

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

SymbioLink

Co-construction de communs socio-numériques territoriaux et de graphes de confiance entre habitants, commerces et institutions

Tableau récapitulatif des personnes impliquées dans le projet¹

Partenaire	Nom	Prénom	Position actuelle	Rôle & responsabilités dans le projet	Implication sur la durée du projet
UTTOP, UTOPI-ECLAT, CNRS	MARRAST	Philippe	MCF-HC	Coordinateur scientifique Tâches WP1, WP2 et WP5, interface entre équipes STIC, SHS et partenaires	12 p.mois
UTTOP, UTOPI-ECLAT, CNRS	BAZET	Isabelle	MCF-HC	Responsable scientifique de tâches SHS au sein des WP1 et WP2	6 p.m.
UTTOP, UTOPI-ECLAT, CNRS	À recruter	-	PhD	Doctorant-e SHS : enquêtes, co-design, évaluation (WP1, WP2, WP5)	36 p.m.
UTTOP-LGP-DSS	BELER	Cédrick	MCF	Responsable scientifique WP3 et WP4, co-coordination technique STIC	11 p.mois
UTTOP-LGP-DSS	GENESTE	Laurent	PU	Appui scientifique WP3 (T3.5, base de connaissances)	2 p.mois
UTTOP-LGP-DSS	HOUE NGOUNA	Raymond	MCF-HDR	Responsable scientifique T3.5 (base de connaissances, graphes)	4 p.mois
UTTOP-LGP-DSS	LAROUZEE	Justin	CPJ	WP3 (T3.4, jumeaux dialogiques) et WP4 (scénarios de crise)	4 p.mois
UTTOP-LGP-DSS	À recruter	-	PhD	Doctorant-e STIC : modélisation DSTG, prototypage (WP2, WP3, WP4)	36 p.m.
GEOVAST	POUX	Florent	CTO	Responsable scientifique du Jumeau 4D (WP3, T3.4)	12 p.mois
GEOVAST	PONCIANO	Jean-Jacques	CEO	WP3, T3.4 (supervision, relations industrielles)	6 p.mois
GEOVAST	BLIND	Valentin	CTO adj.	WP3, T3.4 (développement, industrialisation)	6 p.mois

I. Contexte, positionnement et objectif.s de la proposition

Les territoires de faible à moyenne densité et les villes d'équilibre sont pris dans une tension informationnelle durable : une part croissante de la vie sociale, économique et politique transite par des plateformes numériques globales (réseaux sociaux centralisés, systèmes de notation, places de marché) qui imposent leurs propres règles de visibilité, de classement et leurs modèles économiques et organisationnels. Dans ces architectures, la confiance entre acteurs (habitants, commerces, institutions) se trouve ramenée à quelques scores ou avis standardisés, décontextualisés et difficilement réversibles.

Ce modèle, que l'on retrouve sous sa forme la plus décomplexée dans la **gig economy** (Casilli, 2019 ; Woodcock & Graham, 2020), réduit la confiance à un score unidimensionnel calculé par la plateforme, non négociable par les acteurs, et essentiellement destiné à optimiser des transactions ponctuelles entre inconnus. Il ne correspond pas aux réalités des territoires dans lesquels la confiance se construit dans le temps long, s'appuie sur des histoires partagées et se négocie dans des espaces de proximité. Par ailleurs, les personnes en situation d'inégalité ou de vulnérabilité numérique (littératie, zones blanches,

¹ UTOPI - Eclat : Unité de Recherche Travail, Organisation, Pouvoir, Inégalités, UMR CNRS 5311 - Axe Environnement, Controverses, Alimentation, Santé

LGP - DSS : Laboratoire de Gestion de la Production, Département Scientifique "Systèmes", Groupe de recherche SoNum : Systèmes socio-numériques

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

accessibilité des services dématérialisés), particulièrement nombreuses dans ces territoires, peuvent se retrouver invisibilisées dans ces dispositifs numériques qui structurent pourtant de plus en plus l'accès aux services, à l'information et à la reconnaissance sociale. Concevoir des solutions inclusives (Grosjean et al., 2019, Lounis et al., 2023, Marrast et al., à paraître) dans les milieux de faible à moyenne densité constitue donc un enjeu d'équité autant que d'efficacité. Les situations de crise, enfin, constituent un cas limite qui met à l'épreuve l'ensemble de ces dispositifs : lorsque les cadres de sens s'effondrent et que l'incertitude devient radicale (Larouzee & Beler, 2026), la capacité des acteurs à s'appuyer sur un réseau ou un graphe de confiance préexistant et sur des communs socio-numériques - tels que nous les définissons et les co-construisons - et déjà appropriés par les groupes sociaux et les parties prenantes, devient un facteur de résilience collective.

Dans ces mêmes territoires, une certaine sagesse du "faire local" a toujours pris en compte le coût réel des actions : ce qu'on fait au sol, à l'eau, aux voisinages ou aux institutions finit par revenir vers la communauté. Cette attention aux boucles de retour joue comme un principe de robustesse ; elle freine les comportements purement extractifs et oblige à gérer sur des temps longs, les ressources matérielles et relationnelles. Avec la numérisation accélérée des interactions, dans un contexte de modernité et "d'accélération globalisée" (Rosa, 2010), ces boucles sont en partie court-circuitées : les effets territoriaux des usages numériques deviennent plus difficiles à percevoir ou sont déplacés vers des infrastructures lointaines. SymbioLink propose de rétablir ces boucles en concevant des **circuits courts de la donnée**, où l'information produite localement est traitée, valorisée et gouvernée au plus près de son lieu de production, selon une logique **local-first** qui préserve la maîtrise des acteurs sur leurs traces numériques.

SymbioLink part du constat, largement débattu dans les réseaux de collectivités et de recherche, que la souveraineté informationnelle territoriale - définie comme la capacité d'un territoire à maîtriser la collecte, le stockage et l'usage de ses données - est devenue une condition de soutenabilité. Concevoir et piloter des systèmes d'information ancrés dans les territoires, capables d'échanger avec l'existant sans dépendance exclusive à une plateforme, constitue un levier pour soutenir l'initiative locale, les politiques publiques de proximité et la résilience des communautés face aux incertitudes économiques, climatiques et technologiques. De tels systèmes adaptés à chaque contexte, quoique partageant des bases technologiques communes, sont par nature *singularisés* ou *singularisables*. Nous les nommons **Systèmes d'Information Singuliers (SIS)** (Béler & Grabot, 2015) : des dispositifs socio-numériques où chaque entité (personne, organisation, institution) détient la maîtrise de sa représentation informationnelle, décide souverainement de ce qu'elle partage, avec qui et pour combien de temps, et peut à tout moment révoquer ses contributions. Le SIS constitue la brique élémentaire de l'architecture SymbioLink.

Les hypothèses de recherche du projet s'appuient sur deux cadres formels complémentaires dont le couplage constitue une piste de recherche originale au croisement des questions sociales et des dispositifs techniques qui partiellement les équipent. La **Promise Theory** (Burgess, 2015) modélise les interactions entre agents autonomes par des engagements volontaires et unilatéraux : chaque agent ne peut que promettre son propre comportement (*promise*, notée +) et formuler des attentes envers les autres (*imposition*, notée -), sans imposer quoi que ce soit. Ce cadre, issu de la modélisation des systèmes distribués en informatique, offre un vocabulaire adapté aux relations territoriales où la confiance ne se décrète pas mais se construit par réciprocité d'engagements. Le **modèle de croyances transférables** (TBM, Smets & Kennes, 1994), cadre privilégié dont l'adéquation sera validée en cours de projet, permet de quantifier l'incertitude épistémique dans les relations de confiance en distinguant explicitement croyance, incrédulité et ignorance au moyen de fonctions de masse sur un cadre de discernement.

Pour ancrer ces cadres dans les réalités vécues, SymbioLink adopte une démarche **d'innovation sociale ouverte** (Chesbrough, 2003 ; Murray et al., 2010) articulant **living-labs** territoriaux, ateliers de

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

co-conception et espaces délibératifs de type Agoras. Dans ces dispositifs participatifs, les acteurs du territoire (habitants, élus, commerçants, agents publics) ne sont pas de simples usagers à consulter ; ils contribuent à définir les catégories de confiance, les règles de gouvernance et les seuils de transparence du commun numérique, autant qu'ils sont invités à participer de leur développements et de leurs tests, selon une démarche itérative entre enquête située, formalisation technique et co-design.

Par **communs socio-numériques territoriaux**, nous désignons des ressources informationnelles et des dispositifs techniques *conviviaux* (au sens d'Illich), co-produits et gouvernés collectivement par les acteurs d'un territoire, à différents niveaux de granularité : données partagées (annuaire local, calendrier d'événements, cartographie des services), outils et protocoles communs (interfaces de contribution, règles de modération, mécanismes de révocation), et infrastructures partagées (instances locales de SIS, nœuds du graphe de confiance). Ces communs se distinguent des plateformes par leur gouvernance distribuée et par leur souveraineté : les données et les traitements restent sous le contrôle du territoire (Ostrom, 1990 ; Hess & Ostrom, 2007).

