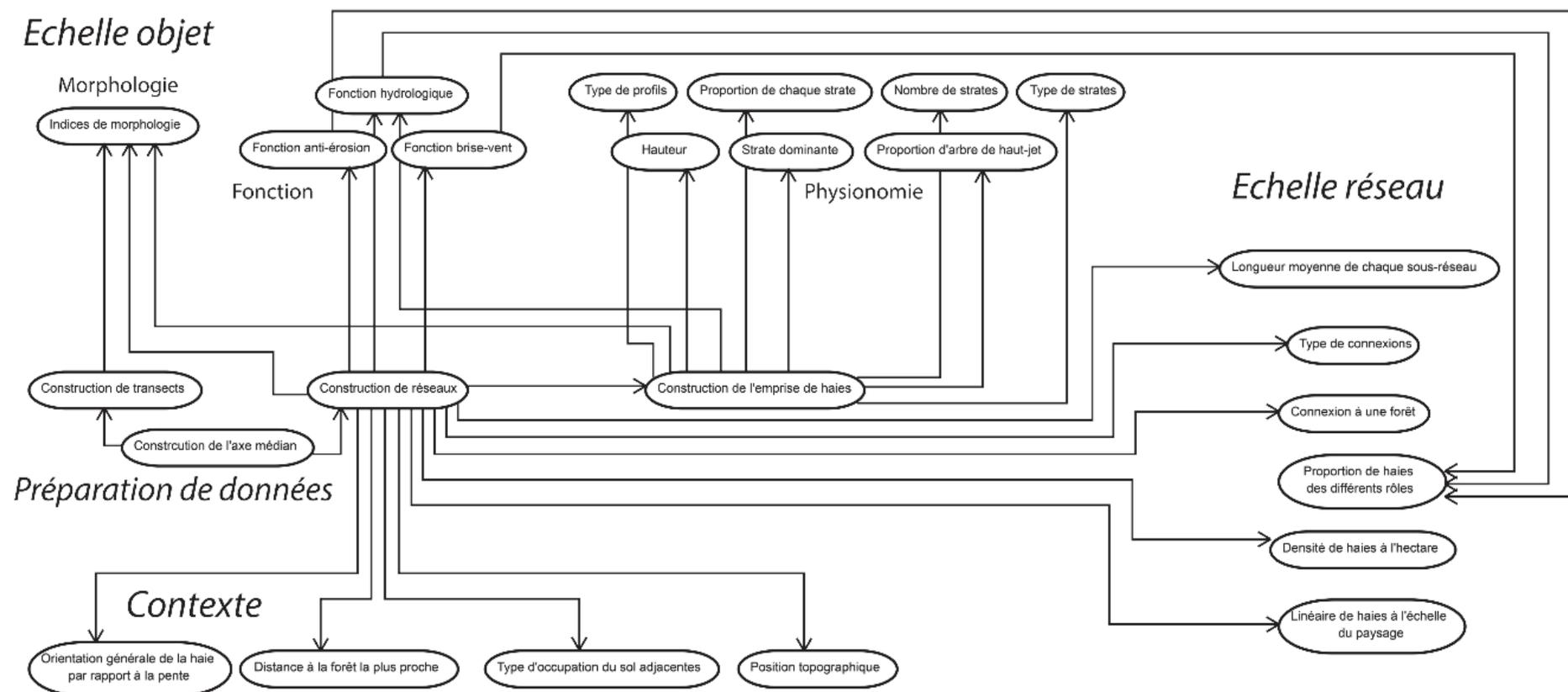
(b) Conception

Méthodes de caractérisation - exemple pour le niveau Objet -

	Variables	Modalités	Entrées	Sorties	Description	Type
Morphologie / structure 2D	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	
Physiologie / structure 3D	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
Nature / fonction	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



