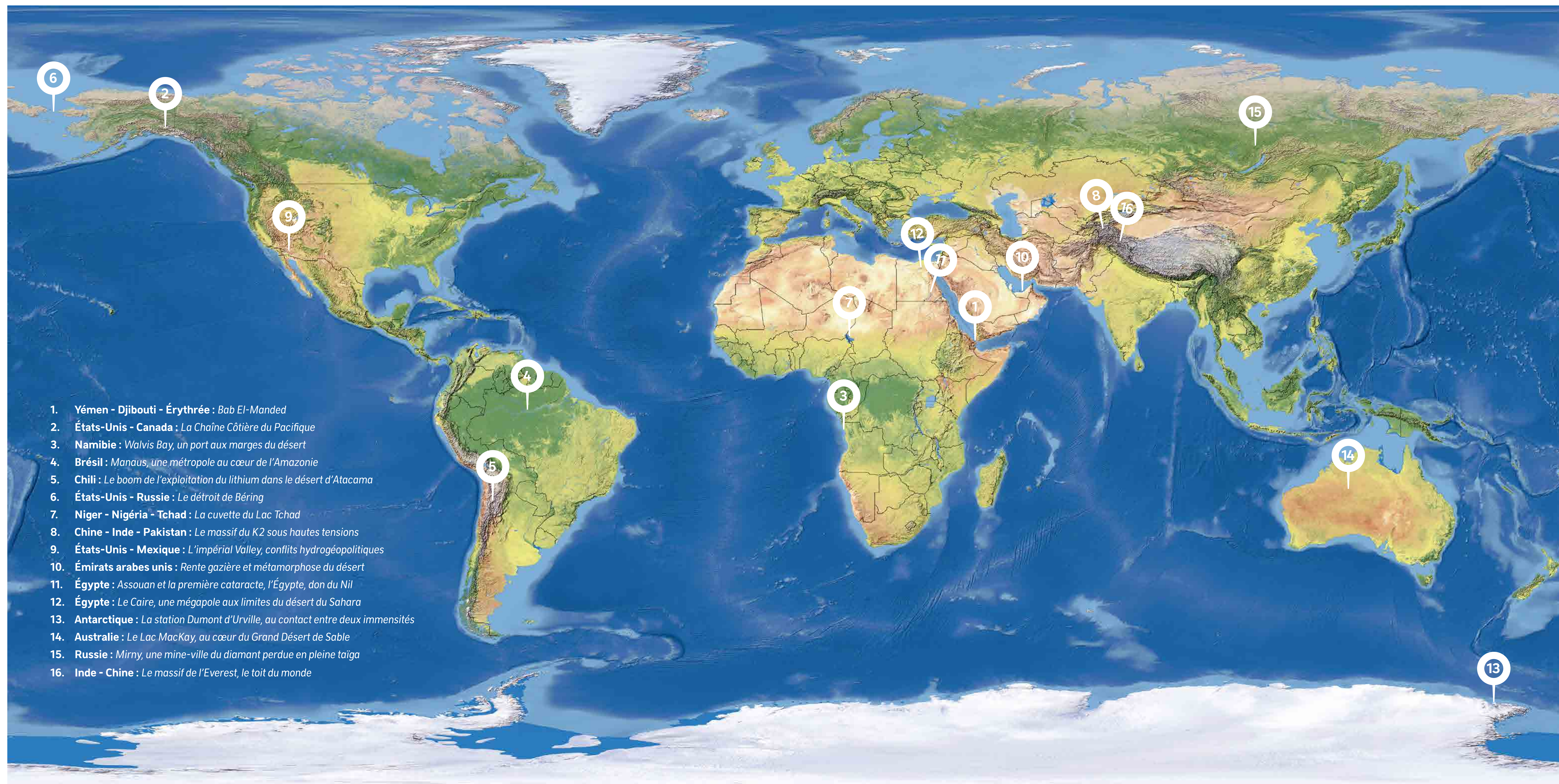


LES DÉSERTS DU MONDE VUS DE L'ESPACE



Au-delà de sa forte croissance contemporaine, la population mondiale demeure inégalement répartie à la surface du globe. L'œkoumène, – c'est-à-dire la surface terrestre occupée en permanence par l'homme – ne couvre qu'une partie de la planète. Plus de la moitié de la surface des terres émergées demeure faiblement peuplée, entre un quart et un tiers vide. Ces déserts s'expliquent par la combinaison dyna-

mique de nombreux facteurs physiques, géohistoriques, économiques ou sociétaux. Ces images ont pour objectif de donner à voir et à comprendre à partir de l'espace toute la diversité des espaces désertiques. Car les déserts sont multiples : hyperarides ou semi-arides, chauds ou froids, côtiers ou d'altitude, constitués de sable ou de pierre, de sel ou de glace. Ces images permettent de spatialiser puis de territorialiser dans des lieux

concrets les grandes dynamiques et les grandes mutations contemporaines qui bouleversent les déserts, et ce à toutes les échelles spatiales : effet du changement global, pression et gestion des ressources, rentes minières et énergétiques, fronts pionniers, urbanisation, enjeux géopolitiques et géostratégiques... Elles nous rappellent ainsi nos responsabilités face à l'avenir et les enjeux croissants posé par un nécessaire développement durable.



YÉMEN - DJIBOUTI - ÉRYTHRÉE

BAB-EL-MANDED

Un détroit, un verrou et un pont au milieu du désert

Large de 25 km, Bab-el-Mandeb est un détroit stratégique depuis l’ouverture du Canal de Suez en 1869. Dans le « Grand Sahara », c’est un pont entre la Corne de l’Afrique (Djibouti, Érythrée) et la péninsule arabique (Yémen) ; c’est un verrou entre l’océan Indien et la mer Rouge. Dans cette mer quasi-fermée aux eaux chaudes (+ 30°C l’été) et très salées (40°/°°), l’évapotranspiration (4 m/an) est telle que les eaux superficielles de l’océan Indien - plus hautes - s’y jettent par le détroit. Si les hautes terres voisines d’Éthiopie et du Yémen sont des refuges bien arrosés, plus frais et peuplés, ces basses terres littorales sont répulsives. S’étageant de 0 m à 200 m d’altitude et bordées de récifs coralliens, elles se caractérisent par un climat aride (15 mm/an), une chaleur étouffante et une forte humidité. Les petites oasis côtières y sont alimentées par les nappes de sous-écoulement des oueds. Très instable, la région est traversée par des guerres (Yémen), de fortes tensions et des désaccords frontaliers. Postée 100 km au sud, Djibouti accueille de nombreuses bases militaires (France, États-Unis, Chine...) chargées de sécuriser la zone.