Le projet prend appui sur un cas d'étude situé dans les Hautes-Pyrénées, articulant quatre terrains allant de 300 à 45 000 habitants et couvrant un spectre depuis la commune très rurale à la ville d'équilibre : deux communes du Plateau de Ger (Ger, 2 500 habitants ; Tarasteix, 300 habitants), une commune péri-urbaine en vallée de la Garonne (Pointis-de-Rivière, 900 habitants) et la ville de Tarbes (45 000 habitants), préfecture des Hautes-Pyrénées. Ces terrains sont représentatifs des territoires de faible à moyenne densité où coexistent un fort capital relationnel local et une dépendance élevée à quelques infrastructures numériques centralisées. Tarbes constitue un terrain à part entière, avec des cas d'usage spécifiques à une ville d'équilibre : applications de signalement citoyen (problèmes urbains, maintenance...), lien numérique entre habitants et commerçants, support numérique pour les conseils municipaux de quartier, collaboration avec des organisations d'action sociale telles que le Secours Populaire. Le déploiement y sera progressif, d'abord via l'équipe municipale puis par quartiers, et en fonction de l'avancement des projets. Cette diversité typologique (de 300 à 45 000 habitants) permet de caractériser les conditions de transposabilité du modèle sur un spectre large. À moyen terme, l'objectif d'essaimage vise à couvrir les Pyrénées centrales, du Béarn à l'Ariège, incluant le versant espagnol via le projet POCTEFA AFC porté par la CCPHG. L'enjeu est d'y expérimenter ce que nous appelons, par analogie avec la permaculture agricole (Mollison & Holmgren), **une permaculture numérique territoriale** : passer d'une monoculture numérique (forte dépendance à une poignée de plateformes) à des écosystèmes socio-numériques plus diversifiés, plus sobres, ouverts et inspirants, et davantage gouvernés localement.

Par contraste avec cet idéal, plusieurs expériences récentes illustrent les limites d'architectures centralisées. L'application StopCovid/TousAntiCovid, malgré un cadre juridique encadré et un fort soutien étatique, a connu une appropriation incomplète en raison de doutes persistants sur la confiance et la transparence (Rowe, 2020 ; CNIL, 2020). Dans le même temps, des groupes WhatsApp de voisinage, reposant sur des formes de confiance de proximité, ont servi de supports concrets de coordination et de soutien, tout en posant d'autres problèmes (rumeurs, surcharge informationnelle, opacité des règles). BlaBlaCar, de son côté, installe une confiance suffisante pour des trajets longue distance entre inconnus via la réputation et les avis, mais peine à produire la même dynamique sur des axes transversaux à faible densité, où la rareté des offres et l'absence de liens préexistants rendent plus difficile l'installation d'un climat de confiance numérique durable.

SymbioLink se situe précisément à cet endroit : il pose l'hypothèse que la confiance socio-territoriale et la convivialité numérique ne peuvent pas être décrétées par une application ou un opérateur central, mais doivent être co-construites à partir des liens de proximité, des histoires communes et des besoins partagés. Ainsi, le projet se distingue à trois niveaux : (i) par une **souveraineté architecturale**, où les

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

données et les traitements restent au plus près des acteurs dans des SIS et non sur des serveurs centraux ; (ii) par une **souveraineté d'usage**, où les règles de non-exploitation et de transparence sont inscrites dans la conception même du système ; (iii) par une **souveraineté algorithmique**, où les mécanismes de confiance et d'aide à la décision sont co-définis par les parties prenantes, fondés sur les cadres formels de la Promise Theory et du TBM, et gouvernés de manière participative.

a. Objectifs et hypothèses de recherche

Les verrous scientifiques de SymbioLink naissent de situations concrètes vécues et exprimées par les acteurs des territoires de faible à moyenne densité. Chacun s'empare d'une problématique située, identifiable sur les terrains du projet, et permet de formuler une question de recherche où la dimension formelle (STIC) et la dimension sociale (SHS) sont inséparables : l'une ne peut être traitée sans l'autre.

Verrou 1: Formaliser un Graphe Distribué de Confiance Souverain (DSTG)

À Tarbes, une habitante cherche un artisan de confiance pour des travaux. Elle consulte Google Avis, mais les notes proviennent d'inconnus, sans contexte relationnel : l'artisan fiable connu du voisinage est invisible, tandis qu'un prestataire éloigné, bien référencé, ne connaît ni le bâti local ni les usages de la communauté. Sur le groupe Facebook du quartier, la recommandation d'une voisine a plus de poids, mais elle est noyée dans un flux algorithmique que personne ne maîtrise.

Ce décalage entre la confiance vécue et la confiance numérisée constitue le point de départ du verrou. La sociologie distingue depuis longtemps (Luhmann, 1968) la confiance interpersonnelle, fondée sur la familiarité et l'interconnaissance, de la confiance systémique, produite par des dispositifs institutionnels. Or les plateformes actuelles, *EigenTrust* (Kamvar et al. 2003), *PeerTrust* (Xiong & Liu, 2004) réduisent ces deux registres à un score unidimensionnel centralisé, sans distinguer les types de sources, sans représenter l'incertitude et sans mécanisme de révocation. Dans une économie des singularités, la confiance repose sur des dispositifs de jugement (réseaux personnels, appellations, guides) irréductibles à un prix ou à une note (Karpik, 2007). Le défi est donc double : concevoir un formalisme de graphe distribué capable de représenter la multi-contextualité de la confiance territoriale (la confiance accordée à un voisin pour un conseil sur un artisan diffère de celle accordée au même voisin pour un avis médical), et s'assurer que les catégories de ce graphe ne sont pas posées a priori par les informaticiens mais dérivent d'une enquête ethnographique des pratiques effectives de confiance et de méfiance en milieu de faible densité. Nous introduisons le **DSTG** (Distributed Sovereign Trust Graph), structure articulant des noeuds-acteurs (SIS individuels, organisationnels, institutionnels), des arêtes de confiance multi-contextuelles, des fonctions de pondération quantifiant croyance, incrédulité et ignorance selon le cadre TBM (Smets & Kennes, 1994), et des contextes relationnels dont la définition constitue un livrable co-construit avec les acteurs. Le couplage avec la Promise Theory (Burgess, 2015), où les engagements volontaires des agents définissent la sémantique des arêtes, et l'extension des *belief graphs with reasoning zones* (Nikooroo & Engel, 2025) à un cadre distribué souverain constituent les pistes originales de ce verrou.

Le DSTG fournira aux habitants un outil où la confiance n'est plus un score opaque mais exprime la richesse des liens de proximité, avec leurs contextes, leurs nuances et leurs zones d'ignorance assumée.

Verrou 2 : Formaliser la révocabilité dans les graphes de confiance distribués

À Tarasteix (300 habitants), un habitant a recommandé un producteur local sur le commun numérique du village. À la suite d'un conflit de voisinage, il souhaite retirer sa recommandation. Mais celle-ci est l'une des seules que le producteur a reçues : son retrait modifierait significativement sa visibilité dans le graphe et, par propagation, la confiance que d'autres acteurs lui avaient accordée indirectement.

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

La littérature distingue trois réponses face à un dispositif collectif défaillant : la défection (*exit*), la prise de parole (*voice*) et la loyauté (*loyalty*) (Hirschman, 1970). Dans un commun numérique territorial, la révocation d'une contribution constitue une forme d'*exit* partiel dont les conséquences dépendent fortement des asymétries de pouvoir : le retrait d'un soutien par un élu n'a pas les mêmes effets que celui d'un habitant ordinaire. La tension entre droit individuel à l'oubli et stabilité du commun partagé est irréductible, et son arbitrage ne peut être délégué à un algorithme. Côté STIC, le verrou tient à la combinaison de trois contraintes rarement traitées ensemble : des agents autonomes liés par des engagements volontaires (Promise Theory), un graphe distribué où l'incertitude est représentée par des fonctions de croyance (TBM), et des événements de révocation potentiellement fréquents qui doivent être propagés de manière cohérente et robuste. L'objectif est de définir des opérateurs de révocation compatibles avec le formalisme du **DSTG** et avec un calcul réellement distribué entre SIS souverains, tout en instruisant dans les living-labs, à partir de situations concrètes (retrait d'un avis, d'un soutien, d'une certification), les règles de légitimité que la communauté juge acceptables, en distinguant explicitement les cas selon le statut de l'acteur (habitant, élu, institution, commerçant). Les opérateurs résultants garantiront aux acteurs territoriaux que leur droit de retrait est effectif et que le commun numérique reste stable face aux départs, aux conflits et aux révisions d'engagement.

Verrou 3 : Théoriser les communs socio-numériques territoriaux

À Ger (2 500 habitants), la vie associative s'organise via une page Facebook gérée par la mairie. Les associations sans compte Facebook sont invisibles ; l'algorithme de visibilité favorise les publications récentes au détriment des événements à venir ; la mairie n'a aucune maîtrise sur la modération ni sur l'exploitation commerciale des données. Les bénévoles qui animent la vie du village contribuent à une plateforme qui ne leur appartient pas et dont les règles leur échappent.

Ce verrou part d'une question sociologique : dans quelles conditions des collectifs territoriaux en milieu de faible densité passent-ils de l'usage de plateformes centralisées à la contribution active à un commun numérique local ? La viabilité des communs repose sur des règles de gouvernance adaptées, des frontières de communauté définies et des mécanismes de sanction graduels (Ostrom, 1990). Ce cadre se prolonge vers les communs informationnels, où la ressource est non rivale mais où la gouvernance reste décisive (Coriat, 2015). Symbiolink reprend et étend la démarche développée dans SYMBIOSIS² : collecter les irritants ou des besoins socio-territoriaux (frustrations face aux plateformes, sentiment d'injustice dans la visibilité, impuissance devant les logiques extractivistes) et les transformer en ressources de conception. La question STIC en découle : comment traduire les notions de commun, de frontières de communauté et de sanctions légitimes en structures de données, règles de mise à jour et indicateurs calculables, de manière à rendre les communs observables et auditables sans en appauvrir la richesse sociale ? Le cadre des objets-frontières (Star & Griesemer, 1989) et la notion d'architectes (Jeanneret, 2014) capacitants (au sens d'A. Sen) guideront la conception d'interfaces qui n'imposent pas de catégories préétablies mais permettent aux acteurs de négocier collectivement ce qui est partagé, selon quelles règles et avec quelles limites.

