La séparation à la source des excrétats humains dans les petites collectivités : vers de nouvelles filières de circularité couplant assainissement et fertilisation. Rapport d'avancement de thèse année 1

Florent Brun

▶ **To cite this version:**

Florent Brun. La séparation à la source des excrétats humains dans les petites collectivités : vers de nouvelles filières de circularité couplant assainissement et fertilisation. Rapport d'avancement de thèse année 1. Ecole des Ponts ParisTech et Université Paris-Est. 2023. hal-04398614

HAL Id: hal-04398614
https://hal.science/hal-04398614

Submitted on 16 Jan 2024

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

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

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

RAPPORT D'AVANCEMENT DE LA THESE

Ce rapport doit être retourné à votre responsable administrative à l'adresse ed-sie@paris-est-sup.fr et déposé sur ADUM.

Prénom, Nom : Florent Brun
Titre de la thèse : La séparation à la source des excrétats humains dans les petites collectivités : vers de nouvelles filières de circularité couplant assainissement et fertilisation.
Direction de thèse : Bernard de Gouvello avec un co-encadrement Marine Legrand (à partir de la deuxième année), Fabien Esculier.
Laboratoire et équipe d'accueil (éventuellement) : Leesu
Année de réinscription (2 à 6) : 2023 – 2ème année
1ère année d'inscription : 2022
Employeur : Ecole des Ponts (ENPC)
Doctorat à plein temps
Membres du comité de suivi de thèse : Claire Delfosse et Jean-Marc Meynard
Date de rédaction de ce rapport : 15/09/2023

I. Présentation du travail de recherche effectué durant l'année et avancement de la thèse

1. Définition de ma démarche de recherche

a. Rencontres et pré-positionnements conceptuels

Lors de cette première année, j'ai pu réaliser plusieurs réunions avec mes encadrants qui m'ont permis d'ouvrir des réflexions pour affiner ma question de recherche. Pour rappel, le cadre initial donné à la thèse était très ouvert en 2022 avec une hypothèse et une méthodologie de recherche peu précises. J'ai également réalisé des entretiens avec d'autres chercheurs rencontrés lors de cette 1ère année :

- Gabrielle Bouleau INRAE - UMR Lisis
- Bruno Turnheim UMR Lisis
- Kevin Morel d'INRAE UMR Sadapt
- Nicolas Bijon, Solagro, thèse à l'IMT Mines Ales
- Quentin Toffolini INRAE UMR Agronomie
- Julie Gobert au Leesu UMR-MA 102

J'ai ainsi pu m'approprier en lien avec des formations que j'ai suivies (voir ci-après VI) différentes approches et cadres théoriques qui visent à traiter de l'innovation, de la transition des systèmes sociotechniques, de l'embarquement des acteurs et des réplications. J'ai également appréhendé des regards sociopolitiques qui identifient les éléments qui président à l'émergence de nouveaux systèmes sociotechniques. J'ai ainsi pu aborder le rôle que les crises peuvent avoir,

avec parfois des réponses politiques, mais aussi comment de petites perturbations d'un fonctionnement établi peuvent engendrer des effets importants. Ces réflexions m'ont permis d'étoffer mes connaissances et de me positionner par rapport à l'état de l'art de la littérature qui traite de ces sujets. En particulier, le cadre de la *Strategic Niche Management* (SNM) qui part des pratiques de terrain de niches (Hoogma 2002; Turnheim et Geels 2019) et les diagnostics sociotechniques et d'usages m'ont parus adaptés pour mon sujet (voir I.3). Ainsi, j'ai pu préciser mon ancrage disciplinaire au sein de l'ED SIE en tant qu'ingénieur de la séparation à la source des excrétats humains préoccupé par des questions sociotechniques des organisations et des territoires. Je fais en particulier le constat de la nécessité de situer ma recherche dans une démarche transdisciplinaire associée à l'interdisciplinarité d'OCAPI et aux connaissances expérientielles des acteurs mobilisés au sein du projet Kolos[1].

Dans cette idée, je propose pour ma recherche de mobiliser le cadre d'analyse propre aux pratiques de recherche-action et des outils issus de l'éducation populaire pour répondre à ma problématique (Mayen et Mayeux 2003). Ma démarche s'attache à analyser les évolutions du fonctionnement actuel de la gestion des urines et matières fécales dues aux nouveautés apportées par le projet Kolos auprès des acteurs de la gestion de ces matières. Sur la base de ces transformations, je propose une analyse réflexive des actions entreprises par les acteurs concernés par le projet afin de produire des connaissances. C'est pour moi le moyen de reconnaître à la fois les savoirs issus du monde académique mais aussi ceux issus des expériences des acteurs du territoire. Cette opportunité, d'ouvrir un espace d'information, de formation et d'entre-aide entre acteurs, favorise selon moi le partage, l'apprentissage expérientiel et l'embarquement des acteurs. J'espère que cette approche favorisera la co-construction de la recherche et la diffusion des résultats en les rendant accessibles au plus grand nombre.

En parallèle du projet Kolos, j'appréhende les démarches d'éducation populaire via l'association La Brèche, membre du réseau des Crefad[2] en participant à un groupe de travail nommé « recherche et éducation populaire ». Ce GT regroupe une dizaine de chercheurs de différents horizons et disciplines partageant la réalité d'habiter le même territoire rural et la volonté de vouloir faire des choses ensemble au profit des habitants. Mon implication dans ce GT me permet de partager mon expérience en bénéficiant de regards extérieurs et de conseils pour favoriser l'inclusion réflexive des parties prenantes.

b. Pré-positionnement des terrains

Sur la base de mon parcours professionnel dans le monde de l'assainissement j'ai identifié la question du déploiement à grande échelle de la séparation à la source comme cruciale. Cette préoccupation est partagée par la Métropole de Lyon qui accompagne le projet Kolos en proposant des terrains d'analyse à Quincieux et Lissieu. J'ai donc, lors de cette première année, formalisé et caractérisé les techniques de séparation à la source (article en cours pour Techniques de l'Ingénieur) et des propositions d'échelles de déploiement que je juge utiles pour mon analyse.

[1] https://www.leesu.fr/ocapi/les-projets/kolos
[2] https://reseaucrefad.org/

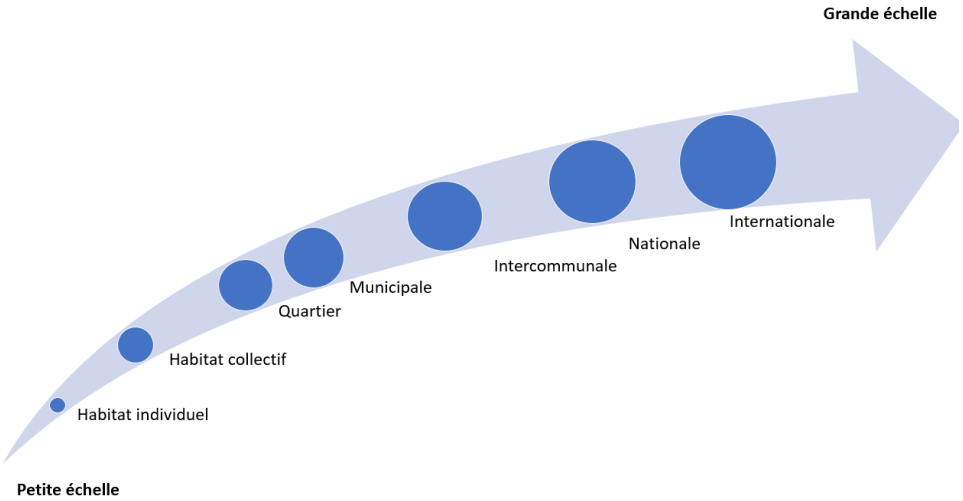

Figure 1 : Différente propositions d'échelles de déploiement de la séparation à la source (F. Brun, 2023).

Le passage d'un échelon à l'autre permet de révéler des réalités différentes (**Figure 1**). Également, il y a un intérêt fort à regarder un même sujet en faisant varier les échelles d'observation (Desjeux 2004). Au sein du programme OCAPI, l'objet de la séparation à la source est regardé à différentes échelles (**Figure 2**) apportant des clés de compréhensions variées.

	Habitat individuel	Habitat collectif	Quartier	Municipale
Acteurs mobilisés	Un nombre restreint d'individu est concerné.	Espaces domestiques, un ensemble ou des petits groupes.	Organisations et systèmes d'actions pluri-acteurs.	
Gestion	A la parcelle		Hors-parcelle(s)	
Symbolique-imaginaire	Une vision du monde	Visions du monde homogènes	Visions du monde hétérogènes	
Social	Rituel	Jeu de pouvoir -Stratégie		Appartenance - Distinction
Matériel	Technique éprouvée et choisie	Harmonisation des pratiques autour d'une technique		Plusieurs techniques (?)
Niveau de concertation	Faible : autonomie familiale	Moyen : au sein du collectif	Fort : aménagement d'une filière	Très fort : plusieurs filières (?)
Des exemples en France	Ménages équipés de toilettes sèches	✓ L'ôôôberge ✓ Coopérative équilibre ✓ Au Clair du Quartier ✓ Ecoravie ✓ ...	✓ Saint Vincent de Paul ✓ Toilettes sèches mobiles ✓ La Fumainerie	Projet Kolos(?)

Figure 2 : Caractéristiques des niveaux d'échelles appliqués à la séparation à la source en France (F. Brun, 2023).

Des projets suivis par OCAPI peuvent se situer à un niveau de gestion individuelle (**Figure 3**) dans lequel la gestion se fait à la parcelle, parfois dans des parcelles voisines, et dans les mains du particulier qui en assure le fonctionnement. Il s'agit d'un contexte de mise en œuvre simplifié notamment par le faible nombre d'acteurs à convaincre (un individu ou au plus une famille) et une réglementation clairement identifiable. Ici, les aspects de compostage, de retour au sol ou de valorisation des urines sont souvent pensés a posteriori (Soyer, 2021).

	Gestion individuelle	Gestion collective
Description	Un particulier ou une structure assure seul.e les différentes étapes de gestion des excréments.	Plusieurs structures interviennent dans la gestion des excréments. => Notion de filière
Zonage	Plutôt en Assainissement Non Collectif (ANC)	Plutôt en Assainissement Collectif (AC)
Type d'habitat	Un seul bâtiment avec soit de l'habitat individuel ou de l'habitat collectif.	Plusieurs bâtiments qui peuvent être connectés entre eux.
Gestionnaire(s)	Le particulier pour sa famille ou le collectif d'habitants (ou coopérative d'habitants).	Plusieurs acteurs aux compétences différentes (collecte, transport, traitement, valorisation) interviennent sous la responsabilité d'une ou plusieurs entités administratives.
Enjeu d'acteurs	Faible pour le particulier et moyen pour le collectif d'habitants	Fort : concertation, coordination et ajustements entre acteurs
Règlementation	Claire: référence à l'arrêté du 7 septembre 2009	Peu clair: Question à l'assemblée nationale publiée au JO en 2011

Figure 3 : Type de gestion de la séparation à la source (F. Brun, 2023).

D'autres expériences collectives mobilisant plusieurs acteurs existent comme en habitat partagé, auprès de plusieurs particuliers, sur des chantiers, dans des parcs, en écoquartiers et dans quelques lieux publics (Brun et al. 2014; Joveniaux et al. 2022; Legrand et al. 2021) . Les modes de gestion sont souvent hétérogènes et ne sont pas toujours perçus comme une filière englobant plusieurs acteurs. Ces filières sont parfois issues d'une volonté politique forte comme celles du SIAAP[3] ou de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (Agence de l'eau Seine Normandie 2018). C'est plus récemment (depuis 5 à 8 ans) qu'une approche plus englobante, avec une vision de filière, est mise en œuvre mais toujours avec une porte d'entrée du monde urbain que ce soit par l'urbanisme ou le monde de l'assainissement. Le cas de la société Toopi Organics qui produit des biostimulants à base d'urine humaine fait ici exception. C'est-à-dire qu'en premier lieu, la préoccupation des opérateurs est celle de la collecte des excrétats puis celle de leur traitement et enfin quand ils sont *in fine* face au sujet, la question du devenir agricole de ces matières.

