

AUBE

Présentation du projet AUBE (Avancer vers un Urbanisme Basse Energie)

Olivier Blanpain, Professeur des Universités
Directeur du Département Géomatique et
Génie Urbain, Polytech Lille





Les objectifs du projet AUBE

AUBE n'est pas un simple programme de recherche!

Il comporte des volets de :

- transfert technologique
- développement économique
- formation professionnelle
- structuration scientifique
- création d'entreprise





Les objectifs du projet AUBE

Développer des outils numériques en physique urbaine à l'échelle de la ville ou du quartier. Ces outils numériques permettront d'évaluer les coûts et les avantages de différents scénarios de développement ou de rénovation, en mettant l'accent sur la sobriété énergétique, l'intégration des énergies renouvelables, la qualité de vie au sein des ensembles urbains ainsi que la résilience au changement climatique.

Apporter un outil puissant à l'industrie du bâtiment et à celle des travaux publics. La grande majorité de l'occupation du sol urbain relève de l'une de ces deux industries qui cherchent déjà à promouvoir le développement durable à travers divers projets tels que la déconstruction, le recyclage, les enrobés froids, etc... Offrir la possibilité de tester des hypothèses de travail et de valider a priori des solutions techniques avant la réalisation de prototypes ou de travaux.

Mettre en place des formations en énergétique urbaine en formation initiale et en formation continue permettant à l'ensemble des acteurs du domaine de monter en compétences.

Poser la première pierre pour la construction d'une équipe de recherche et développement en physique urbaine en région Hauts de France de dimension internationale.

Créer une start-up en physique urbaine en cours de projet afin de capitaliser les expertises développées.



Le projet AUBE consiste à développer, en l'espace de 6 ans, un jumeau numérique d'un quartier de ville, permettant d'évaluer le coût, les avantages, les inconvénients de différents scénarios d'évolution, de conception, de transformation, selon de multiples points de vue tels que la sobriété énergétique, de l'intégration des énergies renouvelables ou de la qualité de vie dans des ensembles urbains.

Ces 6 années seront découpées en 2 périodes de 3 ans avec un go/no go à la fin de la première période.

Le programme scientifique se construira autour de 6 thèses de Doctorat (3 par période)



La bonne réalisation du projet AUBE commande d'abord la problématique sous plusieurs angles.

La construction du jumeau numérique nécessite de développer et d'implémenter les modèles de physique urbaine.

Au préalable, il convient de travailler à l'acquisition et à la formalisation des données permettant de représenter le milieu urbain et nécessaires à l'usage des modèles physiques.

Par ailleurs, l'expérience nous a montré (projet SERVEAU) que les absences de prise en compte des problématiques sociales et/ou économiques, de la formalisation des enjeux (dont le changement climatique) et des jeux d'acteurs font que les projets construits uniquement sur une approche mécanicienne ont comme conséquence une non-appropriation par le monde professionnel des outils développés.

Enfin, toujours sur le sujet d'appropriation, un autre point à ne pas négliger est le transfert des nouvelles connaissances et pratiques vers l'ingénierie.



Thèse 1 – Un outil de construction automatique d’une géométrie urbaine capable de supporter les modèles physiques

Permettre de développer, à partir des données SIG, un modèle CAO urbain pour le calcul, pouvant supporter les différents maillages requis (radiosité, éléments finis, dynamique des fluides, etc.). Il s'agit d'un modèle automatique, basé sur des typologies de bâtiments, avec le niveau de détail souhaité et avec toutes les informations nécessaires aux différentes simulations (propriétés optiques et acoustiques des surfaces, propriétés thermiques des matériaux...).

Thèse 2 - Une ontologie propre au jumeau numérique

L’objet de cette thèse est la déconstruction de la ville en un système interactif d’objets discrets ou continus. C’est un sujet scientifique et technologique en soit, celui croisant les bases de données numériques à références spatiales avec les systèmes d’observation numérique (réseaux de mesures, instrumentation...). Pour y parvenir, une approche ontologique qui s’appuiera sur une collection des données à références spatiales urbaines permettant de discrétiser et renseigner les objets urbains afin d’évaluer l’écart de connaissances numériques entre le milieu urbain réel et le jumeau numérique sera développée.