Le résultat attendu est un cadre opérationnel, documenté empiriquement, où les acteurs d'un territoire disposent d'outils pour créer, gouverner et faire évoluer leurs propres communs numériques, sans dépendance à une plateforme extérieure.

Verrou 4 (exploratoire) : Explicabilité collective sous contrainte d'anonymisation graduée (ECP)

À Pointis-de-Rivière (900 habitants), le commun numérique indique qu'un producteur local a une confiance élevée en contexte « voisinage » mais faible en contexte « commerce ». Un habitant demande à comprendre pourquoi. Toute explication détaillée reviendrait, dans un village où tout le monde se connaît, à identifier les contributeurs.

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

L'interconnaissance, caractéristique structurelle des petites communes rurales, rend l'anonymat structurellement fragile : les formes classiques de contrôle social (commérages, réputations informelles) coexistent avec le dispositif numérique et en compliquent la transparence (Foucault, 1975). Les approches d'IA explicable (XAI) ne traitent pas la situation d'inférences collectives agrégées à partir de contributions souveraines dans un contexte d'interconnaissance forte. L'objectif est de définir un cadre d'**explicabilité collective privacy-preserving** (ECP) qui formalise les conditions où l'explicabilité implique nécessairement une perte d'anonymat, avec des bornes explicites, et qui propose des mécanismes compatibles avec les identités stratifiées des SIS (identité noyau, pseudonymes, identités collectives). La définition des niveaux d'explication acceptables, et du seuil à partir duquel la transparence est perçue comme surveillance, sera instruite dans les living-labs en distinguant les terrains selon leur degré d'interconnaissance (300 à 45 000 habitants).

Le cadre ECP fournira des garanties formelles et des protocoles d'explication adaptés au contexte social de chaque territoire, transformant la tension transparence/anonymat en paramètre de conception explicite.

Verrou 5 : Jumeau numérique 4D territorial et confiance spatialisée

Des habitants de Tarbes contestent un projet d'aménagement qui transformerait une placette en parking. Le débat s'enlise, chacun invoquant des usages différents de l'espace. Qui fréquente ce lieu, à quelles heures, pour quelles activités, avec quels liens de solidarité ? Ces informations existent dans les pratiques quotidiennes mais restent invisibles dans les dispositifs de concertation habituels.

La géographie sociale (Lefebvre, 1974 ; Di Méo, 1998) montre que l'espace n'est pas un contenant neutre mais une production sociale, traversée par des rapports de pouvoir et des représentations concurrentes. Spatialiser un graphe de confiance, c'est donc rendre visibles des solidarités mais aussi risquer de produire des effets de stigmatisation territoriale (zones « de confiance » contre zones « de méfiance »). Ce verrou pose la question de savoir quelles catégories spatiales et sociales les acteurs jugent légitime d'inscrire dans un jumeau numérique conçu comme un commun. Côté STIC, il s'agit de concevoir un modèle de couplage où la topologie sémantique des espaces (présences, flux, accessibilités) et le graphe de confiance se nourrissent mutuellement, via des engagements modélisés comme des contraintes spatio-temporelles vérifiables (Promise Theory). Chaque SIS porte sa propre représentation de son environnement spatial ; le jumeau 4D est le lieu où ces représentations individuelles se rencontrent et se négocient.

Le jumeau 4D offrira un support de délibération ancré dans l'espace vécu, où les acteurs pourront visualiser, vérifier et contester les représentations spatiales de la confiance, en maîtrisant collectivement ce qui est rendu visible.

Hypothèses de recherche

H1 : Représentabilité formelle de la confiance territoriale. La confiance entre acteurs d'un territoire de faible à moyenne densité peut être formalisée dans un DSTG multi-relationnel fondé sur des fonctions de croyance (TBM), couplé à la Promise Theory. H1 sera testée par confrontation entre le formalisme et les catégories identifiées ethnographiquement sur les quatre terrains, en mesurant la complétude représentationnelle (proportion de dimensions socialement pertinentes effectivement formalisables) et en documentant les limites structurelles (dimensions irréductibles au formalisme).

H2 : Co-détermination SHS/STIC dans la constitution du commun numérique. Les propriétés formelles du DSTG (convergence, résilience à la révocation, limites d'explicabilité) contribuent à définir les règles de gouvernance du commun ; réciproquement, les normes sociales (règles de révocation, seuils de transparence, conditions de participation) contraignent la paramétrisation du formalisme. H2 sera testée

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

par des cycles itératifs de co-design en living-labs, en traçant l'évolution conjointe des paramètres formels, des règles de gouvernance et des usages au fil des itérations et des cas d'utilisation.

H3 : Transposabilité conditionnelle. Le modèle DSTG et ses protocoles de gouvernance visent à une transposabilité à d'autres territoires de faible à moyenne densité, à condition d'une phase de recalibration ethnographique des catégories de confiance localement pertinentes. H3 sera testée par un design multi-terrain comparatif (quatre terrains de 300 à 45 000 habitants) ; la variance des paramètres de calibration entre ces configurations contrastées fournira une mesure empirique de la généralité du modèle et conséquemment de sa diffusabilité.

b. Positionnement par rapport à l'état de l'art

SymbioLink mobilise plusieurs champs de recherche en STIC et en SHS dont l'articulation, plutôt que chaque champ pris isolément, constitue l'originalité scientifique du projet.

Confiance, incertitude et engagements distribués

Les systèmes de réputation pair-à-pair (Kamvar *et al.*, 2003 ; Xiong & Liu, 2004) calculent des scores de confiance dans des espaces homogènes et centralisés, sans distinguer les types de sources, sans représenter l'incertitude et sans mécanisme de révocation. Or la distinction entre incertitude épistémique et aléatoire (Kiureghian & Ditlevsen, 2009) est décisive en contexte territorial. Les *belief graphs with reasoning zones* (Nikooroo & Engel, 2025) structurent des zones localement cohérentes malgré des conflits globaux, mais restent centralisés et sans souveraineté des nœuds. L'analogie entre confiance et énergie (Burgess, 2022), où l'implication joue le rôle d'une masse sociale et la confiance celui d'un potentiel d'interaction, offre une voie de quantification complémentaire aux fonctions de masse. Des travaux du consortium sur l'aide à la décision sous incertitude (Villeneuve *et al.*, 2017) ont démontré la faisabilité d'un couplage entre fonctions de croyance et contraintes opérationnelles, que SymbioLink transpose au domaine socio-territorial. De même, les travaux sur la définition des SIS en ingénierie collaborative (Béler & Grabot, 2015) ont posé les bases d'une modélisation distribuée de la confiance entre acteurs hétérogènes.

SymbioLink combine, pour la première fois à notre connaissance, le cadre des fonctions de croyance défini *supra* avec une distribution réelle du calcul entre agents souverains, articulée par les engagements volontaires de la Promise Theory.

Théorie des croyances et incertitude

La théorie de Dempster-Shafer (Shafer, 1976) et sa reformulation dans le *Transferable Belief Model* (TBM ; Smets & Kennes, 1994) offrent un cadre formel de représentation de l'incertitude épistémique, c'est-à-dire l'incertitude liée à un défaut de connaissance de l'agent, par opposition à l'incertitude aléatoire irréductible (Kiureghian & Ditlevsen, 2009). Le TBM propose des fonctions de masse sur un cadre de discernement, une représentation explicite de l'ignorance et des opérateurs de combinaison avec quantification du conflit. Récemment, Nikooroo et Engel (2025) ont introduit les *belief graphs with reasoning zones*, qui structurent des graphes d'inférence en zones localement cohérentes malgré des conflits à l'échelle globale. Ces travaux restent cependant confinés à un cadre centralisé et ne traitent pas de la souveraineté des nœuds ni de la révocation.

SymbioLink se propose de combiner le cadre des fonctions de croyance avec une distribution réelle du calcul entre agents souverains (les SIS), ce qui, à notre connaissance, n'a pas été tenté dans la littérature.

Communs numériques territoriaux et architectures souveraines

La logique extractive du capitalisme de surveillance (Zuboff, 2019) contraste avec la littérature sur les communs informationnels, qui porte principalement sur des communautés en ligne ou des métropoles ;

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

les territoires de faible à moyenne densité, où le capital relationnel de proximité joue un rôle structurant, restent peu étudiés. Sur le plan architectural, le concept de holon (Koestler, 1967), entité simultanément autonome et partie d'un système plus large, offre un cadre pour l'emboîtement multi-échelle des SIS définis en I.a. Les travaux du consortium sur la formalisation ontologique des connaissances dans les systèmes complexes (Kamsu Foguem *et al.*, 2008; Sonfack *et al.*, 2023) constituent un antécédent direct, en démontrant la viabilité d'une structuration formelle et distribuée des savoirs hétérogènes. SymbioLink comble la lacune entre théorie des communs et dispositifs numériques situés en milieu rural, en instrumentant cette holarchie par les mécanismes de gouvernance formalisés dans les verrous V1 à V3.