Sentinel2. Prise de vue 19 octobre 2020
[Largeur de l’image ≈ 160 km]

© Copernicus Sentinel Data 2020



ÉTATS-UNIS - CANADA

LA CHAÎNE CÔTIÈRE DU PACIFIQUE :

Les hautes terres englacées d'Alaska

S'étendant sur 1 600 km et servant de frontière entre la Colombie britannique (Canada) et l'Alaska (États-Unis), la chaîne côtière est couverte d'un bel appareil glaciaire : il tombe à l'est sur la grande vallée de la *Stikine River* ; à l'ouest dans l'océan Pacifique par de magnifiques fjords, dont le *Frederick Sound*. Au cordeau, le tracé frontalier joint de hauts sommets bien identifiables (*Kates Needle* à 3 053 m., *Devis Thump* à 2 777 m...) ou des hauteurs sans nom, les *Boundary Peaks*. Du fait de fortes contraintes (froids, pluie et neige, brouillards, isolement...), la densité est de 0,4 hab./km². Vivant de la pêche (saumon, flétan, crabes), du tourisme et des transferts publics, Petersburg (3 300 habitants) sert de petite « capitale régionale ». Symbole de la « grande nature sauvage » (*wilderness*), les parcs naturels (cf. Tongas Nat. Park) occupent 80 % de la superficie, la grande faune y est nombreuse : loups, ours, élans, etc. Ces dernières décennies, le sensible recul des glaciers témoigne des effets du changement climatique.

Spot 6. Prise de vue 2015
[Largeur de l'image ≈ 140 km]
© Copernicus Sentinel Data 2020



NAMIBIE

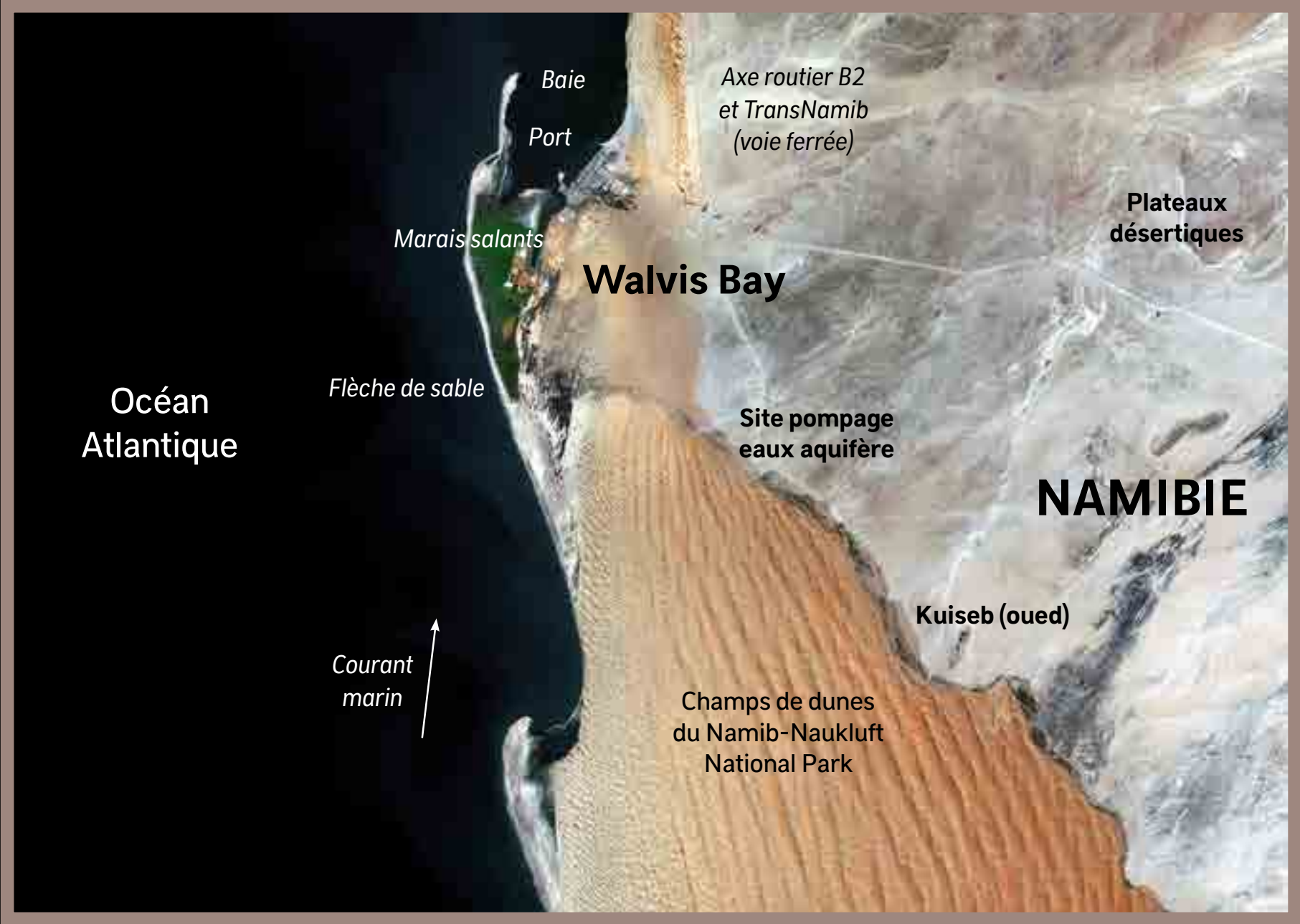
WALVIS BAY

Un port aux marges du désert

En Afrique australe, Walvis Bay est le seul port atlantique en eau profonde ; d’où son importance stratégique. Le port, l’axe routier B2 et la voie ferrée du TransNamib sont rénovés par la Chine afin de desservir un vaste hinterland, dont les mines d’uranium de Rössing et Husab qu’elle exploite. Pourtant, comme au Chili (désert d’Atacama), cette région littorale de l’Erongo est l’une des plus arides au monde du fait de la rencontre d’un courant marin froid ascendant (Benguela) et de hautes pressions continentales. S’étendent au sud le fameux champ de dunes du *Namib-Naukluft National Park* créé en 1979, au nord un vaste plateau désertique. Pour cette ville de 61 000 habitants ne recevant que 13 mm/an, l’eau est un enjeu décisif. Elle est alimentée par un champ de 60 puits pompant à *Rooibank* dans l’aquifère du *Kuiseb* (7 millions m³/an). Face au boom de la demande, l’usine de dessalement d’eau de mer de *Wlotzkasbaken* (hors image) est ouverte en 2010 ; elle fournit 20 millions m³/an à la région grâce à l’énergie électrique de la centrale à fioul de la ville, très polluante.

