



JO 2024

La course à l'innovation, discipline olympique p.40

RH

Verdir son image
sans faire de
greenwashing p. 8

Commande publique

Les notes très
salées des ententes
anticoncurrentielles p. 54

Aménagement

Une promenade
plantée à 100 M€ au
bord du Rhône p. 30

Les JO 2024, booster de l'innovation

La Solidéo a actionné tous les leviers pour faire émerger des projets performants au service de ses ambitions environnementales qui dépassent largement l'événement sportif.

La Société de livraison des ouvrages olympiques (Solidéo) entame sa dernière ligne droite. D'ici à la fin de l'année, elle devra avoir livré les équipements nécessaires à la tenue des Jeux olympiques et paralympiques. Après la levée des réserves, elle les remettra au comité d'organisation, Paris 2024, qui les testera et les préparera. Au nombre de 64, ces ouvrages pérennes, neufs et rénovés sont portés par 30 maîtres d'ouvrage différents, supervisés par l'établissement public. A ce stade, le calendrier est respecté, de même que le budget de l'ordre de 3,8 Mds €.

A travers la construction des installations olympiques, la Solidéo a aussi voulu dessiner les contours de la ville européenne de demain, frugale et résiliente. Elle s'est ainsi fixé quatre enjeux - la réduction de l'empreinte carbone de près de moitié, le confort urbain dans les conditions de 2050, le développement de la biodiversité et celui de l'économie circulaire - auxquels s'ajoute l'accessibilité universelle, notamment dans l'espace public.

Pour mettre en œuvre cette stratégie « d'excellence environnementale », l'établissement public a misé sur l'innovation. En 2019, il a donc créé un fonds Innovation et écologie, doté de 36 M€ (lire encadré ci-contre). A ce jour, 34,5 M€ ont été dépensés et 29 projets soutenus. Ceux-ci se répartissent en deux grandes catégories. D'abord, les innovations dites de rupture. Elles sont notamment présentes sur le village des athlètes, dans le bâtiment démonstrateur d'Icade (recyclage des eaux usées, lire p. 52) et dans celui du groupement Nexity/Eiffage Immobilier/CDC Habitat (qualité de l'air intérieur et pilotage de la puissance

électrique du bâtiment pour lisser les pics de consommation, développées avec EDF, membre du groupement). Ensuite, celles consistant en une généralisation de procédés existants mais encore émergents comme le béton ultra bas carbone (lire p. 50) ou la massification du recours au bois.

Conventions d'objectifs. « Cette innovation s'inscrit dans le prolongement de notre mission de supervision », indique Antoine du Souich, directeur de la stratégie et de l'innovation à la Solidéo. A ce titre, l'établissement a conclu des conventions d'objectifs avec chaque maître d'ouvrage, précisant ses ambi-

Les ouvrages olympiques dessinent les contours de la ville européenne de demain, frugale et résiliente.

tions environnementales. « Nous avons aussi assuré un suivi de la mise en œuvre de ces innovations et nos interlocuteurs l'ont bien compris », poursuit Antoine du Souich. « La Solidéo nous a beaucoup challengés sur leur contenu tout en étant très présente à nos côtés pour l'accompagnement et la bonne compréhension de problèmes que nous pouvions rencontrer », estime Elodie Benoit. La directrice des grands projets chez Nexity insiste sur un autre point : « Comme tous les acteurs ont intérêt à faire aboutir ces

innovations, ils tirent tous dans le même sens et font les compromis nécessaires pour y parvenir. C'est la grande force du projet olympique. »

Cet écosystème a sans doute favorisé l'émergence des avancées les plus emblématiques de ces Jeux comme la charpente de 90 m de portée du centre aquatique olympique (CAO), entièrement en bois et de forme incurvée, présentée comme une première mondiale. « Sans le concours financier du fonds Innovation et écologie dont a bénéficié la Métropole du Grand Paris (MGP), et sans le niveau d'ambition porté par la Solidéo, peut-être aurions-nous amendé le projet. En l'occurrence, nous n'avons pas hésité car cette innovation structurelle répond en tout point au cahier des charges des ouvrages olympiques que nous avons repris dans l'appel d'offres de concession, et elle valorise l'ingénierie des entreprises françaises », fait valoir Christian Mourougane, qui était, jusqu'au 15 juin dernier, directeur de l'aménagement métropolitain-mission olympique à la MGP.

« La forme de la toiture résulte de plusieurs idées : un grand toit qui épouse au plus près les gradins et le plongeur de 10 m pour réduire le volume à chauffer, le plus léger possible pour



Sur les 21 Atex obtenues pour les ouvrages olympiques, 15 concernent des dispositifs d'ossature bois en façade mis en œuvre sur les immeubles du village des athlètes (situé au nord de Paris), sur la base de guides de recommandations initiés par la Solidéo.