Thèse 3 - Des scénarios de changement climatique pour une conception urbaine à l'aune de la résilience climatique

L'objet de cette thèse est d'utiliser le jumeau numérique comme un outil afin de tester l'adaptation de la ville au changement climatique. Pour ce faire, différentes approches selon différentes phases peuvent être envisagées. Il conviendrait de créer différents scénarios climatiques qui seraient à appliquer au jumeau numérique, afin de tester ses réponses et son comportement dans un contexte de climat modifié. Ces différents scénarios seraient appliqués par la suite au jumeau numérique à différentes échéances de temps (futur proche : 2050 ; futur intermédiaire : 2075 ; futur éloigné : 2100), la ville étant amenée à perdurer dans le temps. Il sera alors possible de tester les réponses des différents choix et aménagements au changement climatique, et ce aux différentes échéances au fur et à mesure que la ville s'inscrit dans le temps.

FIN de la première période de 3ans



Thèse 4 - L'interaction entre la végétation urbaine et les champs thermiques, acoustiques et lumineux

Pour cette thèse, le point de départ sera des modèles géométriques et physiques de la végétation (depuis l'arbre isolé jusqu'au parc urbain), à la recherche du niveau de détail adéquat, en fonction des simulations à réaliser dans le jumeau numérique urbain. Il faudra prendre en compte l'évolution des différentes essences dans le cycle de l'année et tout au long de leur croissance, sous différents climats. L'objectif final est de pouvoir comparer les avantages et inconvénients des solutions végétales et minérales sous différents climats.

Thèse 5 - Le potentiel photovoltaïques en milieu urbain

Pour cette thèse, on part du modèle de différents panneaux photovoltaïques, et en particulier de l'impact sur leur rendement de l'ombrage partiel et temporaire, inévitable en milieu urbain, ainsi que de leur intégration aux toitures et façades de la ville. L'évaluation énergétique sera complétée par une évaluation économique aussi précise que possible, afin de pouvoir finalement analyser les avantages et inconvénients de ces productions locales d'électricité d'origine solaire.



Thèse 6 – Le jeu des acteurs des territoires dans le domaine de la prise de décision en énergétique urbaine

Cette dernière thèse porte sur l'analyse du jeu d'acteurs impliqués dans le fonctionnement et l'usage du jumeau numérique. En effet, une connaissance précise et complète du jeu des acteurs des territoires partenaires dans les interactions ouvrages/outils/territoires est indispensable afin d'intégrer les problématiques sociales et/ou économiques, en vue de trouver des solutions durables et concertées. Elle doit aussi permettre de formaliser de manière non-équivoque les enjeux du territoire.



Un développeur

Le développeur à temps plein pendant la durée du projet sera en charge du développement des outils numériques du projet. Il concevra la structure du jumeau numérique et centralisera les résultats de l'équipe pour les y intégrer.

Un post-doctorant

Le post-doctorant interviendra aussi sur tout la durée du projet. Il sera en charge des tests et de la validation des développements du jumeau numérique. Il travaillera aussi avec les partenaires du projet sur les cas d'étude que ces derniers fourniront. Il effectuera les RETEX et les explicitera à l'équipe.