Sentinel2. Prise de vue 29 mai 2020
[Largeur de l’image ≈ 110 km]

© Copernicus Sentinel Data 2020





BRÉSIL

MANAUS

Une métropole au cœur de l'Amazonie

Au cœur de l'Amazonie se rencontrent deux fleuves : le Rio Negro, aux eaux très noires, et le Rio Solimões. De leur fusion naît l'Amazon, le plus long (7 000 km) et le plus puissant fleuve (210 000 m³/s) au monde. L'eau est partout présente : humidité, pluies presque quotidiennes, fortes crues... Au confluent se trouve Manaus, 7^e ville du Brésil, dotée de nombreuses infrastructures : aéroport, campus universitaire, zones industrielles, sites portuaires, etc. Peuplée de 2,2 millions d'habitants, elle connaît une spectaculaire croissance.

Pour autant, la forêt commence immédiatement aux portes de la ville. De cet isolat urbain part un front pionnier qui transforme profondément la forêt, en particulier les immenses plaines alluviales qui occupent le lit majeur du fleuve. En fonction des conditions locales, la nature des forêts y est d'une grande diversité : forêt constamment inondée, dite d'*igapó várzea*, où alternent crues et retraits des eaux ; *terra firme* (terre ferme) jamais atteinte par les inondations. Cette marqueterie de milieux constitue une grande richesse, de plus en plus menacée.

Sentinel2. Prise de vue 29 juillet 2020

[Largeur de l'image ≈ 150 km]

© Copernicus Sentinel Data 2020

CHILI

SALAR D'ACATAMA

Le boom de l'exploitation du lithium dans le désert d'Atacama

Situé juste sous le Tropique du Capricorne et aux pieds des Andes, le salar – ou dépôt salin – d'Atacama est le plus grand salar du Chili. Il se situe dans le grand désert côtier de la façade Pacifique de l'Amérique latine. Installé dans une dépression endoréique – une cuvette fermée sans accès à la mer – il se trouve à 2 500 m d'altitude et couvre 3 000 km². Il est alimenté en eaux des Andes par le San Pedro et quelques cañons. Sous une croûte solide de sel, les saumures sont pompées du sous-sol par des puits et déversées dans de grands bassins de décantation afin de révéler le lithium qui va ensuite être isolé et raffiné. Métal très léger, le lithium connaît un véritable boom en devenant une ressource stratégique pour répondre à l'essor des batteries dans l'électronique et l'automobile électrique. Jusqu'ici désertique et marginale, la région du « Triangle du lithium » – à cheval sur l'Argentine, la Bolivie et le Chili et qui réalise 50 % de la production mondiale – en sort profondément transformée avec l'arrivée massive de capitaux chinois ou occidentaux.

Sentinel2. Prise de vue 4 mars 2020
[Largeur de l'image ≈ 160 km]
© Copernicus Sentinel Data 2020





ÉTATS-UNIS - RUSSIE

LE DÉTROIT DE BÉRING

Fenêtre, frontière, interface et site géostratégique

Situé au 66°Nord sous climat polaire océanique, le détroit de Béring est une étroite fenêtre maritime de 90 km de large entre le Cap Dejnev et le Cap du Prince de Galles. Il connecte les immenses océans Arctique, via la mer des Tchouktches, et Pacifique, via la mer de Béring ; il sépare l'Eurasie des Amériques. L'unique frontière directe entre la Russie et les États-Unis (Alaska) passe entre les deux îles de la Grande (29 km²) et de la Petite Diomède (7,35 km²), distantes de 3 km. Cette marge désertique fut durant la Guerre froide une interface frontalière géostratégique surmilitarisée et transformée en « Rideau de glace ». Il faut attendre juin 1990 pour que les espaces maritimes y soient officiellement délimités à l'issue de dix ans de négociation. À l'avenir, le changement climatique pourrait y favoriser l'ouverture de nouvelles routes maritimes arctiques et doper les flux de transit grâce aux immenses gains de distance, et donc de temps, réalisés entre l'Europe et l'Asie (- 40 % par rapport au Canal de Suez) du fait de la rétraction de la banquise estivale (- 50 % superficie/30 ans).

Sentinel2. Prise de vue 21 juin 2020
[Largeur de l'image ≈ 100 km]
© Copernicus Sentinel Data 2020

