

13. Conséquences environnementales de l'impact



Le lien existant entre l'évènement impactique de Chicxulub et une extinction massive à la limite Crétacé-Tertiaire a favorisé une évaluation des conséquences environnementales d'impacts de toutes tailles. Les études de ce type présentent deux volets. En premier lieu, elles doivent reconstituer l'environnement au moment de l'impact. En deuxième lieu, elles doivent déterminer les répercussions de l'impact sur cet environnement ainsi que sur les plantes et les animaux qui font partie de ce dernier. Une première tentative visant à résoudre ces questions pour le cratère Barringer remonte à vingt ans (Kring, 1997) et sera résumée dans ce chapitre. Comme discuté à l'époque, les incertitudes étaient légion dans les données de référence utilisées. Par conséquent, ci-dessous, il sera également question de commentaires relatifs à d'éventuels changements.

Tout âge du cratère compris entre 30 000 et 70 000 ans situe l'évènement impactique dans l'interstade du Wisconsinien, lequel est un intervalle relativement chaud de la période glaciaire du Wisconsinien. La topographie était semblable à celle observée de nos jours. La pente moyenne était inclinée d'environ 0,5° vers le nord-est. Les crêtes de la Formation de Moenkopi présentaient un relief moyen d'à peu près 5 à 10 m et le sommet de la pente la plus élevée topographiquement ne dépassait pas, à peu de choses près, 20 m. Il est possible que des réseaux hydrographiques aient été plus actifs qu'ils ne le sont aujourd'hui, en raison du climat plus humide lors de la période du Wisconsin. Gilbert (1896) a même affirmé qu'un petit réseau hydrographique avait été altéré par l'impact. La plupart des caractéristiques volcaniques de la région existaient déjà, hormis peut-être quelques cônes de cendres contemporains du cratère ou plus récents que ce dernier.

À l'heure actuelle, la végétation entourant le cratère est dominée par une prairie (Fig. 13.1). Aux altitudes plus basses à l'est, un écosystème d'armoises remplaçait celle-ci. Aux altitudes plus élevées à l'ouest, une région boisée et une pineraie ont successivement précédé cette prairie. Le terrain boisé offre une prédominance de genévriers et de pins pignons, dont de petites parcelles sont également observées sur la bordure méridionale du cratère. Le sous-étage de la région boisée est constitué de graminées et d'arbustes. La pineraie est dominée par des pins ponderosa aux altitudes plus basses et un mélange de sapins de Douglas, de sapins du Colorado, de pins flexibles et de peupliers faux-trembles aux altitudes plus élevées. Une toundra alpine et des forêts de conifères abritant des épicéas recouvrent les sommets de *San Francisco Peaks*, environ 60-70 km au nord-ouest du cratère.

Du temps de l'impact, ces zones de végétation se trouvaient à des altitudes plus basses en raison des conditions climatiques pendant l'interstade du Wisconsinien. Le pollen déposé dans les sédiments lacustres partout dans la région donnait à penser que les terrains boisés existaient à proximité du cratère, voire sur le site d'impact (Kring, 1997). Les activités entreprises afin d'optimiser la reconstitution de la flore se poursuivent et ont largement bénéficié de l'expertise d'Owen Davis, qui est l'un des plus grands palynologues du Sud-Ouest américain. Dans une étude préliminaire (Davis et Kring, 2002), des sédiments lacustres déposés au-dessus de la lentille de brèches ont été retrouvés plus ou moins 30 m sous le fond du cratère. Comme le corrobore l'analyse pollinique de Davis, le climat a favorisé la présence des types de forêts actuellement observés dans les hauts plateaux de la région de Flagstaff. Néanmoins, la concentration et la diversité du pollen contenu dans ces sédiments sont faibles et dominées par des types polliniques dispersés par le vent, ce qui sous-entend un transport sur de longues distances ainsi qu'une végétation clairsemée sur le site du cratère. Il est possible que l'impact se soit produit dans une communauté d'arborescences, qui était longée par une région boisée restreinte menant à des forêts de pins et d'épicéas sur de courtes distances (Fig. 13.2).