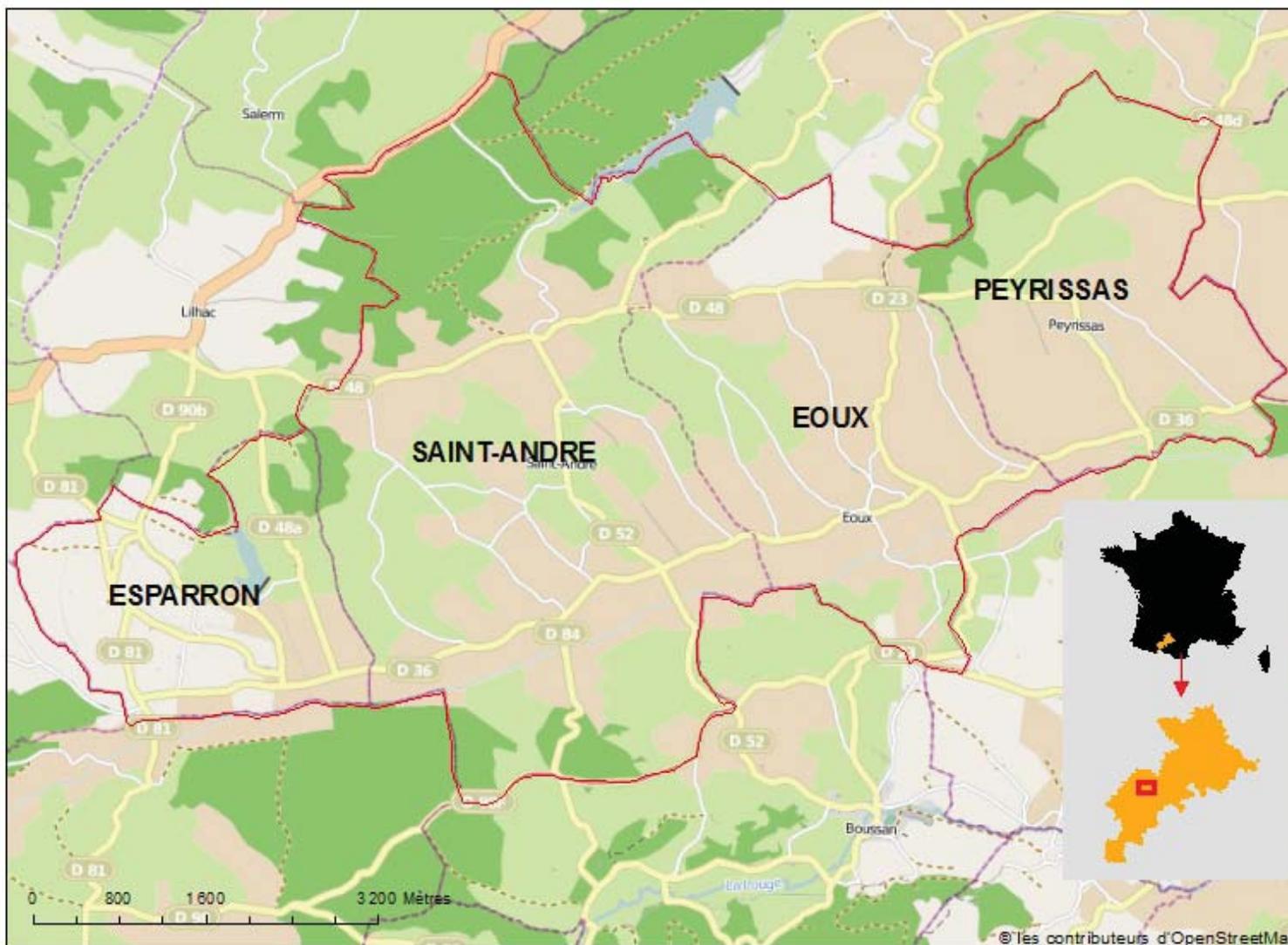
(c) Implémentation

- **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
 - ▣ Supplement tools
 - Create map of vegetation stratum
 - Create transects
 - ▣ B_Object Level
 - ▣ Hedgerow functions
 - Erosive role
 - Hydrological role
 - Windbreaks role
 - ▣ Hedgerow morphology & physiognomy
 - Dominant vegetation stratum
 - Morphological indicators (length, width, azimuth, 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
 - ▣ Lanscape statistics
 - Percentage of all hedge fonctionalities
 - 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