Dispositifs conviviaux et explicables, vie privée

La *privacy* différentielle (Dwork, 2006) garantit qu'un résultat agrégé ne révèle pas la contribution d'un individu ; les travaux sur le *machine unlearning* (Bourtole *et al.*, 2021) formalisent un droit à l'oubli algorithmique. Toutefois, ces approches restent centrées sur les données d'entraînement et non sur les identités et engagements d'acteurs sociaux dans des graphes distribués. SymbioLink transpose ces briques vers le cadre ECPP formalisé dans la section I.a, où l'explicabilité collective opère sous contrainte d'anonymisation graduée dans un contexte d'interconnaissance forte.

Jumeaux numériques 4D et intelligence spatiale

Les travaux en intelligence spatiale 3D sémantique (Poux & Billen, 2019) ont démontré la faisabilité de modèles fins des scènes, mais sans les relier à des dynamiques sociales. Le concept de jumeau numérique territorial (Béler *et al.*, 2024) étend le paradigme des jumeaux numériques des systèmes techniques vers les systèmes sociaux avec un contrôle communautaire ascendant, tandis que la notion de jumeaux dialogiques (Larouée & Béler, 2026) en explore la dimension délibérative en situation de crise. SymbioLink instrumente ce cadre par le couplage entre topologie sémantique 3D et graphe distribué de confiance, couplage inédit à notre connaissance.

Méthodologies participatives, théorie ancrée

La démarche s'appuie sur la théorie ancrée (Charmaz, 2006), où les catégories d'analyse émergent du terrain par codage itératif plutôt que d'un cadre posé *a priori*. Le concept d'objet-frontière (Star & Griesemer, 1989 ; Vinck, 2009), suffisamment plastique pour être approprié par des communautés différentes tout en maintenant une identité commune, guide la conception des dispositifs : le graphe de confiance et le jumeau 4D sont conçus comme de tels objets-frontières entre STIC et SHS, entre chercheurs et acteurs territoriaux. La notion d'architextes capacitants (Jeanneret, 2014, Sen, 2017) oriente la conception d'interfaces qui permettent aux acteurs de négocier collectivement ce qui est partagé, selon quelles règles, avec quelles capacités d'action et quelles limites. Cette articulation garantit que les formalismes STIC ne précèdent pas l'enquête sociale mais co-évoluent avec elle dans une logique participative, interdisciplinaire et inclusive (Grosjean *et al.*, 2019, Lounis *et al.*, 2023, Marrast *et al.*, à paraître).

Synthèse du positionnement

SymbioLink se distingue de l'état de l'art par quatre originalités complémentaires, toutes émergeant d'un travail de co-design avec les parties prenantes :

- **Graphe de confiance distribué et souverain** : inscription des relations de confiance dans un cadre formel combinant fonctions de croyance et engagements volontaires, contre les scores centralisés de réputation ;
- **Communs numériques territoriaux** : ancrage dans des territoires de faible à moyenne densité, peu étudiés dans la littérature sur les communs informationnels ;
- **Explicabilité sous anonymisation** : cadre ECPP transposant *privacy* différentielle et *unlearning* aux identités stratifiées de SIS souverains ;

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

- **Jumeau 4D socio-spatio-temporel** : couplage inédit entre topologie sémantique 3D, réseaux de personnes, organisations et graphe de confiance distribué, dépassant les jumeaux numériques physiques.

c. Méthodologie et gestion des risques

La méthodologie de SymbioLink repose sur une articulation étroite et itérative, inspirée de la théorie ancrée (Charmaz, 2006), entre enquêtes de terrain, dispositifs participatifs, modélisation STIC et prototypage progressif. Le principe directeur est que chaque avancée formelle réponde à une question située des acteurs du territoire et que les résultats des enquêtes reviennent contraindre la définition des algorithmes et des architectures.

Architecture générale de la démarche

Le projet est structuré en quatre workpackages scientifiques (WP1 à WP4) et un WP5 transversal de coordination, éthique et science ouverte. Les WP1 et WP2, consacrés aux enquêtes et à la co-conception, s'ouvrent dès la première année et restent actifs sur toute la durée du projet, afin d'alimenter en continu WP3 et WP4. Du côté STIC, les briques techniques sont hiérarchisées : le graphe de confiance distribué et l'algèbre de la révocabilité font l'objet de prototypes avancés, tandis que le cadre d'explicabilité (ECP) et le jumeau 4D sont développés sous forme de démonstrateurs ciblés, intégrés progressivement dans des scénarios d'usage circonscrits.

Programme scientifique détaillé (tâches, livrables, contributions)

WP1 - Enquêtes de terrain et collecte irritants socio-territoriaux (21 p.mois - UTOPI 19, LGP 2)

Objectif : documenter les pratiques numériques, les formes de confiance et de méfiance et les irritants socio-numériques dans les territoires ciblés, en continuité avec les enquêtes menées dans la thèse SYMBIOSIS².

T1.1 - Cartographie des acteurs et contextes : identification des communes partenaires, services municipaux, commerces, associations, espaces publics numériques.

Livrables : cartographie socio-territoriale et note de cadrage des terrains.

T1.2 - Enquêtes ethnographiques et entretiens approfondis : entretiens semi-directifs et observations participantes sur les usages numériques, les frustrations et les formes de dépendance aux plateformes.

Livrables : corpus d'entretiens anonymisés, premiers portraits d'irritants socio-territoriaux.

T1.3 - Analyse de corpus et pré-structuration des catégories : analyse assistée (NVivo ou équivalent) des corpus textuels pour identifier les catégories émergentes de confiance, méfiance, communs et dépendance.

Livrables : schémas de catégories, base de codes partagée entre équipes STIC et SHS.

Contributions clés : UTOPI (sociologie, ethnographie) en pilotage, SoNum en appui pour la structuration des données.

WP2 - Co-conception et *living labs* territoriaux *Living labs* (25 p.mois - UTOPI 19, LGP 5, GEOVAST 1)

Objectif : transformer les irritants identifiés en matériaux de co-conception, en organisant des cycles de *living labs* pour définir, tester et ajuster les futurs communs socio-numériques.

T2.1 - Ateliers de restitution et problématisation collective : restitution des résultats du WP1 sous forme accessible et discussion avec les acteurs locaux.

Livrables : cahiers de restitution par commune, co-validé avec les participants.

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

T2.2 - Co-construction des catégories de confiance et des règles de gouvernance : ateliers centrés sur les dimensions de confiance et de méfiance à représenter, les cas d'usage prioritaires et les règles de révocabilité.

Livrables : référentiels locaux de catégories de confiance, premiers jeux de règles de gouvernance.

T2.3 - Scénarisation et maquettes d'usage (SIS, jumeau 4D) : création de scénarios d'usage et de maquettes basse fidélité des interfaces.

Livrables : scénario-thèque, cahier des charges fonctionnel partagé avec WP3.

Contributions clés : UTOPI et SoNum en co-pilotage, GEOVAST 3D impliquée dès la scénarisation.

WP3 - Modélisation et développement des briques STIC (54 p.mois - LGP 34, GEOVAST 18, UTOPI 2)

Objectif : développer les briques techniques nécessaires à la mise en oeuvre des communs socio-numériques : graphe de confiance distribué, algèbre de la révocabilité, cadre d'explicabilité, jumeau numérique 4D, base de connaissances.

T3.1 - Spécification et prototypage du graphe de confiance distribué et souverain (DSTG) : à partir des référentiels co-construits (WP2), formalisation des types de noeuds, d'arêtes, de contextes et des fonctions de masse ; développement d'un prototype avec API.

Livrables : spécification formelle, prototype logiciel, documentation technique.

T3.2 - Algèbre de la révocabilité et classes de propagation : définition, implémentation et test d'opérateurs de révocation dans le DSTG ; étude de la complexité selon les topologies ; identification de zones de raisonnement robustes.

Livrables : algorithmes de révocation, rapport technique (propriétés, performances).

T3.3 - Cadre d'explicabilité collective respectant la vie privée (ECP) : formalisation de la tension explicabilité/anonymisation, définition de métriques, prototypes d'interfaces d'explication.

Livrables : spécification ECP, prototypes d'explication, lignes directrices pour les restitutions.

T3.4 - Jumeau numérique territorial 4D et couplage avec le DSTG : construction du jumeau 3D/4D en sémantisant les éléments pertinents pour les usages identifiés ; implémentation des liens entre le jumeau et le graphe de confiance (co-présence, accessibilité, traces d'engagement), intégration de la dimension ludique/gamification comme levier d'appropriation.

Livrables : jumeau 4D des communes pilotes, API de couplage, démonstrateurs d'usage.

T3.5 - Base de connaissances et graphes de connaissances : modélisation à partir des corpus du WP1/WP2 (entretiens, comptes rendus de *living labs*, documents locaux).

Livrables : ontologie de domaine, pipeline de transformation, premiers graphes de connaissances exploitables.

Contributions clés : SoNum (LGP/DSS) en pilotage STIC, GEOVAST 3D en pilotage jumeau 4D, UTOPI en appui pour l'alignement avec les catégories issues du terrain.

WP4 - Intégration, expérimentations et évaluation (24 p.mois - LGP 13, UTOPI 6, GEOVAST 5)

Objectif : intégrer les briques développées, les déployer dans des expérimentations contrôlées sur les communes partenaires, évaluer les effets et préparer la transposabilité.

T4.1 - Intégration des prototypes et préparation des pilotes : intégration DSTG-ECP-jumeau 4D-SIS-base de connaissances dans un environnement expérimental cohérent.

Livrables : plateforme prototype intégrée, scénarios de test.

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

T4.2 - Pilotes territoriaux : déploiement progressif sur un périmètre limité (marché hebdomadaire, réseau de commerces de proximité, services municipaux ciblés) avec accompagnement rapproché.