Aux alentours, la steppe d'arborescences, le terrain boisé et les zones forestières étaient peuplés de mammouths, de mastodontes, de grands paresseux terrestres, de tapirs, de bisons, de chameaux et de chevaux (Kring, 1997). Les mammouths broutaient dans les étendues d'arborescences et de végétation apparentée. Ils se trouvaient donc peut-être à proximité immédiate de l'impact. Ces derniers migraient également vers les forêts d'épicéas avoisinantes. Les mastodontes préféraient se nourrir dans les forêts d'épicéas, les forêts de pins et les régions boisées. À l'instar des bisons et des chameaux, les grands paresseux terrestres privilégiaient les surfaces couvertes d'arborescences ainsi que les forêts claires pour se repaître.

Dans ce genre d'environnement, des débris éjectés, une boule de feu, une onde de choc rayonnante ainsi qu'un courant d'air étroitement associé à cette dernière représentaient les composants les plus destructeurs de l'évènement impactique. Ces répercussions se sont limitées à la région. Outre une énergie sismique négligeable, de faibles quantités de gaz qui affectent le climat (*par exemple*, CO, CO₂, SO₂ et/ou SO₃, H₂O, Cl, et Br) ont été libérées, sans grande conséquence.

L'intensité et l'étendue radiale d'une onde de choc et d'un courant d'air dépendent de l'énergie dégagée par l'évènement impactique. (Elles varient également en fonction de la trajectoire, mais cette question sera débattue à part.) À l'époque de la première étude de Kring, Roddy et Shoemaker (1995) ont jugé que l'énergie libérée lors de l'impact équivalait à celle que

dégagerait l'explosion de 20 à 40 Mt de TNT. Comme expliqué dans le chapitre 10, des calculs plus récents indiquent des énergies plus faibles. Afin qu'il y ait matière à débat lors de l'excursion de terrain, certains des effets sont illustrés (Fig. 13.3) pour une explosion d'une puissance de 20 Mt. Il faut toutefois préciser qu'il est possible que les répercussions de l'impact n'aient pas atteint des distances aussi grandes si ce dernier avait libéré moins d'énergie.

Pour l'heure, nous ignorons toujours si l'impact s'est produit le jour ou la nuit. Cependant, un paysage assez bucolique s'est trouvé bouleversé lorsqu'un astéroïde de fer a traversé l'atmosphère à toute allure. Le météore aurait déchiré le ciel en laissant une traînée lumineuse avant de s'écraser au sol. Les plantes et les animaux au point zéro ont été vaporisés, tandis que l'essentiel de l'astéroïde et une partie de la roche sous-jacente ont été désintégrés. Le substratum se trouvant en dessous et autour de la zone fondue par la vapeur a été éjecté et renversé, ensevelissant la topographie ainsi que tous les animaux et les plantes qui n'avaient pas encore été emportés par un courant d'air.

Comme évoqué auparavant dans le chapitre 4, l'impact a entraîné une onde de choc. En plus de se répandre dans la roche sous-jacente impactée et l'astéroïde, une onde de choc s'est propagée dans le paysage. Ce phénomène a entraîné des surpressions brutales mais a également provoqué un courant d'air. Ces vents dépassaient les 1000 km/h à proximité de l'évènement impactique (Fig. 13.3) et perdaient en intensité avec la distance. Ils ont gravement endommagé les arbres des zones forestières qui se trouvaient dans un diamètre de 32 km. De l'herbe, de petits arbustes et de la terre ont sans doute été arrachés aux alentours du cratère par ces fortes rafales de vent. Il est possible qu'une faible quantité de matière ait été piégée sous les éjecta renversés car les racines souterraines ont été maintenues dans la même position autour du cratère d'explosion nucléaire *Sedan* (Carlson et Roberts, 1963). Cependant, pour l'heure, je n'ai pas encore découvert de matériaux intercalés dans les charnières de la Formation de Moenkopi le long de la paroi du cratère, ni même dans les échantillons du forage qui a traversé ce contact sous la couronne d'éjecta.