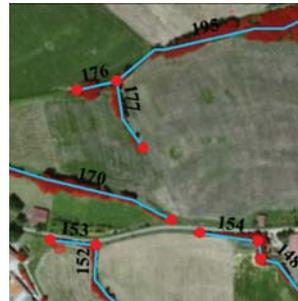
● Processus :



Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

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



Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

● Processus :

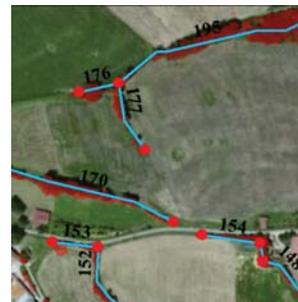


Création de l'axe médian

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 :

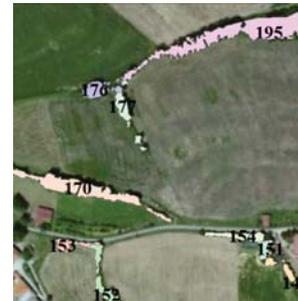
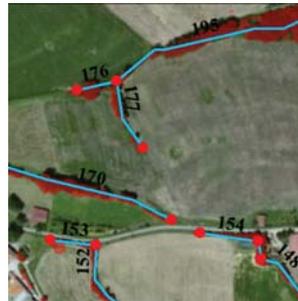


Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

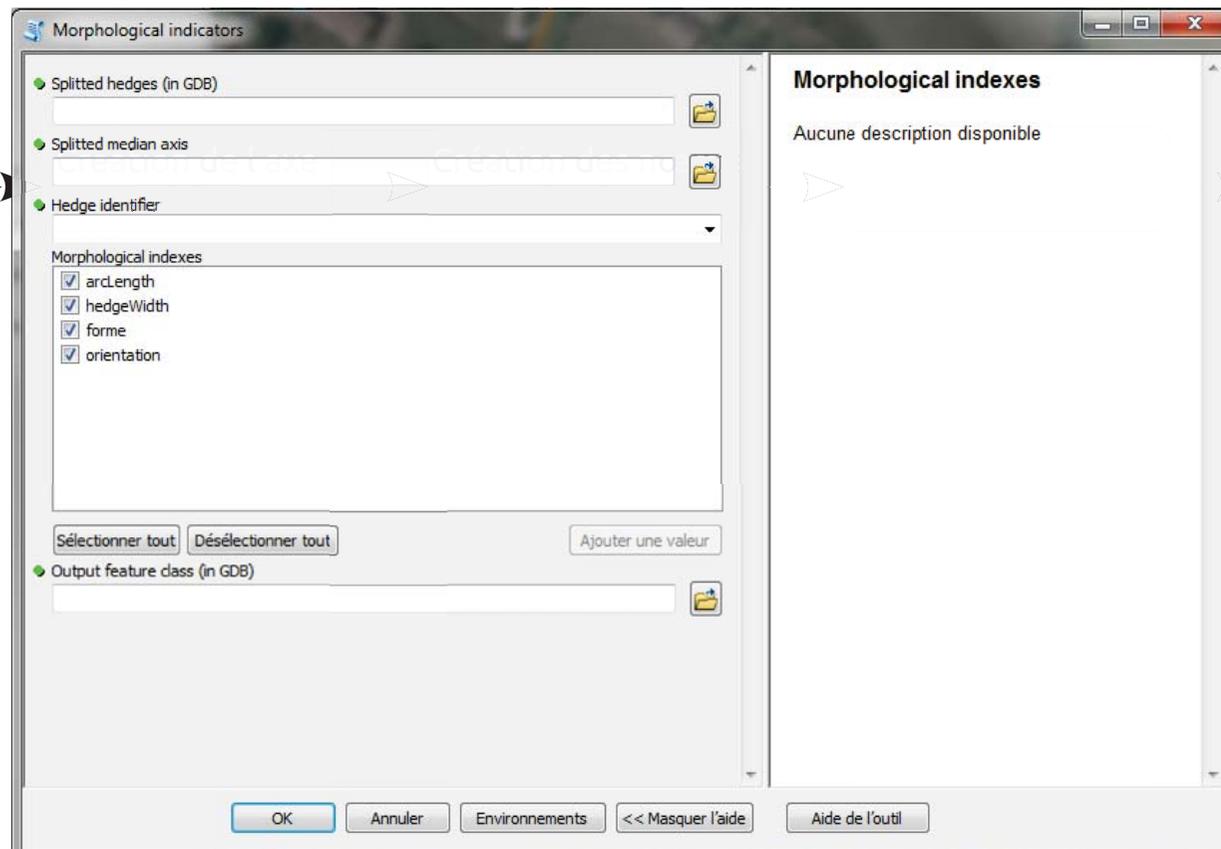
Redécoupage des emprises

Calcul des indicateurs



Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

● Processus :



Calcul des indicateurs

Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

● Processus :

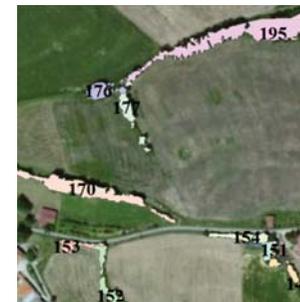
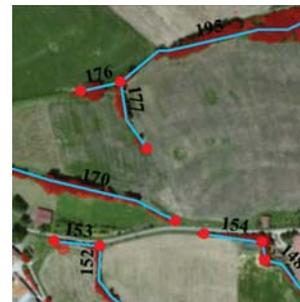