économiser la matière et créer l'identité du projet. Le bois répondait à toutes ces contraintes », rappelle Laure Mériaud, architecte associée d'Ateliers 2/3/4/. L'agence a coconçu le CAO avec VenhoevenCS, emmenée par Cécilia Gross, au sein du groupement piloté par Bouygues Bâtiment Ile-de-France avec notamment SBP (BET structures et façades) et Mathis.

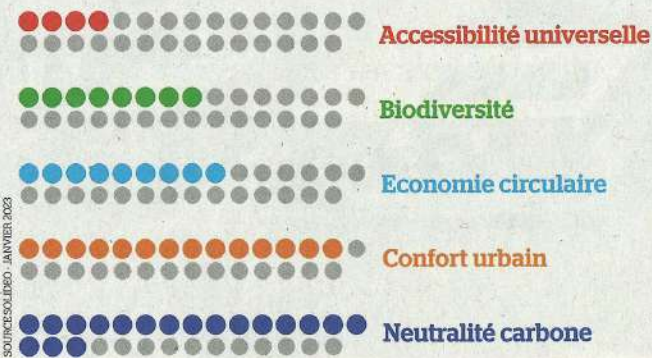
Temps gagné. La plupart des procédés qui ont émergé sur les différents équipements se sont accompagnés de demandes d'appréciation technique d'expérimentation (Atex). Sur 21 dossiers déposés au total, 16 concernent le village des athlètes dont 15 pour des dispositifs d'ossature bois en façade, quatre émanant du groupement Nexity-Eiffage Immobilier. « Cet afflux risquait de créer un goulet d'étranglement au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Il a alors été convenu avec ce dernier d'identifier des complexes façades innovants pour en réduire le nombre et d'instruire les demandes non pas sur les documents d'exécution comme habituellement mais sur ceux de conception, émis par les architectes et les bureaux d'études et coordonnés par notre cellule Village des athlètes », explique Olivier

Bienaimé, directeur opérationnel chez Eiffage Construction. Ce changement de procédure a permis d'obtenir les Atex en un an au lieu de dix-huit mois.

Pour certains opérateurs, le temps des Jeux sera un moment décisif. « Nous mettrons en service nos deux innovations - qualité de l'air intérieur et pilotage du bâtiment - pendant cette période pour faire du test and learn et les recalibrer en conséquence, précise Elodie Benoit. Nous avons déployé ces dispositifs sur l'immeuble de bureaux car l'investisseur, Groupama Immobilier, saura se les approprier dans le temps long. »

« Avec les Jeux, nous avons ouvert de nouveaux horizons, déclare Nicolas Ferrand, directeur général exécutif de la Solidéo. Nous avons permis à certains dispositifs technologiques d'être mis sur le marché avec cinq ans d'avance. Nous documentons toutes les avancées obtenues, les obstacles rencontrés et les raisons pour lesquelles certains d'entre eux n'ont pas pu être surmontés. » Son équipe réfléchit à la manière dont elle pourra restituer cette « documentation », qui constituera un autre grand héritage des Jeux de 2024. ● Nathalie Moutarde

Thématiques couvertes par les 29 projets aidés par le fonds Innovation et écologie



A fonds pour l'innovation

« Les aides versées par le fonds Innovation et écologie [36 M€, NDLR] financent les surcoûts liés à la mise au point des procédés innovants, qui doivent répondre à plusieurs critères dont ceux de la performance et de la répliquabilité, détaille Antoine du Souich, de la Solidéo. L'analyse des dossiers est menée par un comité que je préside avec l'appui technique d'experts

dont l'Agence Qualité Construction. » La MGP a reçu 7,3 M€ pour la charpente du CAO. A l'autre bout du spectre, le groupement Sogeprom/Demathieu Bard Immobilier, qui développe le lot principal du village des médias (60 000 m² SP), a touché 250 000 euros pour la dalle BB, un plancher mixte bois-béton. « Nous avons adapté aux immeubles de logements un produit breveté par le préfabricant A2C, qui n'était mis en œuvre que dans les bâtiments tertiaires »,

décrivent Philippe Jung, DG de Demathieu Bard Immobilier et Loïc Madeline, DG délégué Ile-de-France de Sogeprom.

La Solidéo a aussi souscrit à hauteur de 12 M€ dans Paris Fonds Vert, un fonds de croissance d'entreprises innovantes dans le secteur de la ville durable. « Cela nous a permis d'être connectés à des acteurs de l'innovation et d'avoir accès au sourcing de Demeter, gestionnaire du fonds », ajoute Antoine du Souich.