A partir de ces grilles de lecture croisées (échelle, mode de gestion, mode de déploiement), je positionne ma recherche à l'échelle d'une collectivité pour une gestion collective de la filière dans différents modes de déploiement à définir. Le déploiement de projets de séparation à la source dans un tel contexte et à une telle échelle reste inédit en France et très peu renseigné avec de forts enjeux (règlementaire, organisationnel, etc.). Notons qu'ailleurs en Europe et dans le monde de telles projets et réflexions sont déjà amorcés. Pour les services opérationnels de l'assainissement en collectivités qui viennent d'être restructurés[4], la gestion des urines et matières fécales humaines hors des égouts est un sujet émergent. Alors que pour les directions des déchets et de l'agriculture-alimentation, ce sujet semble inexistant. D'un autre côté pour le monde agricole, le recours à des engrais issus des excréments est encore associé aux boues de station d'épuration. Il s'agit alors d'identifier collectivement des valeurs et intérêts à une telle pratique. Les raisons poussant une collectivité, la Métropole de Lyon, à faire ce choix sont à documenter ainsi que le rôle des agriculteurs des territoires cibles de Quincieux et Lissieu, dans l'émergence

[3] https://arceau-idf.fr/sites/default/files/paragraphs_files/1_Tabuchi_SIAAP_S%C3%87p%C2%AF_source_ARCEAU.pdf

[4] Loi NOTRe du 5 août 2018 : transfert des compétences "eau" et "assainissement" aux communautés de communes et aux communautés d'agglomération obligatoire au 1er janvier 2020.

de ces nouvelles filières.

2. Hypothèse de recherche et logiques de réponse

Je propose dans cette thèse d'étudier en quoi la demande des agriculteurs en nutriments alternatifs aux engrais de synthèse peut modifier la façon dont sont gérées les excrétions humaines. Dès lors, je propose un retournement de la logique de filière habituellement guidée par le monde de l'assainissement (collecte-traitement-valorisation). Quand on évoque une fertilisation par les engrais humains avec des agriculteurs, les questions du gisement en quantité et en qualité, des micropolluants et des odeurs sont récurrentes[5]. Ainsi, le projet Kolos propose d'amorcer une filière expérimentale sur la Métropole de Lyon à Quincieux et Lissieu, appelée « Démonstrateur » mobilisant des agriculteurs et leurs partenaires sur ce territoire. Les agriculteurs ne se positionnent pas seulement par rapport à des offres dans un contexte de circularité plus ou moins structuré, mais par rapport aux acteurs mobilisés, leurs connaissances, le marché ou la démonstration que les engrais humains sont efficients... Le démonstrateur est un outil qui sert de base de réflexion entre différents acteurs, dont je propose d'analyser les effets, mais c'est aussi une expérimentation pour éprouver la filière de production et d'utilisation de ces engrais au sein d'un système sociotechnique existant. Il s'agit alors pour moi, sur la base de ce démonstrateur à mettre en place d'apporter une analyse selon trois logiques différentes relatives à : la perturbation, la filière et à l'objet qu'est le démonstrateur.

Ainsi, je formule l'hypothèse de recherche suivante pour guider ma thèse :

⇨ **Les agriculteurs peuvent jouer un rôle prépondérant dans le déploiement à grande échelle de la séparation à la source.**

Je propose de détailler mes 3 logiques destinées à caractériser ce rôle des agriculteurs :

a. Logique perturbation

C'est un changement de régime majeur qui a permis la mise en place du tout à l'égout. Ce changement de régime, documenté en France et à l'étranger, s'est réalisé comme bien souvent dans le temps long, par des incrémentations et de nombreuses difficultés (Geels 2006; Jacquemet 1979). Le dépassement des limites planétaires relatives aux cycles biogéochimiques (Rockström et al. 2009), la crise énergétique actuelle, les difficultés de recours à de la matière organique sont autant d'éléments qui démontrent qu'une évolution dans le paysage (voir cadre de l'analyse multiniveaux ou MLP proposée par Geels en 2002) peut amener les agriculteurs à rechercher des sources alternatives aux nutriments de synthèse ou minier pour subvenir aux besoins de leur exploitation agricole. Ces crises croisées semblent être considérées et appréhendées par les pouvoirs publics et en particulier les collectivités. C'est le cas à Lyon où la Métropole met en avant une stratégie de résilience territoriale avec une volonté à innover et à expérimenter sur la question de l'accès aux nutriments. Toutefois, avoir une crise dans l'espace public peut n'avoir aucun effet matériel sur la transformation des systèmes. Nombre de crises peuvent être étouffées et considérées comme des parenthèses d'exceptionnalisme, comme avec le Covid, et n'avoir que peu d'impact sur les systèmes sociotechniques en place qui sont fort stables. Les chemins de causalité entre crises majeures et décisions politiques répondent ici à des mécanismes complexes et bien souvent encore non expliqués (Sengers, Turnheim, et Berkhout 2021). Ainsi, on peut

[5] A titre indicatif, pour une ferme de taille moyenne cultivant 50 hectares de blé, il faudrait mobiliser environ 850m^3 d'urine humaine par an pour une fertilisation totale.

considérer que la gestion de l'azote dans le système agricole est établie mais subit actuellement des perturbations de l'ordre du paysage.

D'un autre côté, d'autres perturbations peuvent avoir des impacts sur les systèmes agricoles de fertilisation en incitant les agriculteurs à s'adapter à de nouvelles pratiques. Les contextes d'évolution des situations de travail des agriculteurs peuvent aussi faire que le recours à des nutriments sous forme d'urines et matières fécales deviennent pertinents. La proposition ici est d'étendre la réflexion à ces autres contextes en évolutions comme les activités des acteurs agricoles (régie Agricole de la Métropole de Lyon, déploiement d'expérimentations, etc.), les rapports aux excréments humains qui commencent à être médiatisés, l'identité professionnelle (rôle des agriculteurs dans la société), le recours aux matériels ou à la technologie pour optimiser les apports, etc. Dans cette logique, il convient donc de se rapprocher des acteurs du monde agricole qui influence les pratiques des agriculteurs (coopératives, industries de la fertilisation, assemblée permanente des chambres d'agricultures, etc.). Qu'est ce qui permettrait que les nutriments humains deviennent plus légitimes ou possibles pour les agriculteurs ?

Sans avoir l'ambition d'apporter une analyse exhaustive sur ce sujet, je prends en considération que toutes ces perturbations peuvent influencer les pratiques de fertilisation des agriculteurs. Et je propose de m'attacher à les renseigner.

b. Logique filière

Sachant qu'il est souhaitable que les systèmes agricoles subissent de profondes modifications (Billen et al. 2021; Esculier et al. 2019), il faut donc également que ces nouvelles filières à construire pour l'utilisation agricole des nutriments issus des excréments humains soient résilientes à une modification des systèmes agricoles eux-mêmes. En générant cette nouvelle demande, je propose de m'intéresser à la façon dont les acteurs des filières actuelles (excrétats, déchets, alimentation) vont s'approprier le sujet en regardant les impacts générés sur ces acteurs. De près (au sein de la Métropole) ou de loin (via les partenaires opérationnels et les mairies de terrains envisagés à Quincieux et Lissieu), l'articulation des relations entre les agriculteurs et leurs partenaires vont évoluer. On s'intéressera à la manière dont ces différents acteurs vont problématiser la séparation à la source et la génération d'une nouvelle filière.

Une telle recomposition de filière pourrait créer un enchaînement menant au déploiement à grande échelle de la séparation à la source. Les agriculteurs en tant que parties prenantes de la filière, de par leur demande en engrais humains, seraient en mesure d'influencer l'échelle de déploiement de la séparation à la source et donc de modifier en partie le mode de gestion des excréments humains. Les jeux d'influences et de controverses entre acteurs pourraient ainsi être reconfigurés. Comment les agriculteurs participent à la problématisation de la séparation à la source ? Et, s'ils présidaient la génération de filières qu'est-ce que cela engendrerait ? Un regard comparatif avec les filières existantes présidées par l'assainissement apporterait des pistes d'analyse que j'imagine constructives. De plus, il y a ici l'idée de s'appuyer d'un autre côté, sur le système sociotechnique stable de la gestion de l'azote au sein du monde agricole, afin de le confronter à une expérimentation de mise en régime d'un démonstrateur (voir I.2.c) *a priori* plus instable (Engels, Wentland, et Pfotenhauer 2019).

c. Logique « démonstrateur »

La mise en place d'une filière par le projet Kolos a pour vocation de répondre à des questions où seule la mobilisation des acteurs peut apporter des réponses. En prenant appui sur l'observation de ces acteurs et en dialoguant avec eux, le but de Kolos est de générer un démonstrateur. Celui-

ci vise à générer des discussions entre les acteurs afin qu'ils explicitent leurs problématisations, leurs pratiques, les difficultés rencontrées et les moyens adoptés pour y faire face. Il s'agit par ce démonstrateur d'anticiper l'impensée de la séparation à la source qui jusqu'ici concernait le devenir agricole des matières collectées. C'est cette place qu'il est proposé de redonner dans cette logique « démonstrateur ». Le renversement de la constitution de la filière, à partir de l'utilisation agricole pourrait alors devenir bénéfique voire décisif dans la pérennité de la filière qui serait mise en place. Le démonstrateur pourrait aussi être un facteur du passage à grand échelle de la séparation à la source. Un céréalier pourrait assurer tout ou partie de sa fertilisation à l'urine soit par exemple de 10 à 20 m^3/ha. Un dimensionnement probable du démonstrateur nécessitera donc l'identification et la collecte d'un gisement correspondant à 500 EH.

Ce démonstrateur vise aussi à appréhender les conditions qui permettraient la réplication. La construction des relations entre acteurs est alors au cœur de l'opérationnalité de la filière. Avoir une meilleure connaissance de la préparation puis du fonctionnement de ce démonstrateur doit permettre de mieux comprendre les mécanismes de changements de pratiques. Construire ces éléments avec les acteurs fait partie de ce processus car « *rien n'indique en théorie que les bonnes pratiques soient destinées à faire tache d'huile* » (Billé, 2009). En effet, un démonstrateur c'est la singularité de la démonstration avec ses propres limites, les choix fait ici ne sont pas forcément ceux qui auraient été faits ailleurs. Les questions de la diffusion, de l'embarquement[6] et de la réplication seront abordées avec la singularité de cette expérience dans une perspective d'ouvrir des réflexions globales sur la mutualisation entre démonstrateurs et un déploiement à grande échelle. La question de la stratégie de ce passage en grande échelle sera posée.

Dans cette logique démonstrateur, ce ne sont pas les mêmes acteurs concernés que ceux des logiques perturbations et filière, ni les mêmes modes de fonctionnement. Les agriculteurs, en participant à une expérimentation de filière à vocation de démonstration, appelé démonstrateur, pourraient favoriser le passage à grande échelle de la séparation à la source.

3. Méthode

La méthodologie scientifique présentée dans ce paragraphe est en construction. Sa formalisation est en cours.

a. Terrains

Les terrains suivis dans le cadre de la thèse ne sont pas encore ni arrêtés ni caractérisés de manière définitive.

J'ai été à l'initiative du projet Kolos monté en partenariat entre le Leesu, l'INSA de Toulouse et la Métropole de Lyon qui est partenaire technique et financier. Le projet cible les villes de Quincieux et Lissieu comme terrains opérationnels pour déployer le démonstrateur.