NIGER – NIGÉRIA – TCHAD

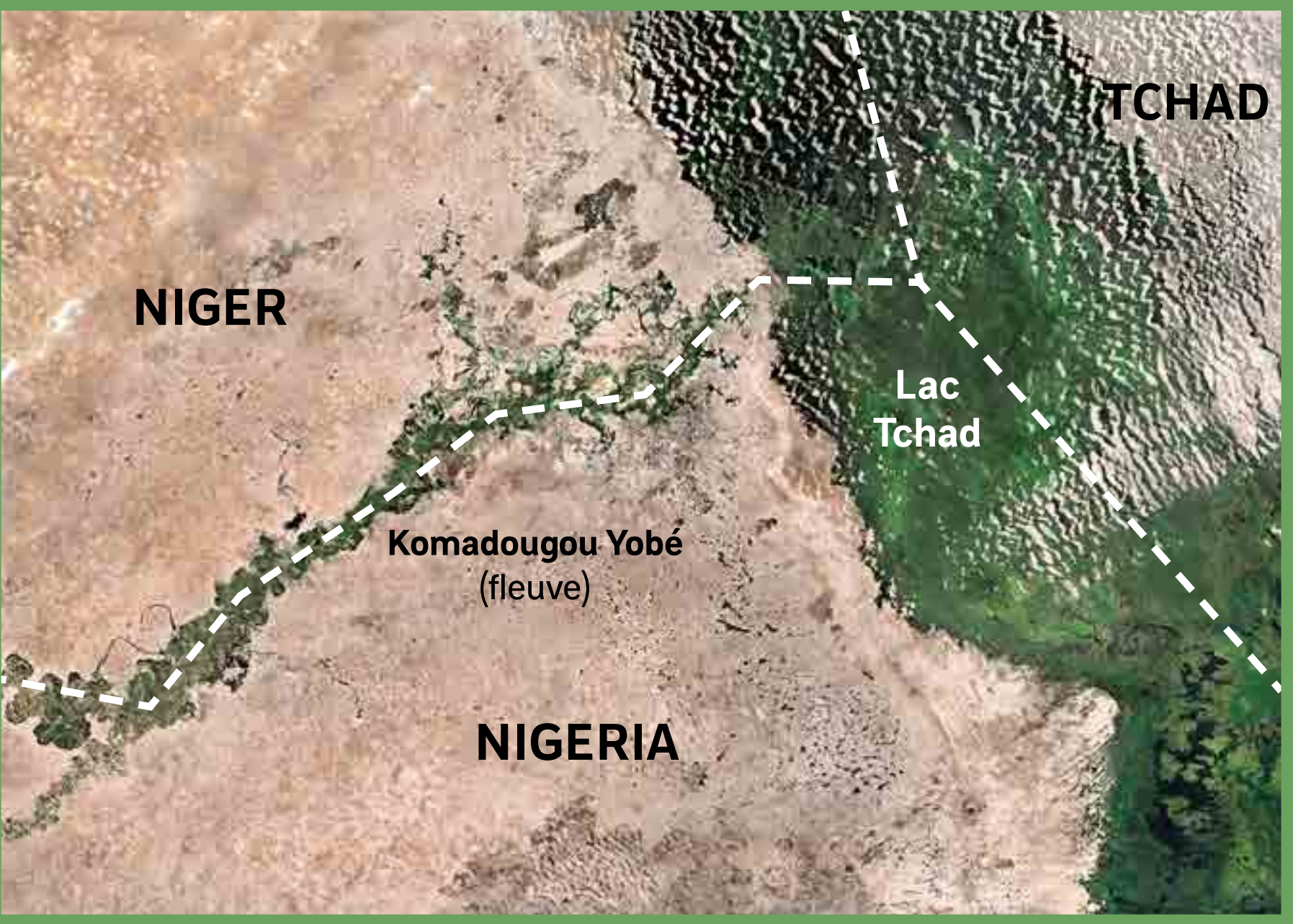
LA CUVETTE DU LAC TCHAD

D’immenses défis à relever

Au cœur de l’Afrique sahélienne, le lac Tchad est peu profond ; sa superficie variant fortement selon les pluies. Cette riche région-oasis appartient à trois États aux frontières bien démarquées : à l’ouest, le fleuve Komadougou Yobé sépare le Niger, au nord, et le Nigéria, au sud ; à l’est, le lac sépare les deux premiers du Tchad, à l’est. Dans un contexte semi-aride, ce fleuve et ces rivages lacustres sont au cœur de la vie sociale et économique d’une région jeune, en forte croissance démographique. D’où de vives rivalités pour l’appropriation des ressources : pâturages et champs cultivés, pêche, eau... Face à des États faibles, les marécages et les îles servent historiquement de base de repli à de nombreux groupes rebelles, tchadiens et nigériens. C’est aujourd’hui une zone de guerre du fait des exactions des combattants de Boko Haram, originaires du nord-est du Nigéria. La population du bassin du lac Tchad doit passer de 50 à 120 millions d’habitants entre 2020 et 2050, un immense défi à relever pour assurer un développement durable et solidaire.

Sentinel2. Prise de vue 16 janvier 2021
[Largeur de l’image ≈ 200 km]

© Copernicus Sentinel Data 2021



CHINE - INDE - PAKISTAN HIMALAYA

Le massif du K2 sous hautes tensions

Dans l'ouest de l'Himalaya, la chaîne du Karakoram est dominée par le massif du K2, le 2^e plus haut sommet du monde à 8 611 m d'altitude. Au sud-est s'étend la Saltoro Range, bordée à l'est par le magnifique glacier de Siachen. Dans cet espace de très hautes montagnes, les contraintes sont si fortes que l'homme se réfugie dans les plus basses vallées. Si dès les années 1930, cette région devient le paradis de l'alpinisme international, trois États s'affrontent depuis les années 1950 pour le contrôle de ces hautes terres désertiques. Le Nord-Est appartient à la Chine depuis 1962 et la cession en 1963 par le Pakistan de la vallée de Shaksgam, que l'Inde revendique toujours. Surtout, l'Inde et le Pakistan sont en conflit depuis 1947 pour le contrôle du Cachemire. Localement, la ligne de contact militarisée passe sur la Saltoro Range. Le triangle constitué par le glacier de Siachen (3 620 m) constitue l'enjeu du conflit. Sur ce « Toit du monde », les troupes de montagne des deux armées s'affrontent régulièrement dans des conditions tactiques très difficiles du fait de conditions naturelles extrêmes.

Sentinel2. Prise de vue 19 octobre 2020
[Largeur de l'image ≈ 110 km]
© Copernicus Sentinel Data 2020





ÉTATS-UNIS - MEXIQUE

L'IMPÉRIAL VALLEY

Conflits hydrogéopolitiques en plein désert

Dans le désert du Sonora, les précipitations sont rares (71 mm/an) dans la dépression de Salton traversée par le long mur frontalier États-Unis/Mexique. Mais l'Imperial Valley y constitue une spectaculaire oasis créée ex-nihilo par le détournement des eaux du fleuve Colorado qui coule 100 km plus à l'est. Au nord, le canal de l'*All American Canal* (AAC) longe la frontière mexicaine depuis 1942 jusqu'à Calexico avant de couler vers le nord en deux branches. Mais la région est aujourd'hui dans une impasse : l'épuisement du fleuve Colorado, qui n'arrive même plus à la mer. Face à la montée des concurrences (agriculture, besoins sociaux, industriels et urbains croissants), on assiste à la multiplication des conflits hydrogéopolitiques pour la gestion, le partage et l'usage de l'eau ; entre collectivités étatsuniennes (États fédérés, collectivités, acteurs...) d'une part, entre les Etats-Unis et le Mexique de l'autre. Il y a vraiment urgence à enfin promouvoir un nouveau modèle de développement.