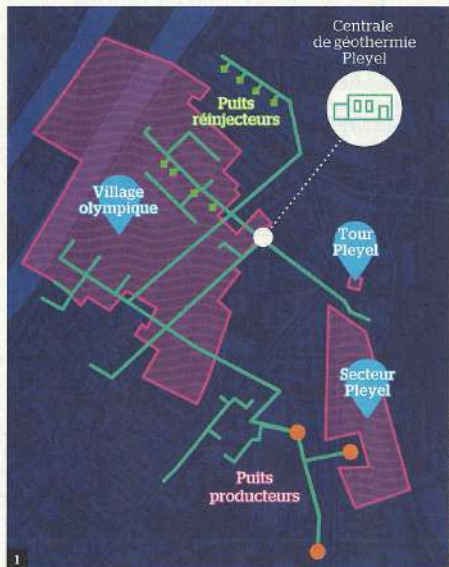


PHOTO: COURTESY PLAINES COMMUNES ENERGIE

1 - Le réseau de géothermie alimentera 600 000 m³ de bâtiments répartis entre le village olympique, le secteur Pleyel et la tour Pleyel. **2 -** Les échangeurs permettent le transfert de calories dans les 60 sous-stations du réseau.

système permettra d'abaisser la température intérieure jusqu'à 5 °C par rapport à l'extérieur.

« Le modèle économique repose sur la certitude que les occupants des bureaux seront capables de payer leurs factures énergétiques, tandis que les occupants des logements pourront choisir de l'utiliser, et donc de le payer, ou non. Cette mutualisation permet d'éviter que le coût soit trop élevé pour les particuliers. Ainsi, le fonctionnement de l'ensemble restera sobre sans surdimensionnement inutile », explique Antoine du Souich, directeur de la stratégie et de l'innovation de la Solidéo. Les maîtres d'ouvrage des bâtiments de logements concernés se sont chargés de financer l'installation de planchers chauffants réversibles dans plus de 2300 appartements sur les communes de Saint-Ouen et de Saint-Denis. Ils ont aussi pris en charge la mise en œuvre de 60 sous-stations. Sans ce montage original, le dispositif n'aurait jamais pu voir le jour.

Plus de 600 000 m³ de bâtiments raccordés. Les immeubles seront alimentés par le Syndicat mixte des réseaux d'énergie calorifique (Smirec) géré en délégation de service public par Plaine Commune Energie (filiale d'Engie). Ce réseau de 70 km de long a été prolongé de 10 km au terme de deux ans de travaux. Il alimentera 609 000 m³ au total, y compris le futur secteur Pleyel.



Quant à la production frigorifique, elle sera fabriquée sur place par la nouvelle centrale géothermique installée à Saint-Denis d'une capacité de 2 MW de froid (4 MW de chaud). Livrée en novembre

dernier, elle est dotée de trois thermofrigopompes qui injecteront une eau à 7 °C dans le réseau. Les tests de fonctionnement sont en cours, et sa mise en service interviendra au début de l'automne. Les trois puits producteurs sont situés au sud du carrefour Pleyel, et les huit puits réinjecteurs au nord-ouest des implantations. En appoint, deux groupes froid supplémentaires seront installés, l'un dans la tour Pleyel, l'autre dans le futur quartier Lumières Pleyel.

« Le recours à la géothermie concourt à la réussite de notre ambition bas carbone », souligne Yann Krynski, directeur des opérations de la Solidéo. Elle se traduit concrètement par un bilan carbone réduit de 45 % par rapport à un quartier classique. ● Clotilde de Gastines



Géothermie

La fraîcheur en héritage

Un réseau particulièrement sobre permettra de mutualiser l'approvisionnement en froid d'appartements et de bureaux.

Après les Jeux olympiques et paralympiques 2024, une partie des logements du village olympique - à cheval sur les communes de Saint-Ouen, Saint-Denis et L'Île-Saint-Denis (Seine-Saint-Denis) - seront convertis en appartements et intégreront une particularité : leurs occupants pourront bénéficier le soir et le week-end des apports en fraîcheur du réseau urbain de Plaine Commune. Lors de la conception du lieu, la Solidéo a considéré que les solutions passives ne suffiraient pas à assurer le confort d'été et l'habitabilité des logements au regard des projections climatiques pour 2050. Elle a alors eu l'idée de mutualiser la réponse aux besoins en froid. Comme sa production coûte trois fois plus cher que la chaleur, les logements pourront l'activer au moment où les espaces tertiaires ne l'utiliseront pas. Ce

► **Maîtrise d'ouvrage :** Solidéo et Plaine Commune Energie.
Entreprises : NGE Génie Civil, Guintoli, NGE Fondations, BBJ et cabinet Dimoe, Dubrac, STI Malani, Serfim Industries.
Coût global du projet : 27 M€ HT.