Dans le cadre de la thèse, je cherche à comprendre le rôle que peuvent jouer les agriculteurs dans le déploiement à grande échelle de la séparation à la source selon les 3 logiques

[6] Je propose la définition empirique suivante ici : Au sens d'une adhésion des parties prenantes au sujet/projet. Elles ne deviennent pas un élément bloquant de la démarche et acceptent à minima de remplir les tâches dont elles ont la responsabilité. Cette notion d'embarquement ouvre une réflexion sur les différents niveaux d'implication des acteurs qui seront explorés et caractérisés dans ma thèse.

perturbation, filière et démonstrateur. Ce questionnement est issu d'une démarche inductive basée sur mon expérience et mon parcours professionnel et associatif. Les perspectives du projet Kolos qui part du besoin des agriculteurs en nutriments doit pouvoir venir nourrir ma réflexion de recherche. Ainsi, le projet Kolos a été aussi construit afin de fournir un terrain à mon travail de recherche qui soit original dans son déploiement et inédit. C'est donc en suivant ce qui est en train de se déployer à Quincieux et Lissieu que ma recherche se construit. Je propose de partir d'une situation à un temps donné (T zéro) dans laquelle, les acteurs de ces territoires ne sont pas mobilisés autour de la séparation à la source et de voir l'évolution de leur positionnement au cours du temps et du déploiement de la filière. Ainsi, ma recherche ancrée dans le territoire du projet Kolos, permet une collecte de données qualitatives et empiriques qui pourraient être mises en regard avec d'autres projets de séparation à la source. C'est ensuite plus dans une démarche déductive que je cherche à répondre à mes questionnements et logiques. Ainsi, mon terrain central de recherche se déploie à Quincieux, Lissieu en prenant en compte les services de la Métropole et partenaires mobilisés dans la filière à vocation de démonstrateur (**Figure 4**).

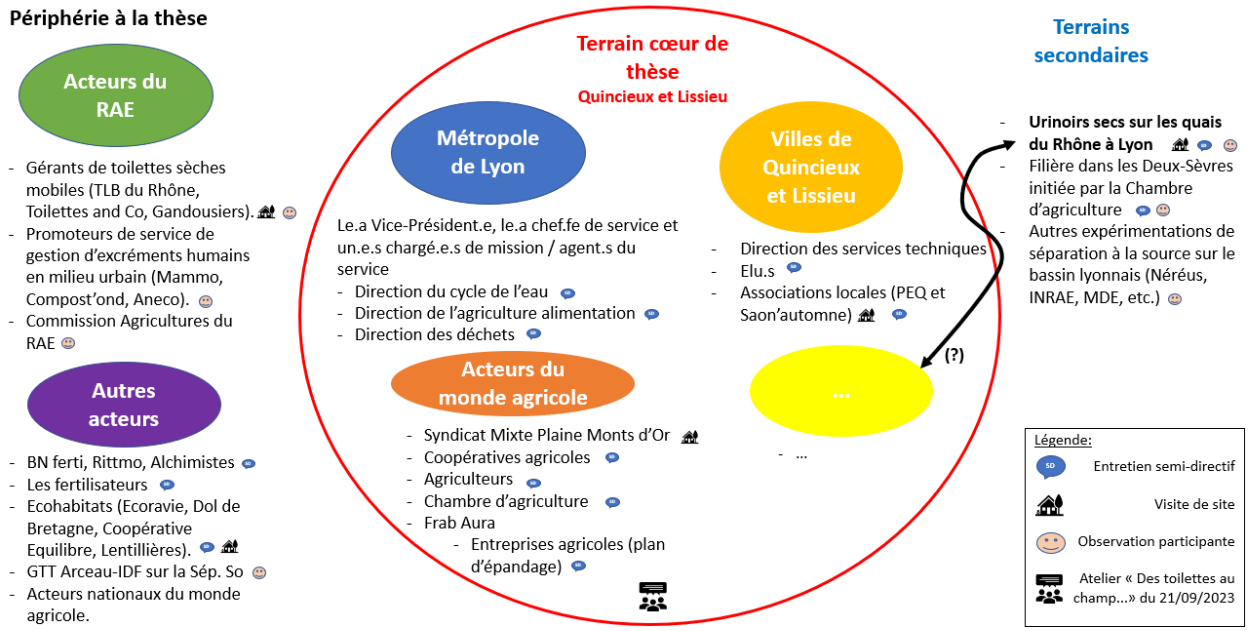

Figure 4 : Représentation des terrains de recherche à ce jour (F. Brun, 2023).

Toutefois, d'autres projets de séparation à la source voient le jour sur le territoire de la Métropole de Lyon. Je réalise une veille plus éloignée sur ces projets qui pourraient être mobilisés comme des terrains secondaires. Dès lors, leurs périmètres seront contextualisés, circonscrits et pris en compte avec un objectif particulier (à définir) dans la thèse.

A ce titre, j'ai par ailleurs, déjà renseigné en détail par la production d'un document d'environ trente pages, une expérimentation déployant des urinoirs secs à Lyon (été 2022 puis été 2023). Dans ce document je test le cadre théorique de fonctions de démonstrateur que j'ai élaboré (voir ci-après 3.d). Ce terrain annexe, occupe à ce jour un statut qu'il conviendra de préciser dans la thèse comme une mobilisation pour une mise en regard avec le démonstrateur Kolos.

Enfin, je poursuis mon implication auprès de différents acteurs et groupes de travail (**Figure 4**) comme le GTT Arceau sur la séparation à la source[7] ou les Commissions du RAE[8] en charge de la réglementation et des agricultures, dans lesquels je suis présent depuis plusieurs années. Et depuis

[7] https://arceau-idf.fr/groupe-de-travail/gtt-separation-la-source
[88] Réseau de professionnel de l'assainissement écologique : https://reseau-assainissement-ecologique.org/

un an, je réalise des rencontres, discussions et visites avec des acteurs aux statuts différents comme des agriculteurs d'autres territoires ou des entreprises et associations du RAE (loueurs de toilettes sèches, entreprises de transformation de l'urine en fertilisant, prestataire de nettoyage et d'entretien de toilettes) œuvrant dans la séparation à la source. Ces temps d'observation participante prennent place depuis le début de mon travail de thèse, à une présence moins opérationnelle et plus dans l'observation et la réflexivité. Ils me permettent de mieux appréhender les conditions de travail de ces opérateurs et les contraintes auxquels ils sont soumis. Également, le suivi dans le temps long (une dizaine d'année) que j'assure me donne à voir les évolutions de leurs pratiques et comment ils répondent à de nouvelles contraintes. De ces éléments, je comprends mieux comment mobiliser leurs homologues dans un cadre de concertation au profit de la filière qui doit être générée pour Kolos à Quincieux et Lissieu.

Les terrains, une fois définitivement validés, permettront de finaliser cette méthodologie. Plusieurs approches conceptuelles sont mobilisées ou créées *ex nihilo* comme pour l'approche des démonstrateurs.

b. Observer et accompagner l'élaboration de la stratégie de séparation à la source à la Métropole de Lyon.

Je suis en train d'achever une série d'entretiens semi-directifs avec les responsables de différentes directions et vice-président.e.s à la Métropole de Lyon : Cycle de l'eau, Agriculture-Alimentation et Déchets[9]. Je m'intéresse également au positionnement des deux communes (Quincieu et Lissieu) des élus et directions des services techniques sur l'appropriation et la prise en compte du sujet de la séparation à la source. Il s'agit pour moi de comprendre comment ces acteurs appréhendent les évolutions sociotechniques en cours de l'ordre du paysage et des plus petites perturbations évoqués précédemment et comment ils traduisent cela en actions sur leurs territoires. Dans le même temps, via ces entretiens, je compte préfigurer mes recherches quant à la logique filière grâce à la collecte d'informations sur les relations entretenues entre les acteurs du territoire en lien avec la séparation à la source et l'agriculture. En parallèle, je cherche à identifier des changements de pratiques de fertilisation en cours aux échelles nationale et locale.

c. Amorcer une concertation des acteurs de la filière.

Plusieurs réunions de présentation et de lancement du projet Kolos ont été réalisées pour informer et mobiliser les acteurs. La stratégie du projet est de partir de la mobilisation d'un agriculteur du territoire cible qui serait volontaire pour utiliser des engrais humains (issu des urines et/ou matières fécales) sur ses terres agricoles. Le démonstrateur repose sur la notion de faire collectif dans la durée. C'est-à-dire qu'il est co-construit entre les acteurs opérationnels concernés et les chercheurs impliqués dans le projet Kolos. Au cœur de ce faire ensemble se situe l'agriculteur qui utilisera les engrais humains. Dès lors, il s'agit d'organiser la rencontre de contraintes logistiques entre le gisement, la collecte, le stockage, le traitement et l'épandage des volumes de nutriments au champ. Pour cela, il est prévu de mobiliser un atelier de mise en situation face à une situation fictive appelé « Des toilettes aux champs »[10]. Cet atelier doit être animé le 21 septembre 2023 et doit mobiliser les acteurs de la filière en devenir (dimensionnée pour environ 5 à 10 hectares) pour amorcer l'émergence du démonstrateur. L'atelier planifié le 21/09/2023 devrait permettre de collecter le positionnement des acteurs, leurs problématisations du sujet et d'apporter un regard

[9] Il me reste un entretien auprès de la VP déchets de la métropole de Lyon

[10] Cet atelier ne dispose pas d'une diffusion officielle à ce jour même si c'est un objet. Ainsi, c'est l'atelier accessible au lien ci-après qui a été retravaillé et renommé : https://lassembleedesnoues.fr/la-fabrique-de-la-ville-2/.

critique sur la mise en place réelle de la filière en fonction des discours de chacun.

d. Regarder des expérimentations à travers le prisme d'un démonstrateur

Cette partie aborde la question des démonstrateurs plus largement que dans le cadre du projet Kolos. Mes premiers questionnements étaient de mieux appréhender ce qu'est un démonstrateur et de voir quelles en sont les fonctions qui pourraient être mobilisées pour favoriser (1) le déploiement de filières de séparation à la source et (2) des changements de pratiques de fertilisation dans le milieu agricole. Il s'agit lors de cette année 1 de poser les bases de ce que sera le démonstrateur Kolos mis en place en année 2 (**Figure 5**).

Figure 5 : Processus de mise en place du démonstrateur du projet Kolos (F. Brun, 2023).

Assurer certains effets du démonstrateur, me permettra de les analyser. J'ai donc essayé de théoriser ce qu'est un démonstrateur en m'appuyant sur des analyses existantes dans le champ des Sciences et Techniques en Société (STS) dans différents secteurs (urbanisme, industrie, agriculture, commerce, éducation) mais aussi grâce à la mobilisation de notions proches (projet vitrine, pilote, expérimentation, living lab, performance, happening). En particulier, les living lab agricoles (Toffolini et al. 2023) à travers leurs démarches d'expérimentation grandeur nature avec une mobilisation pluriacteurs pour une recherche collaborative sur une innovation, ont inspirés l'identification de fonctions de démonstration. Ces déplacements sectoriels et thématiques me permettent de définir un démonstrateur comme un objet-frontière[11], qui donne à voir une mise en application grandeur nature d'une nouvelle pratique dans des conditions de fonctionnement réelles. Le démonstrateur intègre différentes fonctions qui vont avoir des effets sociotechniques internes et externes. Ces « fonctions » assurées par le démonstrateur peuvent se décliner de différentes manières selon les besoins et regards portés sur l'objet par les acteurs concernés. Si elles ne sont pas nécessairement toutes mobilisées, elles sont interdépendantes avec des effets de réciprocité entre acteurs (dans et hors du démonstrateurs). Des recherches bibliographiques menées cette année, m'amène à proposer 6 fonctions pour l'élaboration d'un outil compréhension du fonctionnement des démonstrateurs. Ces fonctions, pour l'instant provisoires, sont décrites dans la **Figure 6** avec un sous-titre opérationnel et un enjeu associé.

[11] Dans le sens d'un objet technique qui met en interaction des acteurs aux préoccupations et cultures différentes mais qui pourraient s'associer pour un potentiel projet commun.

Figure 6 : Les fonctions d'un démonstrateur (F. Brun, 2023).

Pour traduire de manière plus explicite ce que j'entends derrière ces fonctions, je propose les définitions suivantes :

- La **mise en réseau** à l'image du processus de cycle de projet vise à mobiliser une équipe d'acteurs aux profils variés (entreprises, laboratoires, collectivités, agriculteurs, etc.) autour de la faisabilité organisationnelle d'un objet technique avec un pilotage coopératif et une démarche heuristique.
- La **mise à l'épreuve** vise à tester et améliorer l'outil technique en conditions réelles en mettant le doigt sur les effets et impensés techniques, économiques, juridiques, etc.
- La **mise en scène** qu'elle soit scénarisée ou non, vise à rendre visible l'objet technique pour modifier les perceptions de publics cibles afin de diffuser des savoirs et pratiques pour légitimer ou convaincre de la solution proposée. La mise en scène participe à l'attractivité et au rayonnement de l'objet, des acteurs mobilisés et du territoire.
- La **mise en apprentissage** en s'appuyant sur l'objet technique déployé vise une montée en compétences, tant des porteurs du démonstrateur que de publics cibles, en tirant bénéfice des autres fonctions du démonstrateur afin de créer des visions communes et de la réplication.
- La **mise en régime** perturbe un environnement existant par la mise en place de l'objet

technique en conditions réelles. Elle porte des aspects de dérogation ou de contournement de procédures au titre de l'expérimentation. Cette mise en régime sur une temporalité définie mais souvent flexible, permet de digérer les savoirs menant l'innovation.