La surpression due au choc et la vitesse du vent se sont atténuées avec la distance ; la vitesse du vent chutant de 2200 km/h sur une distance radiale de 3 km à 800 km/h dans un rayon de 6 km, mais demeurant assez élevée dans les intervalles qui approchaient les 30 km autour du point d'impact. Dans une zone circulaire atteignant 32 km de diamètre, les grands mammifères mentionnés plus haut auraient été tués ou blessés par l'impulsion de pression et le courant d'air. Un certain nombre de blessures a pu être directement provoqué par l'impulsion de pression. À titre d'exemple, elle aurait entraîné de rapides oscillations de pression dans les organes contenant de l'air et endommagé les zones situées entre des tissus de densités variables (*par exemple* près

des articulations). Il est possible que cette situation pathologique ait provoqué une hémorragie et un œdème dans les poumons, engendrant à leur tour diverses complications : suffocation, embolie gazeuse susceptible d'avoir obstrué les vaisseaux sanguins du cœur ainsi que du cerveau, et embolie fibrino-cruorique qui a peut-être endommagé le cerveau et d'autres organes. Outre ces blessures résultant directement de l'impulsion de pression, les animaux auraient été blessés au contact du courant d'air. Ils auraient ainsi subi une accélération de l'ordre de quelques kilomètres à une dizaine de kilomètres par heure, avant de s'écraser au sol ou de heurter d'autres objets. Le courant d'air a également entraîné des branches cassées, des rochers, et d'autres types de projectiles, le tout donnant lieu à une « fusillade » de débris qui a empalé, lacéré ou, à défaut de cela, traumatisé les animaux.

Telles sont les conséquences de l'impact et de l'explosion responsable de la formation du cratère. Des dégâts supplémentaires ont été causés par l'onde de choc balistique. Étant donné que nous ne connaissons toujours pas la trajectoire de l'objet (chapitre 10), ces répercussions sont plus difficilement quantifiables. Néanmoins, il est probable qu'un choc balistique s'est propagé dans la zone touchée par la plupart des phénomènes décrits plus haut.

Pour autant que nous sachions, aucun être humain de la région n'a été témoin de l'impact qui s'est produit dans le nord de l'Arizona, ni même été associé à ce dernier. (Il y a plus de chances que quelqu'un ait assisté à l'évènement de *Gold Basin* parce que celui-ci a eu lieu voici environ 15 000 ans.) Cependant, si un impact de taille semblable devait se produire de nos jours sur une ville, cette dernière serait détruite en grande partie. À titre d'exemple, les conséquences mentionnées ci-dessus ont été représentées sur une carte pour Kansas City (Kring, 1997).

