

ACCORD DE CONSORTIUM

Pour la réalisation du Projet TERSclAirE

ENTRE LES SOUSSIGNES :

L'UNIVERSITE SAVOIE MONT BLANC, établissement public à caractère scientifique culturel et professionnel dont le siège est situé 27 rue Marcoz, BP 1104, 73011 CHAMBERY Cedex, numéro SIRET 197 308 588 00015, représentée par M. Philippe GALEZ, agissant en qualité de président, Agissant tant en son nom qu'au nom et pour le compte du LabOratoire proCédés énergle bâtimEnt (LOCIE), situé bât. Hélios, 60 av. du lac Léman, 73376 Le Bourget du Lac, dirigé par M. Christophe MENEZO, ci-après désigné par le « **Laboratoire LOCIE** », Ainsi qu'au nom et pour le compte du laboratoire Environnements DYnamiques et TErritoires de la Montagne (EDYTEM), situé Domaine universitaire du Bourget-du-Lac - 73376 Le Bourget-du-Lac cedex, dirigé par M. Yves PERRETTE, ci-après désigné par le « **Laboratoire EDYTEM** »,

ci-après dénommée « **USMB** »

ET

ALDES AERAULIQUE, société par actions simplifiée dont le siège est situé 20 bd Irène Joliot Curie, 69200 VENISSIEUX, numéro SIRET 95650682800196, représentée par M. Stanislas LACROIX, agissant en qualité de président,

ci-après dénommée « **ALDES AERAULIQUE** »

ET

ATMO AUVERGNE RHONE ALPES, association, dont le siège est situé 3, allée des Sorbiers, 69500 BRON, numéro SIRET : 53419445100025, représentée par M. Eric FOURNIER, agissant en qualité de président,

ci-après dénommée « **ATMO AUVERGNE RHONE ALPES** »

ET

OCTOPUS LAB, société par actions simplifiée, dont le siège est situé 237, rue du Ballon, 59110 LA MADELEINE, numéro SIRET : 83080842400022, représenté par M. Maxence MENDEZ, agissant en qualité de président,

ci-après dénommée « **OCTOPUS LAB** »

ET

TEQOYA, société par actions simplifiée dont le siège est situé 7, route de Préchac, 33730 VILLANDRAUT, numéro SIRET 80869477200043, représenté par M. Pierre GUITTON, agissant en qualité de président,

ci-après dénommée « **TEQOYA** »

ET

GRAND CHAMBERY, communauté d'agglomération, dont le siège est situé 106, allée des Blachères, 73026 CHAMBERY Cedex, numéro SIRET 20006911000019, représenté par sa vice-présidente chargée de la transition écologique et du développement durable, Aurélie LE MEUR, dûment habilitée à la signature de la présente convention par délibération n°XXX-23 C du Conseil communautaire du 21 septembre 2023,

ci-après dénommée « **GRAND CHAMBERY** »

L'USMB, ALDES AERAULIQUE, ATMO AUVERGNE RHONE ALPES, OCTOPUS LAB, TEQOYA et GRAND CHAMBERY sont ci-après individuellement désignés par la « PARTIE » et collectivement par les « PARTIES ».

IL EST TOUT D'ABORD EXPOSE CE QUI SUIT :

Les PARTIES disposent chacune d'une expérience et de compétences avérées et susceptibles d'être utilisées dans le domaine du PROJET.

Le Laboratoire LOCIE est une unité mixte de recherche (UMR 5271) CNRS-USMB qui possède une expertise forte dans les domaines de la caractérisation des ambiances du bâtiment durable et les systèmes innovants à plusieurs échelles du bâtiment, en particulier l'équipe STEP du laboratoire qui travaille depuis plus de vingt ans sur les méthodes innovantes de filtration des particules et de traitement des gaz. Initialement spécialisée dans la mise au point d'électrofiltres pour des applications industrielles, les chercheurs de l'équipe STEP développent un savoir-faire reconnu dans le traitement de l'air intérieur et le contrôle de la qualité des ambiances. Dans ce projet, une partie des chercheurs travailleront au dimensionnement du procédé de traitement de l'air par électrofiltration tandis qu'une autre aura en charge la gestion des campagnes de mesures de terrain pour la caractérisation de la qualité de l'air intérieur.

Le Laboratoire EDYTEM est une unité mixte de recherche (UMR 5204) CNRS-USMB, dont l'une des équipes développe ses activités de recherche autour de la chimie environnementale et en particulier les phénomènes de pollution atmosphérique aux particules. Dans ce projet, les chercheurs impliqués s'attèleront à la caractérisation de la qualité de l'air extérieur et en particulier de la composition chimique des particules lors des phénomènes de pollutions ainsi que l'identification des sources de pollution.

ALDES AERAULIQUE est spécialisée

ATMO AUVERGNE RHONE ALPES est spécialisée

OCTOPUS LAB est spécialisée

TEQOYA est spécialisée dans les procédés d'épuration de l'air par ionisation et par électrofiltration

GRAND CHAMBERY est spécialisé

Compte tenu de leur complémentarité dans ce domaine, les PARTIES ont élaboré le projet Technologie d'Épuration Régulée sur le Scénario Intérieur et l'Air Extérieur - « TERSclAirE » (ci-après désigné le « PROJET »).

La description scientifique et technique du PROJET fait l'objet de l'annexe 1 au présent ACCORD. Le PROJET a été déposé dans le cadre de l'appel à projets 2020 « Amélioration de la Qualité de l'Air : Comprendre, Innover, Agir » (AQACIA) de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), qui l'a retenu. Le PROJET fait l'objet de la convention de financement n°2204D0048.

Les PARTIES entendent, dans le présent ACCORD, fixer les modalités relatives à l'exécution du PROJET, ainsi que leurs droits et obligations respectifs en résultant.

IL EST CONVENU CE QUI SUIT :

ARTICLE 1 – DEFINITIONS

Dans le présent accord les termes suivants, employés en lettres majuscules, tant au singulier qu'au pluriel, auront les significations suivantes :

1.1 ACCORD :

L'ensemble constitué par le présent ACCORD et ses annexes, ainsi que ses éventuels avenants.

1.2 AFFILIE(S) :

Toute personne morale qui est contrôlée, directement ou indirectement, par une des PARTIES, ou contrôle une des PARTIES ou est sous le même contrôle qu'une des PARTIES, et ce tant que ce contrôle durera.

Pour les besoins de cette définition, on entend par contrôle la détention de :

- 50% ou plus du capital social de cette personne morale, ou
- 50% ou plus des droits de vote des actionnaires ou des associés de cette personne morale,

On entend par AFFILIE(S) toute société listée en annexe 4.

1.3 BREVETS NOUVEAUX :

Toute demande de brevet et brevet en découlant, portant sur des RESULTATS.

1.4 COMITE :

Instance de pilotage constituée conformément à l'article 5.2 ci-après.

1.5 CONNAISSANCES PROPRES :

Toutes les informations et connaissances techniques et/ou scientifiques, notamment le savoir-faire, les secrets de fabrication, les secrets commerciaux, les données, les bases de données, logiciels, les dossiers, les plans, les schémas, les dessins, les formules, et/ou tout autre type d'informations, sous quelque forme qu'elles soient, brevetables ou non, et/ou brevetées ou non, et tous les droits de propriété intellectuelle en découlant, nécessaires à l'exécution du PROJET, appartenant à une PARTIE ou détenue par elle avant la DATE D'EFFET de l'ACCORD ou indépendamment de la réalisation du PROJET et sur lesquels elle détient des droits d'utilisation.

Les CONNAISSANCES PROPRES des PARTIES sont listées à l'annexe 2.

Chaque PARTIE pourra seule demander à faire évoluer la liste de ses CONNAISSANCES PROPRES en annexe 2 pour lesquelles ladite PARTIE a le droit de concéder des licences et/ou des droits développés ou acquis parallèlement ou en dehors du PROJET, selon la procédure du COMITE précisée à l'article 5.2.2 ci-après.

1.6 COORDONNATEUR :

Le COORDONNATEUR du PROJET tel que défini à l'article 5.1 ci-après.

1.7 DATE D'EFFET :

La DATE D'EFFET de l'ACCORD est fixée au 29/11/2022, sous réserve de la signature de l'ACCORD par les PARTIES.

1.8 FINANCEUR(S) :

L'ADEME.

1.8 INFORMATIONS CONFIDENTIELLES :

Toutes les informations et/ou toutes les données sous quelque forme et de quelque nature qu'elles soient - incluant notamment tous documents écrits ou imprimés, tous échantillons, modèles et/ou connaissances brevetables ou non, brevetées ou non, communiquées par une PARTIE à une ou plusieurs autres PARTIE(S) au titre de l'ACCORD, pour lesquelles la PARTIE qui communique ces informations a indiqué de manière non équivoque leur caractère confidentiel, ou dans le cas d'une communication orale, visuelle ou sur un support non marquable, a fait connaître oralement leur caractère confidentiel au moment de la communication et a confirmé par écrit ce caractère dans un délai de trente (30) jours calendaires.

Les PARTIES reconnaissent que les RESULTATS et les CONNAISSANCES PROPRES des autres PARTIES constituent des INFORMATIONS CONFIDENTIELLES.

1.9 LOGICIEL LIBRE / LOGICIEL OPEN SOURCE :

Logiciel sous LICENCE LIBRE ou sous LICENCE OPEN SOURCE.

1.9.1 LICENCE LIBRE :

Toute licence conforme aux critères définis par la Free Software Foundation (<http://www.fsf.org>).

1.9.2 LICENCE OPEN SOURCE :

Toute licence conforme aux principes définis par l'Open Source Initiative (<http://www.opensource.org>).

1.10 PART DU PROJET :

Part des travaux mise à la charge d'une PARTIE, telle que définie à l'annexe 1 à l'ACCORD.

1.11 PARTIES COPROPRIETAIRES :

PARTIES copropriétaires de RESULTATS COMMUNS, telles que définis à l'article 1.14 ci-après.

1.12 PROJET :

PROJET de recherche intitulé « TERSclAirE » et décrit à l'annexe 1.

1.13 RESULTATS :

Toutes les informations et connaissances techniques et/ou scientifiques issues de l'exécution du PROJET, notamment le savoir-faire, les secrets de fabrique, les secrets commerciaux, les données, les bases de données, les logiciels, les dossiers, les plans, les schémas, les dessins, les formules, et/ou tout autre type d'informations, sous quelque forme qu'elles soient, brevetables ou non et/ou brevetés ou non, et tous les droits de propriété intellectuelle en découlant, générés par une ou plusieurs PARTIES, ou leurs sous-traitants.

1.14 RESULTATS COMMUNS :

Tous RESULTATS développés au titre du PROJET conjointement par des personnels d'au moins deux PARTIES et dont les caractéristiques sont telles qu'il n'est pas possible de séparer la contribution intellectuelle de chacune desdites PARTIES pour la demande ou l'obtention d'un droit de propriété intellectuelle.

1.15 RESULTATS PROPRES :

RESULTATS obtenus par une PARTIE seule, sans le concours d'une autre PARTIE, c'est-à-dire sans la participation en termes d'activité inventive ou intellectuelle lors de l'exécution de sa PART DU PROJET.

ARTICLE 2 – OBJET DE L'ACCORD

L'ACCORD a pour objet :

- de définir les modalités d'exécution du PROJET et de la collaboration entre les PARTIES,
- de fixer les règles de dévolution des droits de propriété intellectuelle des RESULTATS,
- de fixer les modalités et conditions générales d'accès aux CONNAISSANCES PROPRES et les modalités et conditions générales d'utilisation et d'exploitation des RESULTATS.

ARTICLE 3 – NATURE DE L'ACCORD

Aucune stipulation de l'ACCORD ne pourra être interprétée comme constituant entre les PARTIES une entité juridique de quelque nature que ce soit, ni impliquant une quelconque solidarité entre les PARTIES.

Les PARTIES déclarent que l'ACCORD ne peut en aucun cas être interprété ou considéré comme constituant un acte de société, l'affectio societatis est formellement exclu.

Aucune PARTIE n'a le pouvoir d'engager les autres PARTIES ni de créer des obligations à la charge des autres PARTIES, en dehors du COORDONNATEUR dans le seul cadre de la mission qui lui est confiée et dans la limite des droits qui lui sont conférés ci-après.

ARTICLE 4 – MODALITES D'EXECUTION DU PROJET

4.1 REPARTITION DES PARTS DU PROJET

La répartition des PARTS DU PROJET entre les PARTIES et le calendrier de leur réalisation sont définis en annexe 1.

Chaque PARTIE est responsable de l'exécution de sa PART DU PROJET.

4.2 EXECUTION DE SA PART DU PROJET

Chaque PARTIE s'engage à faire ses meilleurs efforts pour exécuter sa PART DU PROJET en mettant en œuvre tous les moyens nécessaires à cette exécution.

Chaque PARTIE est tenue de faire part au COORDONNATEUR de toutes les difficultés rencontrées dans l'exécution de sa PART DU PROJET qui sont susceptibles de compromettre les objectifs du PROJET. Cette information doit être adressée au COORDONNATEUR dans les meilleurs délais.

4.3 SOUS-TRAITANCE

4.3.1 Les sous-traitants listés en annexe 1 sont considérés comme acceptés par les PARTIES.

Toute sous-traitance non prévue en annexe 1 nécessaire à une PARTIE pour la réalisation d'une partie de sa PART DU PROJET, devra faire l'objet d'une information préalable par cette PARTIE aux autres PARTIES. L'accord des autres PARTIES sera réputé acquis à l'issue d'un délai de quinze (15) jours calendaires sauf si une PARTIE faisait valoir dans ce délai auprès du COMITE un intérêt légitime justifiant son opposition.

4.3.2 Chaque PARTIE sera pleinement responsable de la réalisation de la partie de sa PART DU PROJET qu'elle sous-traitera à un tiers, auquel elle imposera les mêmes obligations que celles qui lui incombent au titre de l'ACCORD, notamment la confidentialité.

Chaque PARTIE s'engage, dans ses relations avec ses sous-traitants, à prendre toutes les dispositions pour acquérir les droits de propriété intellectuelle sur les RESULTATS obtenus par lesdits sous-traitants dans le cadre du PROJET, de façon à ne pas limiter les droits conférés aux autres PARTIES dans le cadre de l'ACCORD.

La PARTIE qui sous-traite devra s'assurer que son sous-traitant ne prétende à un quelconque droit de propriété intellectuelle ou d'exploitation au titre des articles 7 et 8 ci-après.

