

RECHERCHE

LA VEINE HYDRAULIQUE

LAURENT CHARPENTIER

MISE EN SERVICE EN 1984 À TOULOUSE, LA VEINE HYDRAULIQUE DU CENTRE DE RECHERCHES DE MÉTÉO-FRANCE EST UN CANAL DANS LEQUEL CIRCULENT 120 M³ D'EAU SALÉE. AU FOND, LA MAQUETTE D'UN RELIEF, D'UN BÂTIMENT, D'UN NAVIRE... OU UNE SIMPLE SPHÈRE POUR DES RECHERCHES PLUS FONDAMENTALES. VISITE ET EXPLICATION.

© Météo-France/CNRM/GAME C. Niclot



1

1_ Étude en veine hydraulique des écoulements autour du relief de Moorea



Jean-Christophe Canonici, responsable de la veine hydraulique

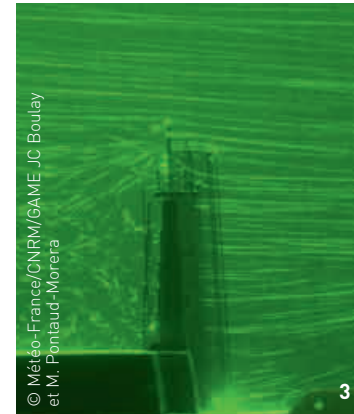
Brinquebalante et nerveuse, la Mini 1000 conduite par Jean-Christophe Canonici se gare devant une façade de béton brut. Construit en 1982 sur le campus de Météo-France, à Toulouse, le bâtiment Boussinesq (hydraulicien français, 1842-1929) est aussi pimpant qu'une thèse de physique de l'atmosphère. Heureusement, la verve passionnée de mon hôte attise ma curiosité. Derrière ces murs austères, se trouve un bassin de vingt-deux mètres de long, trois de large et un mètre dix de profondeur. Une sorte de piscine surmontée d'un pont roulant se déplaçant au millimètre, entourée de capteurs de haute précision et alimentée en eau par cinq pompes et quelque 200 vannes... À l'extérieur, 60 tonnes de sel sont stockés dans un silo. En dosant précisément la salinité de l'eau, on crée un fluide composé de couches plus ou moins denses... comme l'atmosphère : l'eau douce correspond à l'air chaud, plus léger, et l'eau salée à l'air froid. Conçue pour générer des écoulements atmosphériques réalistes à échelle fine, la veine du centre de recherches de Météo-France permet en outre de simuler un « cisaillement » vertical de vent. Une triple alimentation contrôlée par des volets fait circuler trois couches d'eau à des vitesses différentes. Fixé au fond du bassin, spécialement fabriqué en résine, le modèle réduit. Le hall du laboratoire où sont entreposées les maquettes des expériences passées donne une idée de la variété des études : le massif des Maures, pour mieux comprendre le déclenchement des feux de forêt ; l'île de Tahiti, pour étudier la ressource éolienne, la dispersion de la pollution et l'approche de l'aéroport de Faa'a ; trois navires océanographiques de l'Iframer au 1/60^e,

pour caractériser les capteurs météo installés à bord lors de certaines campagnes ; un TGV de la ligne Nord-Est sur son remblai ; les quartiers sud de Toulouse... ! Car la veine hydraulique et son eau saumâtre sont l'outil idéal pour décrire très précisément le vent autour d'un ouvrage de génie civil, d'un aéroport ou d'une vallée de montagne. L'interaction entre laser et particules en suspension dans l'eau met en évidence turbulences, tourbillons et ondes génératrices de rafales et permet des mesures fines de vitesse. Mais, pourquoi préférer un réservoir d'eau à une soufflerie ? L'eau, bon marché et facile à domestiquer, a plusieurs avantages sur l'air pour des expériences de ce type. À l'échelle très réduite des maquettes, les plus petits tourbillons que l'on cherche à reproduire seraient trop éphémères dans l'air. En revanche, les propriétés physiques de l'eau permettent de mieux les restituer. « Jusqu'au début des années 1990, aucun modèle numérique n'était capable de reproduire fidèlement l'interaction entre l'atmosphère et un relief complexe – ce qu'on appelle la couche limite atmosphérique. C'était pourtant un besoin réel : on voulait mieux connaître l'effet d'une modification de la topographie ou la façon dont un polluant pouvait se répandre avec le vent. Seule la veine hydraulique pouvait fournir des simulations à échelle fine » raconte Jean-Christophe Canonici, responsable de la veine depuis 2003. La simulation numérique étant incomparablement plus réaliste qu'il y a 20 ans, la question de la pertinence d'un tel outil s'est posée. Un audit scientifique vient d'être mené. Sa conclusion ? L'installation a toujours sa raison d'être. Si, à grande