- La **mise en recherche** permet de questionner l'objet, ses fonctions et ses effets pour le faire évoluer tant techniquement par l'ingénierie qu'humainement par la compréhension des mécanismes organisationnels ou de comportements/imaginaires.

Actuellement, j'encadre une stagiaire de Master 2 (Aménagement et urbanisme) qui a charge d'éprouver cette grille théorique vis-à-vis de certaines activités professionnelles[12]. Il s'agit de voir quelles sont les fonctions qui sont activées dans ces activités et de quelle manière. Dans le stage, 3 types de projets font l'objet d'une analyse détaillée par entretiens semi-directifs : les écocentres, l'habitat participatif et les toilettes sèches évènementielles. D'un autre côté, un regard est porté sur la spécificité de la démonstration dans le cadre agricole sur la base d'enquêtes bibliographiques et d'analyse des effets de vidéos en ligne, en se demandant : Qu'est-ce qu'une démonstration qui (i) favorise le changement de pratique et (ii) touche les agriculteurs sur les enjeux de transformation agricole ? L'objectif du stage est d'apporter une critique constructive pour améliorer la grille théorique au regard des pratiques existantes.

Par ailleurs, j'ai réalisé une étude de cas (environ 20 pages) avec la grille de lecture de la **Figure 6** sur l'expérimentation du déploiement de 16 modules d'urinoirs secs publiques à Lyon à l'été 2022 (**Figure 4**). La partie de cette étude dédiée aux recherches menants au cadre théorique des fonctions de démonstration est disponible ci-après en annexe 1. J'ai réalisé 10 entretiens dans le cadre de cette étude qui portaient sur l'évolution des configurations d'acteurs dans le temps et l'appropriation de la notion d'expérimentation par des acteurs opérationnels. Le statut de cette étude de cas dans la thèse reste à définir.

e. Mobiliser des cadres théoriques pour analyser les changements apportés par le démonstrateur Kolos.

Le fondement du projet de recherche-action Kolos se situe entre mes préoccupations de mener une recherche qui soit transformative et la volonté de la Métropole de Lyon à tester la séparation à la source sur son territoire. Ainsi certains cadres théoriques m'inspirent sans que je n'aie pour autant l'ambition de les épouser. Je pense à la MLP pour situer ma logique « perturbation » vis-à-vis du paysage et des pratiques de niches mais aussi à la Strategic Niche Management (SNM) évoqué par Hoogma en 2002 et critiquée par Turnheim et Geels en 2019 qui me permet d'avoir un regard critique sur le corpus que je collecte en lien avec la niche d'innovation qu'est la séparation à la source. Notamment en ce qui concerne :

- L'articulation des visions du monde des acteurs et les attentes propres à chacun.e.s.
- L'apprentissage et l'accumulation de nouvelles connaissances des acteurs professionnels.
- La construction de réseaux sociaux entre acteurs avec des actions de promotion et de démarchage pour faire valoir la distinction et l'importance de l'innovation.
- Les liens entre différents projets de la niche avec le rôle et l'influence de projets « phares ».

[12] La livraison du rapport est attendu dans le courant du mois d'octobre 2023.

L'élaboration des grilles d'entretien mais aussi ma réflexivité lors d'observations participantes à des réunions s'inspirent de ces cadres. Toutefois, ces cadres ne seront pas mobilisés dans l'analyse pour laisser place à une démarche plus empirique, territorialisée et qui prend en compte mon objectif de faire évoluer les individus et la société (d'émancipation sociale) par ma recherche. Je m'inscris ainsi dans une perspective transdisciplinaire avec une inspiration interdisciplinaire. Le cadre théorique qui me semble en adéquation avec cela est celui du diagnostic sociotechnique qui sera réalisé en s'appuyant sur les entretiens, l'atelier « des toilettes aux champs », la mise en place du démonstrateur et sa mise en œuvre.

Pour le démonstrateur Kolos, il s'agit de se focaliser sur les questions suivantes : Comment les acteurs vont appréhender le sujet ? Vont-ils vraiment se focaliser sur les points d'achoppement cités précédemment ? D'autres acteurs que ceux mobilisés initialement vont-ils intervenir avec des intentions particulières ? Comment vont-ils problématiser cette nouvelle filière ? Le démonstrateur est un outil qui sert aussi d'entrée pour réaliser un diagnostic des usages des pratiques et objets techniques nouvellement déployés au sein du monde agricole dans la logique perturbation. Dans ce contexte, je prévois en deuxième année de mieux appréhender le cadre théorique relatif à l'agroécologie.

II. Problèmes rencontrés et pistes pour les résoudre

De potentielles difficultés sont à imaginer dans la mise en place du démonstrateur Kolos. En particulier, certaines craintes sont récurrentes et déjà identifiées comme l'articulation du gisement des urines et matières fécales au sens de la collecte ou du stockage, la logistique d'épandage, les odeurs, les micropolluants et la forme réglementaire de la filière. Il sera proposé de mettre en avant ces problématiques auxquelles il faudra trouver collectivement des réponses dans le cadre du montage du démonstrateur. Dès lors, il sera intéressant d'appréhender comment les acteurs du secteur diagnostiquent et problématisent ces points potentiels d'achoppement.

La mobilisation effective d'acteurs pour intégrer le démonstrateur reste une question forte au regard des moyens du projet. Beaucoup de communications (mail, infos) sont déjà réalisées auprès des acteurs du territoire par le programme OCAPI, la Métropole et les collectivités pour embarquer des acteurs dans ce projet commun. Des animations sont prévues à l'automne (stands, conférences, débats) à Quincieux et Lissieu. L'atelier « des toilettes aux champs... » vise également à participer à cet embarquement. La création d'un projet *ad hoc* avec un nouveau financement de type Casdar n'est pas exclue afin de financer des analyses et moyens logistiques pour répondre à l'évolution des enjeux (norme, impacts, etc.).

Enfin, mon positionnement au sein du projet de recherche-action Kolos et de ses liens avec la thèse reste un point de vigilance important. J'occupe d'ores et déjà le rôle d'animateur territorial pour le montage du démonstrateur mais aussi celui d'un doctorant ayant une activité réflexive. Un doctorant qui enquête parfois de manière investigatrice et déstabilisante auprès des futurs acteurs de la filière. L'articulation de ces positionnements et les aller-retours permanents de l'un à l'autre peuvent apporter de la confusion chez mes interlocuteurs. Cette situation peut générer un défaut de confiance de ceux-ci quant à ce qu'ils auraient à me dire, ce qui engendrerait de la rétention d'information. Pour répondre à cela, un discours clair de ma part sur la casquette que je porte quand je m'adresse à un interlocuteur est le moyen le plus apte à légitimer ma parole et mes actes.

III. Projet professionnel, rappel ou modification

- Chercheur en milieu académique – post-doc au sein d'OCAPI sur des questions relatives aux effets d'une coordination nationale de démonstrateurs de séparation à la source, à la mutualisation des retours d'expérience de démonstration et à l'élaboration de stratégies communes engageant une transition. Le doctorat vise à me permettre une montée en compétence sur la méthode scientifique ainsi qu'une reconnaissance sur la thématique des enjeux sociotechniques associés au déploiement de filières de production d'engrais humains à l'échelle de collectivité péri-urbaine mais aussi des aspects de démonstration associés. Deux pistes de financement potentielles émergent :
    - Au sein de la chaire « Séparation à la source » sur financement ADEME-Agence de l'Eau Seine-Normandie en cours de création (CDD 3 ans).
    - Via le montage d'un projet *ad-hoc* de type Casdar (dépôt de dossier en février) avec éventuellement la Métropole de Lyon dans la perspective de poursuite de l'animation du démonstrateur Kolos.
- Au sein d'une structure existante comme une collectivité territoriale et autres services publics (chambre d'agriculture) ou à défaut en bureau d'étude : réalisation d'études et conseils en lien avec l'organisation du déploiement de filières visant à générer des engrais humains. Sur la base des compétences techniques acquises au cours de mon parcours professionnel et de la réflexivité acquise au cours du doctorat, je propose de développer au sein ou pour le compte de la structure publique cible une approche de diagnostic sociotechnique visant à assurer l'émergence de cette filière puis d'en animer le fonctionnement dans sa phase de démarrage.

IV. Programme de travail pour l'année future

- Automne 2023 : Finalisation d'une note sur les modalités et potentiels d'introduction des urinofertilisants dans la NF U 42001. Travail amorcé en juin 2023, pour l'instant annexe à la thèse mais qui pourrait être convoqué. Deux entretiens complémentaires prévus, avec le BN ferti et Rittmo.
- Automne 2023 : Finalisation de la série d'enquêtes auprès des acteurs métropolitains (élus et agents : reste 2 entretiens sur 20) sur les positionnements vis-à-vis de la séparation à la source et rapport d'analyse.
- Automne 2023 : Préparation et animation de l'atelier « Des toilettes aux champs... » et traitement des données collectés. Une animation prévue le 21/09 avec 20 personnes et possibilité de réitération si besoin. Mise en forme des résultats et analyse réflexive sur (i) le positionnement des acteurs sur la séparation à la source et (ii) les stratégies d'acteurs vis-à-vis de l'élaboration du démonstrateur Kolos.
- Hiver 2023 – 2024 : premier rendu de rapport de recherche à la Métropole de Lyon sur l'analyse des conditions de mise en œuvre de la séparation à la source en contexte de petites collectivités. Ce rapport combine les analyses de positionnement et bases d'élaboration du démonstrateur Kolos.
- En 2024 sur la base de la construction du démonstrateur de Kolos, enquêtes et observations de l'implication des acteurs (entretiens semi-directifs avec les acteurs mobilisés : maximum 10 entretiens + observation participante) et prémices de l'analyse des dynamiques d'acteurs au cours du processus de démonstration à l'œuvre. Si possible,

analyse du corpus dédié à l'organisation et l'animation d'un temps de démonstration s'appuyant sur le démonstrateur Kolos.

- Au fil de l'année : observation des autres projets de séparation à la source déployés sur la Métropole de Lyon.

V. Publications acceptées ou soumises, participation à des conférences (et plus largement diffusion des résultats de recherche)

- Florent Brun et Tanguy Fardet, « Vers de nouveaux fertilisants d'origine humaine ? », Jeunes Agriculteurs Magazine, Tribune, juillet-août-septembre 2023.
- Florent Brun, Fabien Esculier et Bernard de Gouvello « Séparation à la source des eaux usées et toilettes seches : Bases pour des règles professionnelles », Techniques de l'Ingénieur, en cours de soumission pour le 1er novembre 2023.
- Florent Brun et Christophe Mérotto « Toilettes sèches pour les sites accueillant du public », webinaire en ligne pour IdealCO le 13 mars 2023.
- Florent Brun et Johan Ollivier Fête de la science 2023 à la Chaise-Dieu « Produire du pain dans le respect du cycle des nutriments » atelier participatif co-animé avec l'association La Brèche, le 7 octobre 2023.
- Communications soumises ou à soumettre :
    - Poster sur le démonstrateur Kolos, cadre théorique et effets attendus au 16ème rencontres du Comifer-Gemas à Tours. 21-22 Novembre 2023. (Accepté).
    - Communication orale sur ma démarche de recherche-action « Du militantisme à une recherche transformative dans la gestion des excrétats humains » pour les doctoriales en rudologie au Mans. 5-6-7 Février 2024. (Soumis).
    - Communication orale sur le projet Kolos, « Le projet Kolos : mise en place d'un démonstrateur de séparation à la source qui allie fertilisation et assainissement à Quincieux et Lissieu (69). ». Congrès de l'ASTEE à Quimper. Juin 2024. (Soumis)

VI. Liste des formations suivies et le bilan des heures de formation acquises

- Webinaire « Phosphore : enjeux et solutions techniques pour atteindre une gestion durable et préserver l'environnement », organisée par l'Office Français de la Biodiversité et les agences de l'eau. 10h.

