



# Modélisation de la Trame verte urbaine de la Métropole

**Adrien PAGET - Anne TROUILLON**

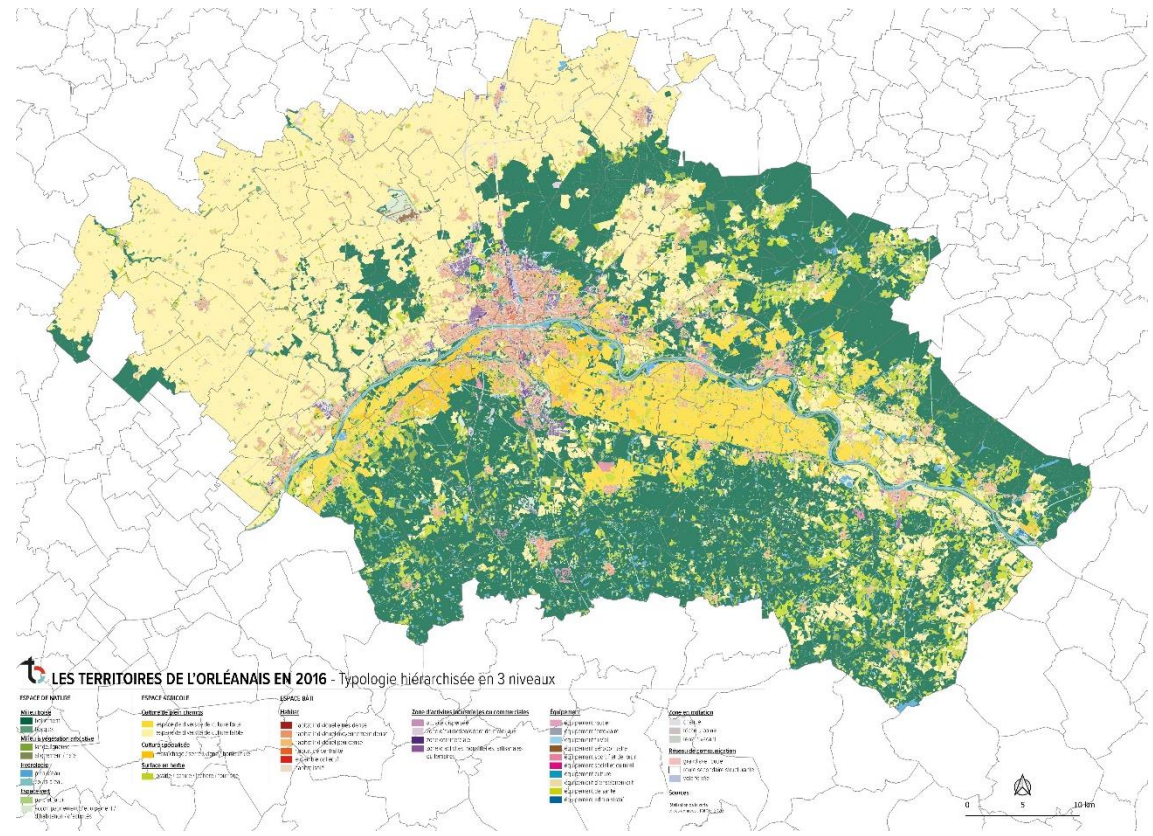
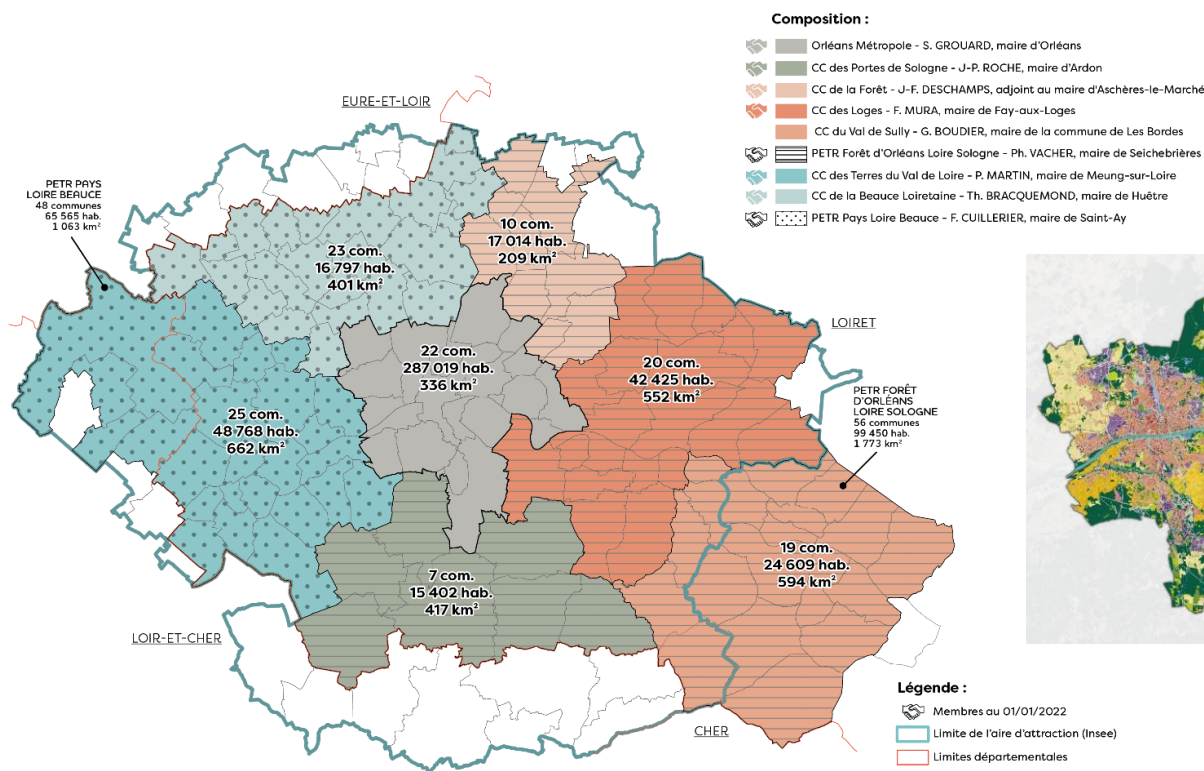
*Responsable thématique Environnement et risques - Chargée de projets Biodiversité*