1

Energie

Un cœur pour les flux thermiques

L'Adidas Arena abritera une centrale de production de chaud et de froid qui couvrira ses propres besoins tout en alimentant les réseaux de la capitale.

Porte de la Chapelle à Paris (XVIII^e), l'Adidas Arena en cours de construction pour les Jeux olympiques et paralympiques de 2024 abritera dans ses sous-sols une vaste centrale de 500 m² dédiée à la production de chaud et de froid. Raccordée aux réseaux de Fraîcheur de Paris - l'opérateur du réseau de froid de la capitale - et de la Compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU), elle alimentera l'équipement sportif lui-même ainsi que le quartier alentour. « Pour maximiser le rendement de

l'installation, le chaud et le froid seront produits de façon concomitante », indique Christophe Rosa, délégué général adjoint en charge des Jeux à la Ville de Paris, maître d'ouvrage de l'opération.

Deux groupes froids d'une puissance totale de 6,6 MW généreront toute l'année de l'eau glacée à 3 °C. Non seulement ils couvriront les besoins de l'enceinte sportive estimés à 2 MW, mais ils approvisionneront aussi le réseau de Fraîcheur de Paris. La vertu du dispositif réside dans sa récupération de la chaleur fatale émise par les condenseurs, estimée à 13 220 MWh par an, par deux pompes à chaleur. Celles-ci, d'une puissance totale de 2,5 MW, valoriseront ces calories à hauteur de 1,3 MW pour alimenter les systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire de l'Arena. Le surplus rejoindra, lui, le réseau de CPCU.

Géothermie et free-cooling. « L'été, lorsque les demandes en froid augmentent et que les besoins en chaud diminuent, le surplus de calories des groupes froids sera évacué vers trois autres exutoires », explique Guillaume Nermond, responsable d'équipe du département ingénierie production à la direction des opérations pour Fraîcheur de Paris. Afin de rendre la centrale de production à la fois plus efficace et plus résiliente, elles pourront en effet être évacuées grâce à la géothermie, au réseau d'eau non potable d'Eau de Paris et à trois tours aéroréfrigérantes implantées sur la toiture de l'équipement.



Dans le premier cas, l'eau de la nappe phréatique sera prélevée à 70 m de profondeur par l'intermédiaire de trois forages. Des échangeurs à plaques assureront ensuite le transfert de calories avant de réinjecter l'eau réchauffée dans le sous-sol par l'intermédiaire de trois autres puits. « Le Code minier fixe des valeurs limites afin de ne pas modifier la température moyenne de l'eau de la nappe, qui est de 15 °C », précise Guillaume Nermond. En l'occurrence, pour que le delta ne dépasse pas 8 °C, l'eau rejetée n'excèdera pas les 23 °C.

PHOTO: LA SÉNATOIRE



2

PHOTO: FRAÎCHEUR DE PARIS

1 - Le chantier de l'Adidas Arena a démarré à l'été 2021 dans le nord de Paris. 2 - Ses sous-sols accueillent 500 m² de groupes frigorifiques et leurs échangeurs à plaques. 3 - Tous les réseaux ont été pensés en BIM, notamment pour gérer la complexité liée à trois exutoires de chaleur différents. 4 - Des pompes envoient l'eau vers le réseau de distribution secondaire intérieur.

➔ **Maître d'ouvrage :** Délégation générale aux Jeux olympiques, Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris et Fraîcheur de Paris. **Maîtrise d'œuvre :** Egis Industries (BET centrale de production), Stratégéo (BET géothermie) et EPI (BET réseaux extérieurs). **Bureau de contrôle :** Bureau Veritas. **Coordonnateur SPS :** Coordéf Ingénierie. **Entreprises :** Clévia-Eiffage Energie Systèmes (process), Perrier (génie civil de la centrale frigorifique), Ponticelli (grutage), Sanfor (forages et équipements géothermiques), Sogea (réseaux extérieurs). **Coût de la centrale :** 15 M€ HT.



3

PHOTO: STRATÉGEO

L'hiver offre plus de latitude pour évacuer l'excédent de calories et permet donc d'explorer une autre issue : le réseau d'eau non potable de la Ville de Paris. « Avec un débit d'eau de 120 m³/h, il s'agit de notre plus important projet de ce type pour le refroidissement », souligne Guillaume Nermond. Ici, la température de rejet sera limitée à 30 °C afin d'éviter toute prolifération bactérienne.