Dans le cas d'une telle sous-traitance, toute utilisation par le sous-traitant des CONNAISSANCES PROPRES ou RESULTATS appartenant aux autres PARTIES sera subordonnée à l'accord préalable écrit de cette autre PARTIE et sera limitée aux seuls besoins de l'exécution de la partie de la PART DU PROJET concernée.

4.4 PRESENCE DE PERSONNELS DE L'UNE DES PARTIES DANS LES LOCAUX D'UNE AUTRE PARTIE

La présence de personnels de l'une des PARTIES dans les locaux d'une autre PARTIE, pour les besoins d'exécution du PROJET, obéira aux conditions suivantes :

- La présence de personnels devra faire l'objet d'un accord préalable écrit de la PARTIE accueillante, étant entendu que cet accord ne sera donné qu'en fonction des dates de disponibilité existant sur le site d'accueil et que tous les frais afférents à ce déplacement seront à la charge de la PARTIE qui emploie ces personnels, sauf convention expresse contraire.

- Lesdits personnels devront respecter le règlement intérieur ainsi que toutes les règles générales ou particulières d'hygiène et de sécurité en vigueur sur leur lieu d'accueil qui leur seront communiquées par la PARTIE accueillante.

En tout état de cause, les personnels accueillis demeureront sous l'autorité hiérarchique et disciplinaire de leur employeur qui reste également responsable en matière d'assurances et de couverture sociale.

ARTICLE 5 – ORGANISATION

5.1 COORDONNATEUR

5.1.1 Désignation du COORDONNATEUR

D'un commun accord entre les PARTIES, l'USMB est désignée COORDONNATEUR du PROJET, ci-après dénommée « COORDONNATEUR », ayant pour responsable scientifique M Benjamin GOLLY.

5.1.2 Rôle du COORDONNATEUR

Le COORDONNATEUR est notamment chargé :

- d'être l'intermédiaire entre les PARTIES et le(s) FINANCEUR(S) et entre les PARTIES et le COMITE,
- de diffuser aux PARTIES, dans un délai raisonnable pour le bon déroulement du PROJET, toutes correspondances d'intérêt commun en provenance du ou des FINANCEUR(S), ou toutes correspondances à destination du ou des FINANCEUR(S) ayant notamment pour objet de leur faire part de toute difficulté rencontrée dans la réalisation du PROJET,
- de régler, à l'amiable, dans la mesure du possible, les différends susceptibles de voir le jour entre les PARTIES à l'occasion de l'exécution de l'ACCORD,
- d'établir, diffuser et mettre à jour le calendrier général du PROJET et d'en contrôler son exécution.

5.1.3 Obligations des autres PARTIES à l'égard du COORDONNATEUR

Les autres PARTIES ont les obligations suivantes :

- fournir au COORDONNATEUR les éléments de réponse relatifs aux demandes éventuelles du ou des FINANCEUR(S) dans les délais impartis par le ou les FINANCEUR(S),
- porter à la connaissance du COORDONNATEUR l'état d'avancement de leur PART DU PROJET, selon une périodicité à définir d'un commun accord au sein du COMITE,
- transmettre au COORDONNATEUR leurs demandes de mise à jour d'annexes concernées dans un délai raisonnable,

- prévenir sans délai le COORDONNATEUR de toute difficulté susceptible de compromettre l'exécution normale du PROJET,

- transmettre au COORDONNATEUR, à sa demande, les éléments nécessaires à l'établissement du rapport de fin de recherche destinés au(x) FINANCEUR(S) (60) jours calendaires avant la remise du rapport concerné au(x) FINANCEUR(S).

5.2 LE COMITE

5.2.1 Composition du COMITE

Pour favoriser le bon déroulement du PROJET, il est créé un COMITE, composé d'un représentant de chacune des PARTIES. La liste de ces représentants est jointe en annexe 3. Le COMITE est présidé par le représentant du COORDONNATEUR.

En tant que de besoin, ces représentants pourront se faire assister de tout spécialiste de leur choix, moyennant information préalable des autres PARTIES et sous réserve que ce spécialiste, s'il n'appartient pas au personnel des PARTIES, souscrive un engagement de confidentialité conforme aux stipulations de l'article 9.1 ci-après, préalablement à sa participation au COMITE.

Une PARTIE peut s'opposer à la présence d'un spécialiste n'appartenant pas au personnel d'une autre PARTIE s'il y a un conflit d'intérêt entre les activités de la PARTIE qui s'oppose et celles dudit spécialiste ou de son employeur.

Les spécialistes susvisés n'interviendront qu'à titre consultatif durant les réunions du COMITE.

L'ADEME est invitée aux réunions du COMITE, à titre consultatif.

5.2.2 Missions du COMITE

Le COMITE suit l'exécution de l'ACCORD, et notamment l'avancement du PROJET. Il veille au respect des échéances prévues dans l'annexe 1 et en cas de besoin, décide, sur proposition du COORDONNATEUR ou d'une autre PARTIE, des solutions en cas de problème d'exécution.

Le COMITE constitue également une instance privilégiée pour la communication entre les PARTIES de toutes informations, qu'elles soient de nature technique, scientifique, industrielle, commerciale ou autre, liées au PROJET.

A ce titre, le COMITE assure notamment le suivi des éléments livrables et entérine les demandes d'évolution de l'annexe 2.

Le COMITE est aussi l'organe de concertation entre les PARTIES en cas de difficulté ou de litige.

5.2.3 Décisions du COMITE

Chacune des PARTIES dispose d'une seule voix de même valeur.

Toutes les décisions du COMITE sont prises à l'unanimité de ses membres présents ou représentés.

Chaque fois que l'unanimité ne sera pas atteinte, le COMITE réexaminera le(s) point(s) de désaccord dans un délai maximum d'un (1) mois. En cas de désaccord persistant au sein du COMITE, la question sera soumise aux représentants des PARTIES signataires de l'ACCORD.

Le COMITE se réunira au moins une (1) fois par an pendant la durée du PROJET, sur convocation du COORDONNATEUR ou à la demande expresse d'une autre PARTIE.

La convocation (par courriel ou courrier) aux réunions du COMITE doit intervenir dans un délai minimum de quinze (15) jours calendaires avant la date de réunion. La convocation mentionnera le nom des participants à la réunion ainsi que l'ordre du jour ; tout point supplémentaire à l'ordre du jour devra être adressé au COORDONNATEUR au moins sept (7) jours calendaires avant la date de réunion pour lui permettre d'en informer toutes les PARTIES.

Le COMITE ne pourra valablement siéger que si tous ses membres ayant voix délibérative sont présents ou représentés.

Les réunions du COMITE feront l'objet de comptes rendus rédigés par le COORDONNATEUR et transmis aux autres PARTIES dans les quinze (15) jours calendaires suivants la date de la réunion.

Tout compte rendu est considéré comme accepté par les PARTIES si, dans les quinze (15) jours calendaires à compter de son envoi, aucune objection ni revendication n'a été formulée par écrit (courriel ou courrier) par les PARTIES.

ARTICLE 6 – MODALITES FINANCIERES

Chaque PARTIE, à l'exception de GRAND CHAMBERY, recevra de l'ADEME l'aide financière correspondant à sa PART DU PROJET, conformément aux stipulations de la convention de financement n°2204D0048 signée par les PARTIES bénéficiaires d'une aide financière et l'ADEME.

Chaque PARTIE supportera individuellement le complément de financement nécessaire à l'exécution de sa PART DU PROJET telle que prévue dans l'annexe financière de la convention de financement.

ARTICLE 7 – PROPRIETE

7.1 CONNAISSANCES PROPRES

A l'exception des stipulations ci-après, l'ACCORD n'emporte aucune cession ou licence des droits de la PARTIE détentrice sur ses CONNAISSANCES PROPRES.

Sous réserve des stipulations de l'article 8 ci-après, rien dans le présent ACCORD n'interdit à la PARTIE détentrice d'utiliser de quelque manière que ce soit ses CONNAISSANCES PROPRES pour elle-même ou avec tout tiers de son choix.

7.2 RESULTATS PROPRES

Les RESULTATS PROPRES sont la propriété de la PARTIE qui les a générés.

Les éventuels BREVETS NOUVEAUX et les autres titres de propriété intellectuelle sur lesdits RESULTATS seront déposés à ses seuls frais, à son seul nom et à sa seule initiative.

7.3 RESULTATS COMMUNS

Les PARTIES ayant généré des RESULTATS COMMUNS en sont par principe copropriétaires. Les PARTIES conviennent que les parts de copropriété seront définies en fonction de la participation au développement des RESULTATS COMMUNS, proportionnellement aux moyens humains, financiers, matériels et intellectuels mis en œuvre par chacune d'elles pour le développement desdits RESULTATS COMMUNS.

Toutefois, les PARTIES à l'origine d'un RESULTAT COMMUN pourront se concerter afin d'en attribuer la propriété à l'une ou plusieurs d'entre elles.

Les PARTIES COPROPRIETAIRES signeront, par acte séparé et avant toute exploitation, un accord définissant la répartition des quotes-parts définies à hauteur de leur contribution ainsi que les droits et obligations s’y rapportant et reprenant pour ce qui concerne les RESULTATS COMMUNS brevetables et/ou les droits d’auteur les principes exposés ci-dessous.

7.3.1 RESULTATS COMMUNS brevetables

Les PARTIES COPROPRIETAIRES des RESULTATS COMMUNS décideront si ces derniers doivent faire l’objet de demandes de brevet déposées à leurs noms conjoints. Les PARTIES pourront aussi décider de désigner un tiers pour effectuer ces formalités.

Chaque PARTIE fera son affaire de la rémunération de ses inventeurs.

Dans le cas où une des PARTIES COPROPRIETAIRES est un partenaire industriel, celui-ci sera chargé d’effectuer les formalités de dépôt, d’obtention et de maintien en vigueur des BREVETS NOUVEAUX. Dans le cas où plusieurs partenaires industriels seraient impliqués, ceux-ci décideront du partenaire industriel gestionnaire. Les PARTIES COPROPRIETAIRES pourront aussi décider de désigner un tiers pour effectuer ces formalités. Les frais engagés par la PARTIE gestionnaire de la valorisation seront pris en compte lors du calcul des retours financiers aux autres PARTIES COPROPRIETAIRES en cas d’exploitation des RESULTATS COMMUNS.

7.3.2 RESULTATS COMMUNS relevant du droit d’auteur hors logiciels

Un règlement entre les indivisaires définira les droits détenus par les PARTIES COPROPRIETAIRES concernées notamment au regard de la spécificité des RESULTATS COMMUNS obtenus et des conditions d’accès et d’utilisation qu’elles souhaitent se réserver.

ARTICLE 8 – UTILISATION / EXPLOITATION

8.1 CONNAISSANCES PROPRES

8.1.1 Aux fins d’exécution du PROJET

Pour la durée du PROJET, chaque PARTIE concède sans contrepartie financière un droit d’utilisation de ses CONNAISSANCES PROPRES aux autres PARTIES sur demande écrite de celles-ci lorsqu’elles leur sont nécessaires pour exécuter leur PART DU PROJET.

Lorsque ces CONNAISSANCES PROPRES sont des LOGICIELS, et lorsqu’ils ne sont pas déjà disponibles sous LICENCE LIBRE ou LICENCE OPEN SOURCE, la PARTIE qui les reçoit ne pourra les utiliser que sur ses propres matériels et ne sera autorisée qu’à réaliser la reproduction strictement nécessitée par le chargement, l’affichage, l’exécution la transmission et le stockage de ces LOGICIELS aux seules fins de son utilisation pour la réalisation de sa PART DU PROJET, ainsi qu’une copie de sauvegarde.

La PARTIE utilisatrice d’un LOGICIEL appartenant à une autre PARTIE s’engage à conserver l’état de secret concernant ce LOGICIEL.

8.1.2 Aux fins d’exploitation des RESULTATS

Pendant la durée du PROJET et douze (12) mois après son terme et sous réserve des droits des tiers et des éventuelles restrictions figurant à l’annexe 2, chaque PARTIE s’engage à concéder aux autres PARTIES et/ou à ses AFFILIES, par acte séparé et sur demande écrite, une licence sur ses CONNAISSANCES PROPRES lorsqu’elles sont nécessaires à l’exploitation, par la PARTIE ou l’AFFILIE qui en fait la demande, de ses RESULTATS ou des RESULTATS sur lesquels elle a obtenu des droits d’exploitation.

La PARTIE détentrice s'engage à concéder lesdites licences à des conditions justes et raisonnables. Ces droits seront non exclusifs, non cessibles et sans droit de sous licence sauf accord préalable et écrit de la PARTIE détentrice.

Toutefois, les PARTIES qui ne peuvent pas exercer d'activité commerciale directe en raison de leur statut ou de leur mission, bénéficieront, sur demande, du droit de sous licencier les droits ainsi concédés, sous réserve de l'accord de la PARTIE propriétaire sur l'objet de la sous licence et du tiers bénéficiaire. Ladite PARTIE propriétaire pourra s'y opposer si elle justifie d'intérêts légitimes.

Plus particulièrement, lorsque ces CONNAISSANCES PROPRES sont des logiciels, la PARTIE qui les reçoit ne pourra les utiliser que sur ses propres matériels et ne sera autorisée qu'à réaliser la reproduction strictement nécessitée par le chargement, l'affichage, l'exécution, la transmission et le stockage de ces logiciels aux seules fins de son utilisation pour l'exploitation des RESULTATS, ainsi qu'une copie de sauvegarde.

8.2 RESULTATS

8.2.1 Utilisation – exploitation de ses RESULTATS par une PARTIE

Chaque PARTIE est libre d'utiliser et d'exploiter ses RESULTATS sous réserve des droits des autres PARTIES prévus à l'article 8.2.3 ci-après.

8.2.2 Utilisation – exploitation des RESULTATS COMMUNS par les PARTIES COPROPRIETAIRES

Les PARTIES COPROPRIETAIRES et leurs AFFILIES disposent d'un droit d'utilisation des RESULTATS COMMUNS à des fins de recherche interne, y compris avec des tiers, sous réserve de soumettre ces derniers à une obligation de confidentialité au moins aussi étendue que celle prévue au présent ACCORD.

Les PARTIES COPROPRIETAIRES et leurs AFFILIES disposent d'un droit non exclusif d'exploitation industrielle et/ou commerciale, directe et indirecte des RESULTATS COMMUNS.