# Contexte

- Orléans Métropole porte une stratégie TVB & Biodiversité dont les objectifs sont la connaissance, la planification, la protection/gestion des écosystèmes et la sensibilisation
- La collectivité et Topos travaillent depuis 2018 sur les données de biodiversité, notamment sur
  - Structuration d'une base de données Faune et Flore, avec les partenaires locaux (FNE/LNE, DREAL, CBNBP, ARB CVL, OFB, les communes...)
  - Benchmark sur les méthodologies TVB existantes dans l'objectif d'améliorer l'ancienne modélisation orientée habitat vers une méthode permettant vraiment de modéliser les déplacements des espèces

# Contexte



## Entités paysagères

- La Loire qui traverse le territoire d'Est en Ouest
- La forêt d'Orléans et le plateau de Beauce au Nord
- La forêt de Sologne et la Val inondable au sud

# La méthode : les aires de migration simulées

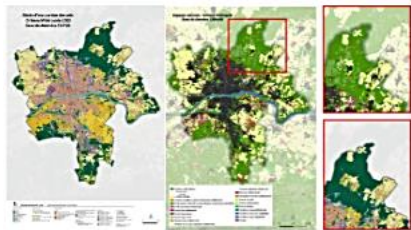
- C'est une modélisation des capacités de déplacement et de dispersion des espèces en fonction du milieu traversé et de sa perméabilité.
- Le principe : toutes les espèces doivent se déplacer pour effectuer l'intégralité de son cycle de vie.
- Cette approche nécessite un choix d'espèces cibles en fonction des sous-trames à considérer.
- Cette modélisation se fait par sous-trame et définit une aire potentielle de déplacement des espèces cibles.



# Processus de modélisation

## Étape 1

Données d'entrée



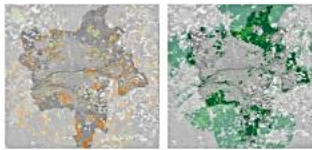
### Choix des sous-trames et des espèces parapluies



## Étape 2

## Paramétrer le modèle

### Choix des réservoirs



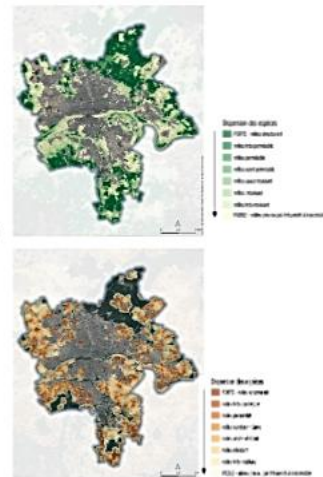
### Définition des distances de dispersion par espèce en fonction des types d'occupation du sol

Intervention n°	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
Intervention n°	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745																																																																																																																																																																																																																																																															

### Étape 3

Modéliser la dispersion  
BioDispersal

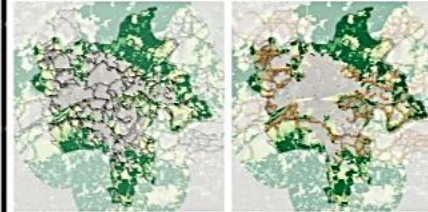
## Modéliser les capacités de dispersion avec BioDispersal



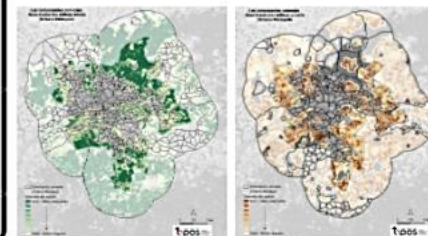
## Étape 4

## Modéliser les corridors et la connectivité

### Modéliser et choisir les corridors théoriques



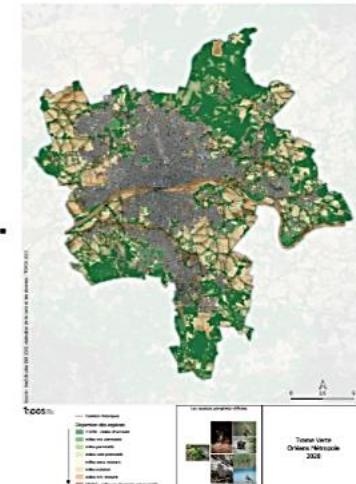
### Modéliser les composantes connexes



## Étape 5

## Création de la carte Trame Verte

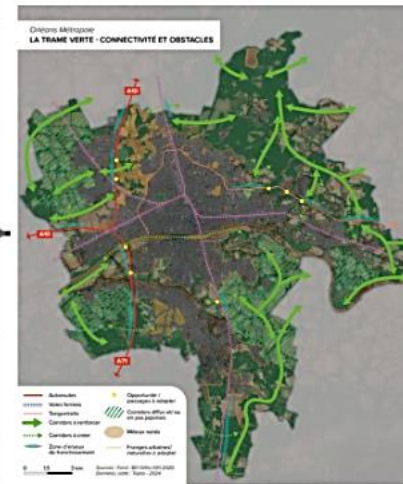
#### Assembler les cartes de dispersion et les corridors retenus