Création de l'axe médian

Création des nœuds et du réseau

Redécoupage des emprises

Calcul des indicateurs



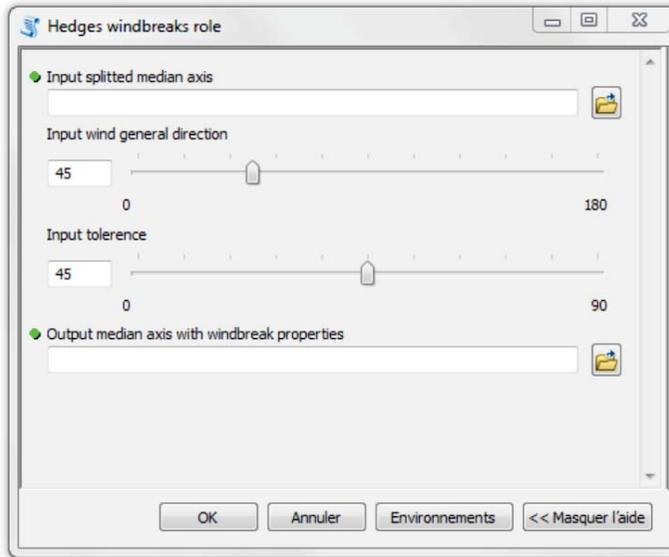
ID	Numero	Superficie	Perimetre	Perimetre/ Superficie	Superficie/ Perimetre	Perimetre/ Superficie
1	1	100	100	1.00	1.00	1.00
2	2	200	200	1.00	1.00	1.00
3	3	300	300	1.00	1.00	1.00
4	4	400	400	1.00	1.00	1.00
5	5	500	500	1.00	1.00	1.00
6	6	600	600	1.00	1.00	1.00
7	7	700	700	1.00	1.00	1.00
8	8	800	800	1.00	1.00	1.00
9	9	900	900	1.00	1.00	1.00
10	10	1000	1000	1.00	1.00	1.00
11	11	1100	1100	1.00	1.00	1.00
12	12	1200	1200	1.00	1.00	1.00
13	13	1300	1300	1.00	1.00	1.00
14	14	1400	1400	1.00	1.00	1.00
15	15	1500	1500	1.00	1.00	1.00
16	16	1600	1600	1.00	1.00	1.00
17	17	1700	1700	1.00	1.00	1.00
18	18	1800	1800	1.00	1.00	1.00
19	19	1900	1900	1.00	1.00	1.00
20	20	2000	2000	1.00	1.00	1.00
21	21	2100	2100	1.00	1.00	1.00
22	22	2200	2200	1.00	1.00	1.00
23	23	2300	2300	1.00	1.00	1.00
24	24	2400	2400	1.00	1.00	1.00
25	25	2500	2500	1.00	1.00	1.00
26	26	2600	2600	1.00	1.00	1.00
27	27	2700	2700	1.00	1.00	1.00
28	28	2800	2800	1.00	1.00	1.00
29	29	2900	2900	1.00	1.00	1.00
30	30	3000	3000	1.00	1.00	1.00
31	31	3100	3100	1.00	1.00	1.00
32	32	3200	3200	1.00	1.00	1.00
33	33	3300	3300	1.00	1.00	1.00
34	34	3400	3400	1.00	1.00	1.00
35	35	3500	3500	1.00	1.00	1.00
36	36	3600	3600	1.00	1.00	1.00
37	37	3700	3700	1.00	1.00	1.00
38	38	3800	3800	1.00	1.00	1.00
39	39	3900	3900	1.00	1.00	1.00
40	40	4000	4000	1.00	1.00	1.00
41	41	4100	4100	1.00	1.00	1.00
42	42	4200	4200	1.00	1.00	1.00
43	43	4300	4300	1.00	1.00	1.00
44	44	4400	4400	1.00	1.00	1.00
45	45	4500	4500	1.00	1.00	1.00
46	46	4600	4600	1.00	1.00	1.00
47	47	4700	4700	1.00	1.00	1.00
48	48	4800	4800	1.00	1.00	1.00
49	49	4900	4900	1.00	1.00	1.00
50	50	5000	5000	1.00	1.00	1.00
51	51	5100	5100	1.00	1.00	1.00
52	52	5200	5200	1.00	1.00	1.00
53	53	5300	5300	1.00	1.00	1.00
54	54	5400	5400	1.00	1.00	1.00
55	55	5500	5500	1.00	1.00	1.00
56	56	5600	5600	1.00	1.00	1.00
57	57	5700	5700	1.00	1.00	1.00
58	58	5800	5800	1.00	1.00	1.00
59	59	5900	5900	1.00	1.00	1.00
60	60	6000	6000	1.00	1.00	1.00
61	61	6100	6100	1.00	1.00	1.00
62	62	6200	6200	1.00	1.00	1.00
63	63	6300	6300	1.00	1.00	1.00
64	64	6400	6400	1.00	1.00	1.00
65	65	6500	6500	1.00	1.00	1.00
66	66	6600	6600	1.00	1.00	1.00
67	67	6700	6700	1.00	1.00	1.00
68	68	6800	6800	1.00	1.00	1.00
69	69	6900	6900	1.00	1.00	1.00
70	70	7000	7000	1.00	1.00	1.00
71	71	7100	7100	1.00	1.00	1.00
72	72	7200	7200	1.00	1.00	1.00
73	73	7300	7300	1.00	1.00	1.00
74	74	7400	7400	1.00	1.00	1.00
75	75	7500	7500	1.00	1.00	1.00
76	76	7600	7600	1.00	1.00	1.00
77	77	7700	7700	1.00	1.00	1.00
78	78	7800	7800	1.00	1.00	1.00
79	79	7900	7900	1.00	1.00	1.00
80	80	8000	8000	1.00	1.00	1.00
81	81	8100	8100	1.00	1.00	1.00
82	82	8200	8200	1.00	1.00	1.00
83	83	8300	8300	1.00	1.00	1.00
84	84	8400	8400	1.00	1.00	1.00
85	85	8500	8500	1.00	1.00	1.00
86	86	8600	8600	1.00	1.00	1.00
87	87	8700	8700	1.00	1.00	1.00
88	88	8800	8800	1.00	1.00	1.00
89	89	8900	8900	1.00	1.00	1.00
90	90	9000	9000	1.00	1.00	1.00
91	91	9100	9100	1.00	1.00	1.00
92	92	9200	9200	1.00	1.00	1.00
93	93	9300	9300	1.00	1.00	1.00
94	94	9400	9400	1.00	1.00	1.00
95	95	9500	9500	1.00	1.00	1.00
96	96	9600	9600	1.00	1.00	1.00
97	97	9700	9700	1.00	1.00	1.00
98	98	9800	9800	1.00	1.00	1.00
99	99	9900	9900	1.00	1.00	1.00
100	100	10000	10000	1.00	1.00	1.00