Sentinel2. Prise de vue 15 avril 2020
[Largeur de l'image ≈ 110 km]
© Copernicus Sentinel Data 2020

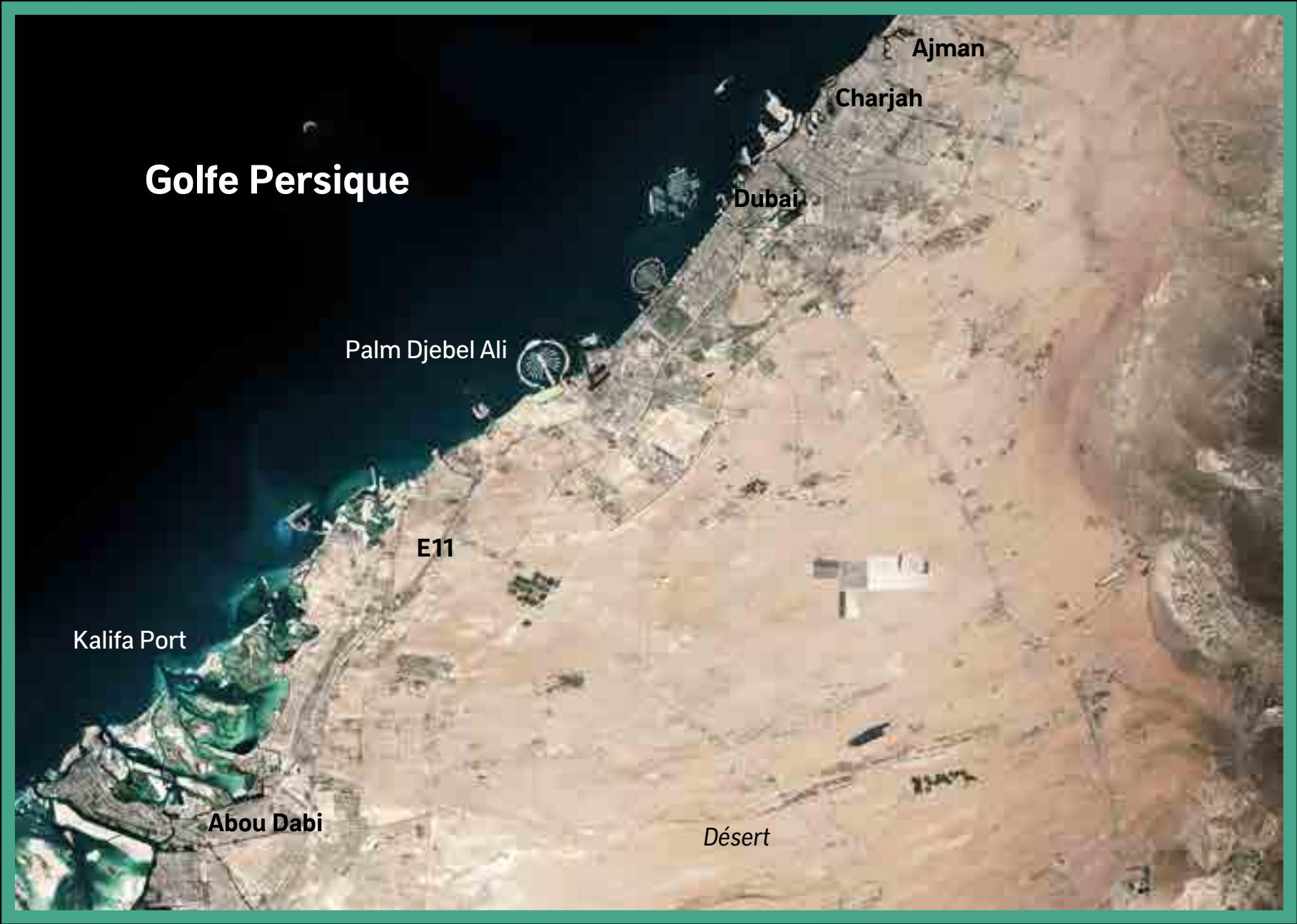
ÉMIRATS ARABES UNIS

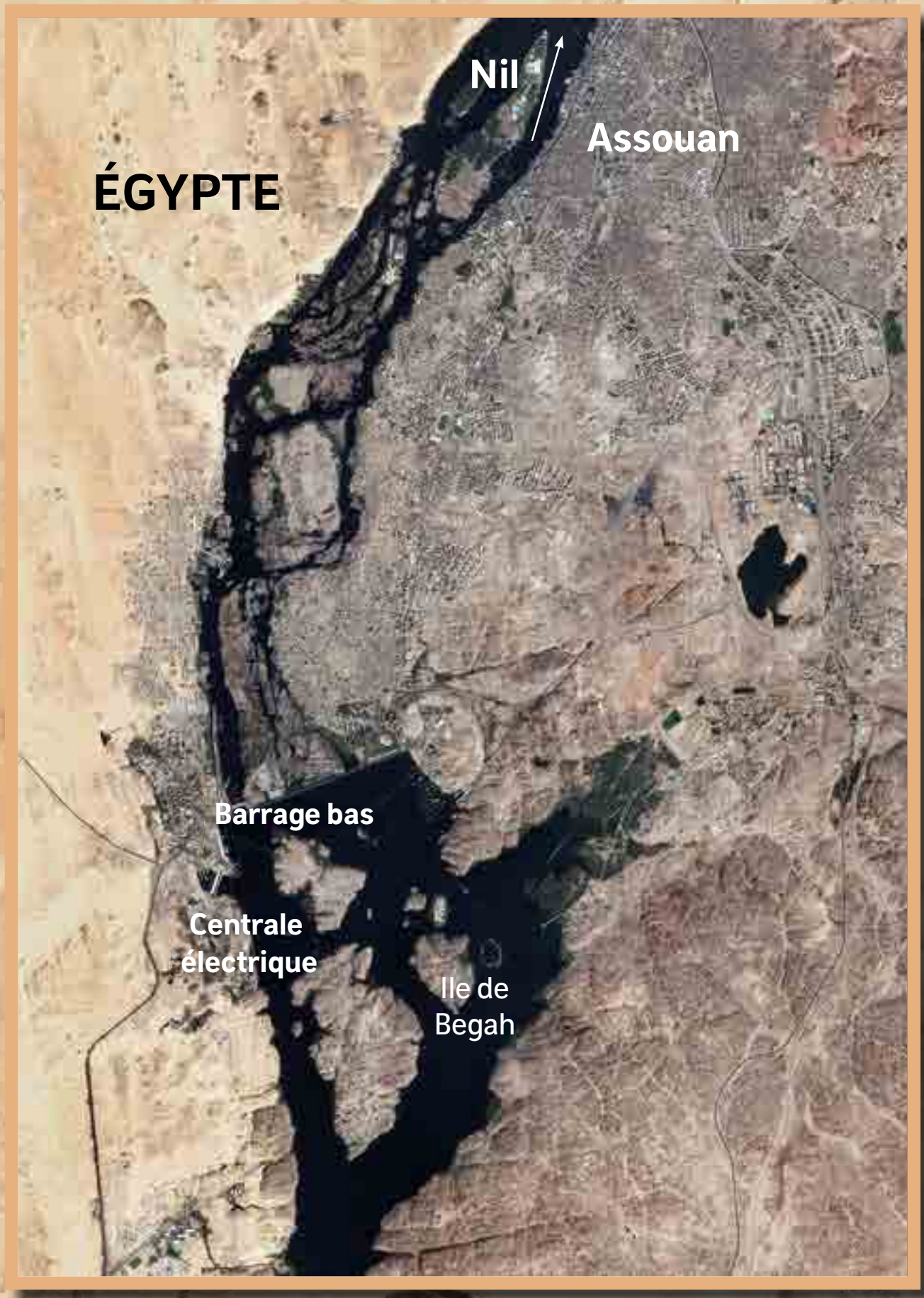
LE GOLFE PERSIQUE

Rente gazière et métamorphose du désert

Sur la rive sud du Golfe persique s’étend une fédération de sept Émirats constituant depuis 1971 les Émirats arabes unis, dont Abou Dabi, Dubaï, Charjah et Ajman. Ils regroupent 10 millions d’habitants, dont 90 % de migrants, sur une bande littorale de 250 km de long. Couvrant 82 800 km², ils présentent une densité moyenne de 121 hab./km² ; en fort contraste avec les zones vides de l’intérieur de la péninsule arabe ou de l’Iran. En cinq décennies, le désert a en effet été profondément transformé par la mobilisation de la rente tirée du gaz et du pétrole. La région a connu un boom immobilier spectaculaire symbolisé par le gigantisme des gratte-ciels (Burj Khalifa) ou des îles artificielles résidentielles (Palm Djebel Ali). Elle est devenue un grand hub logistique maritime (ports francs de Djebel Ali) et aérien (Dubaï DBX...) ; un centre financier, commercial et touristique de luxe international de premier plan alors que se multipliaient les usines de dessalement d’eau de mer. Aujourd’hui, l’heure est aussi aux « écocités » (Masdar City) et aux énergies renouvelables (solaire).

Sentinel2. Prise de vue 15 octobre 2021
[Largeur de l’image ≈ 140 km]
© Copernicus Sentinel Data 2021





ÉGYPTE

ASSOUAN ET LA PREMIÈRE CATARACTE

L'Égypte, don du Nil

Sous le Tropique, à 840 km du Caire se trouve Assouan, en rive droite du Nil à 193 m d'altitude. Cette agglomération de 350 000 habitants connaît une forte croissance dont témoignent ses nouveaux quartiers. Dans ce climat désertique chaud hyperaride sans pluie durant des décennies, la gestion des eaux du Nil est un enjeu vital. Valorisant le site de la première des six cataractes, qui s'échelonnent vers l'amont et le Soudan