En cas d'exploitation effective par une PARTIE et/ou ses AFFILIES, celle-ci donnera lieu à une compensation financière, forfaitaire ou proportionnelle, qui sera équitable eu égard aux contributions respectives des PARTIES COPROPRIETAIRES. Les conditions notamment financières de cette exploitation feront l'objet d'un accord préalable à l'exploitation, signé entre les PARTIES.

8.2.3 Utilisation - exploitation de RESULTATS par une PARTIE non détentrice

Sauf accord entre les PARTIES concernées, les droits prévus au présent article seront non exclusifs, non cessibles et sans droit de sous licence.

Toutefois, les PARTIES qui ne peuvent pas exercer d'activité commerciale directe en raison de leur statut ou de leur mission, bénéficieront, sur demande, du droit de sous licencier les droits ainsi concédés, sous réserve de l'accord de la PARTIE propriétaire sur l'objet de la sous licence et du tiers bénéficiaire. Ladite PARTIE propriétaire pourra s'y opposer si elle justifie d'intérêts légitimes.

- Aux fins d'exécution du PROJET

Pour la durée du PROJET, chaque PARTIE concède un droit d'utilisation de ses RESULTATS aux autres PARTIES, sur demande écrite de celles-ci lorsqu'ils leur sont nécessaires pour exécuter leur PART DU PROJET. Cette concession se fait sans contrepartie financière.

- Aux fins d'exploitation des RESULTATS

Chaque PARTIE s'engage à concéder aux autres PARTIES et/ou à leurs AFFILIES, une licence sur ses RESULTATS lorsqu'ils sont nécessaires à l'exploitation, par la PARTIE ou l'AFFILIE qui en fait la demande, de ses RESULTATS.

A cette fin, pendant la durée du PROJET et douze (12) mois après son terme, chaque PARTIE détentrice s'engage sur demande écrite à concéder par acte séparé aux autres PARTIES une licence à des conditions justes et raisonnables.

- A des fins de recherche interne

Chaque PARTIE concède un droit d'utilisation de ses RESULTATS aux autres PARTIES à des fins de recherche interne exclusivement.

Cette demande devra être faite par acte séparé et sur demande écrite pendant la durée du PROJET et douze (12) mois après son terme.

Cette concession se fait sans contrepartie financière.

La PARTIE détentrice ne peut s'y opposer, sauf intérêts légitimes.

Si ces RESULTATS consistent en des LOGICIELS, le droit d'utilisation ainsi conféré n'entraînera pas l'accès aux codes source, sauf accord préalable express de la PARTIE propriétaire.

8.3 LOGICIELS LIBRES ET LOGICIELS OPEN SOURCE

Les PARTIES peuvent intégrer au PROJET des LOGICIELS LIBRES / LOGICIELS OPEN SOURCE.

Afin de permettre aux PARTIES de déterminer les effets de la LICENCE LIBRE / OPEN SOURCE sur l'utilisation à des fins d'exploitation des RESULTATS et de faire part de leur éventuel accord quant à l'utilisation d'un LOGICIEL LIBRE / LOGICIEL OPEN SOURCE, la PARTIE qui souhaite l'utiliser, dans le cadre du PROJET, devra fournir aux autres PARTIES toutes les informations nécessaires relatives à la LICENCE LIBRE / LICENCE OPEN SOURCE applicable.

ARTICLE 9 – CONFIDENTIALITE – PUBLICATIONS

9.1 CONFIDENTIALITE

9.1.1 Chacune des PARTIES, pour autant qu'elle soit autorisée à le faire, transmettra aux autres PARTIES ses seules INFORMATIONS CONFIDENTIELLES qu'elle juge nécessaires à la réalisation du PROJET.

Aucune stipulation de l'ACCORD ne peut être interprétée comme obligeant l'une des PARTIES à communiquer ses INFORMATIONS CONFIDENTIELLES aux autres PARTIES.

9.1.2 La PARTIE qui reçoit une INFORMATION CONFIDENTIELLE (ci-après désignée la « PARTIE RECIPIENDAIRE ») d'une autre PARTIE (ci-après désignée la « PARTIE EMETTRICE ») s'engage, pendant la durée de l'ACCORD et pendant les cinq (5) ans qui suivent la fin de l'ACCORD, quelle qu'en soit la cause, à ce que les INFORMATIONS CONFIDENTIELLES émanant de la PARTIE EMETTRICE :

- a) soient protégées et gardées strictement confidentielles,
- b) ne soient communiquées qu'aux seuls membres de son personnel, à ses AFFILIES ou à ses sous-traitants ayant à en connaître pour la réalisation du PROJET et sous réserve qu'ils soient tenus d'obligations de confidentialité au moins aussi strictes que celles résultant des présentes,
- c) ne soient utilisées par lesdites personnes visées au b) ci-dessus que dans le but défini par l'ACCORD,
- d) ne soient copiées, reproduites ou dupliquées totalement ou partiellement qu'aux fins de réalisation du PROJET.

Toutes les INFORMATIONS CONFIDENTIELLES et leurs reproductions, transmises par une PARTIE à une autre PARTIE, resteront la propriété de la PARTIE EMETTRICE sous réserve des droits des tiers et devront être restituées à cette dernière ou détruites sur sa demande.

En tout état de cause, la PARTIE RECIPIENDAIRE reste responsable envers la PARTIE EMETTRICE du respect par ses AFFILIES et sous-traitants des obligations prévues au présent article 9.1.2.

9.1.3 La PARTIE RECIPIENDAIRE n'aura aucune obligation et ne sera soumise à aucune restriction eu égard à toutes les INFORMATIONS CONFIDENTIELLES dont elle peut apporter la preuve :

- a) qu'elles sont entrées dans le domaine public préalablement à leur divulgation ou après celle-ci mais dans ce cas en l'absence de toute faute de la PARTIE RECIPIENDAIRE,
- b) qu'elles étaient licitement en sa possession avant de les avoir reçues de la PARTIE EMETTRICE,
- c) qu'elles ont été reçues d'un tiers autorisé à les communiquer,
- d) que leur utilisation ou communication a été autorisée par écrit par la PARTIE EMETTRICE,
- e) qu'elles ont été développées de manière indépendante et de bonne foi par des personnels de la PARTIE RECIPIENDAIRE n'ayant pas eu accès à ces INFORMATIONS CONFIDENTIELLES.

Dans le cas où la communication d'INFORMATIONS CONFIDENTIELLES est imposée par l'application d'une disposition légale ou réglementaire ou dans le cadre d'une procédure judiciaire, administrative ou arbitrale, cette communication doit être limitée au strict nécessaire. La PARTIE RECIPIENDAIRE s'engage à informer immédiatement et préalablement à toute communication la PARTIE EMETTRICE afin de permettre à cette dernière de prendre les mesures appropriées à l'effet de préserver leur caractère confidentiel.

9.1.4 Sans préjudice des articles 7 et 8, il est expressément convenu entre les PARTIES que la communication par les PARTIES entre elles d'INFORMATIONS CONFIDENTIELLES, au titre de l'ACCORD, ne peut en aucun cas être interprétée comme conférant de manière expresse ou implicite à la PARTIE RECIPIENDAIRE un droit quelconque, notamment de propriété intellectuelle (sous forme d'une licence ou par tout autre moyen) sur les INFORMATIONS CONFIDENTIELLES.

9.2 PUBLICATIONS – COMMUNICATIONS

9.2.1 Dans le respect des stipulations de l'article 9.1, tout projet de communication, notamment par voie de publication, présentation sous quelque support ou forme que ce soit, relatif au PROJET, aux RESULTATS COMMUNS ou intégrant les RESULTATS PROPRES d'une autre PARTIE, par une PARTIE, devra recevoir, pendant la durée de l'ACCORD et les deux (2) ans qui suivent son expiration ou sa résiliation, l'accord préalable écrit de l'autre PARTIE.

L'autre PARTIE fera connaître sa décision dans un délai maximum de trente (30) jours calendaires à compter de la date de notification de la demande, cette décision pouvant consister :

- à accepter sans réserve le projet de communication ; ou
- à demander que les INFORMATIONS CONFIDENTIELLES lui appartenant soient retirées du projet de communication ; ou
- à demander des modifications, en particulier si certaines informations contenues dans le projet de communication sont de nature à porter préjudice à l'exploitation industrielle et commerciale des CONNAISSANCES PROPRES et/ou RESULTATS ; ou
- à demander que la communication soit différée si des causes réelles et sérieuses lui paraissent l'exiger, en particulier si des informations contenues dans le projet de publication ou de communication doivent faire l'objet d'une protection au titre de la propriété intellectuelle. Toutefois, aucune des PARTIES ne pourra refuser dans ce cas son accord à une publication ou communication au-delà d'un délai de dix-huit (18) mois suivant la première soumission du projet concerné.

En l'absence de réponse d'une PARTIE à l'issue de ce délai de trente jours (30) calendaires, son accord sera réputé acquis.

A l'issue du délai des deux (2) ans, toute publication ou communication se fera dans le respect des obligations de confidentialité stipulées à l'article 9.1 ci-avant.

Ces communications devront mentionner le concours apporté par chacune des PARTIES à la réalisation du PROJET et devront indiquer le soutien de l'ADEME en apposant le logo de l'agence sur les supports de communication. Ce soutien sera mentionné dans toutes présentations orales et publications (partie « remerciements » ou « acknowledgments »), en indiquant par exemple : « Le projet TERSciAirE est réalisé avec le soutien financier de l'ADEME ».

9.2.2 Sous réserve du respect des stipulations de l'article 9.1 relatives à la confidentialité, les termes de l'article 9.2.1 ne pourront faire obstacle :

- ni à l'obligation qui incombe à chacune des personnes participant au PROJET de produire un rapport d'activité à ou aux organisme(s) dont elle relève ;
- ni à la soutenance de thèse des chercheurs participant au PROJET ; cette soutenance, organisée dans le respect de la réglementation universitaire en vigueur. Cette soutenance pourra être organisée à huis clos à chaque fois que cela est nécessaire ;
- ni aux dépôts par une PARTIE d'une demande de brevet découlant uniquement de ses RESULTATS ;
- ni à la publication ou communication par une PARTIE de ses RESULTATS PROPRES.

ARTICLE 10 – RESPONSABILITES – ASSURANCES

10.1 RESPONSABILITE A L'EGARD DES TIERS

Chacune des PARTIES reste responsable, dans les conditions du droit commun, des dommages que son personnel pourrait causer aux tiers à l'occasion de l'exécution de l'ACCORD.

10.2 RESPONSABILITE ENTRE LES PARTIES

10.2.1 Dommages aux personnels

Chacune des PARTIES prend en charge la couverture de son personnel conformément à la législation applicable dans le domaine de la sécurité sociale, du régime des accidents du travail et des maladies professionnelles dont il relève et procède aux formalités qui lui incombent.

Chaque PARTIE est responsable des dommages de toute nature causés par son personnel au personnel d'une autre PARTIE à l'occasion de l'exécution de l'ACCORD.

10.2.2 Dommages aux tiers

Chaque PARTIE est responsable, dans les conditions de droit commun, des dommages qu'elle cause aux tiers du fait ou à l'occasion de l'exécution de l'ACCORD.

10.2.3 Dommages aux biens

Chaque PARTIE est responsable, dans les conditions de droit commun, des dommages qu'elle cause du fait ou à l'occasion de l'exécution de l'ACCORD aux biens mobiliers ou immobiliers d'une autre PARTIE.

10.2.4 Dommages indirects

Les PARTIES renoncent mutuellement à se demander réparation des préjudices indirects (perte de production, perte de chiffre d'affaires, manque à gagner, etc.) qui pourraient survenir dans le cadre de l'ACCORD.

10.3 GARANTIES ET RESPONSABILITES DU FAIT DES CONNAISSANCES PRORES, RESULTATS ET AUTRES INFORMATIONS

Les PARTIES reconnaissent que les CONNAISSANCES PROPRES, les RESULTATS et les autres informations communiquées par l'une des PARTIES aux autres PARTIES dans le cadre de l'exécution de l'ACCORD sont communiquées en l'état, sans aucune garantie de quelque nature qu'elle soit.

Ces CONNAISSANCES PROPRES, ces RESULTATS et ces autres informations sont utilisés par les PARTIES dans le cadre de l'ACCORD à leurs seuls frais, risques et périls respectifs, et en conséquence, aucune des PARTIES n'aura de recours contre les autres PARTIES, ni leurs sous-traitants éventuels, ni leur personnel, à quelque titre que ce soit et pour quelque motif que ce soit, en raison de l'usage de ces CONNAISSANCES PROPRES, ces RESULTATS et ces autres informations, y compris en cas de recours de tiers invoquant l'atteinte à ses droits de propriété intellectuelle.

10.4 ASSURANCES

Chaque PARTIE doit, en tant que de besoin et dans la mesure où cela est compatible avec ses statuts, souscrire et maintenir en cours de validité les polices d'assurance nécessaires pour garantir les éventuels dommages aux biens ou aux personnes qui pourraient survenir dans le cadre de l'exécution de l'ACCORD.

ARTICLE 11 – DUREE DE L'ACCORD

L'ACCORD entre en vigueur à la DATE D'EFFET.

Il est conclu pour une durée de trente-neuf mois et demi (39,5), jusqu'au 15/03/2026.

Toute prolongation donnera lieu à l'établissement d'un avenant signé des PARTIES.

Les stipulations des articles 7, 8, 9 et 10 demeureront en vigueur, pour la durée qui leur est propre si une telle durée est précisée, nonobstant l'expiration ou la résiliation de l'ACCORD.

ARTICLE 12 – PATIE DEFAILLANTE

En cas de défaillance d'une PARTIE, le COORDONNATEUR et les autres PARTIES en réfèreront au(x) FINANCEUR(S) afin d'envisager les modalités de poursuite du PROJET ou sa fin anticipée.

ARTICLE 13 – FORCE MAJEURE

Aucune PARTIE ne sera responsable de la non-exécution totale ou partielle de ses obligations due à un événement constitutif d'un cas de force majeure au sens de l'article 1218 du code civil.

La PARTIE invoquant un événement constitutif d'un cas de force majeure devra en aviser les autres PARTIES par écrit avec avis de réception dans les dix (10) jours calendaires suivant la survenance de cet événement. La PARTIE invoquant un événement constitutif d'un cas de force majeure devra également en informer le(s) FINANCEUR(S) dans les meilleurs délais.

Les délais d'exécution de la PART DU PROJET concernée pourront être prolongés pour une période déterminée d'un commun accord entre les PARTIES et le(s) FINANCEUR(S).