Enfin, les tours aéroréfrigérantes complètent le dispositif. Si elles ont été dimensionnées pour pouvoir se substituer aux autres exutoires en cas de panne, l'objectif est de les utiliser le moins possible. « L'idéal serait qu'elles ne fonctionnent qu'en cas de canicule », insiste Guillaume Nermond.

Pour verdir encore davantage le projet, les 1 850 m² de panneaux photovoltaïques en toiture, soit une puissance nominale de 234 kW et une production de 190 MWh, couvriront entre 5 % et 10 % des besoins des auxiliaires, tels que pompes, vannes et systèmes de traitement d'eau. ● Amélie Luquain avec Julie Nicolas



4

PHOTO: BUREAU VERITAS

Accessibilité

Le sport ouvert à tous

Le Prisme, équipement sportif inclusif unique en son genre, accueillera publics valide et en situation de handicap.

«**C'**est un équipement paraspportif unique en Europe », vante Noé Laurent, chef de projet à la délégation aux Jeux olympiques et paralympiques 2024 au département de la Seine-Saint-Denis. Le Pôle de référence inclusif sportif métropolitain dit « Prisme » en construction à Bobigny, sera un site d'entraînement durant les Jeux et doit constituer au lendemain de l'événement un héritage paralympique majeur. « Pour tenir cette promesse, nous l'avons souhaité accessible pour l'ensemble du public, quel que soit le type de handicap », poursuit-il.

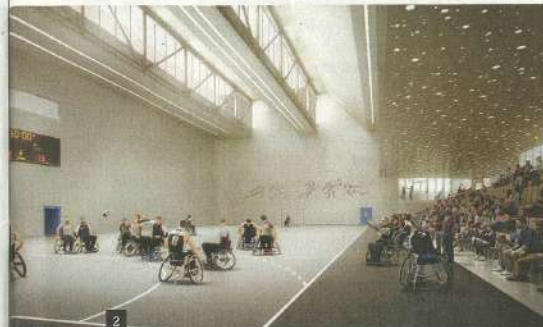
Dès la conception du projet, la maîtrise d'ouvrage s'est attachée à respecter son propre guide de conception universelle répertoriant une série d'opérations à mener : fluidifier les circulations, simplifier l'environnement sensoriel, aménager des espaces de calme-retrait, offrir de l'autonomie ou encore assurer la continuité d'usage sur les abords de l'équipement, avec notamment des réflexions sur la chaîne de déplacement jusqu'à la future gare Drancy-Bobigny de la ligne 15... Une longue liste d'actions dont les concepteurs étaient les garants. « Nous avons imaginé ce programme avec de multiples acteurs du sport et du handicap : établissements médico-sociaux, comités et fédérations paraspportives, etc. de manière à recueillir l'avis et l'expérience des personnes directement concernées », précise Noé Laurent.

Circulations de 1,60 m à 2 m. Concrètement, ce cahier des charges se traduira, dès l'entrée, par un hall disposé au centre du bâtiment. Plutôt que de recourir à des entrées différenciées, il se structurera autour d'une rampe unique enroulée autour d'un patio. « Elle donnera accès à des circulations larges de 1,60 m minimum et de 2 m pour celles qui mènent aux espaces sportifs, des dimensions supérieures à celles exigées par la réglementation accessibilité », détaille le chef de projet.

La salle multisport sera équipée d'un dispositif lumineux innovant. Des leds incrustées dans le sol remplaceront les multiples lignes de marquage et s'allumeront en fonction de la discipline pratiquée, de façon à améliorer la clarté et le confort d'usage. « Ce mécanisme est un véritable pari puisqu'il n'a jamais été installé



DAVID THOUVENIN/AG



GOVERNEMENT ÎLE-DE-FRANCE/AGENCE D'ARCHITECTURE/AGENCE ROMAEO ARCHITECTURE



GOVERNEMENT ÎLE-DE-FRANCE/AGENCE D'ARCHITECTURE/AGENCE ROMAEO ARCHITECTURE

dans un tel équipement », insiste Noé Laurent. L'ouvrage prévoit également des espaces de calme-retrait et d'apaisement à chaque étage, autant d'alcôves de décharges cognitives, essentielles aux personnes handicapées mentales, qui seront parfois enrichies d'ambiances tamisées ou musicales.