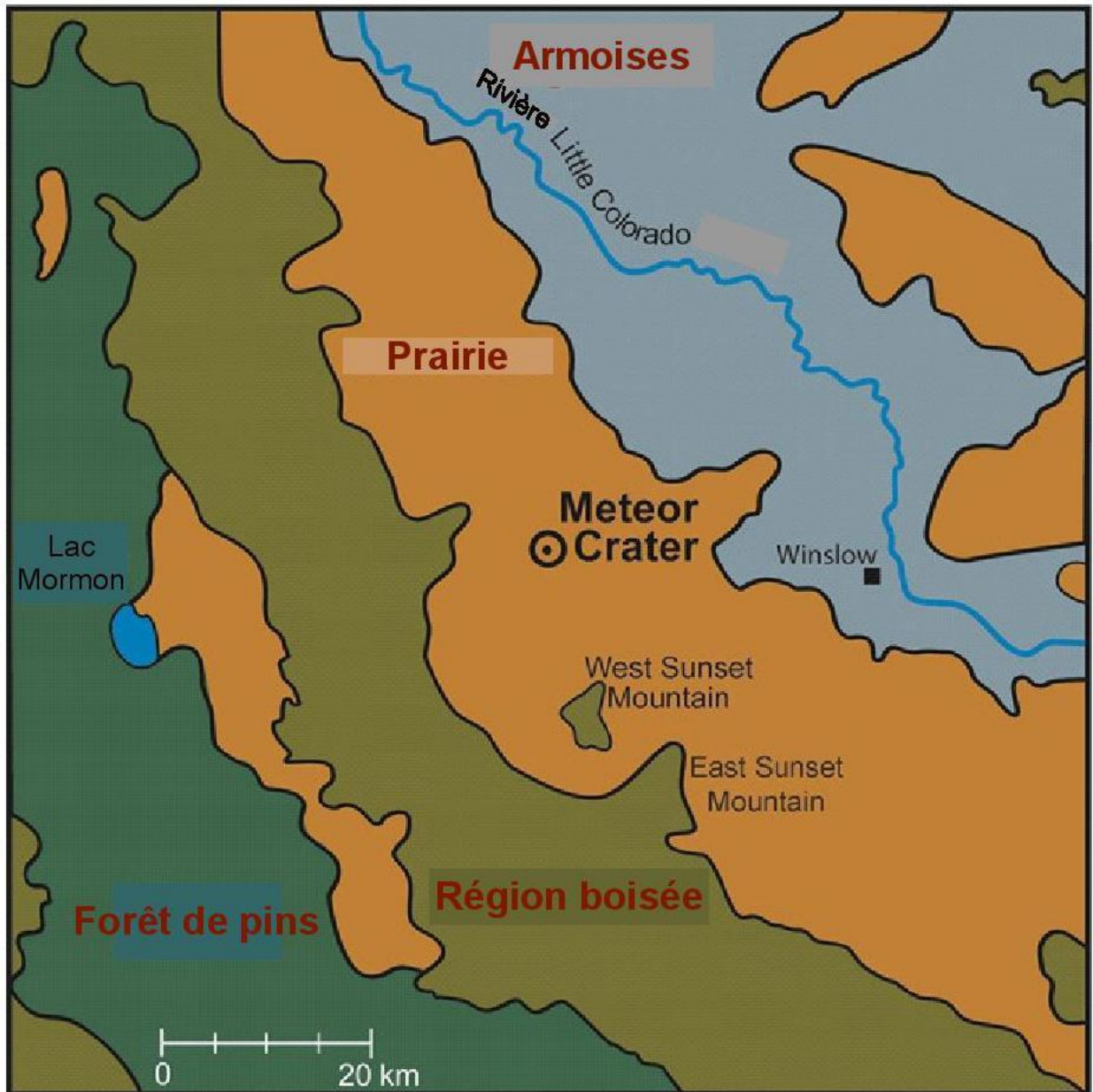


Fig. 13.1. Carte indiquant la répartition actuelle des communautés biotiques observées aux alentours du Meteor Crater. La représentation des étendues d'armoises, de la prairie, de la région boisée et de la forêt de pins est tirée d'une carte de Brown et Lowe (1980) montrant les communautés biotiques situées au sud-ouest du cratère. Il s'agit d'une version légèrement simplifiée et en couleurs d'une carte qui figure dans Kring (1997), laquelle devrait être consultée pour des informations supplémentaires sur la végétation se trouvant à proximité immédiate du cratère.