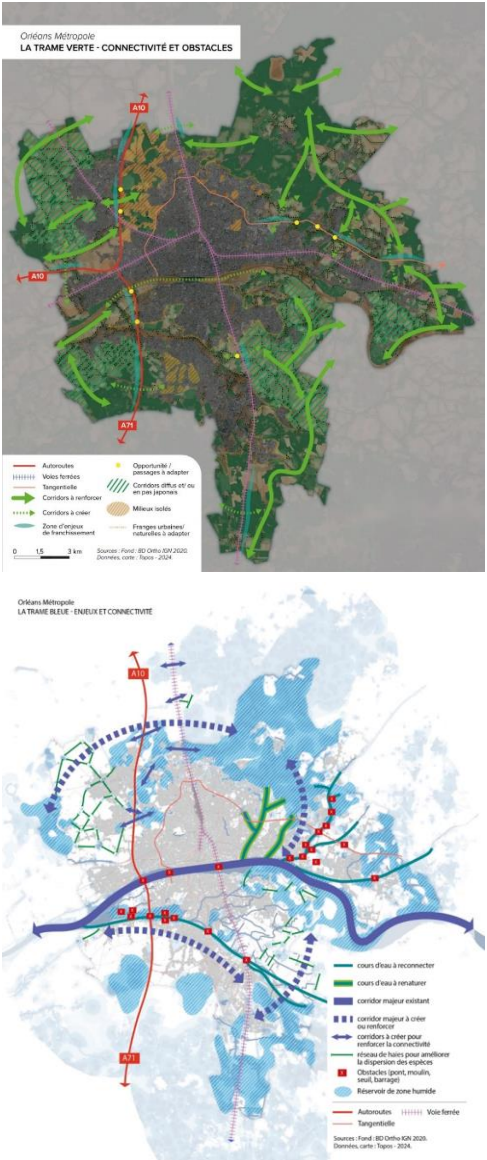
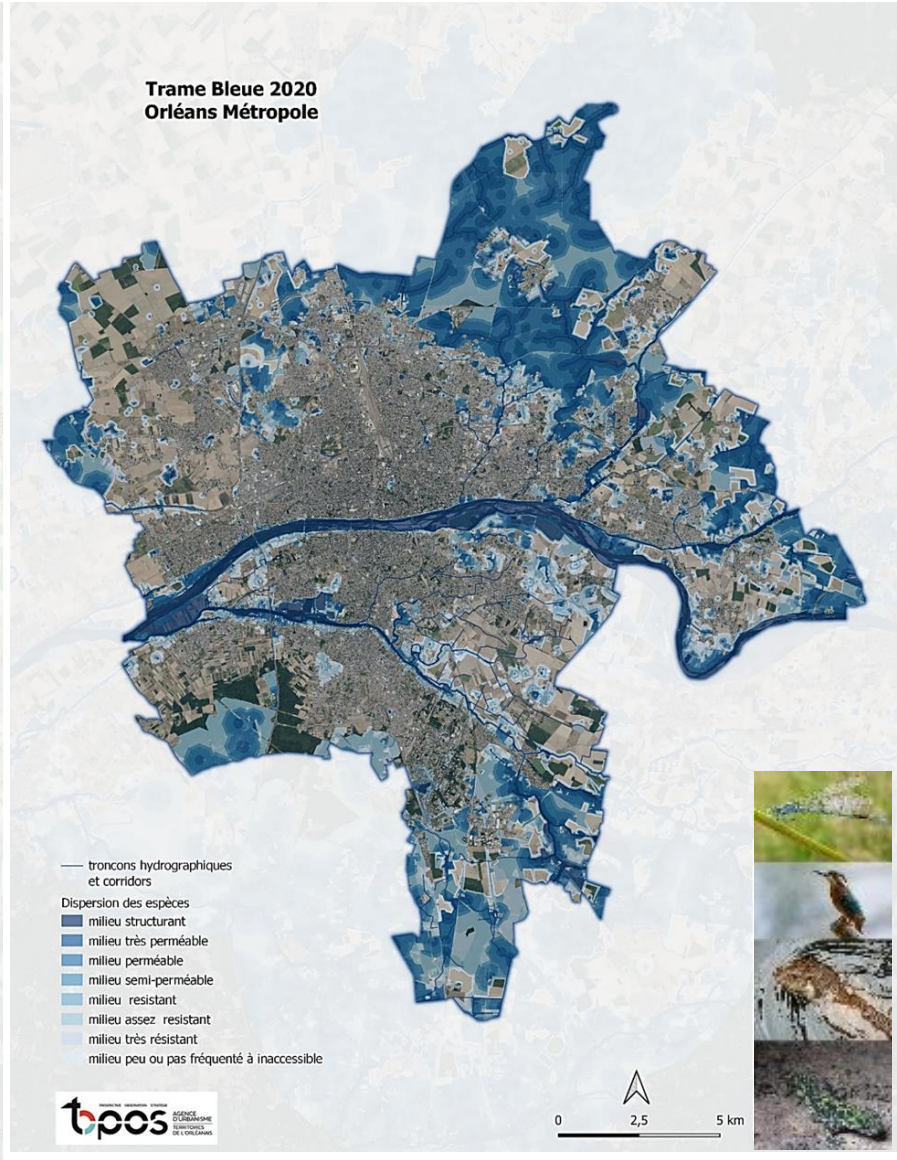
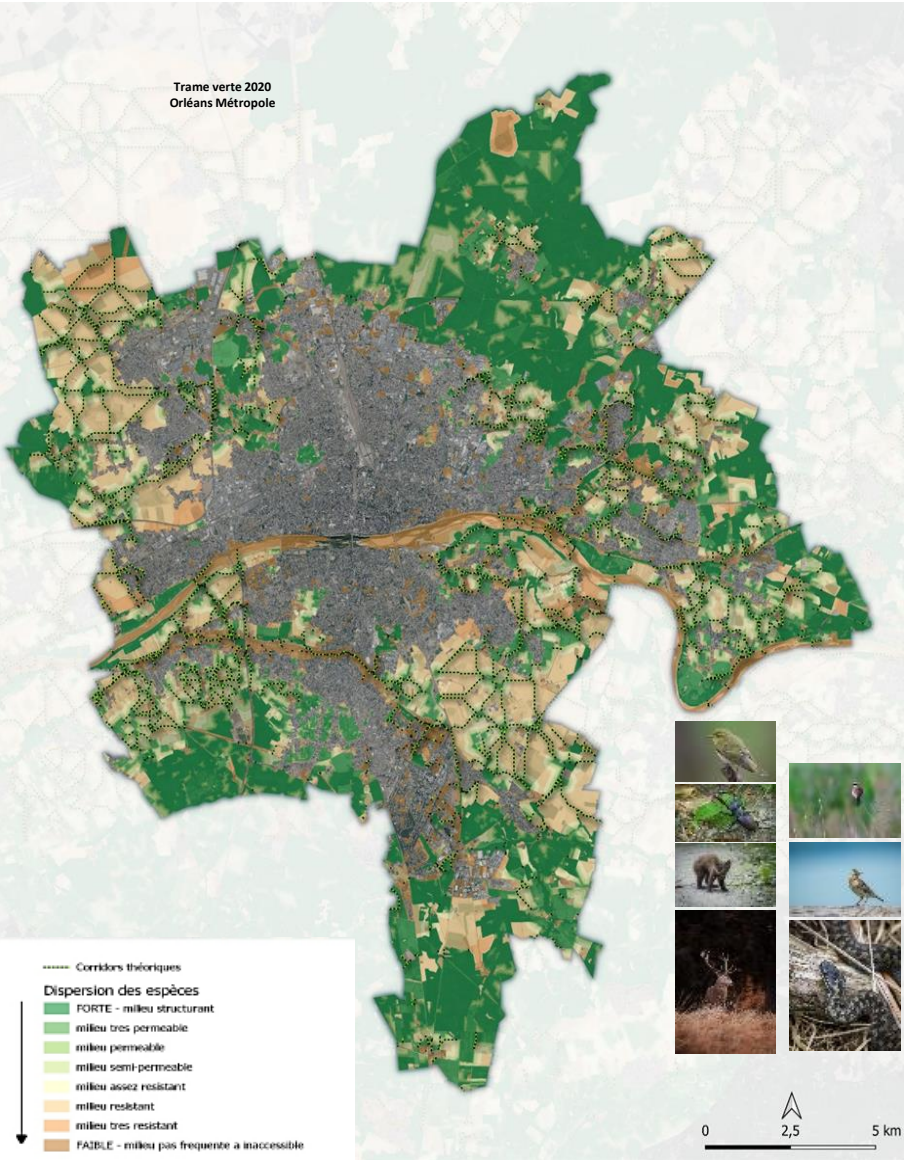
## Étape 6