  Ce Webinaire m'a permis d'appréhender la stratégie de l'OFB et des Agences de l'Eau quant à la question du phosphore. Il était intéressant de mieux comprendre les enjeux associés à l'émergence de la problématique phosphore dans le débat actuel et ce qui mobilise les acteurs autour de ceux-ci (moyens, qui, pourquoi, projets en cours).
- Séminaire « Métabolisme social : concepts, méthodes, objets » (01 décembre 2022 - 20 avril 2023) Institut de la Transition Environnementale organisé par Nelo Magalhães (post-doctorant à l'ITE). 12 heures

Ce séminaire animé par plusieurs intervenants m'a permis de mieux appréhender les cadres théoriques et méthodes mobilisés par la démarche du métabolisme social. Plusieurs exemples de travaux de métabolisme social ont été présentés et m'ont montré que ma recherche-action à vocation transformative ne se situe pas dans ce champ !!; Toutefois, la volonté pédagogique de ce champ à destination notamment des collectivités pourrait être mobilisée dans mes travaux notamment en ce qui concerne la sensibilisation des décideurs quant aux flux d'azote et de phosphore à Quincieux et Lissieu.

- Lost in Transition « Sustainable Transition studies : origines, transformations, critiques et alternatives " : 10.5 h par Margot Pellegrino, MCF en Aménagement de l'espace et urbanisme.

  Ce séminaire dédié à des doctorants m'a permis de mieux situer ma recherche vis-à-vis du champ des études sur les transitions durables. Comme pour le métabolisme social, les méthodes déployées dans ce champ sont inspirantes mais je ne pense pas déployer une analyse caller sur ces méthodes. Ce séminaire me permet de me rapprocher des sciences et techniques en société (STS) avec une méthode plus proche du diagnostic sociotechnique et du diagnostic des usages qui sont en accord avec ma démarche de recherche-action.

- Journée scientifique des doctorants ED SIE 2023 : 2 h

  Cette journée m'a permis de mieux connaître l'étendue des sujets traités par les doctorants de l'école doctorale à laquelle j'appartiens. Les méthodes déployées et les cadres d'analyses sont hétérogènes et me permettent de m'inscrire librement dans une démarche scientifique large des sciences de l'ingénieur.

Bilan des heures acquises : 34,5h/90h

VII. Éventuellement, mention d'un problème qui pourrait fragiliser le doctorat

RAS

VIII. Vous pouvez ici ajouter tout ce que vous pensez nécessaire à communiquer à l'école doctorale

RAS

IX. Bibliographie

Agence de l'eau Seine Normandie. 2018. *11ème programme d'intervention de l'agence de l'eau Seine-Normandie 2019-2024.*

Billen, Gilles, Eduardo Aguilera, Rasmus Einarsson, Josette Garnier, Simone Gingrich, Bruna Grizzetti, Luis Lassaletta, Julia Le Noë, et Alberto Sanz-Cobena. 2021. « Reshaping the European Agro-Food System and Closing Its Nitrogen Cycle: The Potential of Combining Dietary Change, Agroecology, and Circularity ». *One Earth* 4(6):839-50. doi: 10.1016/j.oneear.2021.05.008.

Brun, Florent, Stéphane Leguen, Laurent Oxarango, Anne Delmaire, Isabelle Déportes, Laure Gran-Aymerich, Lysanne Bour, sylvie Jousse, Denis Mazaud, Philippe agenet, Sandra Parisi, Anne Marie Pourcher, CHARLOTTE Rambert, Jessica Lambert, Anne Trémier, Benjamin Berne, Annie Guernion, et Mathieu Rolland. 2014. *Gestion des sous-produits de toilettes sèches familiales : étude sur le traitement des matières par compostage*. *Research Report*. Toilettes Du Monde.

Desjeux, Dominique. 2004. *Les échelles d'observation en sciences sociales*. PUF. Paris: Les sciences sociales.

Engels, Franziska, Alexander Wentland, et Sebastian M. Pfotenhauer. 2019. « Testing Future Societies? Developing a Framework for Test Beds and Living Labs as Instruments of Innovation Governance ». *Research Policy* 48(9). doi: 10.1016/j.respol.2019.103826.

Esculier, Fabien, Julia Le Noë, Sabine Barles, Gilles Billen, Benjamin Créno, Josette Garnier, Jacques Lesavre, Léo Petit, et Jean Pierre Tabuchi. 2019. « The biogeochemical imprint of human metabolism in Paris Megacity: A regionalized analysis of a water-agro-food system ». *Journal of Hydrology* 573:1028-45. doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.02.043.

Geels, Frank W. 2002. « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study ». *Research Policy* 31:1257-74.

Geels, Frank W. 2006. « The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840-1930): The dynamics of regime transformation ». *Research Policy* 35(7):1069-82. doi: 10.1016/j.respol.2006.06.001.

Hoogma, Remco, éd. 2002. *Experimenting for Sustainable Transport: The Approach of Strategic Niche Management*. London: Spon.

Jacquemet, Gérard. 1979. « Urbanisme parisien : la bataille du tout-à-1'égout à la fin du XIXe siècle ». *Revue d'histoire moderne et contemporaine* 26(4):505-48.

Joveniaux, Aurélie, Marine Legrand, Fabien Esculier, et Bernard De Gouvello. 2022. « Towards the development of source separation and valorization of human excreta? Emerging dynamics and prospects in France ». *Frontiers*.

Legrand, Marine, Aurélie Joveniaux, Alexsandro Arbarotti, Bernard De Gouvello, Fabien Esculier, et Jean-Pierre Tabuchi. 2021. « Séparation à la source et valorisation des excrétats humains du Grand-Paris: des filières émergentes ». *Techniques Sciences & Méthodes* 9:103-18.

Mayen, Patrick, et Catherine Mayeux. 2003. « Expérience et formation ». P. 13-53 in *Savoirs*. Vol. N° 1. CAIRN.

Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart Chapin, Eric F. Lambin, Timothy M. Lenton, Marten Scheffer, Carl Folke, Hans Joachim Schellnhuber, Björn Nykvist, Cynthia A. de Wit, Terry Hughes, Sander van der Leeuw, Henning Rodhe, Sverker Sörlin, Peter K. Snyder, Robert Costanza, Uno Svedin, Malin Falkenmark, Louise Karlberg, Robert W. Corell, Victoria J. Fabry, James Hansen, Brian Walker, Diana Liverman, Katherine Richardson, Paul Crutzen, et Jonathan A. Foley. 2009. « A Safe Operating Space for Humanity ». *Nature* 461(7263):472-75. doi: 10.1038/461472a.

Sengers, Frans, Bruno Turnheim, et Frans Berkhout. 2021. « Beyond Experiments: Embedding Outcomes in Climate Governance ». *Environment and Planning C: Politics and Space* 39(6):1148-71. doi: 10.1177/2399654420953861.

Toffolini, Quentin, Mourad Hannachi, Mathieu Capitaine, et Marianne Cerf. 2023. « Ideal-types of experimen,tation practices in agricultural Living Labs: Various appropriations of an open innovation model ». *Agricultural Systems* (208). doi: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103661.

Turnheim, Bruno, et Frank W. Geels. 2019. « Incumbent Actors, Guided Search Paths, and Landmark Projects in Infra-System Transitions: Re-Thinking Strategic Niche Management with a Case Study of French Tramway Diffusion (1971–2016) ». *Research Policy* 48(6):1412-28. doi: 10.1016/j.respol.2019.02.002.

Annexe 1 : Extrait de la réflexion menant à l'élaboration de fonctions de démonstration.

i. Sémantique de la démonstration

Le mot « démonstration » est mobilisée dès l'antiquité dans la pensée grecque (Couloubaritsis, 1982; Drouhard & Lozi, 2013). Il s'agit d'une notion poreuse entre différents courants de pensées visant un « processus d'établissement d'une vérité irréfutable ». La démonstration pose donc la question de ce que sont une preuve et une controverse. Plusieurs processus apportant la démonstration sont rapportés que ce soit par un raisonnement par la dialectique ou déductif. Le fait de s'appuyer sur un objet tangible et intrinsèque est déjà identifié à cette époque comme un processus efficace pour la démonstration.

Il est intéressant de souligner que la convocation récente aux démonstrateurs reprend ce dernier ressort en montrant que c'est possible de faire comme tel, que cela fonctionne et que si vous avez envie vous pouvez faire pareil. Ces 3 préoccupations reposent sur le fait que « *démontrer, ce n'est pas se contenter de constater les faits ou d'observer les choses, mais se donner les moyens d'établir la vérité et la nécessité d'une conclusion.* » et d'ajouter « *tout n'est pas démontrable, une démonstration repose nécessairement sur des choses non démontrées.* ». (François et al., 2014).

On voit déjà que des termes proches peuvent être associées à la notion de démonstration. Par exemple, l'éloquence n'est pas considérée comme un processus de démonstration car elle renvoie à l'art de bien parler et à la capacité de persuader. En l'absence de volonté d'établissement de vérité irréfutable, il ne s'agit pas d'un processus de démonstration. Les démonstrateurs d'aujourd'hui se basent autant sur une démarche déductive basée sur la mise en œuvre d'objet que sur une mise en scène éloquente. On observe différents moyens mobilisés qui sont les bases de certaines démarches scientifiques pour mettre en exergue une vérité. Ainsi, les moyens de la démonstration sont de l'ordre du discours, de la mise en scène mais aussi de la mise à l'épreuve (Rosental, 2019). Ici, des premières fonctions identifiables vis-à-vis de la démonstration sont :

=> Mise en scène ou fonction de Transmission

=> Mise à l'épreuve

Cependant, réduire la démonstration a une fonction de mise en scène parait réducteur de ce que peut produire une démonstration avant qu'elle soit menée, pendant et après. Comme nous allons le voir ci-après la démarche de démonstration mobilise des caractéristiques et des compétences différentes pour produire d'autres effets que ceux attendus dans une mise en scène (Giry & Schultz, 2021).

ii. Le démonstrateur dans les STS

La démonstration est une démarche aux dimensions et fonctions multiples dans les Sciences Technologies et Société (STS). Un démonstrateur doit disposer d'un lieu ou de moments qui permettent la publicisation de certains arguments ou objets dans l'espace public. De ce fait, toute démonstration, y compris la plus technique, a une dimension politique, car elle cherche à créer des effets sur un public selon Andrey Barry (Tironi, 2013). La démonstration devient un démarche contre le manque de confiance vis-à-vis d'une innovation technique et économique (Macey & Brown, 1990). On y voit ici clairement une fonction de mise en scène comme outil pour convaincre du bienfait d'une solution nouvelle.

Au-delà de convaincre, la démonstration est une démarche d'exploration des possibles qui permet de recueillir les problèmes auxquels les utilisateurs se confrontent, ainsi que des données sur leurs compétences et leurs comportements tels qu'ils apparaissent dans les manipulations. Selon

Madeleine Akrich, la démonstration convainc de son intérêt, à la fois comme objet à analyser et analyseur du réel (Akrich, 2010). On lit ici, au-delà de la mise en scène, un besoin de mettre à l'épreuve les objets et les acteurs mobilisés pour en tirer des enseignements. Ces enseignements peuvent être de deux ordres, l'un concerne la compréhension des mécanismes techniques ou sociaux à l'œuvre et l'autre correspond à un apprentissage expérientiel formateur des personnes mobilisés au sein du processus de démonstration ou auprès de tiers. C'est une fonction de formation ou de mise en apprentissage qu'elle soit volontaire ou non.