tout proche, le barrage bas d'Assouan est édifié par les Britanniques entre 1899 et 1902. Rehaussé en 1912 puis 1933, il fait 1 950 m de long et 36 m de hauteur, les onze turbines de sa centrale dégagent 592 MW de puissance. Mais face à l'explosion des besoins économiques et humains, il est complété par le haut barrage d'Assouan, bien plus connu. Lancé par Gamal Abdel Nasser, il entre en service en 1973. Haut de 111 mètres, il crée le réservoir du lac Nasser. Long de 500 km et couvrant 6 500 km², il peut stocker 169 km³ d'eau pour une puissance hydroélectrique installée de 2 100 MW. Cette dépendance explique l'hypersensibilité de l'Égypte aux opérations d'aménagement du haut bassin du Nil (Éthiopie...).

Pléiades. Prise de vue 20 mars 2018
[Largeur de l'image ≈ 9 km]

© CNES 2018, distribution Airbus DS

ÉGYPTE LE CAIRE

Une mégapole aux limites du désert du Sahara

À 25 km au sud-ouest du Caire, le plateau de Gizeh a été nivelé il y a 4 500 ans sous l’Ancien empire pour accueillir les trois grandes pyramides de Khéops (137 m), Khéphren (144 m) et Mykérinos (63 m). Au patrimoine de l’Unesco depuis 1979, la nécropole accueille aussi des carrières, tombes, cimetières et temples. Ce site se trouve au contact entre le désert et le village de Nazlet el-Semman, un faubourg populaire de la mégapole cairote. La ville du Caire polarise en effet 10 millions d’habitants dans des densités exceptionnelles (16 544 hab./km²) et son agglomération 24,5 millions (7 000 hab./km²), soit le 9^e rang mondial entre Shanghai et Mumbai. Située dos au désert aux portes du delta du Nil, la ville est confrontée à trois défis majeurs : la gestion de l’eau, la protection des terres agricoles irriguées et l’urbanisation portée par le boom démographique. Face à l’extrême saturation de la zone-centre, les autorités accélèrent le desserrement de l’agglomération sur les marges désertiques, des réserves foncières où se multiplient les grands chantiers urbains.