### Analyse de la fragmentation et création d'un schéma de principe

### Schématiser la dispersion et les principaux obstacles



# Résultats pour la trame verte et bleue



# Le choix des données pour modéliser la trame verte urbaine

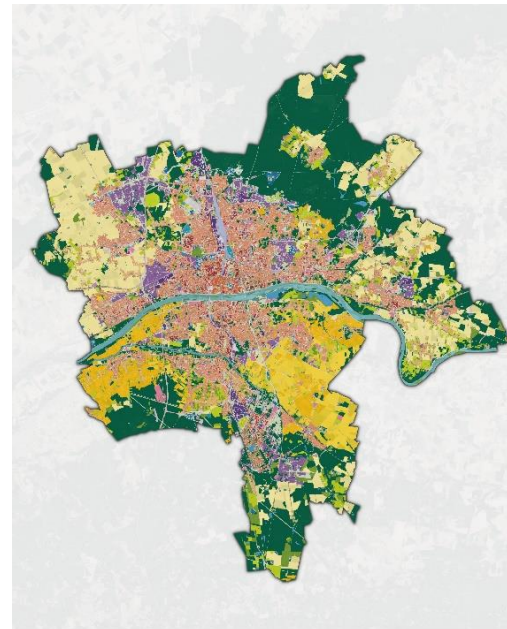
- En milieu urbain de nombreuses espèces cohabitent, il y a nécessité d'analyser le réseau écologique urbain pour améliorer son fonctionnement.

- Le réseau écologique en milieu urbain se compose :

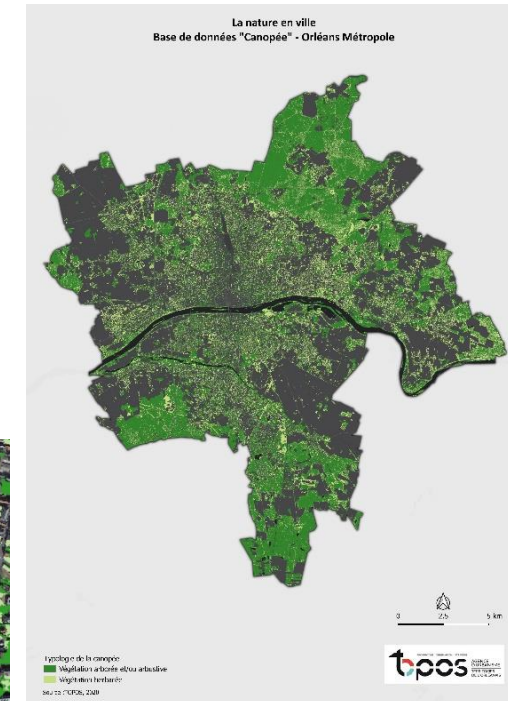
- ⇒ Des jardins publics et privés
- ⇒ Des parcs urbains
- ⇒ Des alignements d'arbres
- ⇒ Des haies et alignements arbustifs
- ⇒ Des pelouses, coulées vertes

- **Constat** : TOPOS a expertisé les différentes bases de données existantes qui caractérisent la végétation dans le tissu urbain. Aucune n'étaient suffisamment fines et complètes pour analyser et objectiver la nature en ville dans toutes ses dimensions.

- **Réponse** : TOPOS a construit la BD Canopée via des techniques de télédétection et d'apprentissage machine (Intelligence Artificielle)



Extrait de la base « Canopée »



# Le choix des espèces

Le choix s'est fondé sur plusieurs critères :

- ⇒ La représentativité écologique
- ⇒ Les capacités de dispersion
- ⇒ La disponibilité de données scientifiques précises (écologie, comportement etc.)
- ⇒ Leur tolérance aux perturbations (bruit, pollution etc.)
- ⇒ Leur adaptabilité

Ces trois espèces permettent d'analyser différentes connectivités :

- ⇒ Arboricole (Ecureuil)
- ⇒ Terrestre (Hérisson)
- ⇒ Aérienne (Mésange)

Les distances de dispersion et les types de milieux structurants ont été définis par les experts :