=> Mise en recherche ou fonction de Compréhension
=> Mise en apprentissage expérientiel ou fonction de Formation

La démonstration permet une notion de progressivité et d'itération technique pour faire progresser ou améliorer un objet technique. *« Les démonstrations correspondent à la réalisation d'une activité par ailleurs quotidienne mais en dehors de son contexte d'usage habituel dans le but de permettre à un observateur différent d'obtenir une représentation détaillée de la réalisation d'une telle activité. ».* (Goffman, 1973). On observe un lien entre cette définition de Goffman et la définition du « démonstrateur industriel » qui se retrouve particulièrement dans l'industrie automobile, aéronautique, aéronavale, informatique et nucléaire. Inspiré de la définition Wikipédia du démonstrateur industriel, la Figure 7 en décortique les étapes. L'approche est ici centrée sur la technique mais intègre l'idée de processus et de progressivité mais aussi de décentrement du regard. C'est-à-dire de permettre d'avoir un ou des regards différents sur l'objet ou l'activité créé comme l'exprime Goffman.

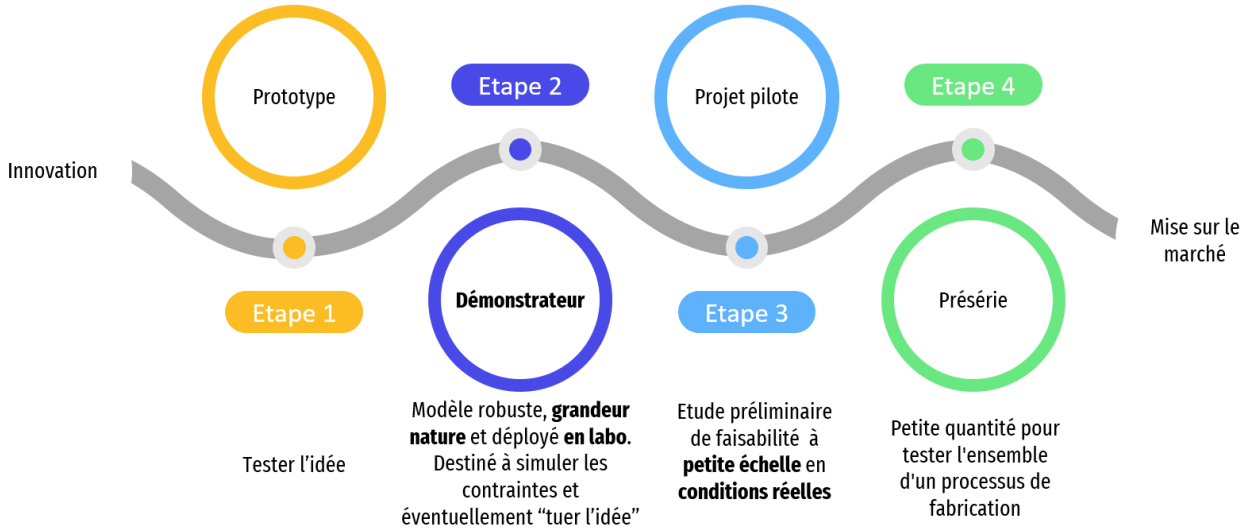

Figure 7 : Processus dans lequel s'insère le démonstrateur industriel. (Crédit : Florent Brun)

Selon Moisan, la démonstration est un objet-frontière (Trompette & Vinck, 2009) qui paraît être, un bon démarqueur d'une articulation possible entre travail théorique et choix des terrains (Moisan, 2011).

L'objet de la démonstration gagne alors une dimension sociale qui apporte un regard nouveau sur le processus de création (jeu d'acteurs, concertation, compromis, etc.), d'animation et de suivi du démonstrateur. Cet aspect de concertation est également progressif. Alors, le démonstrateur devient un objet mis en place afin de regarder (i) comment il fonctionne et (ii) ce qu'il produit sur ses créateurs et son entourage. C'est une fonction de mise en réseau associé au processus de création du démonstrateur. Il y a ensuite un focus sur cet objet pendant un instant ou un laps de temps choisi. On garde ici cette notion de progression. Ces aspects de viabilité technico-économique (fonction mise à l'épreuve) et d'exemplification axée sur l'utilisation (fonction mise en scène) permettent de domestiquer les peurs comme le soulignent Turnheim et Geels en 2019

lorsqu'ils regardent le cas de la diffusion du tramway en France à la fin du XX^{ème} – début XXI^{ème} siècle. On perçoit déjà de par ces exemples l'imbrication potentielle des différentes fonctions identifiées. La concertation nécessaire entre les opérateurs en charge de l'objet devient alors une fonction, voulue ou non, du processus de démonstration. La concertation aboutit à un processus organisationnel permettant de s'assurer que la démonstration puisse se réaliser dans de bonnes conditions. L'importance des enjeux sociaux et politiques en lien avec la concertation est mise en exergue par les démonstrateurs urbains qui voient le jour depuis une décennie en France, et dont les exemples se multiplient depuis 2015.

=> Mise en réseau ou fonction de Concertation

La concertation est effectivement une fonction importante qui reformulée peut être décrite comme (i) un apprentissage dans et autour des démonstrateurs comme processus de réduction des risques, (ii) une mise en réseau des acteurs opérationnels et institutionnels et (iii) une politique avec les stratégies d'influences associées : financements, processus itératifs de la R&D et le jeu d'acteurs (Hellsmark et al., 2016). Elle est évidemment associée au processus de gestion de projet. Cette reformulation sur la base des travaux d'Hellsmark et de ses collègues permet de mettre la lumière des aspects d'apprentissage par l'expérience que procure le démonstrateur. Il s'agit ici pour moi d'une fonction supplémentaire de formation qu'elle soit volontaire dans le cadre du démonstrateur mais aussi involontaire auprès des parties prenantes constituante du démonstrateur et de tiers bénéficiant du processus de démonstration.

On obtient ainsi un objet de recherche qui fait un pas de côté par rapport à une réalité actuelle sans l'innovation qu'est le démonstrateur. L'observation de cet objet fait alors un pas de côté supplémentaire en regardant une situation singulière, le démonstrateur, et ses effets sur la réalité environnante. Cet enchevêtrement de regards et d'analyses force à donner une fonction transversale de recherche à l'objet de la démonstration dans une perspective de compréhension et de production de connaissances multiples. C'est-à-dire autant technique (vis-à-vis de l'objet) que sociologique (vis-à-vis des opérateurs en charge de l'objet et des tiers extérieurs).

=> Mise en recherche ou fonction de Compréhension

Sengers et ses collègues en 2021 identifient à travers l'analyse d'expérimentations une fonction globale d'« intégration » comme moyen de saisir les processus complexes par lesquels les résultats des expérimentations viennent à avoir des impacts, en particulier sur la gouvernance du changement climatique. Cette intégration s'exprime via 4 mécanismes :

- Réplication-prolifération : transmission par l'exemple ;
- Expansion-consolidation : développement d'un réseau d'acteur ;
- Défi-recadrage : mobilisation sociale du grand public ;
- Ancrage et circulation : favoriser la diffusion des connaissances.

A eux de nous préciser :

> *« Grâce à ces mécanismes, les connaissances, les capacités, les normes et les réseaux développés par les expériences deviennent mobiles et génériques, et viennent s'intégrer dans des systèmes sociotechniques et de gouvernance reconfigurés »* (Sengers et al., 2021).

Ces mécanismes ont des passerelles étroites avec les 5 fonctions déjà identifiées précédemment et viennent les étayer. On commence ici à constater que le démonstrateur est un objet mouvant qui peut être regardé en analogie avec un projet pilote ou d'autres expérimentations comme c'est le cas pour Hellsmark et ses collègues en 2016 ou Sengers en 2021. Ainsi, des attentes, des effets et des méthodes ou moyens d'observer associées à la notion de démonstration émergent à travers certaines fonctions récurrentes identifiées dans la littérature. Ces fonctions visent principalement à servir une idée ou un objet, pour les plus visibles et les plus mises en valeur. Ainsi les fonctions de mise à l'épreuve, mise en scène et mise en apprentissage sont facilement perceptibles quand sont abordées les problématiques de viabilité technico-économique et d'exemplification. Dans une moindre mesure le développement de connaissances, des capacités, du cadre et des réseaux d'acteurs sont mis en avant à travers les fonctions de mise en réseau et mise en recherche.

Enfin, un regard sur ce que sont les « démonstrateurs urbains » nous permet de confirmer les fonctions déjà identifiées mais aussi d'en appréhender une nouvelle. Le démonstrateur urbain est un outil de démonstration qui permet de répondre à une incertitude et qui renvoie à un retour sur investissement économique avec une diminution du risque politique avant la généralisation d'un produit ou d'un service expérimenté. Il concerne une « niche », limitée dans le temps ou dans l'espace (sur un territoire donné), où s'exerce tout un ensemble de dérogations et de mesures de « souplesses » visant à permettre son bon fonctionnement (Leprêtre, 2019). Dans un contexte d'exception, l'évaluation des bénéfices et contraintes du démonstrateur urbain se fait dans l'objectif de produire des effets d'entrainement. Selon Chesnel et Devisme (2020), ce type de démonstrateur, vient perturber un environnement en contournant les procédures et les autorisations. Ils soulignent que cela prend parfois le nom d'outil de « *modernisation de l'action publique* ». Il faut avancer vite, « *on fait puis on regarde et on réfléchit* » mais il y a un risque d'échec (Chesnel & Devisme, 2020).

> *« Les justifications du recours aux démonstrateurs renvoient à l'enjeu de « faire en vrai », rendre visible, et, la plupart du temps, à l'idée de dupliquer, reproduire, transférer. »* (Chesnel et Devisme, 2020).

Il y a, depuis 2015, un recours croissant aux démonstrateurs urbains qui sont tournés vers des partenariats publics (collectivité avec appui de l'état) – privés (industriels principalement). La concertation (mise en réseau) permet d'établir la gouvernance du démonstrateur. Celle-ci est impulsée de différentes manières, elle l'est généralement par les acteurs publics locaux dans les démonstrateurs urbains. Ce choix résulte d'un processus endogène, c'est-à-dire qu'il est soumis à une culture locale du territoire concerné. Le démonstrateur est alors tributaire de la capacité des acteurs impliqués à digérer les savoirs ayant construit l'innovation, on aborde ici la notion de « territoire ou quartier démonstrateur » (Ambrosino et al., 2022) qui contribue à marquer une exception au sens de la non réplicabilité du fait du caractère singulier propre à chaque territoire. En effet, les acteurs qui participent aux démonstrateurs sont de fait hétérogènes (vision du monde, enjeux, etc.) et ont des profils différents (financiers, entreprises de solutions informatiques ou numérique, constructeurs, etc.). Il y a une mise en régime puisque l'on va toucher différents secteurs autres que ceux directement concernés par l'objet technique. La confrontation de l'objet technique au monde réel se fait par une modification de ce dernier sous la forme d'un régime d'exception.

On passe ici du démonstrateur industriel en conditions contrôlées avec industrialisation et production en série à un démonstrateur territorialisé et donc singulier avec des perspectives d'essaimage et d'embarquements.

Au regard des contributions précédentes, le démonstrateur urbain peut se définir alors comme :« *un objet à temporalité limitée qui profite de son statut d'exception pour perturber, avec l'appui d'une collectivité, les procédures (us et coutumes) existantes afin de développer et organiser des savoirs en faveur du déploiement dudit objet.* » Ambrosino et ses collègues (2022) soulignent que l'innovation urbaine, qui répond à certaines fonctions décrites précédemment, permet avec un statut d'exception à trois régimes différents : la démonstration, l'exploration et la transformation (voir Figure 8).

*=> Le régime de la **démonstration** serait un modèle déterminé, vertical et descendant dans la mesure où l'acteur public national et/ou local impulse, organise, coordonne, arbitre et prend des décisions avec ses partenaires pour mener à bien le projet.*

*=> Le régime de **l'exploration** serait un modèle incrémental, horizontal (de type peer-to-peer) qui obligent à des « bricolages institutionnels » où l'acteur public sert « d'intermédiaire », « d'interface », de « middleground », de « go between » ou encore de « tiers de confiance » selon les projets et les territoires.*

=> Le dernier régime [de **transformation**] *repose sur un modèle transformatif, aléatoire et possiblement remontant de type bottom-up. Dès lors, l'enjeu est de permettre l'adaptation progressive et continue d'une organisation en opérant de multiples (micro-) changements, lesquels, par effet d'accumulation, pourraient aboutir à des transformations radicales.*

Figure 8 : Les différents régimes d'innovation urbaine (Ambrosino et al., 2022)

Cette approche par régimes apporte un nouveau regard sur l'objet démonstrateur qui pourrait se situer tantôt dans un régime tantôt dans un autre, selon ses modalités de mise en place. Il y a donc de manière volontaire ou non, l'idée de confronter l'exception au régime en cours.