Livrables : journal de déploiement, métriques d'usage (adoption, contributions, révocations).

T4.3 - Évaluation mixte SHS/STIC : évaluation des effets sur la confiance, la perception de souveraineté informationnelle, la capacité à gérer les irritants ; analyse de la robustesse face à des scénarios de perturbation. Parmi ces scénarios, un scénario de crise territoriale (catastrophe naturelle, crise sanitaire) permettra de tester la robustesse du DSTG et des communs en conditions extrêmes, en s'appuyant sur l'expertise en gestion de crise du consortium (Larouzée).

Livrables : rapports d'évaluation, grilles d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs.

T4.4 - Transposabilité conditionnelle : analyse comparative entre communes (300 à 45 000 habitants), identification des paramètres à recalibrer pour d'autres territoires.

Livrables : guide méthodologique de transposition, fiches de *patterns* de permaculture numérique, recommandations pour collectivités.

Contributions clés : LGP (pilotage intégration technique, T4.1-T4.2) et UTOPI (pilotage évaluation SHS, T4.3-T4.4) en co-responsabilité. GEOVAST 3D assure l'intégration du jumeau 4D dans les pilotes. Larouzée (LGP) apporte l'expertise en scénarios de crise (T4.3).

WP5 - Pilotage, éthique, RGPD, science ouverte et valorisation (11 p.mois - UTOPI 8, LGP 3)

Objectif : assurer la coordination scientifique, garantir la conformité éthique et RGPD, organiser la gestion et l'ouverture des données, structurer la diffusion.

T5.1 - Coordination et suivi des risques : réunions du comité de pilotage, mise à jour du Gantt global, tableau de bord des risques. Livrables : comité, Gantt global et tableau de bord des risques

T5.2 - Dispositif éthique et RGPD : comité d'éthique interne associant chercheurs, DPO et représentants des territoires ; instruction des protocoles de collecte, anonymisation, consentement. Livrables : avis du comité, procédures, modèles de consentement

T5.3 - Plan de gestion de données et science ouverte : PGD conforme aux attentes de l'ANR, catalogage des jeux de données, dépôt en accès ouvert ou restreint. Livrables : plan de gestion de données, dépôt des jeux de données dans des entrepôts appropriés

T5.4 - Diffusion et transfert : publications conjointes STIC/SHS, formations (ateliers pour collectivités, modules pour étudiants), préparation de prolongements européens. Livrables : publications, supports de formation, éléments pour un projet européen

Contributions clés : UTOPI en pilotage de la coordination scientifique et du dispositif éthique. LGP en appui pour la gestion des données et le plan de science ouverte. Les trois partenaires contribuent conjointement à la diffusion (publications STIC/SHS, valorisation GEOVAST 3D).

Gestion des risques scientifiques et techniques

R1 - **Difficulté à formaliser certaines dimensions de la confiance territoriale** (dimensions trop contextuelles ou symboliques). Mitigation : accepter explicitement des zones hors-modèle, documentées comme telles ; boucle de retour SHS vers STIC pour ajuster le formalisme.

R2 - **Complexité algorithmique du DSTG et de la révocation.** Mitigation : travailler par cas d'usage et sous-graphes pertinents (raisonnement par zones) ; prévoir des variantes approximatives ; dimensionner le prototype à l'échelle des territoires ciblés (quelques milliers de nœuds).

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

R3 - Acceptabilité limitée des dispositifs (méfiance, fatigue participative). Mitigation : attention à la charge des participants, retours concrets (prototypes visibles, utilité tangible), implication des élus et agents comme relais, co-construction des *living labs* avec des acteurs relais.

R4 - Collecte et traitement de données sensibles (RGPD, données biométriques au sens large). Mitigation : implication précoce du DPO, comité d'éthique, protocoles de pseudonymisation, minimisation des données collectées, transparence avec les participants.

R5 - Tensions entre objectifs scientifiques et contraintes politiques locales. Mitigation : co-construction des périmètres d'expérimentation, clauses de réversibilité (possibilité d'arrêter un pilote), anticipation de scénarios sensibles (élections, controverses).

R6 - Difficultés d'intégration entre briques logicielles (DSTG, ECPP, jumeau 4D, base de connaissances, SIS). Mitigation : architecture modulaire fondée sur des API clairement spécifiées dès le départ, sprints d'intégration incrémentale, limitation du nombre de scénarios intégrés dans les pilotes à quelques cas prioritaires.

Ces risques sont suivis dans un tableau de bord partagé (WP5), mis à jour à chaque comité de pilotage.

Dimensions éthiques, intégrité scientifique et responsabilité sociale

Les questions éthiques sont au cœur du projet : collecte de données personnelles (en partie sensibles), traitement de la confiance, de la méfiance, visualisation de dynamiques territoriales. La méthodologie inclut :

- une instruction systématique des protocoles de collecte (information, consentement éclairé, droit au retrait, modalités de restitution) ;
- une pseudonymisation des données dès que possible, avec séparation des identifiants / contenus ;
- la formalisation de règles de partage entre partenaires (contrat de consortium, droits d'accès) ;
- une attention particulière à la non-stigmatisation des lieux ou groupes (en évitant des visualisations qui désignent des communes ou quartiers comme « peu fiables »).

Ces principes sont mis en œuvre par le dispositif éthique du projet (comité interne, DPO, représentants des territoires, modalités de captation, stockage, traitement, valorisation de la donnée). L'intégrité scientifique est assurée par une documentation des hypothèses, des choix de modélisation et des arbitrages, ainsi que par l'ouverture des modèles pour relecture par la communauté.

Dans cette perspective, le projet adopte une démarche résolument ouverte : les développements logiciels, les modèles et, lorsque cela est possible, les jeux de données produits seront diffusés en open source et en open data. Cette ouverture vise à garantir la reproductibilité des résultats, la transparence des choix techniques et scientifiques, mais surtout la réappropriation des outils par les territoires et les communautés concernées, dans le respect des contraintes éthiques et réglementaires (notamment RGPD).

SymbioLink — Articulation du projet sur 42 mois

ANR AAPG 2026 · Axe H.15 · 3 partenaires · 826 k€ (aide: 472 k€) · Oct. 2026 — Mars 2030

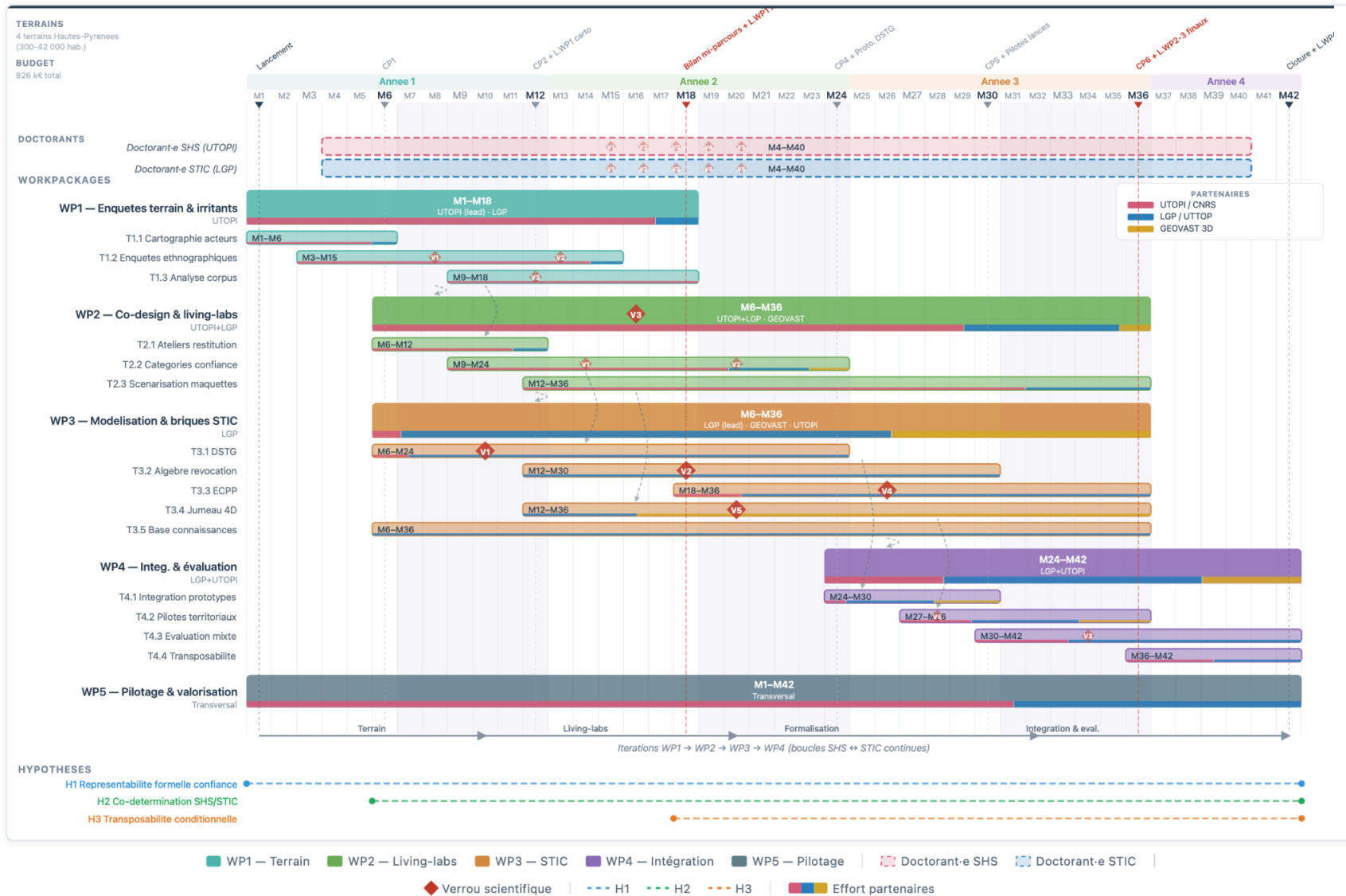


Fig 1. - SymbioLink — GANTT du projet

AAPG2026	SYMBIOLINK	PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	
Axe H.15 :	Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38	
Durée: 42 Mois		472 k€

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

d. Positionnement du projet par rapport aux enjeux de recherche de l'axe scientifique choisi

L'axe H.15 de l'AAPG 2026 demande des projets à l'interface entre mathématiques / sciences du numérique et sciences humaines et sociales, où le travail interdisciplinaire est mobilisé en amont dans la conception des questions de recherche. Il exclut explicitement les projets réduisant le numérique à un simple outil d'ingénierie au service d'une étude d'impact.