- Caroline Norrant, maître de conférences, Université de Lille, spécialité climat
- Eric Masson, maître de conférences, Université de Lille, spécialité données spatiales
- Jean-Baptiste Litot, maître de conférences, Université de Lille, spécialité données spatiales
- Maryvonne Prévot, professeur des universités, Université de Lille, spécialité jeux d'acteurs
- Michel Carrard, maître de conférences, Université du Littoral Côte d'Opale, spécialité jeux d'acteurs
- Benoit Beckers, professeur des universités, Université de Pau et des Pays de l'Adour, spécialité physique urbaine
- Jairo Acuna Paz y Mino, enseignant-chercheur contractuel, Université de Lille, spécialité physique urbaine
- Olivier Blanpain, professeur des universités, Université de Lille, spécialité ingénierie urbaine



Les antécédents : la production scientifique

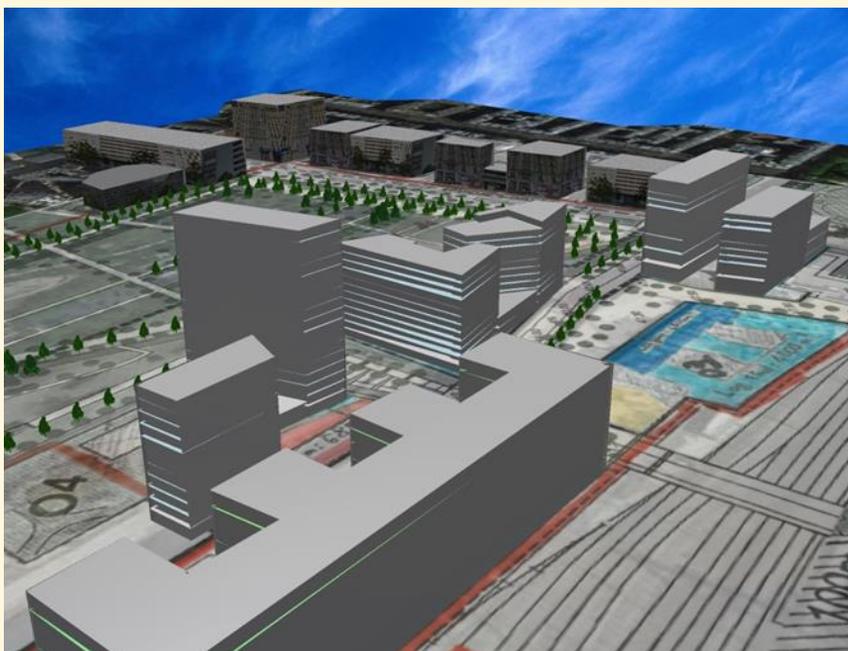
- Acuña Paz y Miño, J. (2020a). *Application des méthodes d'imagerie au rayonnement dans les scènes urbaines* (Doctoral dissertation, Pau).
- Acuña Paz y Miño, J., Lawrence, C., & Beckers, B. (2020b). Visual metering of the urban radiative environment through 4π imagery. *Infrared Physics & Technology*, 110, 103463.
- Acuña Paz y Miño, J., Duport, N., & Beckers, B. (2021). Pixel-by-pixel rectification of urban perspective thermography. *Remote Sensing of Environment*, 266, 112689.
- Aguerre, J. (2020). *Radiation techniques for urban thermal simulation with the Finite Element Method* (Tesis de doctorado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.).
- Beckers, B. and Beckers, P., 2012. A general rule for disk and hemisphere partition into equal-area cells. *Computational Geometry*, 45(7), pp.275-283.
- Beckers, B., 2019. Omnidirectional source modeling for ray tracing in room acoustics with specular reflection. *WSEAS Transactions on Acoustics and Music*, 6, pp.13-22.
- Bugeat, A. (2020a). *Développement d'une méthode de radiosité pour l'étude du rayonnement solaire en milieu urbain* (Doctoral dissertation, Université de Pau et des Pays de l'Adour ; Universidad de la República (Montevideo). Facultad de Ciencias).
- Bugeat, A., Beckers, B., & Fernández, E. (2020b). Improving the daylighting performance of residential light wells by reflecting and redirecting approaches. *Solar Energy*, 207, 1434-1444.
- de Bort, I., & Beckers, B. (2021). Impact of multiple reflections on urban acoustics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2042, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- de Bort, I. (2023). *Mesures et simulations acoustiques en milieu urbain* (Doctoral dissertation, Pau).
- Duport, N. (2021). *Études thermiques urbaines à différentes échelles par éléments finis* (Doctoral dissertation, Pau).
- García-Navado, E., Beckers, B., & Coch, H. (2020). Assessing the cooling effect of urban textile shading devices through time-lapse thermography. *Sustainable Cities and Society*, 63, 102458.
- García-Navado, E., Duport, N., Bugeat, A., & Beckers, B. (2021). Benefits of street sun sails to limit building cooling needs in a Mediterranean city. *Building and Environment*, 187, 107403.
- "Sanecity, plateforme collaborative 3D pour la prise en compte de problématique énergétique dès le plan masse", éditeur CDI Technologies, janvier 2016.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Analysis of the prescriptions for energy quality buildings in three Parisian urban development projects", Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment System, vol.3 n°2, 2015, pp. 118-130.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Vers un traitement transversal de la problématique énergétique dans les projets urbains: analyse du projet Paris Nord Est" dans S. Servain-Courant, C. Demazière, L. Verdelli (Dir.), Formes urbaines et développement durable, Editions du CTHS, octobre 2013.