=> Mise en régime ou fonction d'Exception

iii. Analogie sectorielle et déplacement thématique

Une analogie du démonstrateur avec différents champs sectoriels permet d'élargir le sujet. Regarder le champ lexical, sous forme d'actions, associé au terme « démonstrateur » de ces secteurs permet de le mettre en relation avec les fonctions identifiées dans la partie précédente. Ces actions viennent ainsi éclairer les fonctions identifiées mais aussi d'une manière plus générique éclairer ce qui est attendu d'un démonstrateur dans des secteurs d'activités différents. Cette articulation est présentée dans la Figure 9.

Monde l'industrie	Météorologie et Physique atomique	Aménagement urbain	Commerce	Agriculture	Education
- Tester. - Evaluer la faisabilité. - Questionner l'acceptabilité. - Agir en santé. - Agir en performance (réduire les risques).	- Co-construire une méthode prédictive. - Concevoir. - Elaborer un cahier des charges adapté.	- Produire des solutions innovantes. - Coopérer entre acteurs. - Expérimenter. - Mettre en avant un savoir-faire.	- Aider à la prise en main. - Former. - Répondre aux questions. - Satisfaire. - Renforcer les compétences. - Animer des journées techniques. - Promouvoir des produits. - Être présent.	- Former et appuyer les services techniques. - Accompagner les acteurs. - Expérimenter – - Tester en réel. - Capitaliser les connaissances. - Gouverner de façon multi-partenariale.	- Expérimenter. - Répondre politiquement aux difficultés rencontrées. - Evaluer la faisabilité. - Evaluer la capacité à atteindre les objectifs.

(Barcellini, 2020)	(Curtoni, 2020) et (Caud & Vautard, 2018)	(Chenu, 2016)	(Pole-emploi.fr consulté en décembre 2022) et (Le Velly, 2007)	(Profil de poste Technicien démonstrateur en matériel agricole. CA pays de la Loire. Banque des territoires)	(Cerisier et al., 2022)
Evaluation, Concertation, Transmission.	Concertation, Evaluation.	Evaluation, Concertation, Transmission.	Evaluation, Transmission, Exception.	Compréhension, Evaluation, Concertation, Formation, Transmission.	Evaluation, Concertation, Exception, Transmission.

Figure 9 : Les actions et fonctions attribuées à des démonstrateurs dans différents champs sectoriels

On notera que dans le commerce le sens premier du terme « Démonstrateur » correspond à la personne qui est en charge de la démonstration. Ce sens premier fait référence dans la littérature et il est généralement employé au masculin (Bartholeyns & Ruhlmann, 2022). Il en découle pour les secteurs du commerce et de l'agriculture des verbes issus des profils de poste des démonstrateurs / vendeurs, des chargés de mission / démonstrateurs ou des animateurs / démonstrateurs. Notons ici que ce type de métier est déjà appréhendé par le monde agricole. Le démonstrateur est le technicien d'une coopérative agricole ou d'un constructeur qui montre le fonctionnement d'une machine en salon, sur les exploitations agricoles ou lors de formations dédiées.

En agriculture, les processus d'embarquement des agriculteurs vers des innovations est aussi en évolution (Deytieux et al., 2012). Le système classique après la seconde guerre mondiale était très vertical et descendant. C'est à dire que la recherche (INRA) produisait des connaissances scientifiques en laboratoire ou sous conditions contrôlées avec des stations expérimentales. Ensuite, ces expérimentations étaient transmises à des instituts techniques qui avaient le rôle de traduire les résultats obtenus en consignes opérationnelles à appliquer en réalisant une interface avec des acteurs de terrain pour rendre cela opérationnel. Enfin, les Chambres d'Agriculture avec les agriculteurs testaient les innovations en conditions locales. Ce schéma de standardisation et d'industrialisation de l'agriculture semblaient pouvoir fonctionner en termes de réplication lorsque l'on prenait peu considération des conditions locales (climat, sol, biodiversité, etc.). Ce processus a été remis en cause sur son efficacité et sur ses effets économiques. C'est plus récemment que des dynamiques plus horizontales voient le jour à l'initiative des Chambres d'Agriculture. Celles-ci résonnent notamment avec des approches plus singulières qui prennent en compte les conditions locales (vie du sol, climat, territoire, etc.) comme c'est le cas pour l'agroécologie. Ces dynamiques reposent sur des groupes de travail locaux, des temps d'échanges entre paires, de formalisation ou de mutualisation. Mais les changements de pratiques restent difficiles malgré le fait de partir du terrain, de créer des plateformes, d'accompagnement locaux, de diffusion des expériences (Cardona et al., 2018). L'hypothèse sous-jacente est bien de partir du fait qu'un agriculteur qui voit des collègues qui témoigne que chez eux l'innovation a marché, puisse passer à l'acte. Ce type de démonstration ne semble pas suffisant ni évident car se pose la question de comment procéder à grande échelle. Si la réplication ou les effets d'entrainement peuvent s'avérer efficace dans un voisinage proche avec les mêmes conditions (climatiques, sols, cultures, etc.) ; qu'en sera-t-il dès que l'on s'éloigne ? La questionne du passage à grande échelle ou de la généralisation reste entière. Ou du moins de se demander : « Que peut-on apprendre de ce démonstrateur qui puisse être utile

sur mon exploitation aux conditions différentes ». Ce sont ces questions de promesses plausibles, d'apprentissage adaptatif ou de connaissances actionnables (Bijon, 2022) qui sont abordées aussi par les démonstrateurs. Ainsi, en agriculture des préoccupations relatives à la concertation, la transmission, la transition émergent et sont mises en regard dans des perspectives de recherche (Toffolini et al., 2023). L'emploi d'un objet frontière comme un démonstrateur, un jeu sérieux ou une expérimentation *in situ* peut porter différents noms mais semble avoir toujours une dimension transformative d'un système sociotechnique existant.
Comme nous l'avons vu, l'objet démonstrateur dépasse les assignations de certains champs sectoriels. Une analogie par déplacement du terme « Démonstrateur » vers des notions proches qui peuvent être associées ou confondues avec celle de la démonstration, permet d'apporter de nouveaux éclairages. Dans la même démarche que précédemment, il s'agit ici de renseigner les verbes à l'infinitif traduisant les actions relatives à ces notions. On retrouve à travers ces champs lexicaux certaines des fonctions attribuables au démonstrateur dans ces notions voisines.

Projet pilote	Projet expérimental	Projet vitrine	Performance*	Happening*
- Etudier un objet en fonctionnement. - Déterminer sa faisabilité (temps, coûts, risques). - Tester les pratiques techniques et les modes d'organisation.	- Mettre en situation. - Réaliser des mesures. - Acquérir des données. - Interpréter des données. - Comprendre et contrôler les effets.	- Présenter – Sensibiliser. - Former. - Démontrer l'exemplarité. - Donner une image actuelle. - Disrupter un ordre établi. - Changer l'image. - Favoriser l'acceptation / l'attractivité et le rayonnement. - Répliquer.	- Créer. - Mettre en situation. - Développer l'esprit critique.	- Créer. - Mettre en scène de manière éphémère. - Inclure le public. - Provoquer. - Tourner en dérision.
(Billé, 2009)	(Chaab-Vallet, 2019)	(Gobert, 2021) Plusieurs pages du site du Cerema, consultées le 20/02/2023	wikipedia.org/wiki/ Performance_(art) consulté le 20/02/2023	wikipedia.org/wiki/Happening consulté le 20/02/2023
Evaluation, Concertation.	Evaluation, Compréhension.	Transmission, Exception, Formation.	Concertation, Transmission, Formation.	Concertation, Transmission, Exception, Formation.

* : termes associés au monde de l'art

Figure 10 : Les actions et fonctions attribuées à des notions proches de celle de démonstrateur.

Ces Figure 9 et Figure 10 étayent les fonctions que l'on peut attribuer à un démonstrateur et montrent la relative solidité de ces fonctions à l'épreuve de la littérature. En effet, que ce soit par une analogie sectorielle ou thématique, on retrouve des familles d'actions qui peuvent être placées

dans les fonctions attribuables aux démonstrateurs qui ont été identifiées jusqu'ici. Notre idée n'est pas de savoir comment est caractérisé un projet (projet pilote, démonstrateur ou autres), mais bien d'identifier quelles fonctions il serait pertinent de mobiliser pour un démonstrateur de séparation à la source dont la perspective est notamment l'entrainement des agriculteurs à recourir à des fertilisants humains.

iv. Les fonctions identifiées d'un démonstrateur

Un démonstrateur est un objet-frontière, qui met en application en grandeur nature, une nouvelle technologie, une nouvelle pratique ou un nouvel usage, dans des conditions de fonctionnement réelles. Le démonstrateur répond à un processus global d'intégration en mobilisant différents mécanismes qui vont avoir des effets sociotechniques internes et externes. Ces mécanismes sont des « fonctions », attendues ou non, qui sont assurées par le démonstrateur. Elles peuvent se décliner de différentes manières selon les besoins des acteurs concernés. Si elles ne sont pas nécessairement toutes mobilisées, elles sont interdépendantes. C'est-à-dire qu'il y a une porosité entre les fonctions avec des effets de réciprocité. Ces différentes fonctions sont décrites dans la Figure 6 avec un sous-titre opérationnel et un enjeu associé.

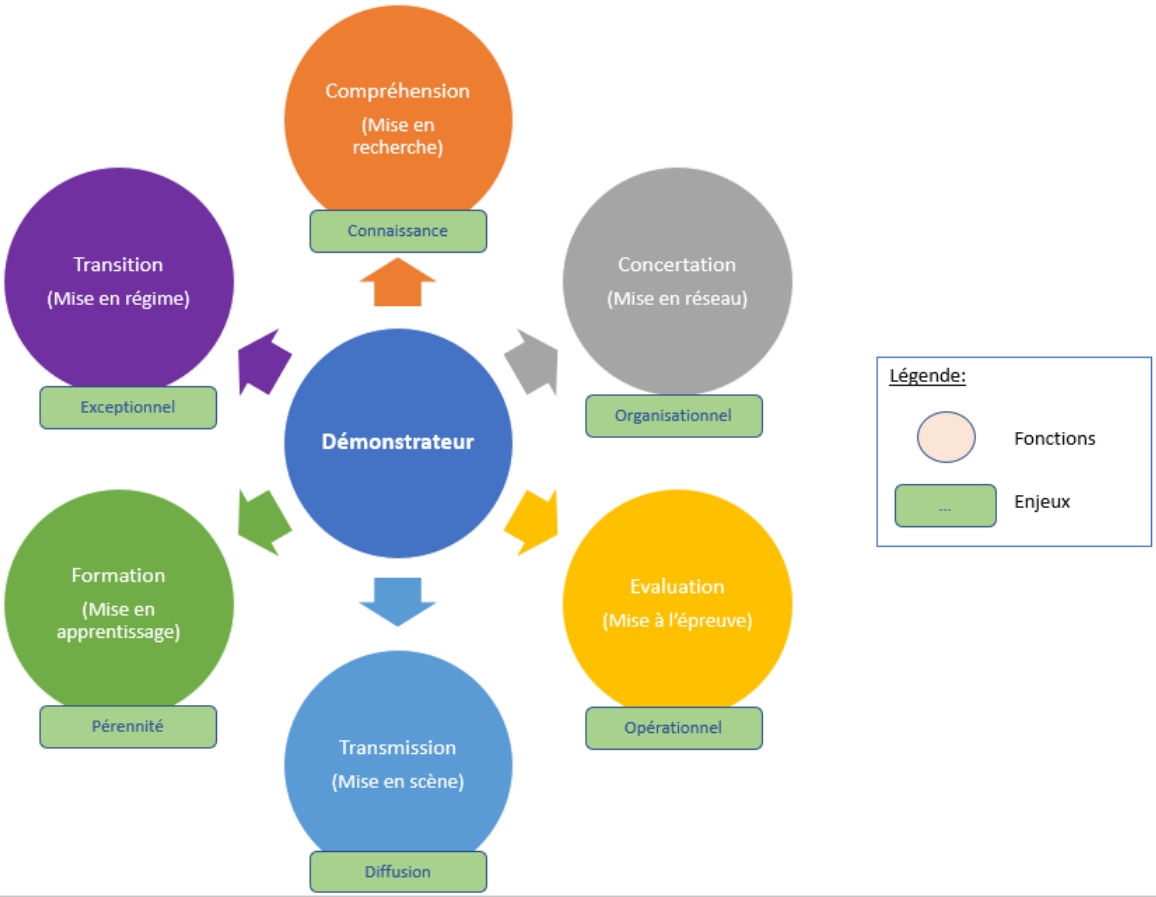

Figure 11 : Les fonctions d'un démonstrateur (crédit : Florent Brun)

En considérant ces fonctions, nous proposons de synthétiser les éléments collectés dans les paragraphes précédents, pour éclairer leu rôle (voir Figure 12).