Les obligations suspendues seront exécutées à nouveau dès que les effets de l'événement de force majeure auront cessé. Dans le cas où l'événement de force majeure perdurerait pendant une période de plus de trois (3) mois, les PARTIES se réuniront au sein du COMITE afin de retenir une solution pour permettre la réalisation du PROJET.

Le COORDONNATEUR informera le(s) FINANCEUR(S) de la solution retenue pour assurer la continuité du PROJET.

ARTICLE 14 – CORRESPONDANCE

Toute notification relative à l'exécution ou à l'interprétation du présent ACCORD sera valablement faite aux coordonnées respectives des PARTIES indiquées ci-après. Toute notification devra, pour être valablement opposée aux autres PARTIES, être faite par lettre recommandée avec accusé de réception ou par courrier électronique avec accusé de réception et sera réputée valablement faite à compter de l'envoi par la PARTIE émettrice.

USMB

Adresse : DDRV - 27 rue Marcoz, BP 1104, 73011 CHAMBERY Cedex

Courriel : benjamin.golly@univ-smb.fr ; ddrv-contrats@univ-smb.fr

ALDES AERAULIQUE

ATMO AUVERGNE RHONE ALPES

OCTOPUS LAB

TEQOYA

Adresse : 7 route de Préchac 33730 Villandraut

Courriel : pierre.guitton@teqoya.com pierre.guitton@teqoya.com

GRAND CHAMBERY

Adresse : 106 allée des Blachères

73026 Chambéry cedex

Courriel : marie.favreau@grandchambery.fr / amenagement.durable@grandchambery.fr

Chacune des PARTIES devra informer les autres PARTIES, par écrit, d'un changement d'adresse dans les meilleurs délais.

ARTICLE 15 – INTUITU PERSONAE – CESSION DE CONTRAT – CHANGEMENT DE CONTROLE

Les PARTIES déclarent que l'ACCORD est conclu intuitu personae.

En conséquence, aucune PARTIE n'est autorisée à céder à un tiers tout ou partie de ses droits et obligations sans l'accord préalable et écrit des autres PARTIES.

ARTICLE 16 – DROIT APPLICABLE - LITIGES

L'ACCORD est soumis au droit français.

En cas de difficulté sur l'interprétation, l'exécution ou la validité de l'ACCORD, et sauf en cas d'urgence justifiant la saisine d'une juridiction compétente statuant en référé, les PARTIES s'efforceront de résoudre leur différend à l'amiable par l'intermédiaire du COMITE, puis de leurs autorités respectives.

Au cas où les PARTIES ne parviendraient pas à résoudre leur différend dans un délai de deux (2) mois à compter de sa survenance, le litige sera porté par la PARTIE la plus diligente devant les tribunaux français compétents.

ARTICLE 17 – STIPULATIONS DIVERSES

17.1 NULLITE

Dans l'hypothèse où une ou plusieurs des stipulations de l'ACCORD serait contraire à une loi ou à un règlement applicable, cette loi ou ce règlement prévaudrait, et les PARTIES feraient les modifications à l'ACCORD nécessaires pour se conformer à cette loi ou à ce règlement. Toutes les autres stipulations de l'ACCORD resteraient en vigueur et les PARTIES feraient leurs meilleurs efforts pour trouver une solution alternative acceptable dans l'esprit de l'ACCORD.

17.2 OMISSIONS

Le fait par une PARTIE d'omettre de se prévaloir d'une ou plusieurs stipulations de l'ACCORD ne pourra en aucun cas impliquer renonciation par ladite PARTIE à s'en prévaloir ultérieurement.

17.3 MODIFICATION

L'ACCORD annule et remplace toute convention antérieure, écrite ou orale, entre les PARTIES sur le même objet et il constitue l'accord entier entre les PARTIES sur cet objet. Sauf stipulation contraire de l'ACCORD, aucune addition ou modification aux termes de l'ACCORD n'aura d'effet à l'égard des PARTIES à moins d'être faite par avenant écrit aux présentes, et signé par leurs représentants respectifs dûment habilités.

17.4 LISTE DES ANNEXES

Sont annexés à l'ACCORD pour en faire partie intégrante, les documents suivants :

Annexe 1 : Description scientifique et technique du PROJET ;

Annexe 2 : Liste des CONNAISSANCES PROPRES des PARTIES nécessaires à l'exécution du PROJET ;

Annexe 3 : Composition du COMITE ;

Annexe 4 : Liste des AFFILIES ;

Fait en six (6) exemplaires originaux, un (1) pour chacune des PARTIES.

Pour l'USMB
Fait à Chambéry, le
Nom : Philippe GALEZ
Fonction : Président

Pour ALDES AERAULIQUE

Fait à, le

Nom :

Fonction :

Pour ATMO AUVERGNE RHONE ALPES

Fait à, le

Nom :

Fonction :

Pour OCTOPUS LAB

Fait à, le

Nom :

Fonction :

Pour TEQOYA
Fait à Villandraut, le
Nom : Pierre Guitton
Fonction : Président

Pour GRAND CHAMBERY

Fait à Chambéry, le

Nom : Aurélie LE MEUR.....

Fonction : Vice-présidente chargée de la transition écologique et du développement durable
.....

ANNEXE 1 – DESCRIPTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU PROJET

1. RESUME DU PROJET

En France, de récentes études confirment l'impact sanitaire de l'exposition chronique aux particules atmosphériques (affections cardiaques ou respiratoires) responsables d'une diminution de l'espérance de vie à 30 ans de 9 à 15 mois pour les zones impactées par des épisodes de pollution aux particules (IARC, 2018; Kulhánová et al., 2018). Ces préoccupations sur l'exposition des populations aux particules atmosphériques sont grandissantes pour l'air extérieur mais aussi, à présent pour l'air intérieur (Simoni et al., 2019). En effet, la qualité de l'air intérieur (QAI) est devenue un enjeu de santé publique majeur pour la protection des personnes les plus fragiles (Nurmatov et al., 2015) en raison des temps d'exposition prolongées d'une grande partie de la population, amplifiés actuellement par la crise sanitaire que nous vivons (Domínguez-Amarillo et al., 2020)

Le projet TERSclAirE (Technologie d'Electrofiltration Régulée sur le Scenario Intérieur et l'Air Extérieur) s'intègre pleinement dans cette problématique de gestion de la qualité de l'air transféré de l'extérieur vers l'intérieur. Il a pour objectif de proposer une stratégie de gestion et/ou d'épuration d'air dont le protocole de fonctionnement se base sur la caractérisation du lien entre la qualité de l'air extérieur et la qualité de l'air intérieur et ceci au regard de la ventilation, de la qualité d'isolation (infiltration, perméabilité...) et d'occupation au sein de bâtiments tertiaires. Dans un premier temps, ce projet propose de réaliser un état des lieux expérimental de la qualité de l'air intérieur des bâtiments tertiaires à l'échelle d'un bassin territorial en incluant la diversité de bâtiments impactés par la qualité de l'air extérieur. Les bâtiments ciblés du secteur sont ceux ayant un taux d'occupation prolongé des personnes sensibles comme les EHPADs (Etablissements Hospitaliers pour Personnes Agées Dépendantes) ou les écoles, par exemple. Ce travail permettra d'obtenir une large gamme de données documentées (qualité de l'air, caractéristique de l'enveloppe du bâtiment, ventilation...) et de compléter nos connaissances sur les phénomènes de transfert de polluants entre l'air extérieur et l'air intérieur. Dans une deuxième partie de ce projet, cette base de données permettra de définir des scénarios d'occupation et de dynamique de pollution extérieure à prendre en compte pour proposer et dimensionner une solution technologique d'épuration de l'air régulée basée sur l'électrofiltration et intégrée au système de ventilation de ce type de bâtiments. Enfin, l'intérêt de ces systèmes d'épuration et de leur protocole de régulation implémenté sur la qualité de l'air extérieur et sur l'occupation sera évalué par simulation numérique en parallèle de mesures sur le terrain afin de contraindre correctement le modèle.

La finalité du projet pourra conduire à proposer des guides d'appui technique et d'aide à la décision à destination des acteurs impliqués dans la qualité de l'air des bâtiments tertiaires et des pouvoirs publics lors de la rénovation d'un bâtiment performant anticipant la norme RE2020 puis de mettre en œuvre des actions d'installation de système d'épurateur régulé au sein des bâtiments.

2. OBJECTIFS GENERAUX

La caractérisation du lien entre la qualité de l'air extérieur (QAE) et la qualité de l'air intérieur (QAI) au sein des bâtiments recevant des activités du secteur tertiaire est indispensable afin de pouvoir proposer des stratégies de contrôle de la QAI en accord avec les performances énergétiques des bâtiments de ce secteur. De plus en raison de leur fonction, ces bâtiments sont très souvent situés dans des environnements (centre urbain, périphérie urbaine ou zone industrielle) soumis à diverses sources d'émission de polluants atmosphériques comme les particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}).

Le récent rapport bibliographique de l'ANSES sur l'impact de la qualité de l'air extérieur sur l'air intérieur (Ramalho et al., 2018), a mis en évidence le manque de données et de cas d'étude détaillée

sur le parc national de bâtiments tertiaires. De nombreuses études sont disponibles dans les régions outre-Atlantique ou transpacifique mais très peu de données existent en France et encore moins sur le territoire régional.

Le projet TERScIAirE a pour ambition de proposer une méthodologie de gestion et d'épuration de l'air basée à la fois sur la connaissance des scénarios d'occupation des locaux (scénario intérieur) et la qualité de l'air extérieur afin d'avoir un meilleur contrôle de la QAI dans les bâtiments de ce secteur. Il nécessitera en premier lieu, de caractériser le lien entre la qualité de l'air extérieur et la qualité de l'air intérieur au sein des bâtiments tertiaires. Cette caractérisation sera réalisée au travers de campagnes de mesures sur le terrain et de la connaissance des scénarios d'occupation et des protocoles de ventilation d'une variété de bâtiments sur un même territoire. Ces campagnes de mesure permettront de disposer d'éléments factuels sur le rôle des procédés et méthodes de ventilation vis-à-vis de l'impact de la QAE sur la QAI, notamment sur la pollution aux particules fines. L'évaluation de la pertinence de ce procédé d'épuration de l'air intégré au sein du système de ventilation mécanique sera également entreprise par l'intermédiaire d'expérimentations en laboratoire et in situ dans les bâtiments tertiaires. Le procédé d'épuration ciblé dans le cadre de ce projet est basé sur l'adaptation du principe de l'électrofiltration (Chen, 2018) au sein d'un système de ventilation afin de diminuer l'influence des sources de pollution extérieur dans les bâtiments tertiaires. Le procédé pourra avoir un protocole spécifique de fonctionnement sur la base des meilleures connaissances du lien entre QAI et QAE induites par les précédentes campagnes de mesures.

Ainsi, les objectifs généraux du projet TERScIAirE sont les suivants :

- *Obj 1* : Constituer une base de données de mesure de qualité de l'air intérieur en lien avec la qualité de l'air extérieur au sein de divers bâtiments occupés par des activités du secteur tertiaire et comparer ces résultats aux connaissances actuelles.
- *Obj 2* : Développer une solution technologique d'épuration des particules de l'air couplé au système de ventilation mécanique, basée sur l'électrofiltration et une stratégie de gestion s'appuyant sur les données de la QAE ;
- *Obj 3* : Evaluer par des expérimentations en laboratoire et in situ, la pertinence du procédé de traitement et de sa régulation au regard de l'amélioration de la qualité de l'air intérieur et quantifier l'impact sanitaire du procédé par l'émission potentielle d'autres constituants de l'air intérieur comme les composés organiques volatils (COV) ;
- *Obj 4* : Proposer des guides d'appui technique et d'aide à la décision à destination des acteurs de la conception/rénovation de bâtiments tertiaires et des pouvoirs publics afin d'améliorer la gestion de la QAI des bâtiments tertiaires.

Afin d'atteindre ces différents objectifs, plusieurs verrous techniques et scientifiques devront être levés au cours du projet.

Verrous Techniques et Scientifiques :

Le principal verrou technique envisagé concernera la mise au point du procédé d'épuration par électrofiltration (ESP). En effet, un défi à relever sera de dimensionner un système de traitement par électrofiltration pouvant être installé sur des réseaux de ventilation du secteur tertiaire (débits importants, protocoles de maintenance spécifiques, fonctionnement réglementaire). Ce procédé devra avoir une facilité d'installation et une efficacité significative (>80% d'abattement des PM_{2.5}) pour des systèmes de ventilation rencontrés au sein des bâtiments performants thermiquement à savoir essentiellement les ventilations doubles flux : indépendant ou avec récupération par échangeur. L'efficacité de collecte des particules est directement liée au temps de séjour des particules au sein du procédé ce qui constitue un point bloquant dans les systèmes de ventilation tertiaire pour lesquelles les débits de ventilation (donc de vitesse de passage au travers de l'électrofiltre) sont importants. De plus l'incorporation d'un tel procédé au sein de la ventilation d'un bâtiment tertiaire est un challenge

en termes d'accessibilité et d'encombrement. Avec l'expérience et les connaissances de TEQOYA et du LOCIE sur les procédés d'électrofiltration et le savoir-faire d'ALDES, expert reconnu en ventilation, les risques de ne pas pouvoir relever ce défi durant le projet sont faibles. De même, des solutions innovantes dans le dimensionnement de l'épurateur par électrofiltration pourront répondre au problème du potentiel réentrainement des particules collectées, provoqué par un encrassement des plaques de collecte ou des variations importantes ou brutales de la vitesse d'air. Une fois ce verrou dépassé, nous serons capables de proposer un procédé d'épuration des particules de l'air insufflé dans les espaces intérieurs et adapté aux différents systèmes de ventilation.

Les verrous scientifiques concernent, premièrement la capacité de synthèse des données d'observation de la QAI dans les bâtiments tertiaires et la détermination des paramètres pertinents afin de caractériser finement le transfert de la pollution extérieur vers l'air intérieur des bâtiments. La finalité sera de pouvoir constituer une base de données d'observations permettant un état des lieux de la qualité de l'air intérieur au regard des différentes typologies de bâtiment tertiaire (occupation, ventilation, isolation...) et de la pollution extérieure. Les polluants particulaires ciblés sont les PM₁₀, PM_{2,5} et le carbone suie (BC) qui permettront une connaissance plus fine des sources de pollution extérieures et intérieures. Ces données particulières seront complétées par des mesures de la phase gazeuse à savoir le CO₂, les NO_x ainsi que les COV dont le formaldéhyde permettant de renseigner sur les dynamiques de sources d'émissions en air intérieur. Pour ce verrou, nous pourrions compter sur des partenaires comme ATMO AURA, le laboratoire EDYTEM ou encore Grand Chambéry qui possèdent des compétences et des expertises transversales à celles du porteur de projet (Laboratoire LOCIE).