Ecureuil : dispersion max 1 km / milieu boisé

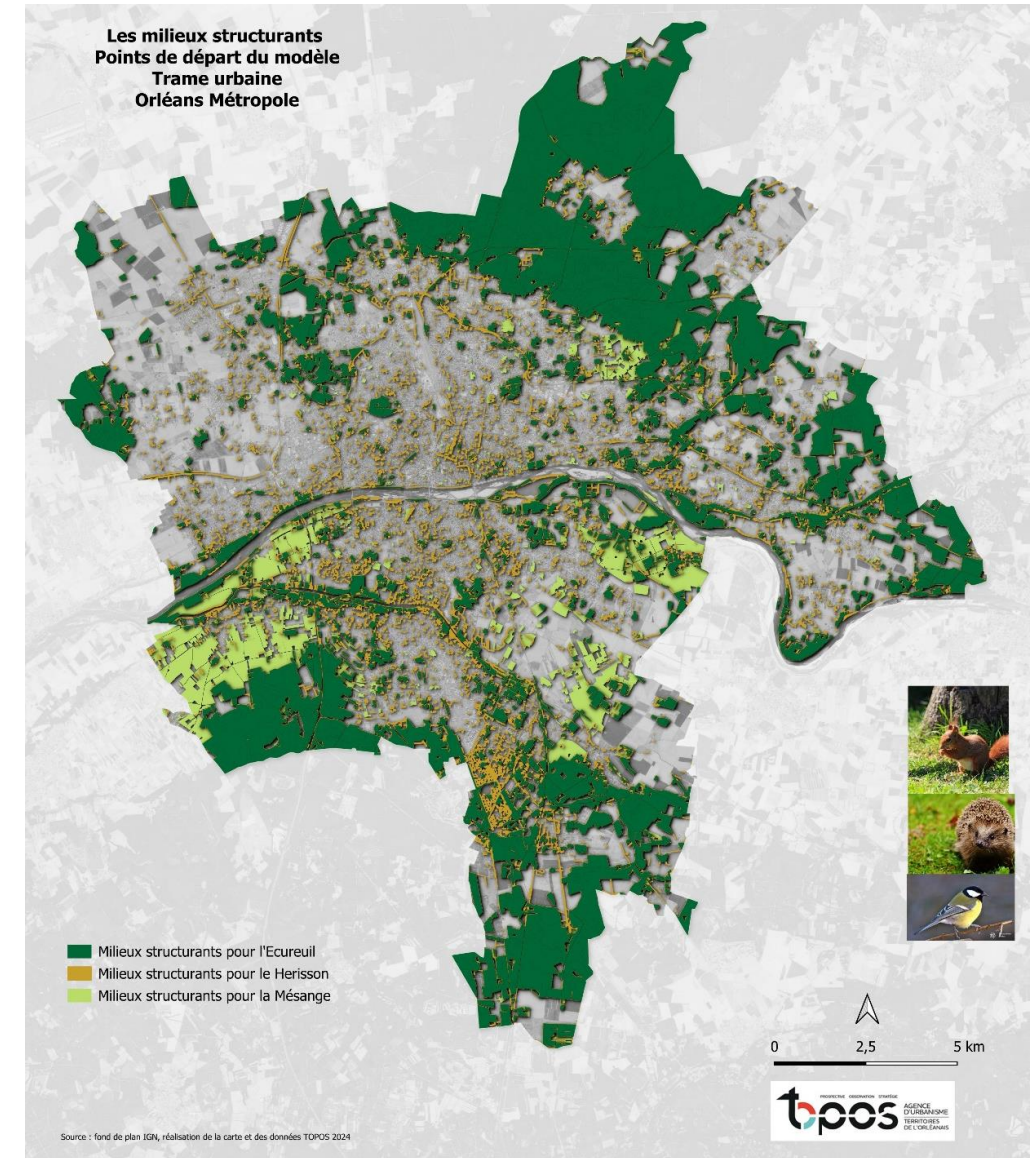
Hérisson : dispersion max 5km / milieu boisé, haie