Les vestiaires feront, eux, la part belle au respect de l'intimité avec des pièces comprenant toilettes et salles de bains pour les personnes aux handicaps physiques lourds qui ont besoin d'assistance. Un local pour les chiens guides d'aveugles a été ajouté au programme, à la demande d'un groupe d'usagers en situation de handicap. Ce dernier s'est réuni en ce mois de juin pour tester les revêtements, interrupteurs, poignées de porte ou sanitaires avant leur installation.

Dispositifs multisensoriels. Pour se repérer dans le bâtiment, des dispositifs multisensoriels seront mis en place : une maquette 3D sonore et tactile dans le hall, une signalétique contrastée, en noir et blanc, des inscriptions en braille sur les mains courantes et, enfin, une application auditive guidera les usagers à l'intérieur du gymnase. Et Noé Laurent de conclure : « Cette signalétique, qui empreinte à la vue, à l'ouïe et au toucher est le pendant de ce que la Société de livraison des ouvrages olympiques met en place dans l'espace public du village des athlètes ». ● Amélie Luquain

↳ **Maîtrise d'ouvrage :** conseil départemental de la Seine-Saint-Denis. Assistants à maîtrise d'ouvrage : Mission H₂O (BET programmation d'équipements sportifs), EPDC (BET TCE), Ieti (BET HOE). **Maîtrise d'œuvre :** Christophe Guilizzi Architecte, Agence Romeo Architecture. BET : CET Ingénierie, Le Sommer Environnement (environnement), Bugearp (environnement), D & H Paysages (paysagiste), Peutz France (acoustique). **Entreprise principale :** Demathieu Bard Bâtiment Ile-de-France (mandataire du groupement). **Superficie :** 14 440 m² SP. **Coût de l'opération :** 55,5 M€ HT.

- 1 - Les équipes de Demathieu Bard Bâtiment Ile-de-France achèvent de couler les voiles de grande hauteur des salles de sport de l'équipement.
- 2 - Dans la salle multisport, exit les multiples lignes de marquage au sol. À la place, des leds s'allumeront en fonction du sport pratiqué.
- 3 - Une rampe enroulée autour d'un patio définira l'accès principal. Des escaliers et ascenseurs compléteront le dispositif.
- 4 & 5 - Début juin, un groupe d'usagers en situation de handicap s'est réuni pour discuter de la signalétique et tester les équipements dont sera doté le bâtiment, tels que les poignées de porte.



PHOTOS : GUYARD/CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE LA SEINE-SAINT-DENIS

Matériau La décarbonation à grande échelle

Sur les 18 000 m³ de béton à faible impact mis en œuvre sur trois ouvrages du futur quartier mixte, une partie s'affranchit du clinker.

Si Vinci Construction n'a mis en œuvre que 16 m³ de béton ultra-bas carbone sur le chantier de son siège social achevé en 2021 à Nanterre (Hauts-de-Seine), le constructeur transforme aujourd'hui l'essai au cœur du village olympique. Sur le projet d'aménagement Universeine à Saint-Denis (Seine-Saint-Denis), qui mêlera, à terme, espaces résidentiels et bureaux, l'entreprise a utilisé ses solutions nées de ce démonstrateur et qui appartiennent désormais à sa gamme Exegy. Au total, 18 000 m³ ont été coulés sur trois bâtiments tertiaires neufs présentant une structure mixte béton-ossature bois, soit 57 000 m² de surface.



Au sein de la nomenclature mise au point par le constructeur afin de classer les matériaux en fonction de leur poids carbone, les bétons qui émettent moins de 100 kg eq. CO₂/t entrent dans la catégorie des ultra-bas carbone. Et c'est bien le cas des deux types de

béton utilisés ici. Le premier est le résultat d'un mélange de fillers calcaires et de laitier de hauts-fourneaux avec 20 % de ciment. Avec une empreinte carbone de 90 kg eq. CO₂/t, il a servi à la mise en œuvre de l'intégralité du radier, soit 7 000 m² sur 80 cm d'épaisseur.

Le second type de béton, dont les émissions ne dépassent pas les 70 kg eq. CO₂/t, a été conçu sur la base du liant alcali-activé Ecocem Ultra, de la société du même nom. Exempt de clinker, il a pu être mis en œuvre sur les 10 niveaux de plancher, soit une surface totale de 50 000 m². « Alors que les travaux de fondations étaient quasiment terminés, nous avons obtenu en octobre 2021 une évaluation technique européenne pour notre béton sans ciment, explique Bruno Paul-Dauphin, directeur d'Exegy en charge du déploiement des bétons bas carbone au sein de Vinci Construction France. Cela nous a permis de déployer le matériau sur l'ensemble des planchers, alors que l'ambition de départ était très modeste. »