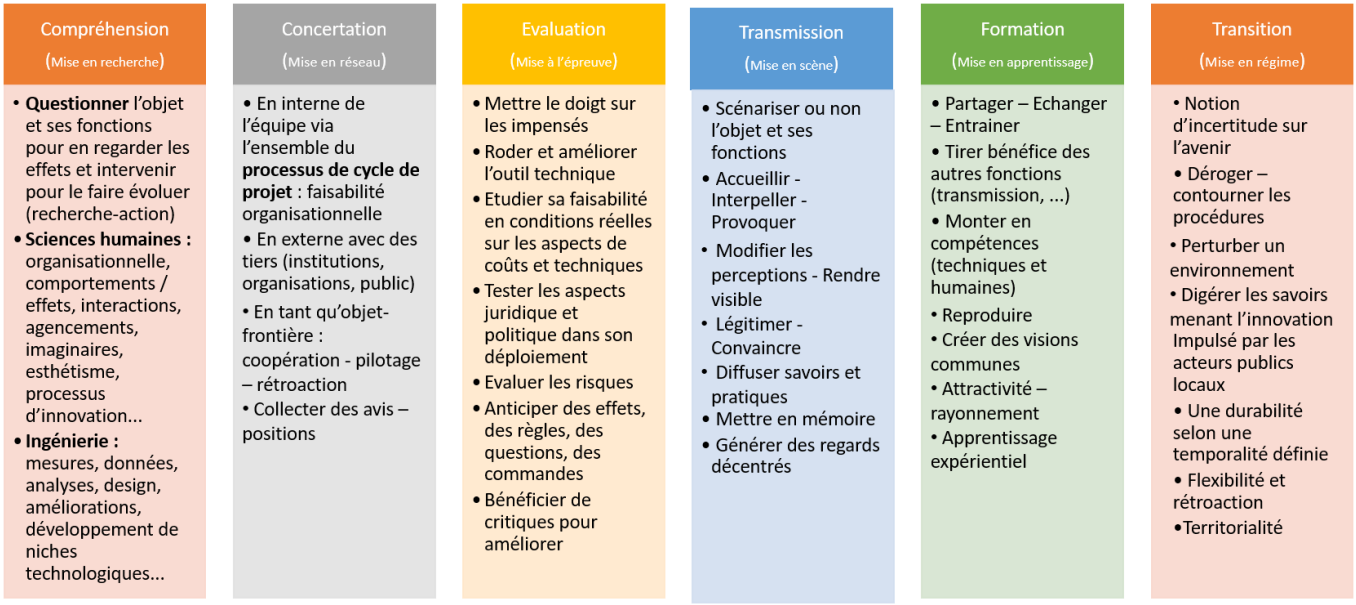

Figure 12 : Caractérisation des fonctions attribuables à un démonstrateur (crédit : Florent Brun)

Nous considérons l'ensemble de l'expérimentation (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) comme un démonstrateur auquel les fonctions décrites dans la Figure 6 émergent. On dénombre 6 fonctions avec autant d'enjeux associés. La suite du rapport fera implicitement ou explicitement référence à ces fonctions et à leur traduction dans le cadre de l'expérimentation. La quatrième partie du rapport viendra apporter les éléments tangibles associés à ces fonctions recueillies lors de l'expérimentation.
Confronter ce cadre théorique à l'expérimentation doit permettre une reformulation des fonctions afin de les affiner, mais également la description précise de l'expérimentation au travers du renseignement ou de l'absence de renseignement de ces fonctions, va susciter des interrogations.

v. Bibliographie

Akrich, M. (2010). Compte-rendu. Les capitalistes de la science. Enquête sur les démonstrateurs de la Silicon Valley et de la NASA, C. Rosental, CNRS Editions. *Sociologie du Travail*, *52*(1), 122-124. https://doi.org/10.1016/j.soctra.2009.12.018

Akrich, M., Callon, M., & Latour, B. (1988). A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement; 2 : Le choix des porte-parole. *Gérer et Comprendre. Annales des Mines*, *11*, 4-17.

Ambrosino, C., Raphael, B., Gros-Balthazard, M., Morteau, H., & Laroche, S. (2022). *Démonstration, exploration, transformation. Trois régimes urbains d'innovation*. https://shs.hal.science/halshs-03871590

Barbier, R. (2009). Le buveur d'eau et le recyclage des eaux usées. *Espaces et sociétés*, *n° 139*(4), 107-121. https://doi.org/10.3917/esp.139.0107

Barcellini, F. (2020). Quelles conceptions de la coopération humains-robots collaboratifs ? *Activites*, *17-1*. https://doi.org/10.4000/activites.5007

Bartholeyns, G., & Ruhlmann, S. (2022). De Monsieur Cuisine au genre de Techniques&Culture. *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, *77*, Article 77.

Bijon, N. (2022). *Une promesse plausible pour la symbiose territoriale. Etude théorique et expérimentale de l'initiation de démarches de gestion concertée des produits résiduaires organiques.* Mines Ales.

Billé, R. (2009). Agir mais ne rien changer ? De l'utilisation des expériences pilotes en gestion de l'environnement. *VertigO*. https://doi.org/10.4000/vertigo.8299

Cardona, A., Lefèvre, A., & Simon, S. (2018). Les stations expérimentales comme lieux de production des savoirs agronomiques semi-confinés : Enquête dans deux stations INRA engagées dans l'agro-écologie. *Revue d'anthropologie des connaissances*, *12*(2). https://doi.org/10.3917/rac.039.0139

Caud, N., & Vautard, R. (2018). Un démonstrateur de services climatiques pour le secteur de l'énergie. *La Météorologie*, *102*, 3. https://doi.org/10.4267/2042/68200

Cerisier, J.-F., Jeannin, L., Aillerie, C., Besneville, É., Devauchelle, B., Martineaud, T., Merlet-Fortin, S., Michel, C., & Nguyen, A. (2022). *Évaluation scientifique du démonstrateur du dispositif Territoires Numériques Éducatifs (TNE)*. Université de Poitiers - Techne - Université de Cergy-Pontoise. https://www.gouvernement.fr/territoires-numeriques-educatifs-la-continuite-de-l-enseignement-au-coeur-des-

Chaab-Vallet, M. (2019). *L'insertion spatiale des projets « exceptionnels » de clusters-campus : Comparaison internationale France-Russie* [Université Paris-Est]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02478855

Chenu, J.-M. (2016). « Rêve de scènes urbaines » : Le démonstrateur industriel pour la ville durable implanté sur le territoire de Plaine Commune (Seine-Saint-Denis). *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *N° 84*(4), 60. https://doi.org/10.3917/re1.084.0060

Chesnel, K., & Devisme, L. (2020). La ville en mode " démonstrateur urbain " : Learning from Nantes City Lab. *Riurba*, *9*, 1-23.

Cossais, N. (2021). *Les rôles différenciés de l'organisation des collectivités dans la fabrique de la ville perméable. La généralisation du contrôle à la source des eaux pluviales à la métropole de Lyon*. Université de Tours.

Couloubaritsis, L. (1982). Le sens de la notion « démonstration » chez les pseudo-denys. *Byzantinische Zeitschrift*, *75*(2), 317-335.

Curtoni, S. (2020). *Développement d'un démonstrateur d'hodoscope faisceau en diamant pour le contrôle en ligne du parcours des ions en hadronthérapie*.

Deytieux, V., Vivier, C., Minette, S., Nolot, J.-M., Piaud, S., Schaub, A., Lande, N., Petit, M.-S., Reau, R., Fourrié, L., & Fontaine, L. (2012). Expérimentation de systèmes de culture innovants : Avancées méthodologiques et mise en réseau opérationnelle. *Vers des systèmes de culture innovants et performants : de la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former*, *20*, 49-78.

Drouhard, J.-P., & Lozi, R. (2013). *Démontrer en mathématiques : Une pratique frappée d'obsolescence?* 105 (+8pages).

Esculier, F. (2018). *Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : Régimes et transitions socio-écologiques*. Université de Paris-Est.

François, T., Pointier, C., Vergnerie, C., & Hausberger, T. (2014). *La démonstration : Limites et fondements*. IREM de Montpellier.

Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes : A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, *31*, 1257-1274.

Giry, J., & Schultz, É. (2021). Ceci n'est pas une démonstration. Ou pourquoi la vie sociale se satisfait mal de la métaphore théâtrale et de l'axiomatique stratégiste. *Zilsel*, *9*(2), 487-509.

Gobert, J. (2021, juillet 9). *Quand tout change, rien ne change. Que nous disent les projets d'aménagement sur la conception de la nature?* 9ème congrès de l'association française de sociologie, Lille.

Goffman, E. (1973). *Mise en scène de la vie quotidienne—2. Les relations en public*. Le sens commun. https://go.exlibris.link/ZsXGrfc9

Hellsmark, H., Frishammar, J., Söderholm, P., & Ylinenpää, H. (2016). The role of pilot and demonstration plants in technology development and innovation policy. *Research Policy*, *45*(9), 1743-1761. https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.05.005

Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J., & Truffer, B. (2002). *Experimenting for sustainable transport : The approach of strategic niche management*. Spon.

Le Velly, R. (2007). Les démonstrateurs de foires : Des professionnels de l'interaction symbolique. *Ethnologie française*, *Vol. 37*(1), 143-151. https://doi.org/10.3917/ethn.071.0143

Leprêtre, N. (2019). Innover dans la ville par l'expérimentation. Les démonstrateurs urbains comme instrument de gouvernement à distance de politiques énergétiques territorialisées. *Gouvernement et action publique*, *VOL. 8*(3), 9-33. https://doi.org/10.3917/gap.193.0009

Macey, S. M., & Brown, M. A. (1990). Demonstrations as a Policy Instrument With Energy Technology Examples. *Knowledge*, *11*(3), 219-236. https://doi.org/10.1177/107554709001100301

Moisan, F. (2011). Du fonds démonstrateur aux investissements d'avenir : Promouvoir une offre française dans le domaine des technologies vertes. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *61*(1), 109-115. https://doi.org/10.3917/re.061.0109

Rosental, C. (2019). *La société de démonstration*. Collection sociologie historique.

Sengers, F., Turnheim, B., & Berkhout, F. (2021). Beyond experiments : Embedding outcomes in climate governance. *Environment and Planning C: Politics and Space*, *39*(6), 1148-1171. https://doi.org/10.1177/2399654420953861

Skambraks, A. K., Kjerstadius, H., Meier, M., Davidsson, Å., Wuttke, M., & Giese, T. (2017). Source separation sewage systems as a trend in urban wastewater management : Drivers for the implementation of pilot areas in Northern Europe. *Sustainable Cities and Society*, *28*, 287-296. https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.09.013

Tironi, M. (2013). *La ville comme expérimentation : Le cas du Vélib' à Paris* [Sociologie]. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.

Toffolini, Q., Hannachi, M., Capitaine, M., & Cerf, M. (2023). Ideal-types of experimentation practices in agricultural Living Labs : Various appropriations of an open innovation model. *Agricultural Systems*, *208*. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103661

Trompette, P., & Vinck, D. (2009). Retour sur la notion d'objet-frontière. *Revue d'anthropologie des connaissances*, *3, 1*(1), 5-27. https://doi.org/10.3917/rac.006.0005