Mésange : dispersion max 2 km / milieu boisé, jardin, haie, parc, vergers



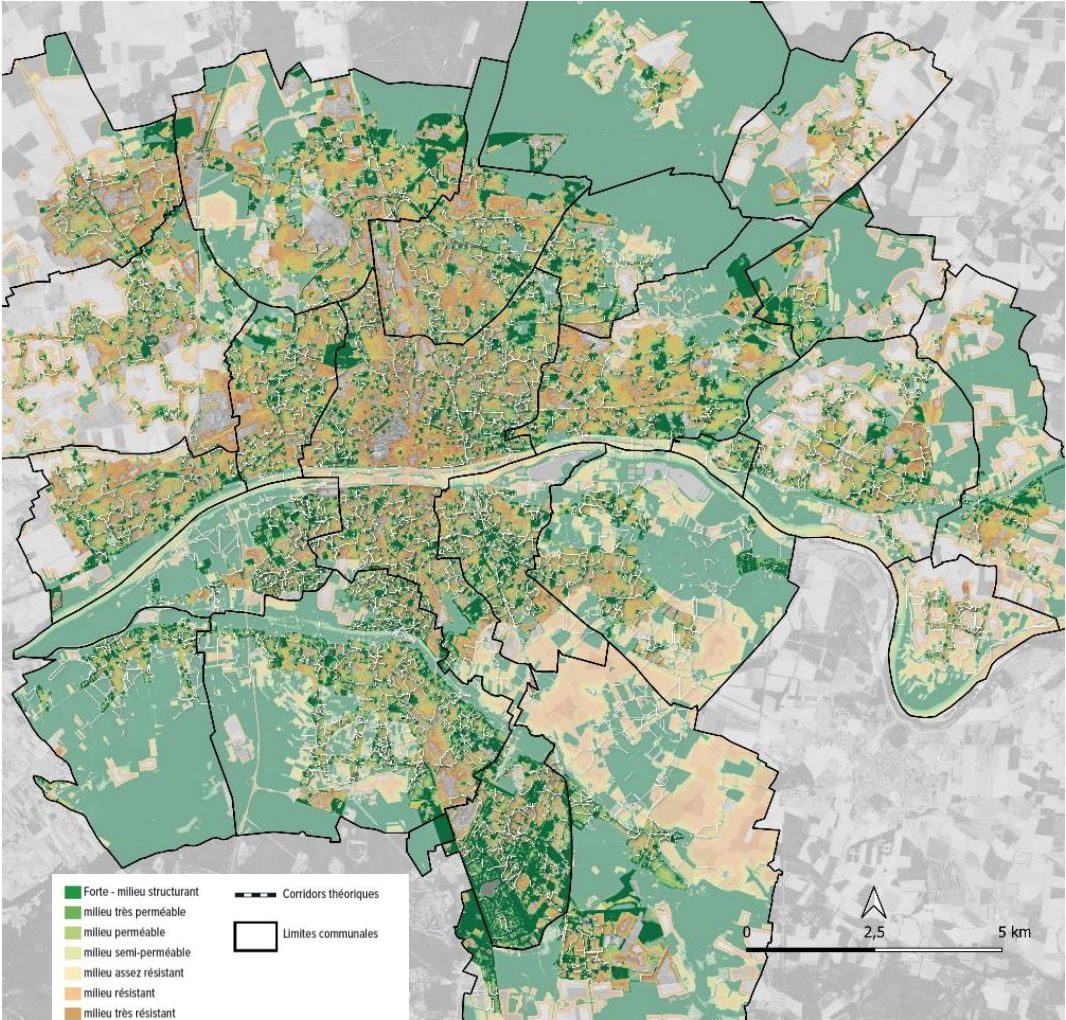
# Les points de départ du modèle

- Les réservoirs de biodiversité et points de départ du modèle ont été choisis sur l'intégralité de la Métropole, pas uniquement dans l'enveloppe urbaine :
  - ⇒ Importance d'analyser les connexions entre les grands espaces de nature et ceux en milieux urbains,
  - ⇒ Caractériser et spatialiser les points d'entrées et de sorties de la faune résidant en milieux urbains,
  - ⇒ Travailler sur les interfaces entre milieux urbains / agricoles / boisés ,



# Les résultats de la modélisation à l'échelle de l'enveloppe urbaine

La trame urbaine

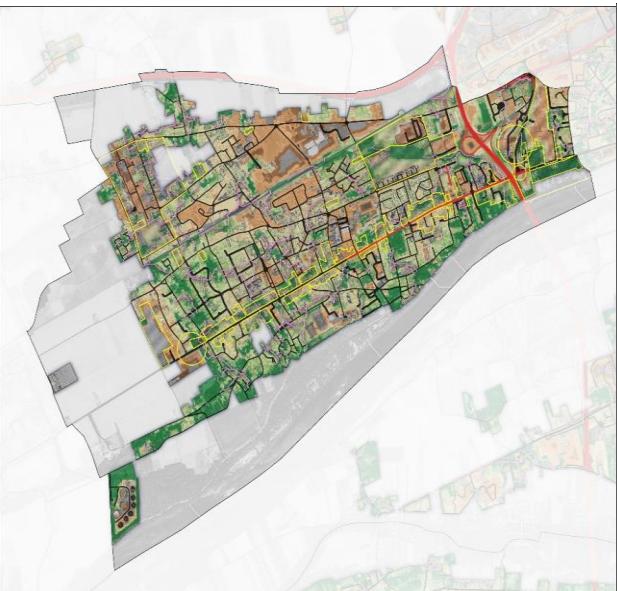


Les cœurs du réseau



Sources : fond de plan IGN 2020. Réalisation de la carte et données : Topos - 2023.

# Des résultats multiscalaires déclinés à l'échelle communale



- Édition d'atlas à l'échelle communales
- Cartographie de la trame verte urbaine par commune
- Cartographie des cœurs de réseau
- Cartographie des principaux enjeux de connectivité
- Déclinaison des résultats à l'échelle de la parcelle cadastrale

# Analyse des types de trames vertes urbaines

La trame linéaire



La trame en réseau



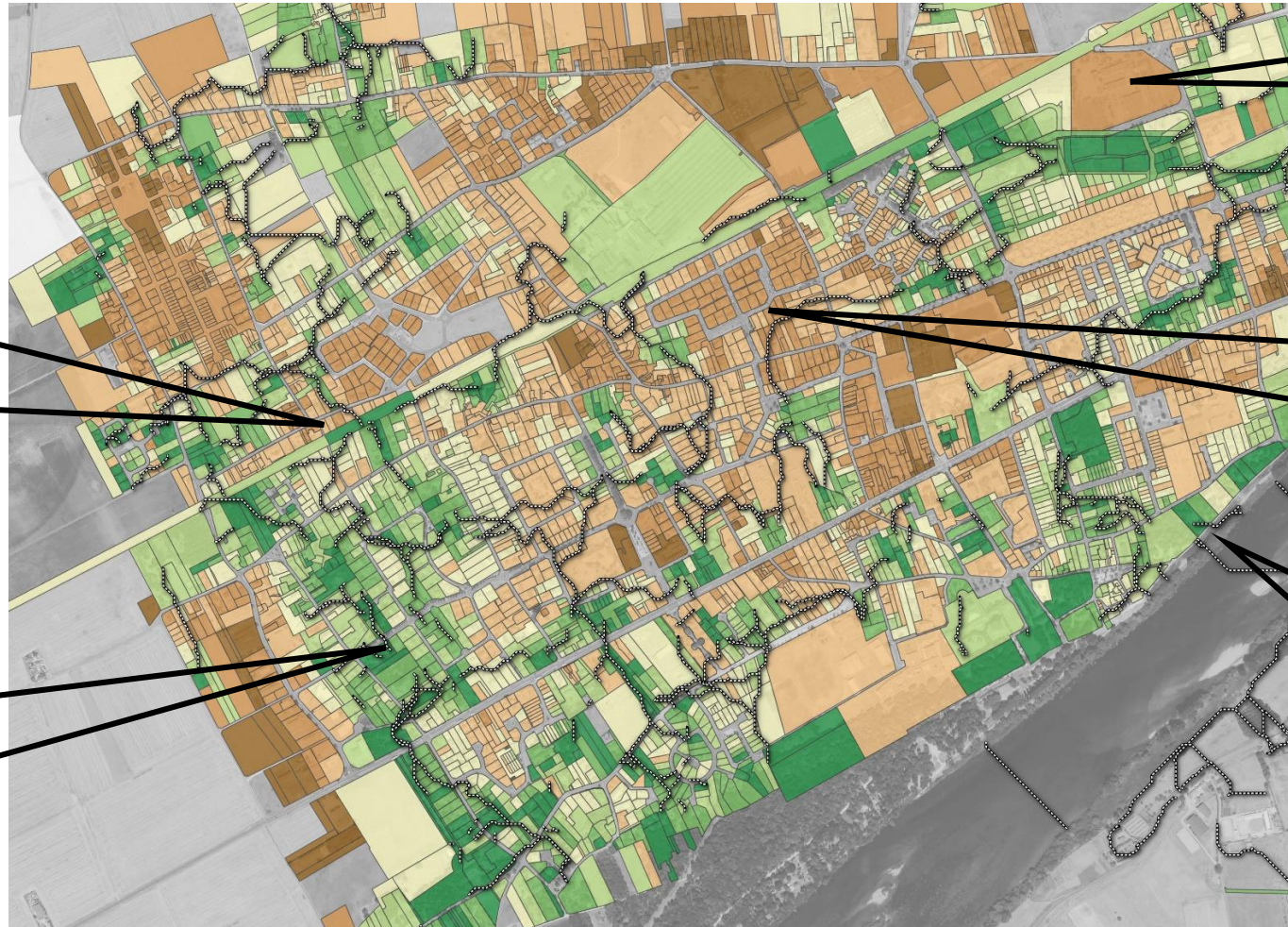
La trame en pas japonais



# Intérêts des atlas communaux

Travailler sur les obstacles  
Implanter des aménagements qui favorisent le passage de la (petite) faune