- R. Nahon, B. Beckers, O. Blanpain, "Evaluation of the daylight conditions at early stages of an urban project", European Journal of Environmental and Civil Engineering, Vol 20, 2017, pp 1-15.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Analysis of the integration of energy issues into a multi-scale urban project – Paris Nord Est case study (France)", 6th Knowledge Cities World Summit, Istanbul, Turkey, 9-12 septembre 2013.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Analysis of the prescriptions for energy quality buildings in three Parisian urban development projects", 8th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia, 22-27 septembre 2013.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Mise en œuvre d'objectifs énergétiques et climatiques ambitieux dans le projet urbain Clichy-Batignolles (Paris, France) : opportunités et limites d'une politique d'exemplarité", Colloque international interdisciplinaire Réussir la transition énergétique : quelles dynamiques de changement ?, 28-29 janvier 2015, Lille, France.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Conditions for the implementation of the energy transition in urban development projects: a case study analysis Paris Rive Gauche, Paris Nord Est and Clichy-Batignolles (Paris, France)", Deuxièmes journées internationales de sociologie de l'Énergie / Second International Days of the Sociology of Energy, 1-3 juillet 2015, Tours.
- R. Nahon, G. Besuievsky, E. Fernandez, B. Beckers, O. Blanpain - "Exploring metrics on the evaluation of the bioclimatic potential at early stages of urban project", CISBAT, Future Buildings and Districts - Sustainability from Nano to Urban Scale, 9-11 septembre 2015, Lausanne, Suisse.
- R. Nahon, O. Blanpain, B. Beckers, "Illustrating the impact of the anisotropy of the sky vault emissivity on buildings' envelope radiative budget", Proceedings of FICUP 2016, 26 – 30 September 2016, Quito-Galápagos, Ecuador.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "L'énergie dans les projets urbains : analyse des pratiques", APEREAU 2013, Aix en provence, 27-30 mai 2013.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Paris Nord-Est : traitement de la problématique énergétique dans un projet urbain multi-échelles", RIDA²D, Vaulx-en-Velin, 12 février 2013.
- D. Lahlou, R. Nahon, O. Blanpain - "Une ontologie des opérations d'aménagement : étape nécessaire pour la réalisation d'outils de modélisation et de gouvernance de la consommation énergétique des métropoles", 51ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF), Marne-la-Vallée, 7-9 juillet 2014.
- C. Tardieu, M. Colombert, Y. Diab, O. Blanpain - "Approvisionnement en énergie des projets urbains : échelles et acteurs. Analyse des cas Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles et Paris Nord Est", Colloque Sciences sociales et transitions énergétiques, Grenoble, 28-29 mai 2015.
- R. Nahon, B. Beckers, O. Blanpain, "Modélisation de l'éclairage naturel dans les premières étapes d'un projet d'aménagement", 34èmes Rencontres de l'AUGC, 25 au 27 mai 2016, Liège, Belgique.
- R. Nahon, "Modélisation des échanges radiatifs à l'échelle urbaine pour un urbanisme bioclimatique", thèse de doctorat, Université de Lille, 30 novembre 2017.
- C. Tardieu, "La problématique de l'énergie dans les projets urbains", thèse de doctorat, Université de Lille, 11 mars 2015.