Cas 1 : calcul d'indicateurs morphologiques

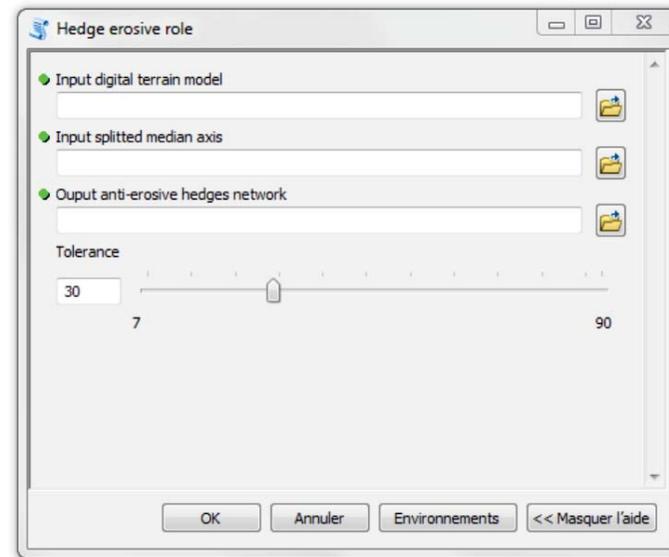
	Longueur	Largeur	Forme	Orientation
Min	4.49	1.10	0.7	2.86
Max	586.7	37.41	59.81	179.6
Médiane	102.4	10.87	6.55	79.7
Moyenne	123.2	10.67	8.92	86.5
Ecart-type	102.4	8.00	9.97	50.53