Test sur un an. Mis au défi par la Solidéo d'imaginer des solutions moins carbonées, Vinci Construction avait d'abord proposé de réaliser une trentaine de m³ en béton ultra-bas carbone sur le dernier plancher de l'un des ouvrages avant d'aller plus loin. « Nous l'avons coulé sur une année entière, ce qui nous a permis d'étudier son comportement sur l'ensemble des saisons, précise Sébastien Carminat, responsable du chantier chez le constructeur. Résultat : nous avons pu confirmer qu'il n'était pas nécessaire de modifier nos outils de coffrage et nos méthodologies de coulage. Nous aurions donc pu livrer le gros œuvre dans les mêmes délais qu'avec un béton standard. » La seule contrainte a été de souffler de l'air chaud lors du banchage des planchers par temps froid pour se maintenir à 13 °C et permettre au béton d'effectuer sa prise dans des délais raisonnables.

Une référence probante qui amène aujourd'hui le constructeur à proposer de recourir à 90 % de bétons à minima bas carbone sur ses chantiers à l'horizon 2030, dont une large part de matériau sans clinker. ● Steve Carpentier

Une grande partie des bétons mis en œuvre émettent significativement moins de CO₂ et certains sont dépourvus de clinker. Le minéral ultra bas carbone a servi pour réaliser 57 000 m² de planchers.

↳ **Maîtrise d'ouvrage :** Vinci Immobilier. **Maîtrise d'œuvre :** Artelia. **Entreprises :** Bateg, Dumez Ile-de-France, Lefort Francheteau, Phibor et Saga. **Budget :** N.C.



1 - Sur la colline, les pistes de VTT se dessinent tandis que le sommet a été largement déboisé pour permettre à l'orobanche pourprée de se développer. 2 - Cet espace a été sanctuarisé et des pierres ont été ajoutées pour héberger le lézard des murailles.

Biodiversité Nature et vélo partagent la vedette sur la piste

Les vététistes concourront sur un parcours offrant 60 m de dénivelé au milieu d'une faune et d'une flore préservées.

Les contours de la future piste olympique de VTT prennent forme sur la colline d'Elancourt (Yvelines). Cette ancienne carrière, devenue décharge à ciel ouvert jusqu'à sa fermeture en 1975, est le point culminant de la région parisienne. Avec ses 231 m d'altitude offrant 60 m de dénivelé, le potentiel sportif du relief est indéniable. Mais pour aménager 4 km de pistes et 4 ha de plateforme, l'équipe de maîtrise d'œuvre, emmenée par l'agence de paysagistes D'ici là, doit tout mettre en œuvre pour préserver la biodiversité qui foisonne sur ces 52 ha.



« En amont, le bureau d'ingénieurs conseils en environnement, Confluences, a réalisé son inventaire entre 2018 et 2020. C'est sur cette base que les études de programmation ont été formalisées », se remémore Vivien Corre, chef de projet espaces publics à la Solidéo, maître d'ouvrage pour la Ville de Saint-Quentin-en-Yvelines.

↳ **Maîtrise d'ouvrage :** Solidéo, pour la Ville de Saint-Quentin-en-Yvelines. **Maîtrise d'œuvre :** D'ici là (paysagiste, mandataire), Atelier Ecologie urbaine (écologue), Egis (dépollution et VRD), Bike Solutions (VTT). **Entreprise principale :** Vélo Solutions.

Cette démarche a permis d'identifier les espaces boisés classés, les zones humides et écologiques sensibles ainsi que, au sommet de la colline, la présence de l'orobanche pourprée, une plante à protéger. Elle a également été l'occasion de recenser des espèces invasives comme la renouée du Japon ou le robinier. « Ces premiers éléments ont déterminé les zones à sanctuariser et le dimensionnement des pistes », explique Claire Trapenard, associée de D'ici là.

Déboisement et habitat minéral. Le parcours principal pour accéder au sommet, qui suit un ancien chemin d'évacuation des déblais, se dessine déjà. « Là, les vététistes longeront un espace qui a été largement déboisé dès septembre 2022, pour y laisser s'épanouir l'orobanche pourprée. En parallèle, une zone a été pourvue de pierres afin d'offrir un habitat minéral au lézard des murailles et aux insectes qui se développent dans ces milieux secs », explique l'écologue Vincent Plichon, chef de projet à l'Atelier d'écologie urbaine. Un filet orange délimite l'espace afin de le préserver durant le chantier.