© Météo-France/CNRM/Morera, C. Boulay et M. Pontaud

2



© Météo-France/CNRM/GAME JC Boulay et M. Pontaud, Morera

3



© Météo-France/CNRM/GAME JC. Canonici

4

échelle, la supériorité des modèles est indéniable, la veine hydraulique apporte plus d'exactitude dans l'étude très localisée du vent, en particulier dans des zones au relief tourmenté, entre autres parce qu'elle permet la mesure en continu d'une réalité physique là où le modèle numérique extrapole encore entre des points.

Mais le plus prometteur est l'apport de ce canal pour la recherche sur l'atmosphère et l'océan et pour l'amélioration des modèles eux-mêmes. « Depuis près de 20 ans, insiste JC. Canonici, les physiciens ont compris qu'on disposait ici d'un outil de recherche fondamentale permettant de développer des expériences destinées à améliorer notre compréhension de la mécanique des fluides, avec à la clef un meilleur réalisme des prévisions du temps et du climat. » Alexandre Paci, responsable scientifique de la veine hydraulique depuis 2006, renchérit : « Au-delà des études de site, la veine hydraulique se révèle un outil très pertinent pour la recherche sur la couche limite atmosphérique, en particulier en conditions stables – celles que l'on rencontre par exemple lors d'une belle nuit étoilée d'hiver. » C'est une des voies pour améliorer les modèles numériques, applicable à la prévision du brouillard, à l'étude de la dispersion d'une pollution accidentelle ou au climat. Il ajoute : « Nous travaillons également sur les ondes internes. Ces ondes se propagent presque partout dans l'atmosphère et dans l'océan, un peu comme les vagues à la surface de la mer. Leurs effets ne sont pas toujours bien représentés dans les modèles numériques. Ils sont pourtant nombreux : entretien de la circulation générale océanique ; turbulences

en ciel clair redoutées des pilotes ; rotors (tourbillons d'axe horizontal) se formant au pied des montagnes et pouvant être dangereux pour les avions, ou encore ralentissement ou accélération du vent lors de son passage sur un relief. »

« Nos expériences apportent un autre regard sur les phénomènes physiques... »

Ces actions de recherche sont conduites dans le cadre de collaborations nationales et internationales « Nos expériences, insiste A. Paci, apportent un autre regard sur les phénomènes physiques, elles intéressent directement les modélisateurs, mais aussi les mathématiciens. » La veine hydraulique a donc encore un bel avenir devant elle. Dans l'atelier de mécanique du centre de recherches de Météo-France, tout proche, une maquette générale de la plate-forme aéroportuaire de Paris-Charles de Gaulle, est en construction. Mise en eau début 2011, elle servira à une campagne de mesures destinée à mieux connaître les effets des vents tempétueux sur les pistes et des aérogares. Toujours dans le domaine de l'aéronautique, la veine hydraulique participera – en 2011 – à un ambitieux programme réunissant dix équipes de six laboratoires différents, le projet ITAAC (Impact du trafic aérien sur l'atmosphère et le climat). En mesurant les turbulences engendrées par les avions et la manière dont les polluants qu'ils génèrent se dissipent, on espère en apprendre un peu plus sur l'impact de la circulation aérienne. ●

2 - 3_ Étude en veine hydraulique de l'écoulement autour du mât instrumenté Météo-France posé à l'étrave du navire océanographique Atalante - 2005
4_ L'équipe Simulation physique des écoulements atmosphériques utilise de puissants LASER pour les mesures et visualisations dans les écoulements ; ici un laser Argon de 30 Watts