Cas 2 : estimation de rôles

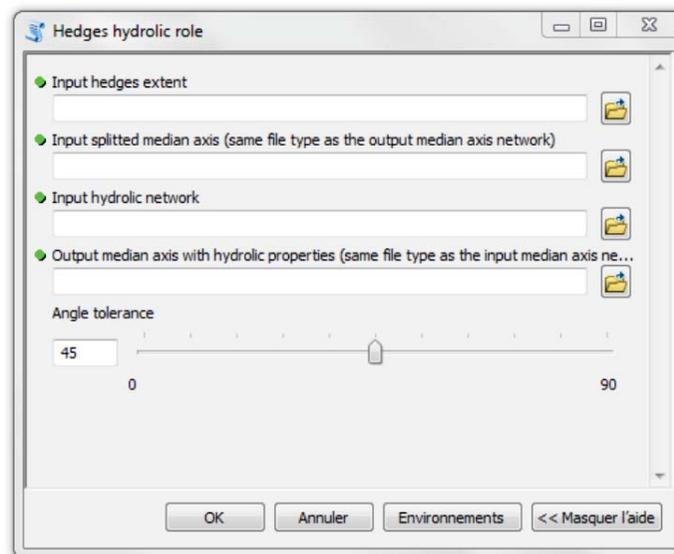
Rôle brise-vent



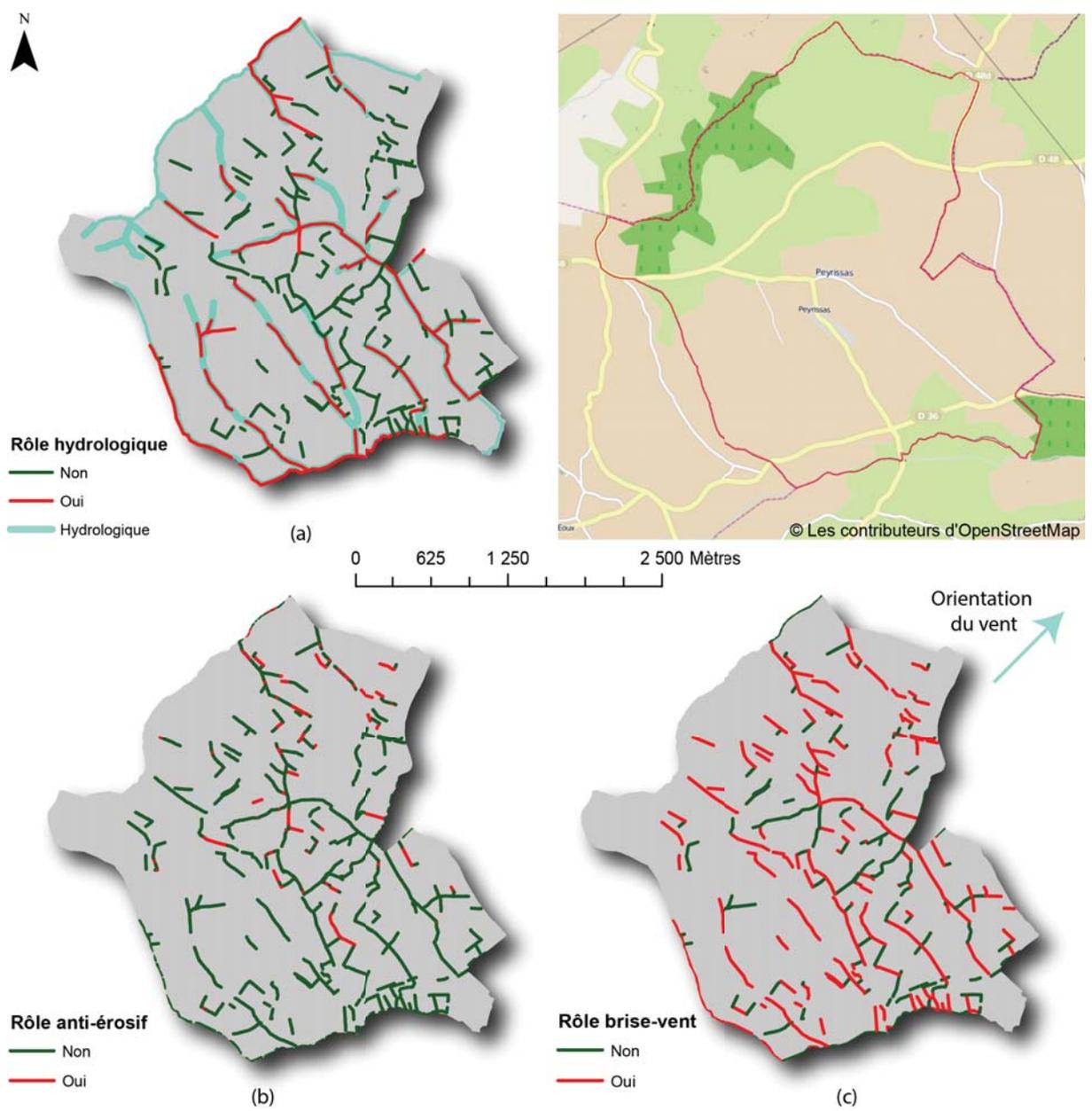
Rôle érosif