SymbioLink répond à ces exigences de manière constitutive :

- les verrous STIC (graphe de confiance distribué, révocabilité, ECPP, jumeau 4D) n'existent que parce que la confiance territoriale, les communs socio-numériques et les irritants sont définis comme objets SHS situés et caractérisés par les différentes parties prenantes du projet ;
- les questions SHS (conditions d'émergence des communs, robustesse territoriale, « vrai prix » des interactions numériques, littératie) ne peuvent recevoir de réponse opératoire sans des formalismes et architectures distribuées permettant de rendre ces communs calculables, gouvernables par les acteurs locaux et auditables.

L'interdisciplinarité est portée par des cycles continus de co-conception entre équipes STIC, SHS et parties prenantes, organisés dans les *living labs* territoriaux (cf. WP2). Chaque livrable STIC (prototype, spécification, algorithme) est conditionné par un livrable SHS amont (catégories de confiance, règles de gouvernance, scénarios d'usage) et soumis à une évaluation SHS aval (acceptabilité, appropriation, effets sur les pratiques). Réciproquement, les enquêtes et les analyses SHS sont outillées par les prototypes STIC qui rendent visibles et discutables les dynamiques de confiance territoriale.

Les contributions STIC sont publiables dans les communautés de systèmes distribués, de fonctions de croyance, d'intelligence spatiale et de CSCW. Les contributions SHS sont publiables dans les revues de sciences de l'information et de la communication, en sociologie de l'innovation et du numérique, des communs, de la géographie sociale et des études organisationnelles. L'ancrage dans des territoires de faible à moyenne densité, peu couverts par ces communautés, constitue un apport original tant pour les STIC (cas d'usage à ressources contraintes et forte interconnaissance) que pour les SHS (communs numériques en dehors des métropoles et des communautés en ligne).

II. Organisation et réalisation du projet

a. Partenariat (consortium ou équipe)

Coordinateur scientifique

Le projet est coordonné par Philippe Marrast, maître de conférences à l'UTOPI (CNRS/UTTOP), spécialiste de la co-conception de systèmes d'information socio-numériques accessibles, capacitants et adaptatifs, et des démarches participatives. Il dispose d'une expérience confirmée de coordination de projets impliquant personnes ou groupes sociaux en situation de vulnérabilité ou de handicap, étudiants, collectivités territoriales et acteurs socio-économiques, notamment autour des irritants organisationnels et de la co-conception de dispositifs numériques adaptés et adaptatifs. Dans SymbioLink, il s'implique à hauteur de **12 personne.mois** en assurant la coordination scientifique globale, le pilotage des WP1, WP2 et WP5, et l'animation des interfaces entre équipes STIC, SHS et partenaires de terrain.

Partenaires académiques

Le consortium académique réunit l'UTOPI (CNRS/UTTOP) et le LGP-DSS (UTTOP). Ces deux unités, issues de reconfigurations institutionnelles récentes (création de l'UTOPI par fusion CERTOP/LaSSP en 2025 ; renommage du groupe ICE en SoNum), offrent un socle de compétences complémentaires en sociologie

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

du numérique, design participatif, systèmes d'information, modélisation sous incertitude et ingénierie des connaissances.

Cédric Béler, maître de conférences (UTTOP-SoNum), est responsable scientifique pour les briques STIC et l'architecture des Systèmes d'Information Singuliers (SIS). Son expertise en modélisation des systèmes d'information, en ingénierie des connaissances et en aide à la décision sous incertitude, en particulier dans le cadre du Transferable Belief Model (TBM) qu'il mobilise depuis ses travaux de thèse et les encadrements doctoraux (Villeneuve et al, 2017) , constitue le socle des travaux sur le graphe de confiance distribué (DSTG), l'algèbre de la révocabilité et le cadre d'explicabilité (ECP). Il porte en outre un ancrage territorial fort, en tant que co-encadrant de la thèse SYMBIOSIS² (démarrée en 2025 à l'UTTOP) et animateur de collaborations actives avec les collectivités locales du bassin de Tarbes depuis plusieurs années. Il s'implique à hauteur de **11 personne.mois** et est responsable scientifique des WP3 et WP4.

Isabelle Bazet, maîtresse de conférences (UTOPI/CNRS), apporte une compétence en sociologie du numérique, des usages, de la conception, en analyse des pratiques et en méthodes d'enquête qualitative et quantitative. Elle est responsable scientifique de tâches SHS au sein des WP1 et WP2 (enquêtes, living-labs, analyse des irritants) et contribue à l'articulation entre catégories issues du terrain et formalisation STIC, pour **6 personne.mois**.

Raymond Houé Ngouna, maître de conférences HDR (UTTOP-SoNum), apporte une expertise en ingénierie des connaissances et en graphes de connaissances. Il est responsable scientifique des tâches liées à la base de connaissances, à l'extraction d'information depuis les corpus et à l'intégration avec le DSTG (WP3, T3.5), pour **4 personne.mois**.

Justin Larouée, Chaire Professeur Junior UTTOP (en poste depuis décembre 2025, rattaché LGP-SoNum/UTOPI), docteur en sciences de gestion (Mines Paris PSL), apporte une expertise en résilience des systèmes socio-techniques, en gestion de crise et en jumeaux numériques dialogiques. Son profil, naturellement situé à l'interface SHS/ingénierie, est directement pertinent pour le projet : il développe avec C. Béler le concept de jumeaux territoriaux dialogiques (Larouée & Béler, 2026, soumis à Lambda Mu), qui propose de concevoir les jumeaux non comme des outils prédictifs centralisés, mais comme des artefacts médiateurs de l'action collective sous incertitude radicale, en mobilisant le principe holonique et la pensée systémique complexe. Il contribue au WP3 (T3.4, dimension dialogique et holonique du jumeau 4D) et au WP4 (scénarios de stress-test, évaluation de robustesse), pour **3 personne.mois**.

Cette combinaison de profils assure une complémentarité effective entre SHS (enquêtes, communs, gouvernance, design participatif) et STIC (modélisation sous incertitude, graphes, systèmes d'information, intelligence spatiale, résilience), et atteste du caractère réellement interdisciplinaire de la collaboration au sein de l'UTTOP.

Partenaire PME

GEOVAST 3D est une PME spécialisée en intelligence spatiale 3D, en sémantisation automatique de nuages de points et en jumeaux numériques territoriaux. Elle apporte une expertise clé pour la construction du jumeau numérique 4D, la Geo-IA 3D appliquée aux territoires et le couplage avec le graphe de confiance social. L'équipe GEOVAST mobilisée dans SymbioLink réunit trois profils complémentaires :

- **Florent Poux** (CTO, **11 personne.mois**), chercheur reconnu en intelligence spatiale 3D (lauréat du prix Jack Dangermond ISPRS 2020, 2 brevets), responsable scientifique du jumeau 4D (WP3, T3.4) et de l'intégration des démonstrateurs territoriaux (WP4) ;
- **Jean-Jacques Ponciano** (CEO, **6 personne.mois**), expert en architectures d'intelligence artificielle locale et en traitement sémantique de données 3D, dont les travaux récents sur les approches IA embarquées et *local-first* sont directement en phase avec les architectures souveraines et *privacy-preserving* visées par le projet ;
- **Valentin Blind** (CTO associé, **6 personne.mois**) développeur *full stack* qui assure l'industrialisation des prototypes, leur stabilité et leur ergonomie pour les déploiements terrain. Cette implication totale de **23 personne.mois** garantit les enjeux d'innovation et de valorisation attendus dans un

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

projet PRCE, en articulant recherche fondamentale en intelligence spatiale, développement d'outils d'IA locale et mise en production pour les collectivités d'applications pour les utilisateurs.

Partenaires territoriaux et ancrage local

Le projet bénéficie d'un ancrage territorial solide, construit sur plusieurs années d'implication directe de membres du consortium dans la vie des collectivités locales. Cédric Béler travaille depuis plusieurs années avec les collectivités du bassin de Tarbes sur des questions de transition numérique et de souveraineté des données, ce qui a permis de tisser un réseau de partenaires dépassant largement le périmètre d'une seule commune, et répondant ainsi à l'exigence de diversité et de reproductibilité du dispositif de recherche.