Les antécédents : Projet SERVEAU 2011-2016

Le programme : logements : 46 000 m², bureaux : 26 600 m², commerces : 10 940 m², écoles : 7 655 m², pour un total de 67 195 m².

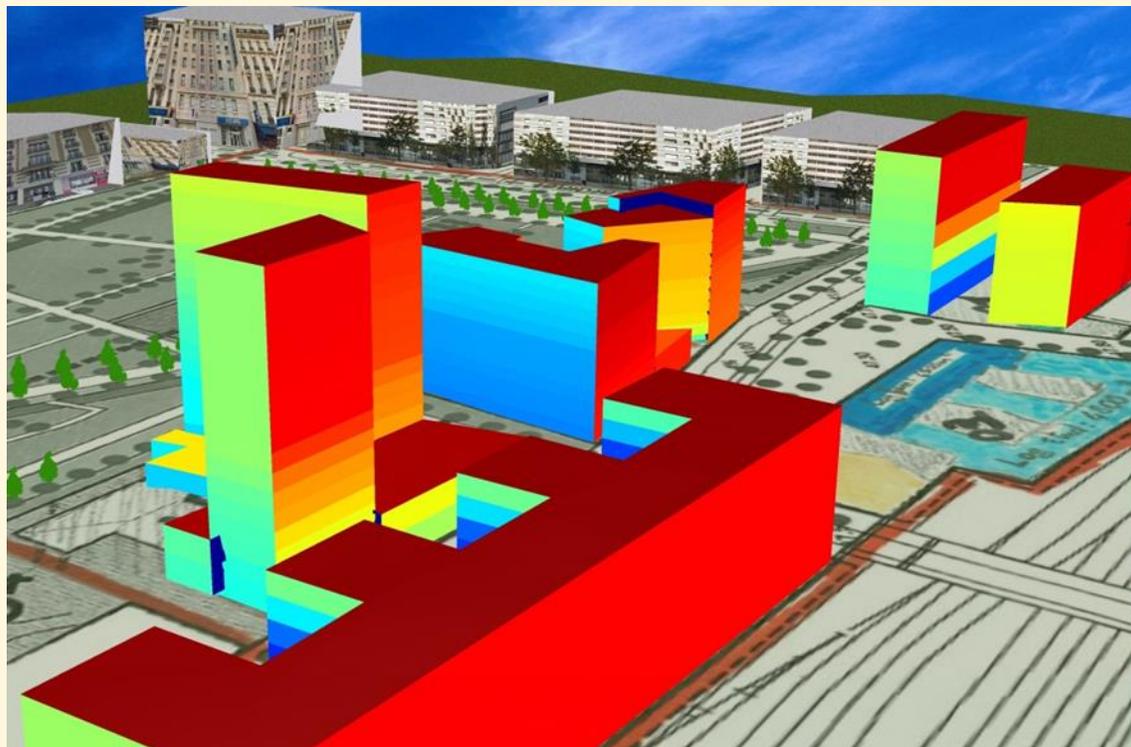
Proposition de base



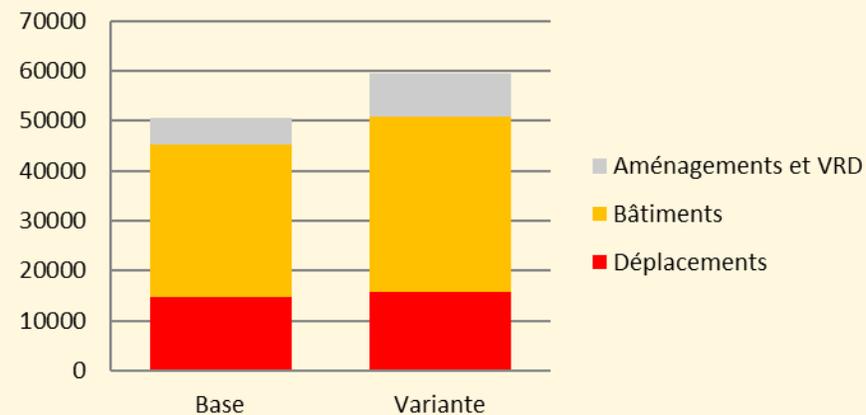
Variante



Les antécédents : Projet SERVEAU 2011-216



Consommations énergétiques globales (MWh/an)