Rôle hydrologique



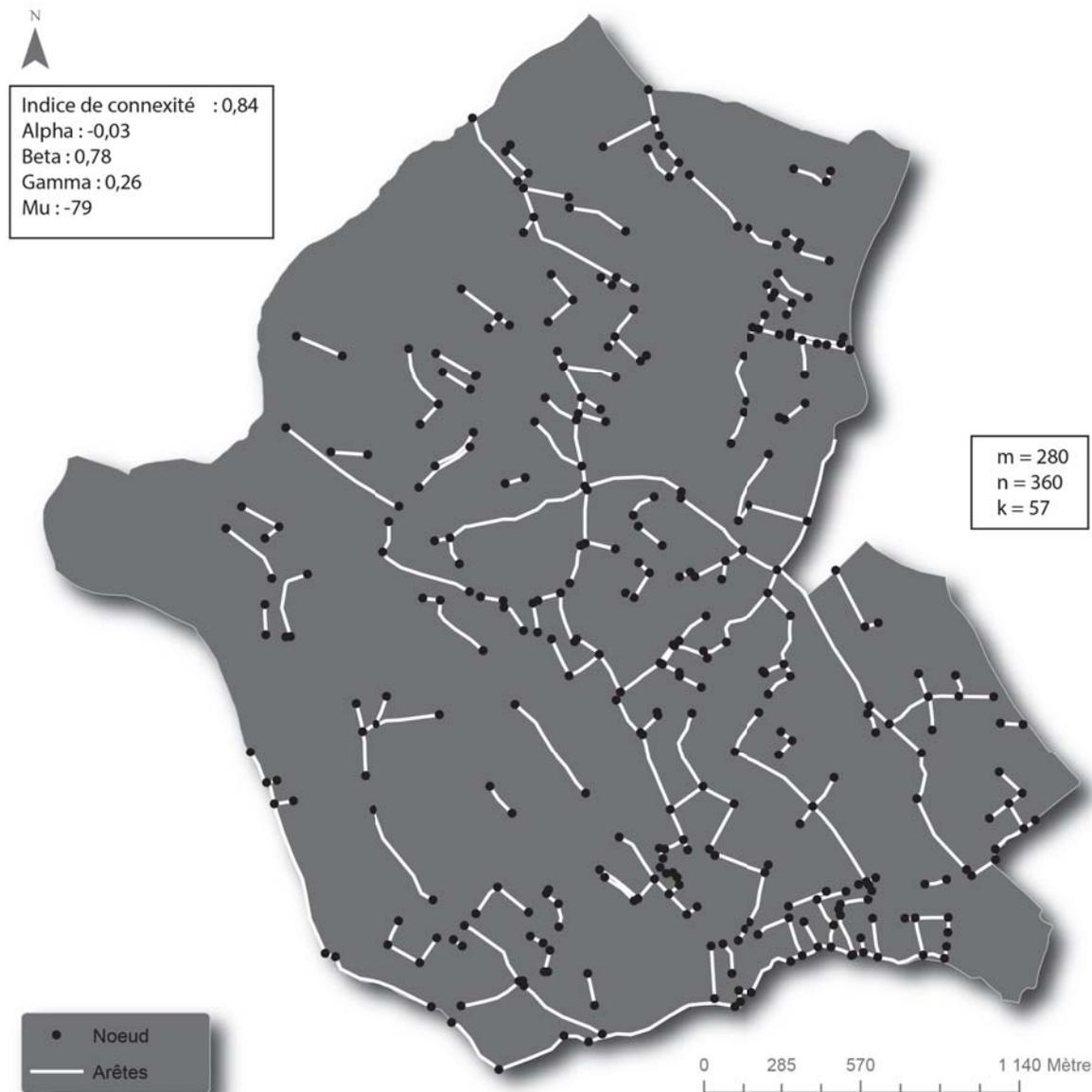
Cas 2 : estimation de rôles



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...