Une fois l'ensemble des paramètres pertinents d'observation (scénarios d'occupation et de pollution extérieur) et les paramètres de fonctionnement du procédé de traitement de l'air déterminés, le dernier verrou et non des moindres sera de pouvoir incorporer un procédé de traitement au sein d'une simulation numérique de la qualité de l'air des bâtiments. La simulation numérique permettra d'évaluer l'impact du procédé sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments tertiaires dans lesquelles les mesures auront été réalisées afin de correctement contraindre le modèle utilisé. Par la suite, il sera alors possible d'étendre ces simulations à d'autres bâtiments du secteur tertiaire avec des spécificités différentes. Actuellement, très peu de modèle de simulation dynamique de la qualité de l'air intérieur, incorpore des solutions technologiques de traitement de l'air lors des études de conception ou de rénovation des bâtiments. En collaboration étroite avec la société OCTOPUS LAB qui développe un modèle de simulation de la QAI (modèle INDALO) en phase de conception de bâtiment, il est raisonnable de penser aboutir dans le cadre de ce projet à la modélisation de l'impact du procédé de traitement sur la QAI. Une comparaison avec des mesures dans les conditions de fonctionnement de l'ESP sur le terrain (expérimentations in situ), permettra de valider la simulation numérique du procédé et son impact sur la QAI afin d'envisager une extension à d'autres types de bâtiments.

3. CONTEXTE ET POSITIONNEMENT

En 2020, un consensus semble bien établi autour de la pollution atmosphérique et ses impacts environnementaux, socio-économiques et sanitaires, clairement mis en évidence par de nombreuses études menées ces dernières années à travers le monde (Dechezleprêtre et al., 2019). Mais ce n'est que plus récemment que la qualité de l'air intérieur (QAI) est devenue un enjeu de santé publique majeur en raison d'une exposition prolongée d'une grande partie de la population augmentant ainsi les risques pour les personnes les plus sensibles et fragiles (IARC, 2018; Kulhánová et al., 2018; Nurmatov et al., 2015). En effet, dans les zones de climat tempéré, une personne passe en moyenne plus de 85% de son temps dans des milieux clos tels que son lieu de travail ou encore son école (Odeh and Hussein, 2016; Schweizer et al., 2007). Or dans ces milieux, la qualité de l'air peut être plus

mauvaise qu'en air extérieur en raison de la très grande diversité des sources d'émission de polluants (gazeux et particulaires) ainsi que des conditions de confinement caractéristiques de ces lieux qui peuvent être observées dans des crèches, des écoles ou des bureaux par exemple (Mandin et al., 2017).

En France, de récentes études confirment l'impact sanitaire de l'exposition chronique aux particules atmosphériques (affections cardiaques ou respiratoires), l'un des polluants majeurs de l'air, responsables d'une diminution de l'espérance de vie à 30 ans de 9 à 15 mois pour les zones impactées par des épisodes de pollution aux particules (IARC, 2018). Ces préoccupations nationales de l'exposition des populations aux pollutions atmosphériques sont grandissantes et d'autant plus en air intérieur. Ainsi, dans le cadre de la nouvelle réglementation thermique et environnementale (RE2020) qui entrera en vigueur en 2021, les pouvoirs publics français intègrent la problématique de la qualité de l'air intérieur. Les objectifs de cette nouvelle réglementation sont d'élever les exigences de performances des bâtiments neufs ou rénovés afin de « lutter contre le changement climatique, de sobriété de consommation des ressources et de préservation de la qualité de l'air intérieur ». Par conséquent, lors de la conception ou la rénovation de bâtiments, il devra être pris en compte la santé et le confort des occupants aussi bien que la consommation énergétique. Pour cela plusieurs stratégies peuvent être appliquées lors de ces différentes étapes (Kukadia and Upton, 2019). La plupart de ces stratégies ont une influence significative sur les caractéristiques de transfert des polluants de l'air extérieur vers l'air intérieur au sein d'un bâtiment et ce transfert est primordial à prendre en compte dans la gestion de la QAI (Ramalho et al., 2018). Plusieurs études mettent en évidence le lien entre QAI et QAE dans des bâtiments tertiaires comme les écoles (Blondeau et al., 2005; Chamseddine et al., 2019; Leung, 2015; Martins et al., 2020). Afin de gérer la qualité de l'air intérieur, il semble essentiel de pouvoir contrôler la qualité de l'air venant de l'extérieur, en particulier dans les zones fortement impactées par des épisodes de pollution atmosphérique.

Les territoires savoyards, en particulier les vallées alpines, ont un contexte spécifique au regard de la pollution atmosphérique car elles sont soumises en hiver à de nombreux épisodes de pollutions aux particules fines (Piot, 2011) et carbone suie (Golly, 2014). Les épisodes de pollution aux particules sont favorisés par les conditions topographiques et météorologiques bloquant la dispersion des polluants mais sont dues avant tout à des émissions en particules fines importantes à cette saison. Ces dix dernières années, de nombreuses études d'identification et quantification des sources extérieures d'émissions en particules fines ont été réalisées en Rhône-Alpes et plus particulièrement en vallées alpines (programmes PRIMEQUAL-POVA et FORMES, thèses C. Piot en 2011 et B. Golly en 2014 réalisées à l'université Savoie Mont-Blanc ou encore le programme PRIMEQUAL-DECOMBIO débuté en 2014). Ainsi la qualité de l'air extérieur et la dynamique des sources d'émissions sont bien connues sur ce territoire mais seules quelques études s'intéressent à l'impact de ces sources de pollutions extérieures sur la qualité de l'air au sein des bâtiments se trouvant dans ces environnements impactés (Du Chelas et al., 2020).

Des travaux récents réalisés par le LOCIE, sur le suivi de la qualité de l'air intérieur d'une école primaire en vallée alpine au cours d'un projet de rénovation thermique ont clairement montré la problématique du transfert de particules $PM_{2.5}$ par le système de ventilation connectant la pollution de l'air extérieur (fortement impactée) à l'air intérieur (*confidentiel*, Ondarts et al., 2020). La figure 1 représente les évolutions des taux de particules lors d'une semaine dans deux classes, avant et après rénovation thermique. Nous pouvons constater qu'avant rénovation, les atmosphères intérieurs et extérieurs sont décorrélés et il n'y a que très peu d'infiltration de particules de l'extérieur vers l'intérieur. En revanche, après rénovation, le système de ventilation plus performant (VMC double flux) injecte des particules au sein de l'air intérieur malgré la présence d'un média filtrant performant. Ce constat notable met en évidence la nécessité d'améliorer les systèmes de filtration des PM au sein de la ventilation de ce type de bâtiment en particulier lors des périodes de pics de pollution. Des médias filtrants plus performants existent et peuvent être installés mais ces dernières engendrent

une augmentation significative de la perte de charge qui impose d'avoir des ventilateurs plus puissants. Dans un contexte d'économie d'énergie, il est donc nécessaire de sélectionner une technologie d'épuration plus efficace, sans augmentation forte de la perte de charge.

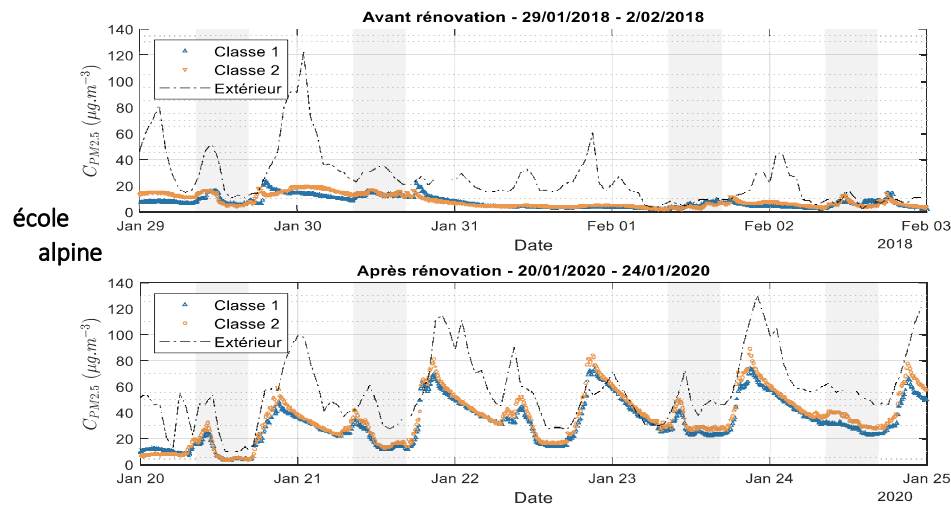


Figure 1 : Evolutions temporelles des concentrations de PM_{2.5} dans deux classes d'une primaire en vallée avant et après la rénovation thermique (zones grisées : présence d'enfants).

Zee et al., (2017) ont montré

un abattement de 30% à 34% des PM et jusqu'à 36% du carbone suie à la suite du changement d'un filtre F5 à F8 au sein de la ventilation mécanique sur la QAI d'une salle de classe en proximité routière. Mais les auteurs indiquent la nécessité de suivre correctement le planning de maintenance et de changement des filtres pour garder une efficacité de ventilation et de filtration. Ainsi une alternative au traitement par média filtrant consiste en la filtration par précipitation électrostatique des particules. Ce procédé est largement utilisé dans le secteur industriel mais les applications en qualité de l'air des bâtiments restent limitées. Quelques études se sont intéressés à l'efficacité de ces procédés d'électrofiltration intégrés dans des ventilations d'immeuble (Zuraimi and Tham, 2009) ou des centrales d'épurations d'air de bureaux (Blondeau et al., 2021). Ils ont démontré l'intérêt certain de ces procédés qui peuvent fonctionner à des débits d'air importants (3600 m³/h) et garder une efficacité de filtration proche de 90% pour les particules fines PM_{2.5}.

L'épuration par l'intermédiaire d'un électrofiltre consiste à séparer les particules de l'air par dépôts électrostatiques sur des plaques collectrices au niveau d'un collecteur positionné en aval de l'écoulement d'air. Pour cela, il est nécessaire de charger les particules à l'aide d'un champ électrique dissymétrique intense (haute tension) formant ainsi un plasma en proximité des électrodes. Les avantages principaux de ce procédé de filtration par rapport à un média filtrant, se trouvent dans :

- une faible maintenance pour garantir un fonctionnement optimal (pas de colmatage du filtre mais encrassement potentiel),
- une efficacité constante de filtration aussi élevée qu'un filtre mécanique fin à savoir supérieure à 90% pour les particules fines (équivalent à un filtre F8)
- une basse consommation d'énergie en raison de la faible perte de charge générée par ces systèmes de filtration et enfin,
- une continuité de la ventilation dans le cas d'un dysfonctionnement. Ce dernier point est primordial dans les milieux clos et l'obligation réglementaire d'un renouvellement d'air minimum et permanent.

Le projet TERSciAirE s'inscrit pleinement dans la continuité des différents projets déjà financés par l'ADEME ces dernières années sur la thématique de la QAI dans le cadre des AAP AACT-AIR comme les projets IMPACT'AIR (Améliorer la qualité de l'air dans les crèches, les maternelles et les écoles élémentaires de la Rochelle (Legendre et al., 2016)), TRANS'AIR (étude de la qualité de l'air intérieur et mise en œuvre de bonnes pratiques dans une zone où la qualité de l'air ambiant est potentiellement dégradée (Du Chelas et al., 2020)) ou encore AER'AIX (efficacité de stratégies d'aération des salles de classe pour une meilleure qualité de l'air intérieur (Rey et al., 2018)). La plupart de ces projets s'intéressent à la QAI par l'intermédiaire de mesures de composés organiques

volatils (COV) ou de CO₂ pour la notion de confinement (indice ICONE), mais très peu d'études s'intéressent à caractériser le lien de transfert de la pollution particulaire de l'extérieur vers l'intérieur et de proposer des solutions technologiques applicables rapidement. Ce constat met en évidence la complémentarité du projet TERSciAirE pour lequel, la stratégie de gestion de la pollution particulaire en air intérieur est au centre de ces objectifs scientifiques.

Enfin, le projet pourra venir compléter et participer aux réflexions qui seront portées dans le cadre du projet AMBRES (APR PRIMEQUAL) sur une métrique pertinente permettant de déterminer le point d'équilibre entre qualité de l'air intérieur et consommation énergétique en raison de la dégradation des performances thermiques des bâtiments par la mise en œuvre des protocoles d'amélioration de la qualité de l'air basé sur la ventilation. Dans le cadre du projet TERSciAirE, lors de la phase de simulation numérique, ces protocoles de ventilation pourront être mis au regard de la consommation énergétique du bâtiment et du gain potentiel que pourrait avoir un système d'épuration d'air au sein de la ventilation, diminuant ainsi la nécessité d'aération par des ouvertures de fenêtre (dégradation des performances thermiques et de la QAI selon le scénario de pollution extérieure). La détermination du point d'équilibre entre QAI et performance énergétique pourrait alors inclure une solution technique telle que l'électrofiltration régulée.

4. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION

4.1. Programme scientifique et structuration

Le programme scientifique du projet TERSciAirE cherche à répondre à la problématique de la gestion de la qualité de l'air intérieur et en particulier, aux moyens permettant le contrôle de la QAI lors du transfert de particules de l'air extérieur vers l'air intérieur au sein de bâtiments tertiaires. Pour cela plusieurs objectifs généraux ont été définis afin de proposer de nouveaux axes de réflexion et de développement dans cette thématique actuelle de la QAI. Ces objectifs sont :

- 1) la caractérisation fine du lien QAI/QAE dans les bâtiments tertiaires ;
- 2) la mise au point d'un procédé d'électrofiltration efficace avec un impact sanitaire faible (pas d'émissions de co-polluants) ;
- 3) l'évaluation de son efficacité au sein d'une VMC double flux par simulation numérique et par mesures en conditions réelles sur le terrain
- 4) la rédaction de livrables techniques à destination des gestionnaires et des acteurs de la conception de bâtiments tertiaires et des guides d'accompagnement dans la stratégie de gestion de la QAI au regard de la QAE et de l'occupation pour les pouvoirs publics.