Communes partenaires confirmées (lettres d'intention disponibles) : **Ger** (~2 500 hab.), commune principale du Plateau de Ger, située entre Tarbes et Pau à dynamique associative forte ; **Tarasteix** (~300 hab.), commune rurale en proximité intercommunale avec Ger ; **Tarbes** (~45 000 hab.), préfecture des Hautes-Pyrénées, ville d'équilibre ; **Pointis-de-Rivière** (~900 hab.), commune rurale en vallée de la Garonne. Cette sélection assure une variance démographique (300 à 45 000 habitants) et institutionnelle (commune rurale, commune périurbaine, préfecture) cohérente avec l'hypothèse H3 de transposabilité conditionnelle.

Contacts en cours : Des échanges préliminaires ont été engagés avec plusieurs communes (Ibos, Espouey, Bordères-sur-l'Échez, Bagnères-de-Bigorre...), constituant un vivier de terrains potentiels pour les phases d'extension et d'essaimage.

Structuré autour de Tarbes, cet écosystème territorial s'inscrit dans une logique d'essaimage progressif par cercles successifs vers les Pyrénées centrales, intégrant à la fois des partenaires académiques, socio-économiques et des acteurs de terrain. Cette dynamique, à la fois spatiale et temporelle, est synthétisée sur la figure 2..

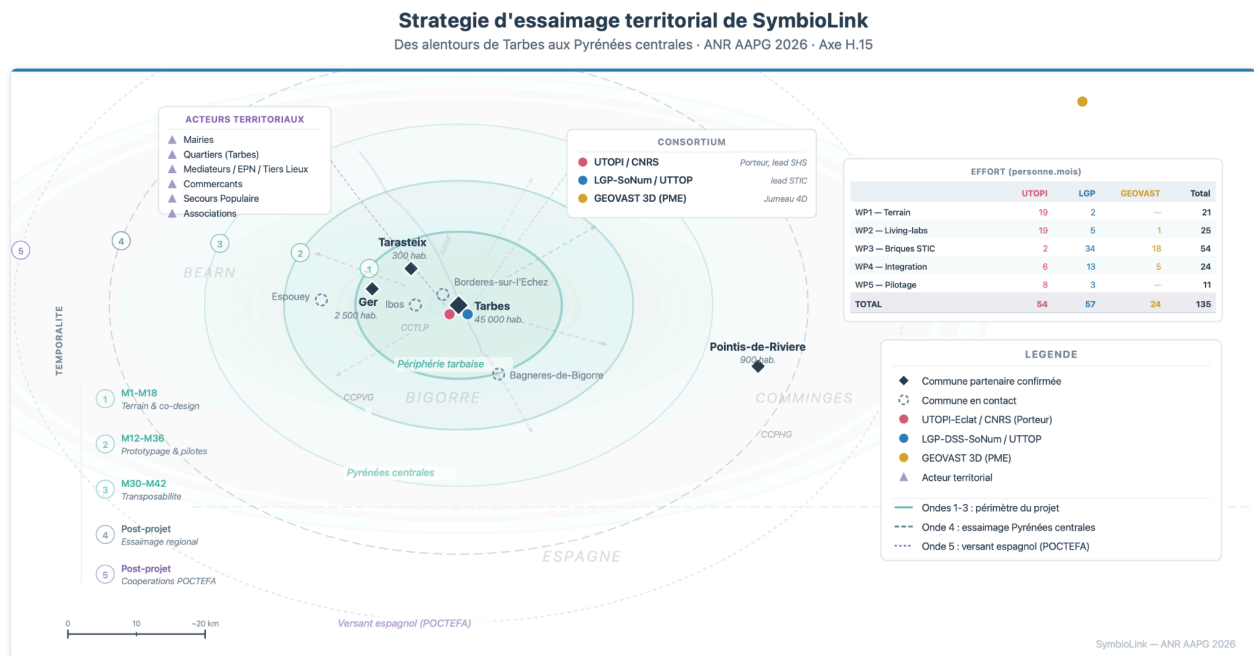


Fig. 2 - SymbioLink — Co-construction de communs socio-numériques territoriaux à partir graphes de confiance — ANR AAPG 2026

Le projet s'inscrit dans un écosystème intercommunal déjà structuré, avec des relations établies avec plusieurs communautés de communes des Pyrénées centrales (CCPHG, CCPVG, CCTLP, CCPHB). Cet ancrage facilite l'accès à des données territoriales, à des acteurs-relais et à des dispositifs de concertation existants, renforçant la faisabilité opérationnelle et la capacité de déploiement multi-échelles.

Par ailleurs, le consortium s'appuie sur un réseau identifié de partenaires locaux comprenant :

- (i) des tiers-lieux (Le Lien, Amassa, TLB...), supports d'expérimentation et de médiation ;

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

- (ii) des structures d'accompagnement et d'ingénierie territoriale (Agence des Pyrénées, Agora Pyrénées, ambition Pyrénées) ;
- (iii) des acteurs du champ social et médico-social (associations, structures d'aide et d'accompagnement, proches aidants, mission locale), dont l'implication est déterminante pour traiter les enjeux d'inclusion et d'illectronisme.

Ainsi, au-delà des parties prenantes institutionnelles classiques (habitants, commerçants, élus, agents municipaux), le projet intègre explicitement les structures d'aide sociale, garantissant une approche inclusive et une prise en compte des publics vulnérables.

Cette stratégie d'ancrage vise un **effet de capillarité** : les premières communes impliquées servent de démonstrateurs pour les voisines, le bouche-à-oreille et les restitutions publiques facilitant une diffusion progressive. L'objectif est de couvrir progressivement différentes typologies communales (très rural, périurbain, ville d'équilibre) pour garantir la représentativité et la robustesse du modèle.

Tableau d'implication du coordinateur.trice ou coordinatrice et des responsables scientifiques des partenaires dans d'autres projets en cours²

Nom du ou de la participant.e au projet	Personne.mois	Intitulé de l'appel à projets, agence de financement, montant attribué	Titre du projet	Nom du coordinateur ou coordinatrice du projet	Date début - Date fin
Philippe Marrast, UTOPI/Eclat	N/A				
Cédric Béler, LGP/DSS	9 p.m.	Financement PIA NUTTÉO - UTTOP	SYMBIOSIS	laurent Geneste,LGP SoNum	11/2025 - 12/2028
Florent Poux	N/A				

b. Moyens mis en œuvre et demandés pour atteindre les objectifs

Partenaire 1 : UTOPI/CNRS (coordinateur)

Les moyens demandés pour UTOPI couvrent l'ensemble du volet SHS et la coordination scientifique. Les **frais de personnel** (323 823 €) financent l'implication du coordinateur (12 p.mois), des enseignants-chercheurs SHS impliqués dans les enquêtes et les living-labs, ainsi que le recrutement d'un contrat doctoral ; ces moyens humains sont indispensables pour conduire les enquêtes ethnographiques approfondies, organiser les cycles de living-labs, assurer la coordination inter-WP et transformer les résultats de terrain en cadres de modélisation et recommandations opérationnelles.

Les **équipements** (15 622 €) correspondent à du matériel léger d'enquête et de co-design (enregistreurs, micro-casques, tablettes pour l'animation des ateliers).

Les **prestations de service** (17 722 €) couvrent la transcription professionnelle d'entretiens, des prestations ponctuelles de facilitation graphique lors de certains ateliers territoriaux et la mise en forme de livrables de restitution (guides méthodologiques, « boîtes à outils »).

Les **autres frais** (11 000 €) financent les missions terrain, l'organisation de séminaires inter-équipes, la participation à des colloques SHS et STIC pour la diffusion des résultats, et les consommables nécessaires aux ateliers participatifs.

Partenaire 2 : LGP-DSS / UTTOP

Les moyens demandés pour le LGP-DSS portent sur le développement et l'intégration des briques formelles et logicielles du projet.

Les **frais de personnel** (234 950 €) couvrent l'implication de Cédric Béler (11 p.mois), des autres enseignants-chercheurs STIC (Houé Ngouna, Larouzée, Geneste - 10 p.mois en tout), ainsi que le

² Si aucun projet à mentionner, conserver le tableau et indiquer « N/A » dans les cellules de la première ligne.

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

recrutement d'un doctorant dédié à la définition, le développement, l'intégration et aux tests du DSTG, de l'algèbre de la révocabilité, du cadre ECPP et de la base de connaissances.

Les **équipements** (16 400 €) correspondent à des ressources de calcul et de stockage pour expérimenter les algorithmes de graphe de confiance et de révocabilité sur des jeux de données réalistes (serveurs, stockage sécurisé, licences logicielles spécialisées).

Aucune **prestation de service** n'est demandée, les compétences en développement logiciel et en administration de systèmes étant disponibles en interne ou assurées via le partenaire GEOVAST.

Les **autres frais** (11 000 €) financent les missions inter-sites pour le co-design STIC/SHS, les workshops techniques et la participation à des conférences internationales (IA distribuée, systèmes d'information, géomatique).

Partenaire 3 : GEOVAST 3D

Les moyens demandés pour GEOVAST couvrent la conception, la mise en production et le support du jumeau numérique 4D dans les pilotes territoriaux.

Les **frais de personnel** (123 000 €) financent l'implication de Florent Poux (12 p.mois) et du temps d'ingénierie interne pour la création de modèles 3D/4D sémantisés des communes, leur couplage au DSTG et l'industrialisation des démonstrateurs à un niveau compatible avec les attentes des collectivités (stabilité, ergonomie, maintenance minimale).

Les **équipements** (16 300 €) correspondent à des stations de travail graphiques, des ressources de stockage et des licences spécialisées pour l'acquisition, la modélisation et la visualisation 3D/4D.

Aucune **prestation de service** n'est prévue, la PME disposant en interne des compétences nécessaires.

Les **autres frais** (10 700 €) couvrent les déplacements en territoire (ateliers, living-labs, réunions techniques), la préparation de démonstrateurs et la participation à des événements professionnels préparant le transfert et l'essaiage des solutions.