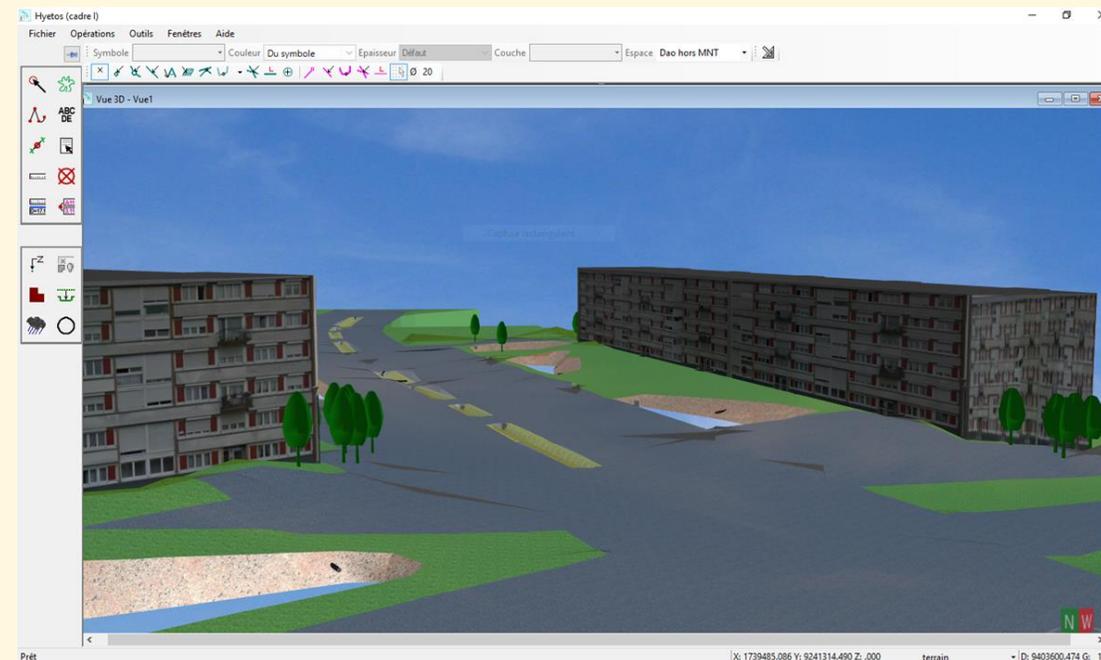
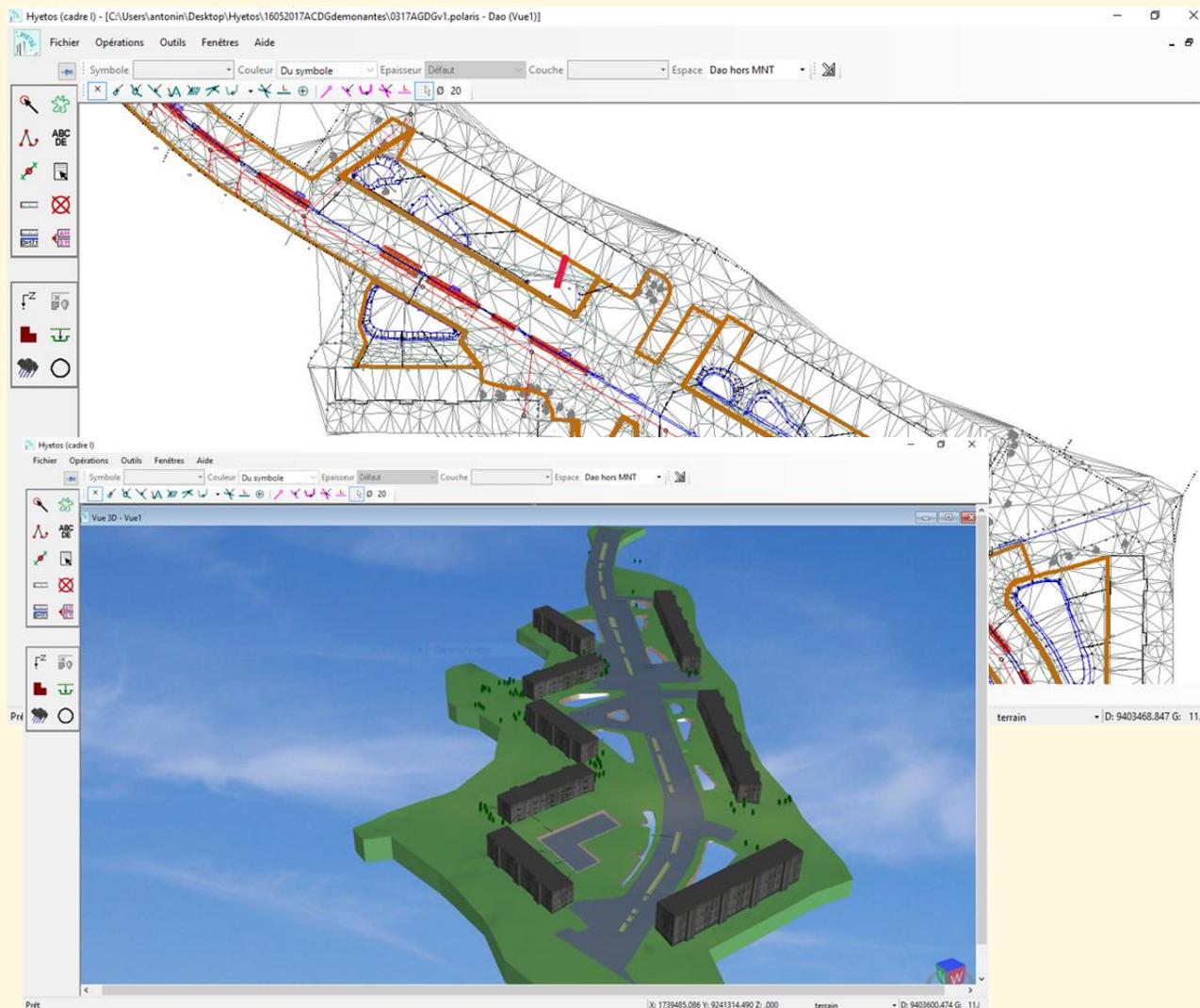


Les antécédents : Projet COMETA – Gestion Intégrée des Eaux Pluviales





Les antécédents : Projet COMETA – Logiciel Hyétos



Un projet sur 2 fois 3 ans avec un go/no go à la fin de la première période

(les chiffres suivants sont relatifs à la première période de 3 ans, la seconde période sera du même ordre de grandeur)

Une équipe de 8 enseignants chercheurs

Un développeur sur les 3 premières années

Un post-doctorant sur les 3 premières années

3 doctorants

Un budget estimé : 1975 k€ HT

Part de l'Université : 975 k€ HT

Reste à couvrir : 1000 k€ HT





La forme

Un consortium et non un guichet



AUBÉ

Merci de votre
attention



AUBE