La finalité du projet est de pouvoir éclairer les décideurs et les acteurs de la conception/rénovation de bâtiments dans une meilleure stratégie de gestion de la QAI sur le parc de bâtiments tertiaires actuel et ceux à venir anticipant la nouvelle réglementation RE2020. Ainsi, il pourra être généré des livrables sous forme de guide technique en direction des collectivités territoriales ou des professionnels du bâtiment. Pour atteindre ce but, le projet s'appuiera sur des approches expérimentales de terrain et de laboratoire afin d'une part d'augmenter nos connaissances de la QAI au regard de la pollution extérieure et de l'occupation au sein des bâtiments tertiaires au niveau d'un territoire et d'autre part de démontrer la pertinence de la solution technique. Ainsi, la méthodologie choisie pour répondre aux objectifs généraux définis précédemment, se compose de 3 phases successives et complémentaires qui peuvent être divisées en tâches clairement identifiées (Figure 2).

Phase 1 (2 ans) :

La phase 1 du projet est décomposée en 2 tâches. La première dont la responsabilité incombera aux laboratoires universitaires LOCIE et EDYTEM, consiste à réaliser des campagnes de mesure au sein des bâtiments tertiaires afin de disposer de données permettant d'alimenter les scénarios pris en compte dans l'exercice de simulation du procédé de filtration. La seconde tâche a

pour objectif la mise au point d'un épurateur d'air basé sur l'électrofiltration, réglable et intégrable au système de ventilation des bâtiments tertiaires. L'efficacité de collecte du procédé ainsi que la démonstration de son innocuité au regard des composés chimiques potentiellement émis seront réalisés et permettront d'alimenter les paramètres d'entrée nécessaire pour la simulation numérique. Les responsables seront accompagnés dans la réalisation de ces tâches par l'AASQA ATMO AURA et Grand Chambéry pour la tâche 1 et les sociétés TEQOYA et ALDES pour la tâche 2.

Phase 2 (2 ans) :

La phase 2 rassemble la tâche n°3 ainsi que la tâche n°4. La tâche n°3 axée sur le développement de la simulation numérique sera sous la responsabilité du LOCIE accompagné par l'expertise d'OCTOPUS LAB. Cette tâche consistera en la validation de l'impact du procédé sur la qualité de l'air intérieur en lien avec la qualité de l'air extérieur et les différents scénarios et paramètres d'efficacité définis lors de la phase 1. Tandis que la tâche n°4 du projet, gérée par ALDES et le LOCIE consistera en l'installation du procédé de traitement au sein d'une ventilation type VMC double flux de bâtiments afin d'évaluer l'impact de l'épurateur sur la QAI en conditions réelles.

Phase 3 (6 mois) :

La phase 3 du projet est la phase finale qui permettra une synthèse de l'ensemble des résultats sous forme de plusieurs livrables en direction d'expert du domaine de la QAI, des acteurs en conception et rénovation de bâtiments tertiaires et des pouvoirs publiques.

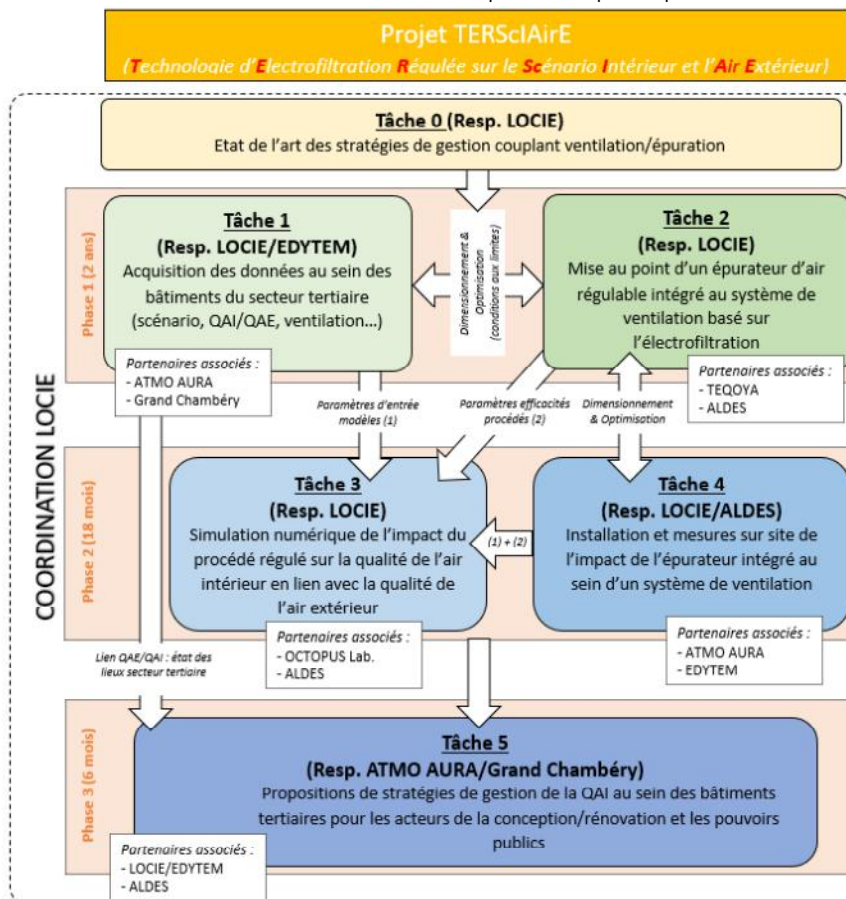


Figure 2 : Structuration et organisation des tâches du projet.

4.2. Description des travaux par lot

Tâche 0 : Etat de l'art des stratégies couplées ventilation/épuration.

Une première étape consistera en la réalisation d'un état de l'art des stratégies de gestion de la QAI couplant ventilation et traitement de l'air dans les bâtiments et plus particulièrement les bâtiments occupés, de manière prolongée, par des personnes sensibles (personnes âgées, enfants...). Une

évaluation des avantages et des inconvénients de chacune des stratégies de gestion sera proposée en incluant l'aspect énergétique (dégradation thermique du bâtiment), ainsi qu'opérationnel en lien avec la facilité de réalisation et l'encombrement dans le cas de phase de rénovation.

La réalisation de cette tâche incombera au coordinateur du projet : le LOCIE de l'université Savoie Mont Blanc, reconnu dans leur expertise des moyens d'épurations de la qualité de l'air intérieur. Le management du projet comprendra la gestion administrative, l'organisation des réunions d'avancement ainsi que la rédaction et la diffusion des comptes rendus de ces dernières et enfin, la centralisation et la coordination du travail de mise en forme des différents livrables obtenus à la fin du projet.

Le rétro-planning du projet, présenté en figure 2 et figure 4, inclut 4 réunions de pilotage du projet (COPIL) permettant de suivre son avancement sur les 36 mois prévus. La réunion de lancement du projet aura lieu lors du COPIL1. Le projet sera jalonné de différentes productions de rapports à destination de l'ADEME (un rapport intermédiaire à 19 mois et le rapport final). Ces rapports feront état de l'état d'avancement du projet et de la production des livrables identifiés tel que la base de données des mesures de QAI/QAE et l'édition de guides techniques et d'évaluation des bonnes pratiques d'utilisation de la ventilation dans une approche d'amélioration de la QAI.

➤ Phase 1 :

Tâche 1 : Acquisition des données de QAE/QAI au sein des bâtiments tertiaire (responsable : LOCIE/EDYTEM – partenaires associés : ALDES / Atmo AURA / Grand Chambéry)

Disposer de données représentatives de la dynamique des contaminations au sein des atmosphères intérieures en lien à la fois avec les activités présentes dans les bâtiments et la réalité des niveaux de contamination en air extérieur constitue un point essentiel à la mise en œuvre de scénarios réalistes. En effet, ces scénarios permettent une meilleure prise en compte du lien QAI/QAE pour l'évaluation de l'impact du procédé de filtration au sein du bâtiment par simulation numérique. De plus ces données permettront de nourrir les stratégies de gestion de la QAI prévues en tâche 4, sur la base de situations réelles.

Par conséquent la tâche 1 sera réalisée en planifiant des campagnes de mesure organisées au sein et dans l'environnement de bâtiments tertiaires choisis dans l'agglomération Chambérienne. Ces campagnes seront planifiées durant les 2 premières années du projet en ciblant la période hivernale propice à des situations de qualité de l'air dégradées pour cette région. Le choix des bâtiments qui seront retenus pour cette étude sera fait en concertation avec les partenaires du programme (Grand Chambéry, Atmo AURA) et concernera le parc d'établissement public (scolaire et EHPAD). Les critères de sélection porteront à la fois sur les types de systèmes de ventilation (VMC simple, VMC double flux ou ventilation naturelle), les niveaux de perméabilité et d'isolation connus ou supposés ainsi que l'âge des bâtiments. Sur la durée du projet, six bâtiments (3 par an) feront l'objet d'investigations en privilégiant les possibilités de campagnes au sein des maisons de retraite et des écoles. Dans cette recherche de sites expérimentaux, l'entreprise ALDES mettra son expertise au service de cette tâche.

Pour chacun des bâtiments, les observations seront menées sur une durée de 1 mois avec une planification incluant au moins une période d'absence d'activité dans le bâtiment en particulier pour les écoles (périodes de vacances). Les points de mesure en air intérieur seront installés dans les pièces les plus représentatives des activités présentes (salle de classe, salle de vie...) et en tenant compte des dispositifs de ventilation. Afin de limiter le caractère intrusif de ces campagnes, les mesures en air intérieur seront réalisées à l'aide de balises autonomes permettant de recueillir un ensemble de données ainsi que de retranscrire à une échelle de temps courte la dynamique de la pollution gazeuse et particulaire ainsi que les paramètres de qualité des ambiances. Les balises de type NEMo (Ethera) et Node (Airvisual) seront déployées afin de suivre l'évolution des concentrations en PM₁₀ PM_{2,5}, NO_x, ozone (co-polluant typique du procédé d'électrofiltration) ainsi que les conditions de température et

d'humidité et niveau de confinement (mesure de CO₂) sur des pas de temps de 5 à 10 min. Dans le cadre de ce projet des mesures supplémentaires en BC (Black Carbon) et de distributions en taille des particules seront mises en œuvre grâce à l'utilisation de micro-aéthalomètre portables (MA200 Aethlabs) et de compteurs optiques (GRIMM G1.108). Le BC issu des processus de combustion est un constituant important des PM en milieu urbain (Putaud et al. 2010). Dans ce type d'environnement ses origines sont essentiellement liées aux transports véhiculaires et aux dispositifs de chauffage par combustion. Le suivi de ce polluant couplé à la mesure en taille des particules constituera des indicateurs pertinents supplémentaires pour établir le lien et la dynamique entre la QAI et la QAE. En effet, il permettra de discriminer plus finement la pollution particulaire présente dans les bâtiments et exclusivement issue des processus de transfert de l'air extérieur vis-à-vis des phénomènes de remise en suspension de PM en air intérieur.

Pour chaque campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur, des dispositifs de mesure en air extérieur seront déployés simultanément dans l'environnement immédiat du bâtiment. Les mêmes indicateurs de pollutions (PM₁₀ PM_{2,5}, BC, Nox et O₃) seront suivis avec la même temporalité. Suivant la situation géographique du bâtiment, les données des stations de mesure de ATMO AURA seront utilisées et complétées par la mise en œuvre des instruments de laboratoires de l'unité mobile de mesures atmosphériques du EDYTEM. ATMO AURA pourra également apporter du matériel léger de type capteurs mobiles en soutien aux laboratoires. Des exercices d'intercomparaison des appareils utilisés en air intérieur et en air extérieur seront systématiquement entrepris avant les campagnes de terrain de la tâche 1 ainsi que lors de la tâche 4 (cf. partie suivante).

Des questionnaires quotidiens seront remplis par les personnels présents (personnels enseignants, personnels techniques...) dans les pièces expertisées afin de rendre compte de l'activité dans les salles, de leur occupation et d'évènements particuliers vis-à-vis de la ventilation comme les ouvertures de fenêtres ou les périodes d'entretien des surfaces, par exemple. Le partenaire ALDES assurera l'expertise du système de ventilation avec notamment l'analyse du système installé, la vérification du dimensionnement de l'installation et des mesures ponctuelles de pression et de débit sur l'ensemble du bâtiment. ALDES participera au choix des pièces instrumentées et complétera l'expertise sur ces pièces avec des mesures complémentaires de débit et de pression. Si les sites choisis sont équipés de matériel ALDES, il pourra être envisagé d'équiper après vérification des contraintes techniques, ces produits pour réaliser la télémessure de ces équipements et en assurer l'analyse des données transmises.

Tâche 2 : Mise au point d'un épurateur d'air réglable, intégré au système de ventilation, basé sur l'électrofiltration (responsable : LOCIE – partenaires associés : TEQOYA / ALDES)

2.1. Mise au point d'un électrofiltre intégré à une VMC double flux sur banc d'essai

La sous-tâche 2.1 consiste à développer et à optimiser un électrofiltre dimensionné pour être intégré à un système de ventilation tertiaire de type VMC double flux. Les choix du type de ventilation et des conditions de fonctionnement seront directement en lien avec les types de ventilation présents sur les sites de mesures choisis dans la tâche 1. Une fois la sélection des sites expérimentaux en tâche 1 réalisée, le module de filtration sera dimensionné et optimisé pour permettre une filtration de plus de 80% des particules fines. Pour cela, un banc d'essai sera monté pour accueillir le système de ventilation ainsi qu'une veine d'air linéaire dans laquelle sera intégrée le procédé ESP. De plus, il permettra de contrôler les paramètres environnementaux (concentrations de PM, humidité, température et débit d'air) ainsi que les paramètres opératoires (tension et l'intensité de l'ESP, débits d'air). Il est envisagé d'utiliser différents aérosols modèle pour couvrir une large gamme de diamètres allant de quelques nm à plusieurs µm dans des concentrations représentatives de celles rencontrés en air extérieur. Au laboratoire LOCIE plusieurs équipements permettent l'injection d'aérosol de diamètre différents allant de l'échelle nanométrique par des aérosols de NaCl générés par voie liquide (GP92

Setra) aux particules micrométriques par un générateur à brosse tournante (PALAS RBG-100). Le banc d'essai sera également équipé de mesure des pertes de charge et permettra de démontrer sa faible influence sur le système de ventilation (faible perte de charge).