Moyens demandés par grand poste de dépense et par partenaire*

	Partenaire UTOPI, ECLAT, CNRS, UTTOP	Partenaire LGP, DSS-SoNum, UTTOP	Partenaire GEOVAST
Frais de personnels	323823 €	234950 €	123000 €
Equipements	15622 €	16 400,00 €	16300 €
Prestation de service	17722 €		
Autres frais	11000 €	11000	10700 €
Préciput pour un partenaire public / Frais d'environnement pour un partenaire privé**	24613.34 €	20804 €	
Sous-total	392780.34 €	283153.5 €	150000 €
Aide demandée	472 745,64 €		

III. Impact et retombées du projet

SymbioLink produira des retombées scientifiques, socio-économiques et territoriales en consolidant un champ émergent : la co-construction de communs socio-numériques robustes dans les territoires de faible à moyenne densité.

Retombées scientifiques : Le projet apportera des contributions originales

- **en STIC** : théorie et algèbre de graphes de confiance distribués fondés sur les fonctions de croyance, révocabilité, explicabilité collective sous contrainte de *privacy*, couplage jumeau 4D et graphe social, graphes de connaissances issus de corpus non structurés:

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

- **et en SHS** : théorie socio-technique des communs numériques territoriaux, sociologie de la confiance et de la défiance en milieu rural, méthodologies de transformation des irritants en ressources de conception.

Ces résultats donneront lieu à des publications conjointes dans des **revues et conférences de rang A** des deux champs, notamment en systèmes d'information, CSCW, sociologie de l'innovation, géographie sociale et intelligence spatiale.

Retombées socio-économiques : SymbioLink permettra à des collectivités et à une PME technologique (GEOVAST 3D) de co-concevoir et tester des dispositifs de **souveraineté informationnelle territoriale**, ouvrant la voie à de nouveaux services : méthodologie d'audit des irritants socio-numériques, boîtes à outils de permaculture numérique, jumeaux numériques 4D orientés communs. Le guide de transposabilité et les fiches « patterns » produits par le WP4 prépareront l'essaimage vers d'autres territoires et d'autres partenariats, en France et en Europe.

Relations science-société : Les living-labs ouverts, les restitutions publiques, les ateliers avec médiateurs et journalistes locaux, les ressources pédagogiques pour étudiants et acteurs territoriaux, et les actions de culture scientifique (interventions grand public, formats numériques vulgarisés) autour des **enjeux de confiance, de données et de gouvernance** assureront une diffusion continue des résultats bien au-delà de la communauté académique.

Perspectives et convergences : SymbioLink s'inscrit dans un écosystème plus large de projets et de dynamiques institutionnelles qui en préparent les conditions de réception et de pérennisation. **L'ouverture en septembre 2027 d'un master SHS-interdisciplinaire à l'UTTOP** offrira un cadre de formation directement articulé aux problématiques du projet, permettant d'impliquer des étudiants dans les living-labs et de former une nouvelle génération de **praticiens de la souveraineté numérique territoriale**. Les résultats ouvrent également des perspectives pour la gestion de crise territoriale, où la préexistence de graphes de confiance et de communs numériques partagés pourrait améliorer significativement la coordination et la résilience des communautés en situation d'incertitude radicale ; cette piste, esquissée dans les travaux de Larouzeé et Béler (2026) sur les jumeaux territoriaux dialogiques, constitue un prolongement naturel du projet. Enfin, l'approche *serious game* et les dispositifs ludiques de sensibilisation à la confiance numérique, développés par plusieurs membres du consortium dans d'autres contextes (gestion de crise, formation), pourront être adaptés pour accompagner l'appropriation des communs socio-numériques par les habitants. Ces convergences entre recherche, formation, transfert technologique (GEOVAST 3D, Symbiotic World) et ancrage territorial illustrent la vocation de SymbioLink à produire non pas un prototype isolé, mais un écosystème socio-technique durable.

IV. Bibliographie

- Arrieta, A. B., et al. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunités. *Information Fusion*, 58, 82–115.
- Béler, C. & Grabot, B. (2015). Secured and Efficient Information Exchanges in Collaborative Networks: The Singular Information System. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 463, pp. 456–463. Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-24141-8_42.
- Béler, C., Zacharewicz, G., Bisgambiglia, P.-A., Poggi, B., Poux, F. & Santoni, T. (2024). Towards (an aggregated) territorial digital twin: From smart-village to smart-territory. In *Concepts in Smart Societies*, CRC Press. ISBN: 978-1-003-25150-7.
- Bourtole, L., et al. (2021). Machine Unlearning. In *IEEE Symposium on Security and Privacy*.
- Burgess, M. (2015). *Thinking in Promises: Designing Systems for Cooperation*. O'Reilly Media.
- Burgess, M. (2022). Trust as Energy. SSRN 4252501.
- Casilli, A. (2019). *En attendant les robots : Enquête sur le travail du clic*. Seuil.

AAPG2026	SYMBIOLINK		PRCE
Coordonné par :	Philippe Marrast	Durée: 42 Mois	472 k€
Axe H.15 : Interfaces : mathématiques, sciences du numérique - sciences humaines et sociales CE38			

Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide through Qualitative Analysis*. Sage.

Denoëux, T. (2008). Conjunctive and disjunctive combination of belief functions induced by non distinct bodies of evidence. *Artificial Intelligence*, 172(2–3), 234–264.

Dwork, C. (2006). Differential Privacy. In *ICALP 2006*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4052, Springer, 1–12.

Grosjean, S., Bonneville, L., & Marrast, P. (2019). Innovation en santé conduite par les médecins et infirmières : L'approche du design participatif à l'hôpital. *Innovations*, 60(3), 69-92. <https://doi.org/10.3917/inno.pr2.0066>

Hess, C. & Ostrom, E. (2007). *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*. MIT Press.

Kamvar, S., Schlosser, M. & Garcia-Molina, H. (2003). The EigenTrust Algorithm for Reputation Management in Peer-to-Peer Networks. In *Proceedings of the 12th International Conference on World Wide Web (WWW'03)*, ACM, 640–651.

Kamsu Foguem, B., Coudert, T., Béler, C. & Geneste, L. (2008). Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach. *Computers in Industry*, 59(7), 694–710. DOI: 10.1016/j.compind.2007.12.014.

Kiureghian, A. D. & Ditlevsen, O. (2009). Aleatory or epistemic? Does it matter? *Structural Safety*, 31(2), 105–112.

Kleppmann, M., Wiggins, A., van Hardenberg, P. & McGranaghan, M. (2019). Local-first software: You own your data, in spite of the cloud. In *Proceedings of Onward! 2019*, ACM, 154–178.

Koestler, A. (1967). *The Ghost in the Machine*. Hutchinson.

Larouée, J. & Béler, C. (2026, soumis). Jumeaux territoriaux dialogiques : soutenir l'action collective sous incertitude radicale. *Congrès Lambda Mu 2026*, Grenoble.

Lounis, C., Bénéjean, M., Hémond, F., Marrast, P., Brock, A., Du Tiers, H. C., Madras, J., & Ceretto, E. (2023). Towards a Multidisciplinary Approach for Designing Multimodal Sensory Communication Devices for Aeronautics. In *Design for Sustainable Inclusion : CWUAAT 2023* (p. 146-155). Springer.

Luhmann, N. (1968). *Vertrauen: Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität*. Enke. [Trad. : *La confiance. Un mécanisme de réduction de la complexité sociale*, Economica, 2006.]

Marrast, P., Benejean, M., Hemont, F., Patrascu, M., & Bazet, I. (à paraître). Sens-Making et bienveillance dispositive : Être(s) "à l'écoute". Sens, sensible, insensé, PULM

Mollison, B. & Holmgren, D. (1978). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements*. Transworld.

Nikooroo, S. & Engel, T. (2025). Belief Graphs with Reasoning Zones: Structure, Dynamics, and Epistemic Activation. arXiv:2510.10042 (preprint).

Rosa, H. (2010). *Accélération. Une critique sociale du temps*. La Découverte.

Rowe, F. (2020). Contact tracing apps and values dilemmas: A privacy paradox in a neo-liberal world. *International Journal of Information Management*, 55, 102178.

Shafer, G. (1976). *A Mathematical Theory of Evidence*. Princeton University Press.

Smets, P. & Kennes, R. (1994). The Transferable Belief Model. *Artificial Intelligence*, 66(2), 191–234.

Sonfack Souchio, S., Geneste, L., Kamsu-Foguem, B., Beler, C., Namaki Araghi, S. & Naqvi, M.R. (2023). An Enterprise Architecture for Interpersonal Activity Knowledge Management. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-47745-4_6.

Star, S. L. & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387–420.

Vinck, D. (2009). De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3(1), 51–72.

Villeneuve, E., Béler, C., Pérès, F., Geneste, L. & Reubrez, E. (2017). Decision-Support Methodology to Assess Risk in End-of-Life Management of Complex Systems. *IEEE Systems Journal*, 11(3), 1579–1588. DOI: 10.1109/JSYST.2016.2522183.

Woodcock, J. & Graham, M. (2020). *The Gig Economy: A Critical Introduction*. Polity Press.

Xiong, L. & Liu, L. (2004). PeerTrust: Supporting Reputation-Based Trust for Peer-to-Peer Electronic Communities. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(7), 843–857.

Xiong, L. & Liu, L. (2004). PeerTrust: Supporting Reputation-Based Trust for Peer-to-Peer Electronic Communities. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(7), 843–857.