Pléiades-Neo. Prise de vue 1^{er} novembre 2021
[Largeur de l’image ≈ 1,5 km]

© Airbus DS 2021



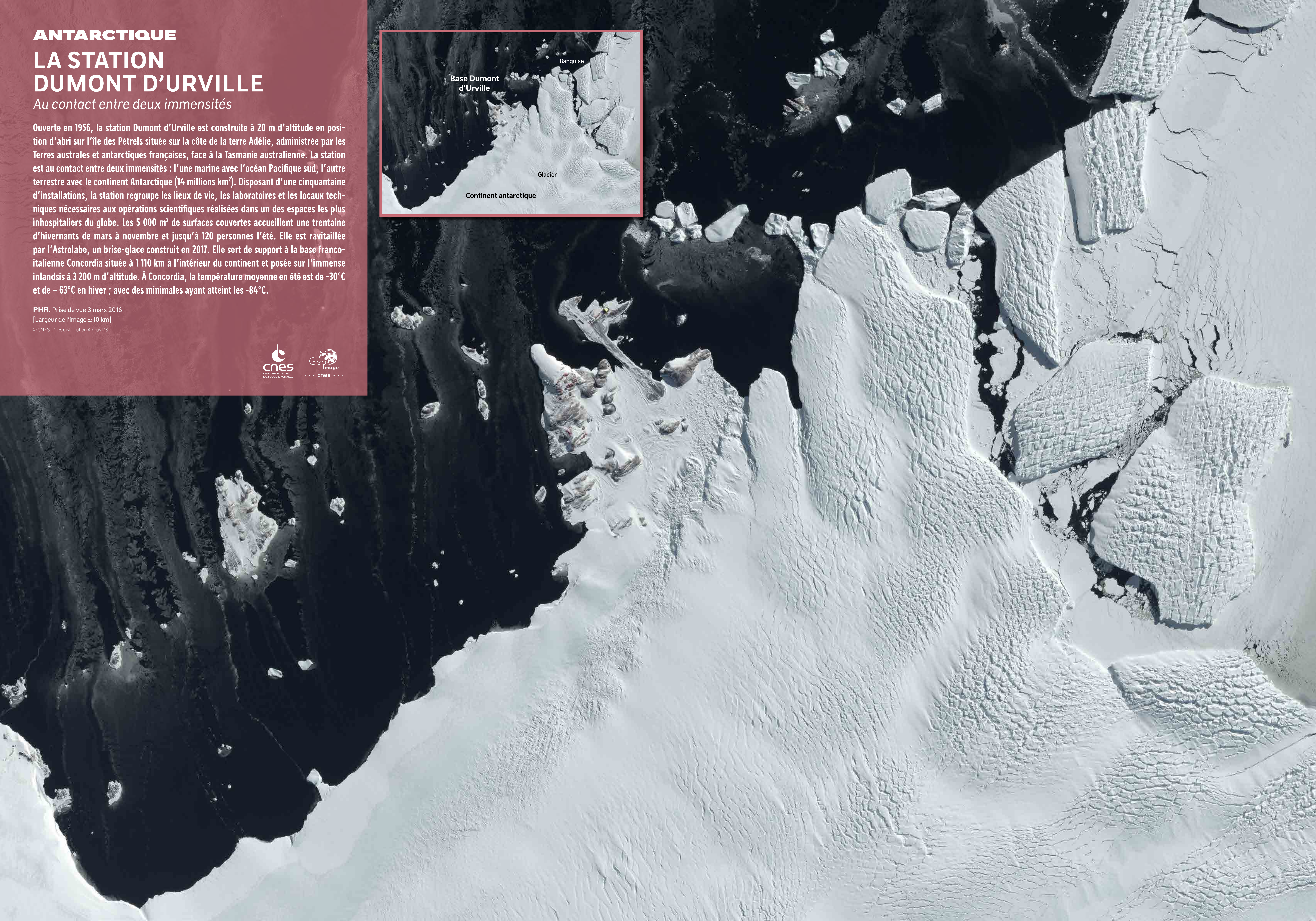
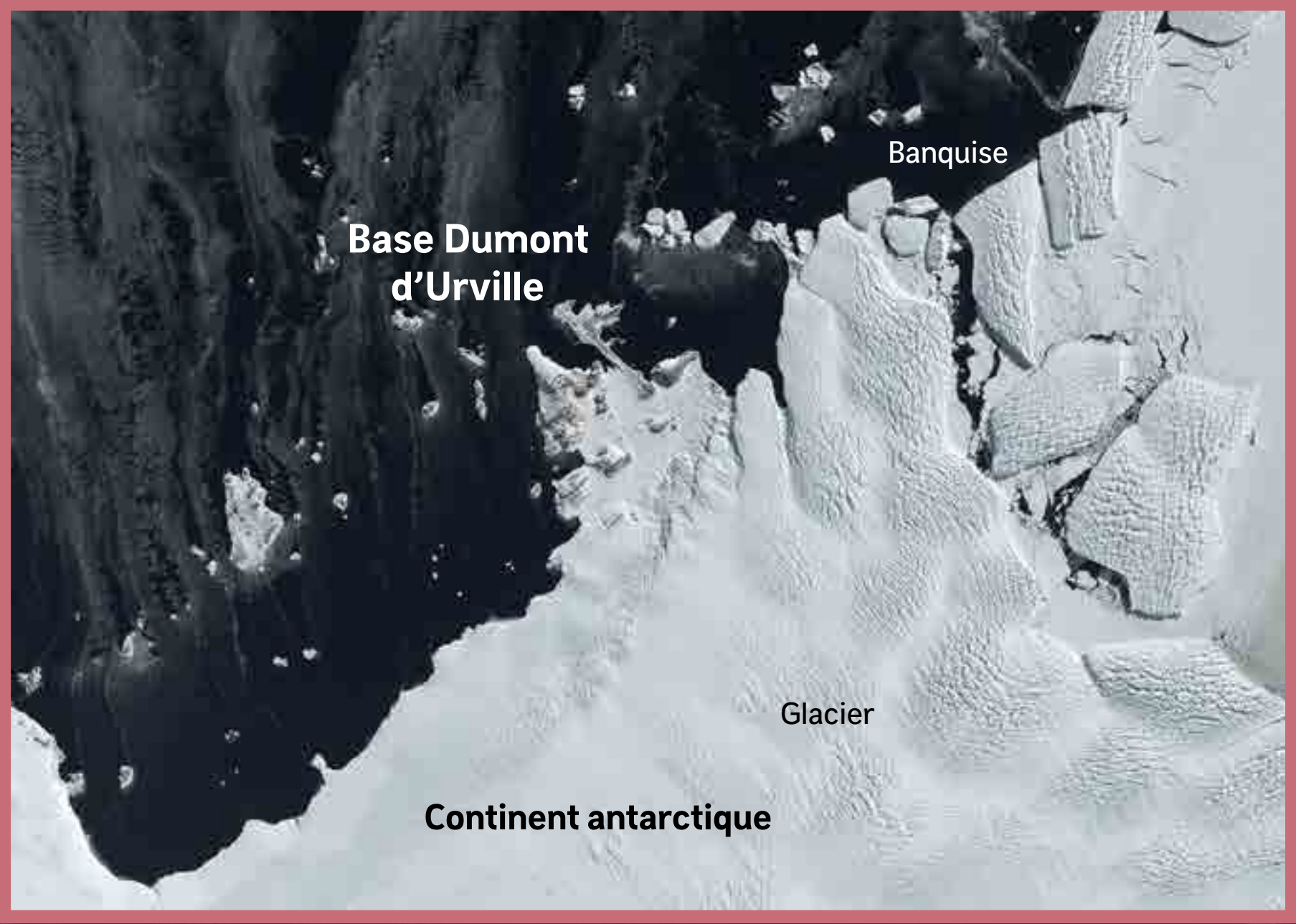
ANTARCTIQUE