Au sein de cette sous-tâche, les entreprises ALDES et TEQOYA participeront au dimensionnement de l'épurateur en veillant particulièrement aux points techniques suivants : vitesse d'air au niveau de l'épurateur, positionnement dans la centrale, positionnement de l'électrofiltre, encombrement disponible. La validation du dimensionnement pourra être complétée par des simulations numériques de l'homogénéité des flux d'air sur la surface frontale de l'épurateur en fonction de sa position dans la centrale et par des tests aérauliques lors du fonctionnement.

2.2. Tests d'efficacité et d'innocuité de l'épurateur

Dans un second temps, les performances du procédé en conditions contrôlées seront mesurées. Durant ces essais, l'efficacité de collecte des particules exprimée en fraction massique sera réalisée à l'aide de compteurs optiques (GRIMM G1.108), d'un NanoScan (3910, TSI) et d'un préleveur d'aérosol de type dust track (TSI), qui permettent un suivi en masse et en taille de l'aérosol traversant le procédé. Le banc d'essai sera aussi équipé de sorte à pouvoir quantifier en continu les concentrations en ozone (APOA-370 Horiba) et en oxydes d'azote (APNA-370 Horiba) potentiellement générées par le procédé. Les tests seront réalisés en conditions aérauliques stationnaires et instationnaires pour évaluer le risque de réentraînement d'agglomérats lors de variations de débit ou de pression. Une série d'essais en conditions contrôlées est prévu afin de couvrir les conditions représentatives du fonctionnement réel observées lors de la tâche 1 ou documentées dans la littérature : concentrations extérieures, débits de ventilation, température et humidité relative. Enfin en collaboration avec l'Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE) de Grenoble, des mesures innovants de capacité oxydante de l'aérosol par l'évaluation du potentiel oxydant (Calas et al., 2017) avant et après traitement seront réalisées (sous-traitées) pour valider l'innocuité intrinsèque du procédé de traitement et permettre une installation au sein d'un système de ventilation d'une salle d'un bâtiment tertiaire lors de la tâche 4 réalisée en conditions réelles. Ce paramètre représentant la capacité oxydante de l'aérosol et plus largement son impact sanitaire, permet de prendre en compte le changement de profil chimique de l'aérosol (particules et gaz) lors du processus d'électrofiltration qui peut engendrer une production de co-polluants liés à la dégradation des COV initialement présents (Ondarts et al., 2017). Dans le cas d'un impact sanitaire significatif mesuré par le potentiel oxydant en aval du procédé, ce paramètre pourra être mis au regard des paramètres opératoires de l'ESP (tension et intensité) afin de définir un fonctionnement optimal vis-à-vis de son innocuité. A notre connaissance, ces mesures de potentiel oxydant constitueront les premières de ce genre pour valider l'innocuité d'un procédé de traitement comme l'ESP.

➤ Phase 2 :

Tâche 3 : Validation de l'impact du procédé régulé sur la qualité de l'air intérieur en lien avec la qualité de l'air extérieur par une approche de simulation numérique (responsable : LOCIE – partenaires associés : OCTOPUS Lab / ALDES)

3.1. Développement du module électrofiltration dans INCA-Indoor et INDALO

INCA-Indoor est le modèle de chimie de l'air intérieur initié lors du projet MERMAID (APR PRIMEQUAL 2012 – 2015) et développé depuis par Octopus Lab. INCA-Indoor (Mendez et al., 2015), a été construit sur la base du modèle INCA (Hauglustaine et al., 2004). Celui-ci permet de simuler la qualité de l'air intérieur et de hiérarchiser les processus influençant la QAI dans des environnements intérieurs réels ou simulés. INCA-Indoor est désormais un modèle multizonal et constitue le seul modèle zonal de QAI intégrant la réactivité chimique et l'ensemble des processus physico-chimiques connus en air intérieur en phase gazeuse et l'aérosol. Il est intégré à la plateforme INDALO, outil d'aide à la décision pour la rénovation et la conception de bâtiments sains. INDALO couple aujourd'hui le modèle INCA-Indoor

avec (1) le modèle CONTAM (NIST) qui permet de simuler l'aérodynamique d'un bâtiment ; (2) des bases de données d'émissions de polluants par les matériaux de construction, les éléments de mobiliers et les activités des occupants d'un bâtiment et de pollution de l'air extérieur.

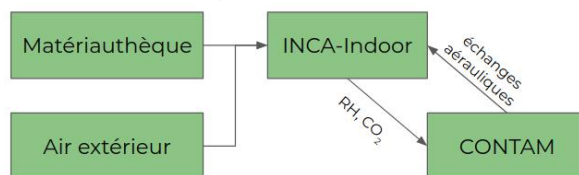


Figure 3: : INDALO, couplage entre CONTAM, INCA-Indoor et les données de pollution
 Au sein d'INCA-Indoor, l'équation générale suivante peut être considérée pour chaque espèce :

$$\frac{d[X]}{dt} = [Emission] + [Echange air] + [Prod X] - [Loss X][X] - [Dépôt][X]$$

Ainsi, à chaque pas de temps, INCA-Indoor calcule la contribution à la concentration en une espèce chimique des phénomènes suivants :

- la réactivité chimique en phase gazeuse, incluant les phénomènes de photolyse,
- la réactivité hétérogène (gaz + surface ou gaz + aérosol),
- l'émission, le dépôt aux surfaces pour les espèces inorganiques et les particules,
- la sorption aux surfaces pour les COV,
- l'échange avec l'extérieur ou avec d'autres éléments du bâtiment (pièce, système de ventilation),
- la condensation d'espèces semi-volatiles sur les particules,
- la nucléation de particules,
- la coagulation des particules entre elles.

Actuellement INCA-Indoor considère 1100 espèces gazeuses (dont 800 COV) et les aérosols distribués sur 32 classes granulométriques (réparti de 5 nm à 50 µm de diamètre) contenant chacune 30 espèces chimiques. Ainsi, le développement du module d'électrofiltration au sein du modèle s'appuiera sur ce principe et devrait être considéré comme une zone (de la même façon qu'une pièce ou une centrale de traitement d'air). Ainsi modélisé, le module d'électrofiltration pourra être caractérisé par : 1) le temps de passage de l'air (ou volume et débit), 2) l'efficacité de filtration en fonction de la classe granulométrique et 3) la formation de potentiels de co-polluants secondaires révélés par les tests d'innocuité en Tâche 2.

En fonction de la caractérisation effectuée et des besoins exprimés en Tâche 2, une représentation mathématique de phénomènes tels que l'encrassement de l'électrofiltre pourront être implémentés. La validation de ces développements sera menée par intercomparaison statistique entre les mesures réalisées dans ce projet et les simulations réalisées.

3.2. Etude d'impact de l'électrofiltration sur la QAI

Afin d'évaluer l'impact de l'électrofiltration sur la qualité d'air intérieur dans les établissements scolaires, plusieurs scénarios d'école pourront être explorés. Le descriptif des écoles instrumentés dans le cadre des campagnes écoles permettra d'établir un plan d'expérience représentatif du parc français. Parmi les scénarios pressentis, on notera :

- Des cas représentatifs d'écoles de différentes époques de construction. Il sera alors possible d'évaluer l'impact de l'étanchéité de l'enveloppe, de l'agencement ou des tailles des espaces par exemple.
- Les usages du bâtiment seront évalués. L'efficacité nette du système d'électrofiltration peut varier en fonction des pratiques des usagers du bâtiment (ouverture de fenêtres par exemple).
- Différentes situations d'air extérieur (pollution particulaire en site urbain / périurbain / vallée alpine / etc). La concentration et la distribution granulométrique et la nature des aérosols pouvant varier selon les sources, ces scénarios d'air extérieur permettront d'évaluer les limites des systèmes selon des situations caractéristiques rencontrées en France.

Par l'intermédiaire de la simulation numérique, des scénarios représentatifs d'autres typologies de bâtiments pourront également être explorés comme les ERP Tertiaire type bureau, les EHPAD qui permet une diversité entre les espaces privatifs, espaces communs et zones dédiées au personnel, ainsi que tout autre typologie de bâtiment jugée opportune par le consortium et l'ADEME lors de la réalisation du projet.

Dans cette phase de simulation, ALDES apportera ses connaissances sur la typologie des systèmes à étudier, les scénarios, les modes de fonctionnement liés aux régulations habituelles (hygroréglable CO2, présence, agitation...) et l'impact sur les déperditions énergétiques du bâtiment.

Tâche 4 : Installation et mesures sur site de l'impact sur la QAI de l'épurateur intégré au système de ventilation (responsable : LOCIE / ALDES – partenaires associés : EDYTEM / ATMO AURA)

Afin de compléter les simulations réalisées en tâche 3 et de valider l'impact sur la qualité de l'air intérieur du procédé d'ESP intégré au système de ventilation d'un bâtiment tertiaire, des campagnes de mesures sur site dans des conditions réelles seront réalisées suivant un plan d'expérience similaire à celui appliqué lors des campagnes réalisées durant la tâche 1 en début de projet. Les paramètres suivis seront les mêmes que ceux définis lors de la tâche 1 pour caractériser le lien entre QAE/QAI (mesures des PM, débits de ventilation...). La campagne de mesure et d'observation s'étalera de 1 à 2 mois durant la période hivernale à partir du 20^{ième} mois du projet, dans une salle de classe ou une pièce d'un bâtiment tertiaire. Il pourra être envisagé de réaliser ces mesures dans un des bâtiments déjà expertisé lors de la tâche 1 afin d'avoir un scénario d'occupation clairement connu ainsi qu'une connaissance initiale du lien entre QAE et QAI avant installation du procédé dans le système de ventilation. Ces campagnes de mesures pourront se dérouler en deux étapes avec une première période de mesure d'environ un mois avec le procédé de traitement éteint et une seconde période d'1 mois avec le procédé en fonctionnement.

En collaboration avec le LOCIE, l'entreprise ALDES participera à l'installation et à la mise en service du prototype sur une installation existante en intégrant les contraintes de mise en œuvre. Une fois installé et mis en fonctionnement, ALDES réalisera la télémessure des caractéristiques aérauliques afin de corréliser ces éléments aux mesures de QAI. Les résultats de ces campagnes constitueront une base de données d'informations complémentaires pour démontrer l'efficacité et l'intérêt d'un tel procédé au sein d'une VMC double flux en conditions réelles. Ces informations pourront être réinjectées, parallèlement dans le modèle de simulation afin de mieux contraindre les sorties du modèle et de valider complètement l'approche par simulation numérique incluant un procédé de traitement par ESP de l'air transférée de l'extérieur vers l'intérieur par le système de ventilation. L'interconnexion entre la tâche 3 et la tâche 4 permettra d'envisager d'étendre l'évaluation de l'impact sur la QAI d'un tel procédé de traitement pour une diversité plus grande de bâtiments dans lesquels une VMC double flux est installée par une approche de simulation numérique robuste.

➤ Phase 3 :

Tâche 5 : Propositions de stratégies de gestion de la QAI au sein des bâtiments tertiaires pour les acteurs de la conception/rénovation et les pouvoirs publics : voies de développement, proposition technique, protocole de « bon pratique » en rénovation anticipant les nouvelles normes RE2020. (responsable : ATMO AURA /Grand Chambéry – partenaires associés : LOCIE / ALDES)

Afin de permettre un transfert efficace des résultats et des connaissances acquis lors du projet TERSciAirE, une tâche complète est consacrée à la mise en place de livrables d'accompagnement technique ou stratégique de la gestion de la QAI au sein des bâtiments tertiaires. Ainsi, avec le soutien du porteur de projet, la responsabilité de cette tâche est attribuée à ATMO ainsi qu'à Grand Chambéry AURA. Il est, actuellement envisagé 3 formes de livrables pour communiquer les résultats à savoir :

- Etat des lieux de caractérisation du lien entre QAI/QAE au regard des protocoles actuels de ventilation des bâtiments tertiaires (aération, protocole de ventilation...) sur les bâtiments expertisés en tâche 1 ;
- Capitaliser sur les différentes simulations numériques, les paramètres importants de la stratégie de gestion de la QAI afin de présenter un guide de recommandation technique décrivant l'utilisation d'un ESP intégré au système de ventilation ;
- Un bilan des stratégies de gestion de la QAI au sein de bâtiments tertiaires confrontés à des périodes significatives de qualité de l'air extérieur dégradée qui permettra de création d'un guide d'adaptation des comportements pour la gestion de la QAI lors de ces épisodes de pollution de l'air extérieur.

Au cours de cette tâche, la participation d'ALDES consistera à fournir les propositions de stratégies et d'utilisation de l'épurateur régulé suivant la typologie des bâtiments.

La participation de Grand Chambéry consistera à vulgariser le projet, vers les Communes de Grand Chambéry et les acteurs locaux, par ses moyens d'animation du Plan Climat Air Energie Territorial et ses vecteurs de communication.