Les pistes traverseront aussi un site entièrement balisé pour éviter la dispersion de la renouée du Japon qui l'a envahi. Un vrai casse-tête pour les équipes, sachant que la plante se développe par ses rhizomes. « Nous réfléchissons à décaisser avant d'installer une membrane, puis un platelage bois », détaille Vivien Corre. Cette opération a priori incontournable est difficilement envisageable avec des engins lourds, notamment au regard du manque d'espace, mais pas seulement. « Derrière chaque déplacement, il y a un risque de contamination d'autres zones qu'il nous faut gérer », rappelle Vincent Plichon. Pour stopper le développement de la renouée, les équipes prévoient, par ailleurs, en plus d'une coupe régulière, de tester un paillage avec une toile géotextile afin de bloquer la photosynthèse. Ce faisant, l'exploitation respectueuse du site durant les épreuves olympiques sera assurée, mais pas sa gestion future qui reste à définir. ● Amélie Luquin

Eaux usées Un réseau conçu pour revaloriser

Sur le démonstrateur Cycle, les infrastructures permettront bientôt de recycler tous types d'effluents.

En charge de la construction du quartier des Quinconces au sein du village des athlètes à Saint-Ouen (Seine-Saint-Denis), le groupement mené par Icade veut démontrer en conditions réelles le potentiel de réutilisation des eaux. Il s'appuiera dans ce but sur le bâtiment Cycle, un R+6 de 28 logements dont les eaux vannes seront valorisées et les eaux ménagères (eaux grises de cuisines) recyclées à hauteur de 90 %. Une démarche qui doit permettre d'économiser jusqu'à 60 % de sa consommation d'eau potable, à condition que France Expérimentation valide le projet.

En l'état, l'ouvrage, sorti de terre, possède trois réseaux différents pour séparer les flux des eaux ménagères, des urines et des eaux noires. Des cuvettes de toilettes développées par Laufen permettront de dissocier les urines et les matières fécales dès la chasse d'eau. « La matière solide, emmenée avec l'eau, sera évacuée via des séparateurs centrifuges, pour être collectée dans des composteurs à compartiments placés dans les sous-sols du bâtiment », explique Florence Chahid-Nourai, directrice des grands projets Ile-de-France chez Icade Promotion. Tous les

six mois, la matière sera retournée. Au bout de deux ans, délai nécessaire pour s'assurer de la destruction des germes pathogènes, le compost arrivé à maturation pourra être utilisé comme amendement de sol dans les espaces végétalisés de la parcelle. « Dans l'idéal, le reliquat sera rejeté avec les eaux ménagères, mais si France Expérimentation ne le valide pas, il sera redirigé vers les égouts », ajoute-t-elle.

Les urines seront, quant à elles, collectées sans eau, dans une cuve installée en sous-sol, avant leur récupération par la start-up Toopi Organics qui les valorisera à des fins agricoles. Une configuration établie par le bureau d'études environnementales Oasis, au sujet de laquelle le chef de projet chargé de l'innovation, Laurent Ouvrard, précise : « Les urines sont riches en nitrates, en phosphore et en oligo-éléments, des fertilisants de choix pour l'agriculture. Les utiliser dans ce domaine éviterait les engrais de synthèse, par ailleurs fortement consommateurs d'énergie. »

Des eaux ménagères pour l'arrosage. Sous l'édifice, prendra place une station d'épuration destinée au traitement des eaux ménagères. Celles-ci subiront d'abord un traitement biologique, avant d'être filtrées en nano filtration dynamique, puis purifiées par osmose inverse. Elles pourront être stockées pour être redistribuées dans un réseau secondaire qui alimentera les chasses d'eau des WC, l'arrosage des espaces verts et servira pour le nettoyage des sols des espaces communs.

Afin de parachever la démarche, les calories de ces eaux grises alimenteront des pompes à chaleur pour préchauffer l'eau chaude sanitaire. L'installation d'un électrocomposteur dimensionné pour tout le quartier complètera le dispositif. Avec ce démonstrateur, le groupement souhaite prouver l'intérêt environnemental et économique de recréer des boucles de valorisation locales des effluents et des déchets à l'échelle des bâtiments ou des quartiers.

● Amélie Luquin avec Julie Nicolas

- 1 - L'immeuble Cycle abritera 26 logements disponibles après les JOP
2 - Une partie des effluents sera traitée et réutilisée sur le site.

➔ **Maîtrise d'ouvrage :** Icade, Banque des territoires et CDC Habitat. **Maîtrise d'œuvre :** UAPS (architecte coordinateur), Pascal Gontier (architecte du bâtiment), Oasis (BET environnement). **Entreprise :** GCC. **Calendrier du chantier :** de juillet 2021 à fin 2025. **Budget :** N. C.