Renforcer les corridors existants  
En diversifiant les strates végétales



Mettre en œuvre  
la stratégie ERC  
dans les  
projets d'aménagement

Définir des actions  
là où l'on souhaite  
voir de la  
biodiversité  
(renaturation,  
gestion écologique,  
végétalisation)

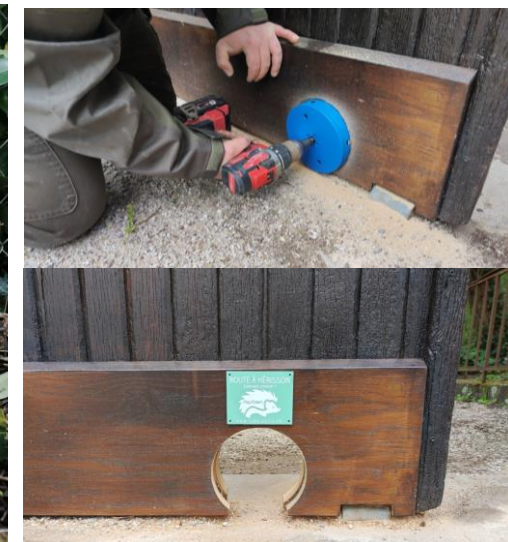
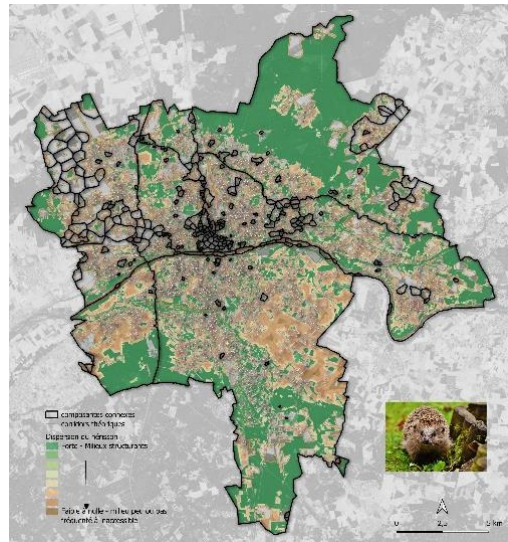
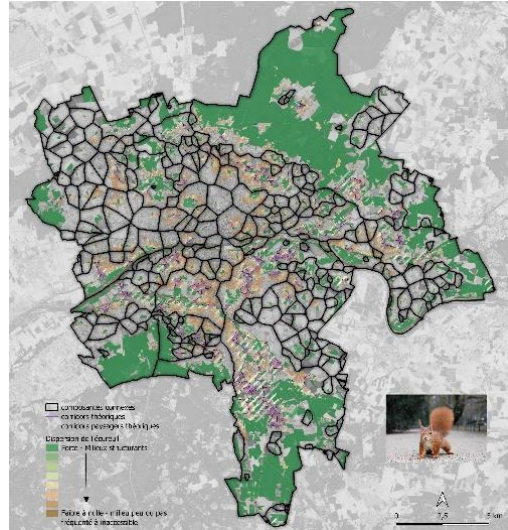
Travailler sur les interfaces  
entre  
espaces urbains et naturels

# Fragmentation des habitats et perte de connectivité : du constat aux solutions

- ❑ Les routes, les bâtiments, les voies ferrées et autres infrastructures créent des barrières physiques qui fragmentent les habitats naturels.
- ❑ Les infrastructures constituent des dangers directs : risques de collisions importants.
- ❑ Les espaces verts urbains sont souvent isolés les uns des autres, rendant difficile le déplacement des espèces entre ces zones.
- ❑ Les jardins privés, les clôtures peuvent représenter de véritables obstacles infranchissables pour certaines espèces.

## Conséquences

- ⇒ Réduction de la taille des habitats disponibles
- ⇒ Isolement des populations, difficulté à réaliser un cycle de vie complet



# Un travail collaboratif

- Les acteurs naturalistes locaux ont été impliqués à chaque étape importante de choix dans la modélisation l'implication des acteurs locaux
- En particulier pour aider à paramétrer les dispersions d'espèce cible. Merci à l'association Loiret Nature Environnement, le Laboratoire d'écotoxicologie, le Muséum d'Orléans pour la Biodiversité et l'Environnement, l'Office français de la biodiversité, le Conservatoire des espaces naturels Centre Val de Loire

Nomenclature occupation du sol - TOPOS 2020	espece 1 : Lézard des murailles	espece 2 : Hérisson d'Europe	espece 3 : Renard	espece 4 : écreuil
Milieu de vie structurant	Zone rocailleuse, pierres disjointes	Boisement / haie / habitat peu dense	Boisement, bosquets, haies	Boisements
Distance de dispersion maximale	300m (1 km)	3km (remelle), 5 km (mâle)	5 à 15 km (100 km en 2 semaines)	1 kilomètre
boisement	3	1	1	1
bosquet	2	1	1	7
lande ligneuse	2	2	1	8
alignement/haie	1	1	1	2
cours d'eau	7	5	3	5
plan d'eau	8	7	7	8
parc et jardin	1	3	2	3
accompagnement d'équipement/d'habitation/d'activités	1	4	4	7
espace de diversité de culture forte	7	3	1	8
espace de diversité de culture faible	7	5	1	8
marais/agriculture/vigne/horticulture/arboriculture ?	1	3	2	8 (7 car arbo)
prairie / pâture / fourrage / jachère	4	3	1	8
grand axe routier	8	8	7	8
route secondaire structurante	7	7	6	5
voie ferrée	1	4	4	5
zone commerciale	4	6	4	8
zone d'activités industrielles, artisanales ou tertiaires	4	7	6	7
activité dispersée	2	6	4	7
zone d'extraction de matériaux	1	7	3	8
équipement sportif et de loisir	2	8	4	5
équipement social et culturel	3	8	4	7
équipement de santé	3	8	4	7
équipement ferroviaire	3	8	4	7
équipement aéroportuaire	2	8	4	8
équipement fluvial (= pont ?)	7	8	4	8
équipement routier (= pont ?)	8	8	4	8
équipement administratif	3	8	4	8
équipement d'enseignement	3	8	4	4
équipement culturel	3	8	4	7
habitat individuel très dense	3	8	4	7
habitat individuel moyennement dense	2	6	3	7
habitat individuel peu dense	1	5	3	6
habitat de centralité	2	8	4	8
ensemble collectif	3	8	4	8
habitat isolé	1	2	1	7
chantier	7	7	4	8
friche urbaine	3	2	3	8
terrain vacant	3	2	3	8