4. CALENDRIER PREVISIONNEL

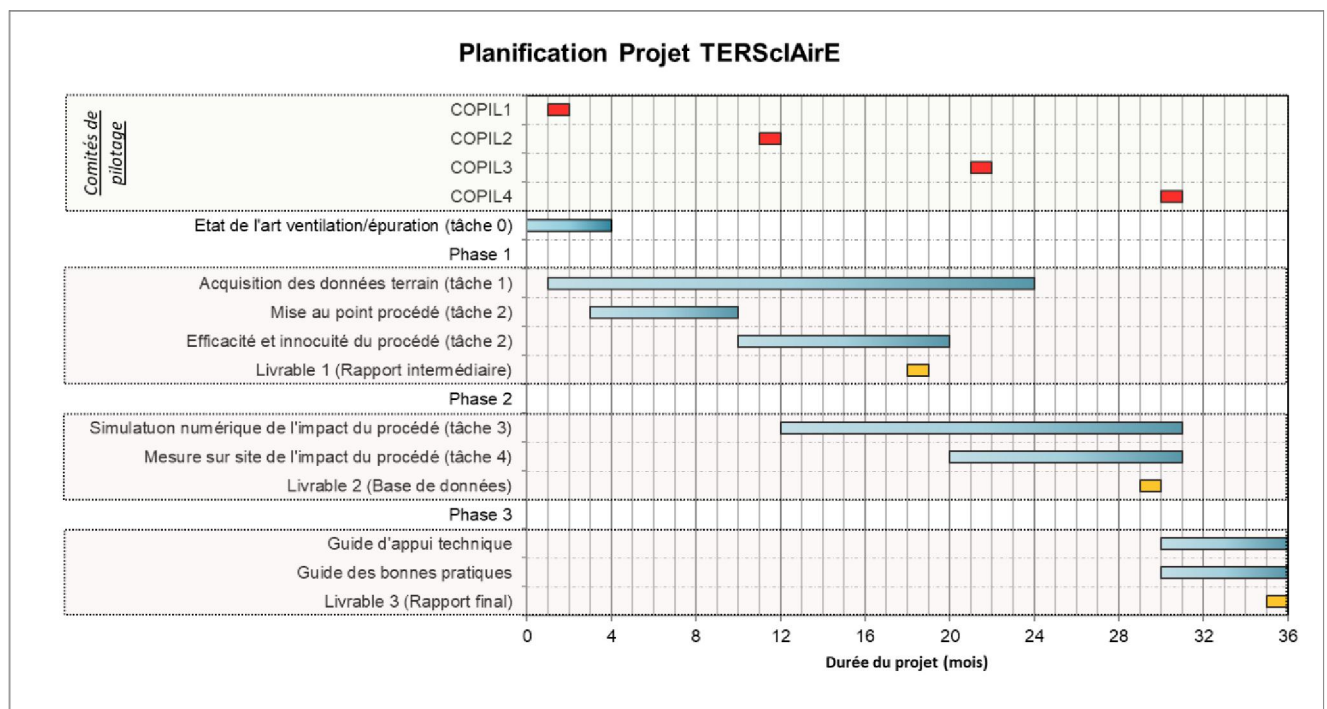


Figure 4 : Rétroplanning du projet TERSciAirE.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Belis, C.A., Pernigotti, D., Pirovano, G., Favez, O., Jaffrezo, J.L., Kuenen, J., Denier van Der Gon, H., Reizer, M., Riffault, V., Alleman, L.Y., Almeida, M., Amato, F., Angyal, A., Argyropoulos, G., Bande, S., Beslic, I., Besombes, J.-L., Bove, M.C., Brotto, P., Calori, G., Cesari, D., Colombi, C., Contini, D., De Gennaro, G., Di Gilio, A., Diapouli, E., El Haddad, I., Elbern, H., Eleftheriadis, K., Ferreira, J., Vivanco, M.G., Gilardoni, S., Golly, B., Hellebust, S., Hopke, P.K., Izadmanesh, Y., Jorquera, H., Krajsek, K.,

- Kranenburg, R., Lazzeri, P., Lenartz, F., Lucarelli, F., Maciejewska, K., Manders, A., Manousakas, M., Masiol, M., Mircea, M., Mooibroek, D., Nava, S., Oliveira, D., Paglione, M., Pandolfi, M., Perrone, M., Petralia, E., Pietrodangelo, A., Pillon, S., Pokorna, P., Prati, P., Salameh, D., Samara, C., Samek, L., Saraga, D., Sauvage, S., Schaap, M., Scotto, F., Segal, K., Siour, G., Tauler, R., Valli, G., Vecchi, R., Venturini, E., Vestenius, M., Waked, A., Yubero, E., 2020. Evaluation of receptor and chemical transport models for PM10 source apportionment. *Atmospheric Environ.* X 5, 100053. <https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2019.100053>
- Blondeau, P., Abadie, M.O., Durand, A., Kaluzny, P., Parat, S., Ginestet, A., Pugnet, D., Turreilles, C., Duforestel, T., 2021. Experimental characterization of the removal efficiency and energy effectiveness of central air cleaners. *Energy Built Environ.* 2, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.05.004>
- Blondeau, P., Iordache, V., Poupard, O., Genin, D., Allard, F., 2005. Relationship between outdoor and indoor air quality in eight French schools. *Indoor Air* 15, 2–12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00263.x>
- Boor, B.E., Spilak, M.P., Laverge, J., Novoselac, A., Xu, Y., 2017. Human exposure to indoor air pollutants in sleep microenvironments: A literature review. *Build. Environ.* 125, 528–555. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.08.050>
- Calas, A., Uzu, G., Martins, J.M.F., Voisin, D., Spadini, L., Lacroix, T., Jaffrezo, J.-L., 2017. The importance of simulated lung fluid (SLF) extractions for a more relevant evaluation of the oxidative potential of particulate matter. *Sci. Rep.* 7, 11617. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11979-3>
- Chamseddine, A., Alameddine, I., Hatzopoulou, M., El-Fadel, M., 2019. Seasonal variation of air quality in hospitals with indoor–outdoor correlations. *Build. Environ.* 148, 689–700. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.11.034>
- Chen, L., 2018. Etude Expérimentale de la décharge couronne pour le traitement de l'air intérieur : COV et particules (phdthesis). Université Grenoble Alpes.
- Dechezleprêtre, A., Rivers, N., Stadler, B., 2019. The economic cost of air pollution: Evidence from Europe. <https://doi.org/10.1787/56119490-en>
- Domínguez-Amarillo, S., Fernández-Agüera, J., Cesteros-García, S., González-Lezcano, R.A., 2020. Bad Air Can Also Kill: Residential Indoor Air Quality and Pollutant Exposure Risk during the COVID-19 Crisis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 7183. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197183>
- Du Chelas, D., Baron-Renou, P., Monnier, H., 2020. Caractérisation des transferts de pollution de l'air extérieur vers l'air intérieur dans les établissements scolaires - TRANS'AIR : une évaluation du transfert des polluants et des propositions de bonnes pratiques dans les écoles de Saint-Nazaire (Final). ADEME.
- Golly, B., 2014. Etude des sources et de la dynamique atmosphérique de polluants organiques particuliers en vallées alpines: apport de nouveaux traceurs organiques aux modèles récepteurs. Université de Grenoble.
- Golly, B., Brulfert, G., Berlioux, G., Jaffrezo, J.-L., Besombes, J.-L., 2015. Large chemical characterisation of PM10 emitted from graphite material production: Application in source apportionment. *Sci. Total Environ.* 538, 634–643. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.115>

Golly, B., Waked, A., Weber, S., Samake, A., Jacob, V., Conil, S., Rangognio, J., Chrétien, E., Vagnot, M.-P., Robic, P.-Y., Besombes, J.-L., Jaffrezo, J.-L., 2019. Organic markers and OC source apportionment for seasonal variations of PM_{2.5} at 5 rural sites in France. *Atmos. Environ.* 198, 142–157. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.10.027>

Hauglustaine, D.A., Hourdin, F., Jourdain, L., Filiberti, M.-A., Walters, S., Lamarque, J.-F., Holland, E.A., 2004. Interactive chemistry in the Laboratoire de Météorologie Dynamique general circulation model: Description and background tropospheric chemistry evaluation. *J. Geophys. Res. Atmospheres* 109. <https://doi.org/10.1029/2003JD003957>

IARC, 2018. Les cancers attribuables au mode de vie et à l'environnement en France métropolitaine.

Kukadia, V., Upton, S., 2019. Ensuring good indoor air quality in buildings 13.

Kulhánová, I., Morelli, X., Le Tertre, A., Loomis, D., Charbotel, B., Medina, S., Ormsby, J.-N., Lepeule, J., Slama, R., Soerjomataram, I., 2018. The fraction of lung cancer incidence attributable to fine particulate air pollution in France: Impact of spatial resolution of air pollution models. *Environ. Int.* 121, 1079–1086. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.055>

Legendre, A.-L., Cormerais, B., Caini, F., Navel, V., Durand, E., Vivion, G., Troquet, C., Fauvel, G., 2016. Améliorer la qualité de l'air dans les crèches, les maternelles et les écoles élémentaires de la Rochelle (Final). ADEME.

Leung, D.Y.C., 2015. Outdoor-indoor air pollution in urban environment: challenges and opportunity. *Front. Environ. Sci.* 2. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2014.00069>

Mandin, C., Trantallidi, M., Cattaneo, A., Canha, N., Mihucz, V.G., Szigeti, T., Mabilia, R., Perreca, E., Spinazzè, A., Fossati, S., De Kluizenaar, Y., Cornelissen, E., Sakellaris, I., Saraga, D., Hänninen, O., De Oliveira Fernandes, E., Ventura, G., Wolkoff, P., Carrer, P., Bartzis, J., 2017. Assessment of indoor air quality in office buildings across Europe – The OFFICAIR study. *Sci. Total Environ.* 579, 169–178. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.238>

Martins, V., Faria, T., Diapouli, E., Manousakas, M.I., Eleftheriadis, K., Viana, M., Almeida, S.M., 2020. Relationship between indoor and outdoor size-fractionated particulate matter in urban microenvironments: Levels, chemical composition and sources. *Environ. Res.* 183, 109203. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109203>

Mendez, M., Blond, N., Blondeau, P., Schoemaeker, C., Hauglustaine, D.A., 2015. Assessment of the impact of oxidation processes on indoor air pollution using the new time-resolved INCA-Indoor model. *Atmos. Environ.* 122, 521–530. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.10.025>

Mothes, F., Ifang, S., Gallus, M., Golly, B., Boréave, A., Kurtenbach, R., Kleffmann, J., George, C., Herrmann, H., 2018. Bed flow photoreactor experiments to assess the photocatalytic nitrogen oxides abatement under simulated atmospheric conditions. *Appl. Catal. B Environ.* 231, 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.03.010>

Nalin, F., Golly, B., Besombes, J.-L., Pelletier, C., Aujay-Plouzeau, R., Verlhac, S., Dermigny, A., Fievet, A., Karoski, N., Dubois, P., Collet, S., Favez, O., Albinet, A., 2016. Fast oxidation processes from

emission to ambient air introduction of aerosol emitted by residential log wood stoves. *Atmos. Environ.* 143, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.08.002>

Nurmatov, U.B., Tagiyeva, N., Semple, S., Devereux, G., Sheikh, A., 2015. Volatile organic compounds and risk of asthma and allergy: a systematic review. *Eur. Respir. Rev.* 24, 92–101. <https://doi.org/10.1183/09059180.00000714>

Odeh, I., Hussein, T., 2016. Activity Pattern of Urban Adult Students in an Eastern Mediterranean Society. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 13, 960. <https://doi.org/10.3390/ijerph13100960>

Ondarts, M., Gonze, E., Kanama, N., Quéré, L., 2020. Etude de l'impact de la rénovation énergétique du groupe scolaire Marlioz : analyse des paramètres de confort et de la qualité de l'air intérieur (Final). LOCIE Université Savoie Mont Blanc.

Ondarts, M., Hajji, W., Outin, J., Bejat, T., Gonze, E., 2017. Non-Thermal Plasma for indoor air treatment: Toluene degradation in a corona discharge at ppbv levels. *Chem. Eng. Res. Des.* 118, 194–205. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2016.12.015>

Piot, C., 2011. Polluants atmosphériques organiques particulaires en Rhône-Alpes: caractérisation chimique et sources d'émissions. Université de Grenoble.

Ramalho, O., Ribéron, J., Wenjuan, W., Mandin, C., 2018. Impact de la pollution extérieure sur la qualité de l'air intérieur (Final No. CSTB/DSC/2017-105b). ANSES-CSTB.

Rey, G., Sivanantham, S., Fauconnet, C., Schneider, I., Mandin, C., 2018. Stratégies d'aération dans les écoles de la Ville d'Aix-les-Bains (Final). ADEME.

Schweizer, C., Edwards, R.D., Bayer-Oglesby, L., Gauderman, W.J., Ilacqua, V., Jantunen, M.J., Lai, H.K., Nieuwenhuijsen, M., Künzli, N., 2007. Indoor time–microenvironment–activity patterns in seven regions of Europe. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 17, 170–181. <https://doi.org/10.1038/sj.jes.7500490>

Simoni, M.-L., Lavarde, P., Krieps, L., Lesteven, P., 2019. Observatoire de la qualité de l'air intérieur : Bilan et perspectives (ADEME No. CGEDD n° 012430-01).

Zee, S.C. van der, Strak, M., Dijkema, M.B.A., Brunekreef, B., Janssen, N. a. H., 2017. The impact of particle filtration on indoor air quality in a classroom near a highway. *Indoor Air* 27, 291–302. <https://doi.org/10.1111/ina.12308>

Zuraimi, M.S., Tham, K.W., 2009. Reducing particle exposures in a tropical office building using electrostatic precipitators. *Build. Environ.* 44, 2475–2485. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.04.011>

ANNEXE 2 – LISTE DES CONNAISSANCES PROPRES DES PARTIES NECESSAIRES A L'EXECUTION DU PROJET

Pour l'USMB :

- Prototypage de procédé de traitement de l'air par électrofiltration - LOCIE
- Génération contrôlée d'un aérosol modèle et réalisation de mesures en continu des caractéristiques physico-chimiques (charge de particules, distribution en taille, concentration) - LOCIE
- Analyses des composés secondaires gazeux générés par l'électrofiltration - LOCIE
- Prélèvements et collectes d'échantillons en vue de la réalisation d'analyses chimiques (prélèvement, conditionnement, archivage) – LOCIE / EDYTEM
- Analyses chimiques des particules - EDYTEM

Pour ALDES AERAUQUE :

Pour ATMO AUVERGNE RHONE ALPES :

Pour OCTOPUS LAB :

Pour TEQOYA :

- conception et industrialisation de procédés de ionisation de l'air et d'électrofiltration
- caractérisation de l'émission d'ions et d'ozone par les ioniseurs à aiguilles
- distribution des ions dans une veine d'air afin d'optimiser les performances d'un précipitateur électrostatique
- effet conditions ambiantes sur le fonctionnement des électrofiltres
- contrôle-commande d'un électrofiltre

Pour GRAND CHAMBERY :

- Intermédiaire privilégié avec les communes, pour trouver des ERP à instrumenter et diffuser les résultats du projet à travers différentes instances : commissions d'élus, réunion des services

techniques et des élus municipaux dans le cadre de l'animation du plan climat air énergie territorial

- Vulgarisation des résultats auprès des acteurs locaux et du grand public à travers les vecteurs de communication (magazine C Mag, supports web)

ANNEXE 3 – COMPOSITION DU COMITE

Pour l'USMB :

Laboratoire LOCIE
M. Benjamin GOLLY
benjamin.golly@univ-smb.fr

Pour ALDES AERAIQUE :

Pour ATMO AUVERGNE RHONE ALPES :

Pour OCTOPUS LAB :

Pour TEQOYA :
Pierre Guitton
pierre.guitton@teqoya.com

Pour GRAND CHAMBERY :
Marie Favreau Chargée de mission climat et territoire durable : marie.favreau@grandchambery.fr

ANNEXE 4 – LISTE DES AFFILIES

Pour l'USMB : aucun

Pour ALDES AERAIQUE :

Pour ATMO AUVERGNE RHONE ALPES :

Pour OCTOPUS LAB :

Pour TEQOYA :

Pour GRAND CHAMBERY : aucun