LA STATION DUMONT D'URVILLE

Au contact entre deux immensités

Ouverte en 1956, la station Dumont d'Urville est construite à 20 m d'altitude en position d'abri sur l'île des Pétrés située sur la côte de la terre Adélie, administrée par les Terres australes et antarctiques françaises, face à la Tasmanie australienne. La station est au contact entre deux immensités : l'une marine avec l'océan Pacifique sud, l'autre terrestre avec le continent Antarctique (14 millions km²). Disposant d'une cinquantaine d'installations, la station regroupe les lieux de vie, les laboratoires et les locaux techniques nécessaires aux opérations scientifiques réalisées dans un des espaces les plus inhospitaliers du globe. Les 5 000 m² de surfaces couvertes accueillent une trentaine d'hivernants de mars à novembre et jusqu'à 120 personnes l'été. Elle est ravitaillée par l'Astrolabe, un brise-glace construit en 2017. Elle sert de support à la base franco-italienne Concordia située à 1 110 km à l'intérieur du continent et posée sur l'immense inlandsis à 3 200 m d'altitude. À Concordia, la température moyenne en été est de -30°C et de - 63°C en hiver ; avec des minimales ayant atteint les -84°C.

PHR. Prise de vue 3 mars 2016
[Largeur de l'image ≈ 10 km]
© CNES 2016, distribution Airbus DS



AUSTRALIE

LE LAC MACKAY

Au cœur du Grand Désert de Sable

L’Australie est par excellence un État-continent désertique avec seulement 3 hab./km² pour 7,6 millions km². Du fait de la taille et de l’ampleur de l’aridité des déserts intérieurs, la population se réfugie le long des marges littorales orientales ou méridionales. Nombreux et d’une grande diversité, ceux-ci constituent une mosaïque aux milieux spécifiques : désert de Gibson, désert de Tanami, grand désert de Victoria, bassin du lac Eyre, etc. Au cœur du Grand Désert de Sable qui couvre 360 000 km², le lac Mackay (Wilkinkara pour les aborigènes) est un lac éphémère qui occupe le fond d’une dépression endoréique. Lac salé, il fait 100 km sur 50 km et couvre 4 740 km² selon les apports en eau. Au blanc du sel et des minéraux qui remontent par capillarité pour se déposer en surface répondent des îlots d’algues ou de végétations adaptées à ces conditions extrêmes.

Sentinel-2. Prise de vue 15 mars 2017
[Largeur de l’image ≈ 240 km]
© Copernicus Sentinel Data 2017



RUSSIE

MIRNY

Une mine-ville du diamant perdue en pleine taïga

A l'échelle du globe, la forêt boréale – ou taïga – constitue un anneau circumpolaire qui s'étend sur le Canada, la Scandinavie ou la Russie. Ce biome – ou écorégion – couvre environ 15 millions km², soit 10 % des terres du globe. Dans ces espaces sous-peuplés, la mise en valeur repose souvent sur des isolats valorisant les matières premières (bois, minerais, énergies...). Mirny est ainsi une petite cité de 35 000 habitants située dans la République de Sakha en Extrême-Orient russe, dont la densité est de 0,3 hab./km². Totalement entourée par la forêt, cette ville minière est fondée en 1955 à 820 km à l'ouest de Yakoutsk. Elle se structure autour d'une gigantesque mine de diamant à ciel ouvert de 530 m de profondeur et 1 200 m de diamètre. L'épuisement du puit contraint à passer en exploitation sous-terraine. Elle appartient à Alrosa, le géant russe du diamant qui réalise 30 % de la production mondiale avec 33 000 salariés. On retrouve les mêmes logiques pionnières, par exemple, au Canada avec la mine de Diavik, ouverte en 2001 et perdue dans les Territoires du Nord-Ouest.

PHR. Prise de vue 2 juin 2016
[Largeur de l'image ≈ 10 km]

© CNES 2016, distribution Airbus DS



HIMALAYA

Le massif de l’Everest : le toit du monde

Cette vue cavalière prise du sud vers le nord couvre le massif de l’Everest qui dans la chaîne de l’Himalaya sert de frontière entre la Chine et le Népal. Dans ces espaces englacés, nulle présence humaine permanente, tant les contraintes y sont fortes. Il faut attendre le 29 mai 1953 pour voir Edmund Hillary et Tensing Norgay vaincre le plus haut sommet du monde qui culmine à 8 848 m, ouvrant ainsi véritablement la région à l’alpinisme. Aux côtés de l’Everest se dressent des sommets de légende tel le Lhotse (8 516 m), le Malaku (8 485 m), le Nuptse (7 864 m) ou le Baruntse (7 162 m). Pour accéder aux sommets, les alpinistes et leurs sherpas utilisent lors des marches d’approche les puissants appareils glaciaires (glacier du Khumbu, glacier du Rongbuk...). Puis à partir du camp de base sur le glacier du Khumbu, il faut compter quatre camps intermédiaires pour espérer atteindre le sommet de l’Everest. 350 à 400 permis payants sont délivrés chaque année par les autorités népalaises pour quelques privilégiés de très haut niveau.

Pléiades. Prise de vue 3 janvier 2013
[Largeur de l’image ≈ 30 km]

© CNES 2013, distribution Airbus DS