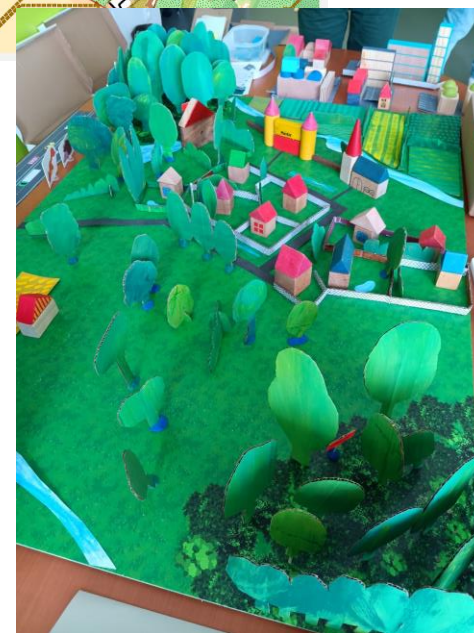
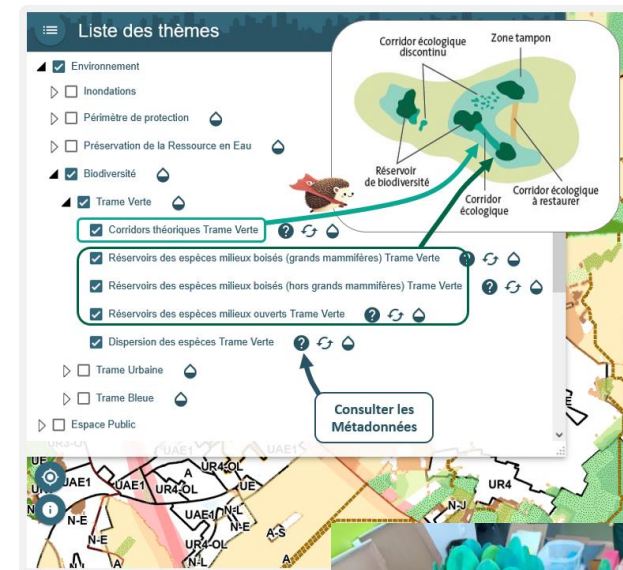
=> Classement des coefficients de friction

Il est recommandé de classer les différentes postes de la nomenclature selon des classes correspondant chacune à un coefficient de friction. Ici, on a choisi de distinguer 8 classes :

- Coeff 1 : Les milieux de vie correspondant à l'optimum écologique d'une espèce / les milieux structurants
- Coeff 2 Les milieux favorables / très perméables
- Coeff 3 Les milieux de déplacements fréquents et les milieux de vie marginaux / milieux perméables
- Coeff 4 La limite d'aire de déplacement / milieux semi-perméables
- Coeff 5 Les petits obstacles / milieux assez résistants
- Coeff 6 Les obstacles importants / milieux résistants
- Coeff 7 Les obstacle très importants / milieux très résistants
- Coeff 8 Les obstacles infranchissables / milieux bloquants

# Développements et perspectives

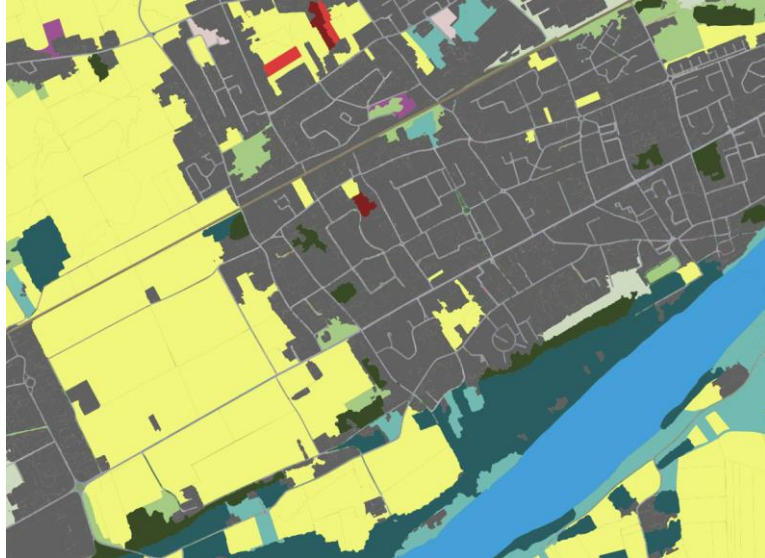
- Diffusion auprès des services métropolitains et communaux via le portail géomatique métropolitain MapO
- Conception d'un jeu sérieux « cohabitation en vert & bleu »
- A venir :
  - ❖ Intégration de la nouvelle TVB dans le PLUm pour renforcer la prise en compte de l'enjeu biodiversité
  - ❖ Liens avec les outils métropolitains des politiques publiques TE : plan de végétalisation urbain pour renforcer réseau écologique urbain, gestion, ...
  - ❖ **Animation territoriale et collaboration à poursuivre!**



# Élargissement de la méthode à d'autres territoires

De nouvelles données nationales gratuites pour modéliser les TVB à des échelles très fines

Carhab



OCSGE



Cosia



Des données espèces précieuses pour connaître la dispersion et les milieux réservoirs des espèces