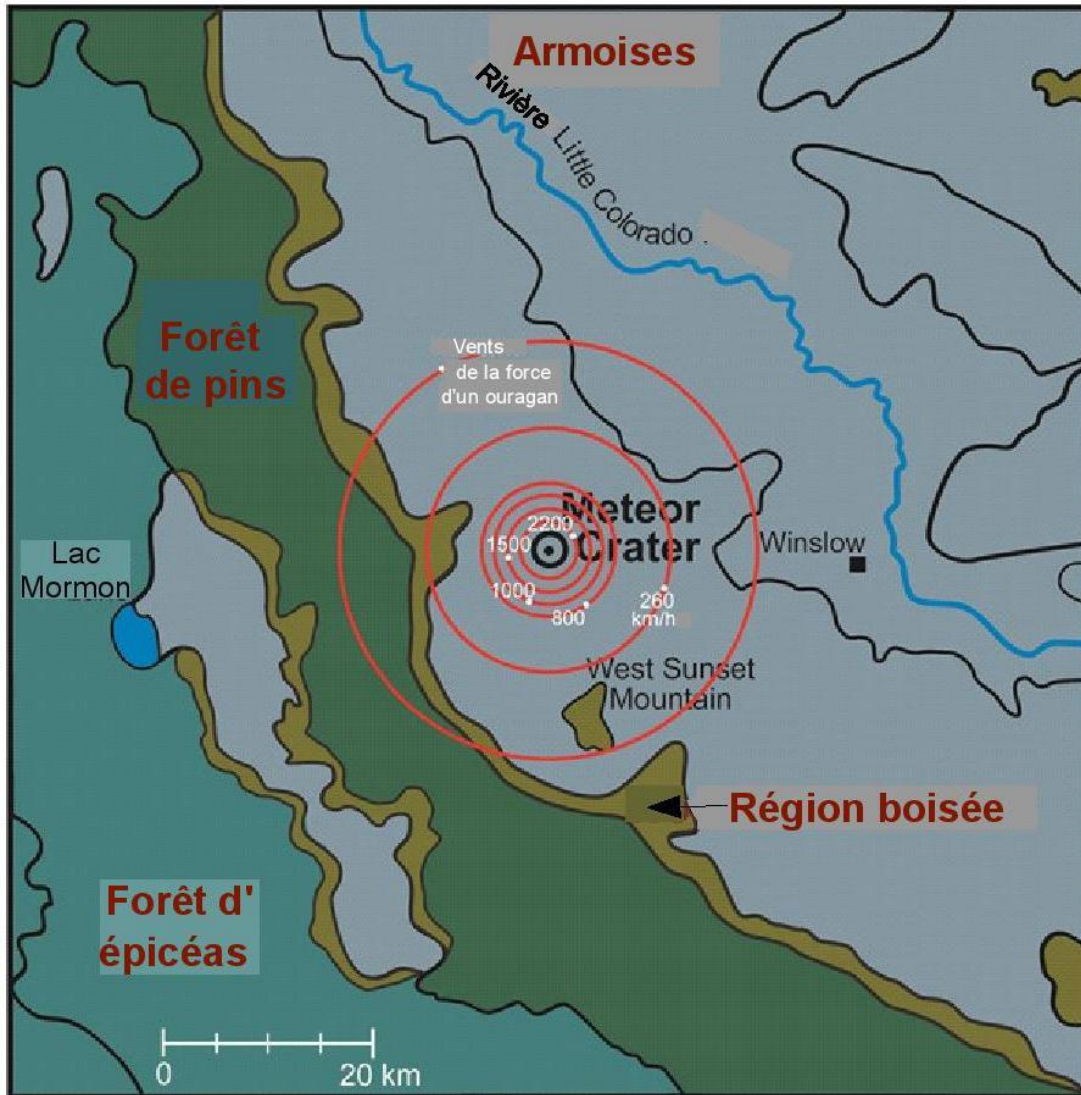


Fig. 13.2. Une étude palynologique préliminaire, portant sur les sédiments déposés directement au-dessus de l'unité de débris polygéniques située au fond du cratère, a servi à reconstituer les zones de végétation contemporaines de l'impact qui s'est produit il y a approximativement 50 000 ans (Davis et Kring, 2002). Du temps de l'impact, le climat a favorisé la présence des types de forêts actuellement observés dans les hauts plateaux de la région de Flagstaff (Kring, 1997). La concentration et la diversité du pollen contenu dans les sédiments du cratère sont faibles et dominées par des types polliniques dispersés par le vent, ce qui sous-entend un transport sur de longues distances ainsi qu'une végétation clairsemée sur le site du cratère (Owen Davis, communication personnelle). Par conséquent, les hautes terres à proximité du cratère étaient sans doute recouvertes d'un bosquet de conifères, lequel était accompagné de peuplements de pins, d'écipéas et de sapins dispersés le long d'une steppe d'armoises. Contrairement à une reconstitution antérieure (Kring, 1997), il ressort des nouvelles données que, lorsque l'impact s'est produit, les forêts se trouvaient à quelques kilomètres à l'ouest du cratère plutôt qu'à proximité immédiate de ce dernier. Au fur et à mesure de l'avancement de la nouvelle étude, des échantillons supplémentaires seront analysés afin d'affiner notre reconstitution des conditions environnementales au moment de l'impact. La carte indique également les vitesses du vent engendrées par l'évènement impactique, en admettant que l'impact ait libéré une énergie de 20 Mt. Dans des rayons de 3, 4, 5, 6 et 12 kilomètres, le vent atteignait respectivement des vitesses de 2200, 1500, 1000, 800 et 260 km/h (Kring, 1997). Des rafales de vent d'une force équivalente à celle d'un ouragan de catégorie 3 parcouraient un intervalle radial de 20 km (cercle rouge le plus à l'extérieur). Bien qu'ils ne soient pas représentés, les vents de la force d'un ouragan se sont propagés jusqu'à une distance radiale de 30 km.

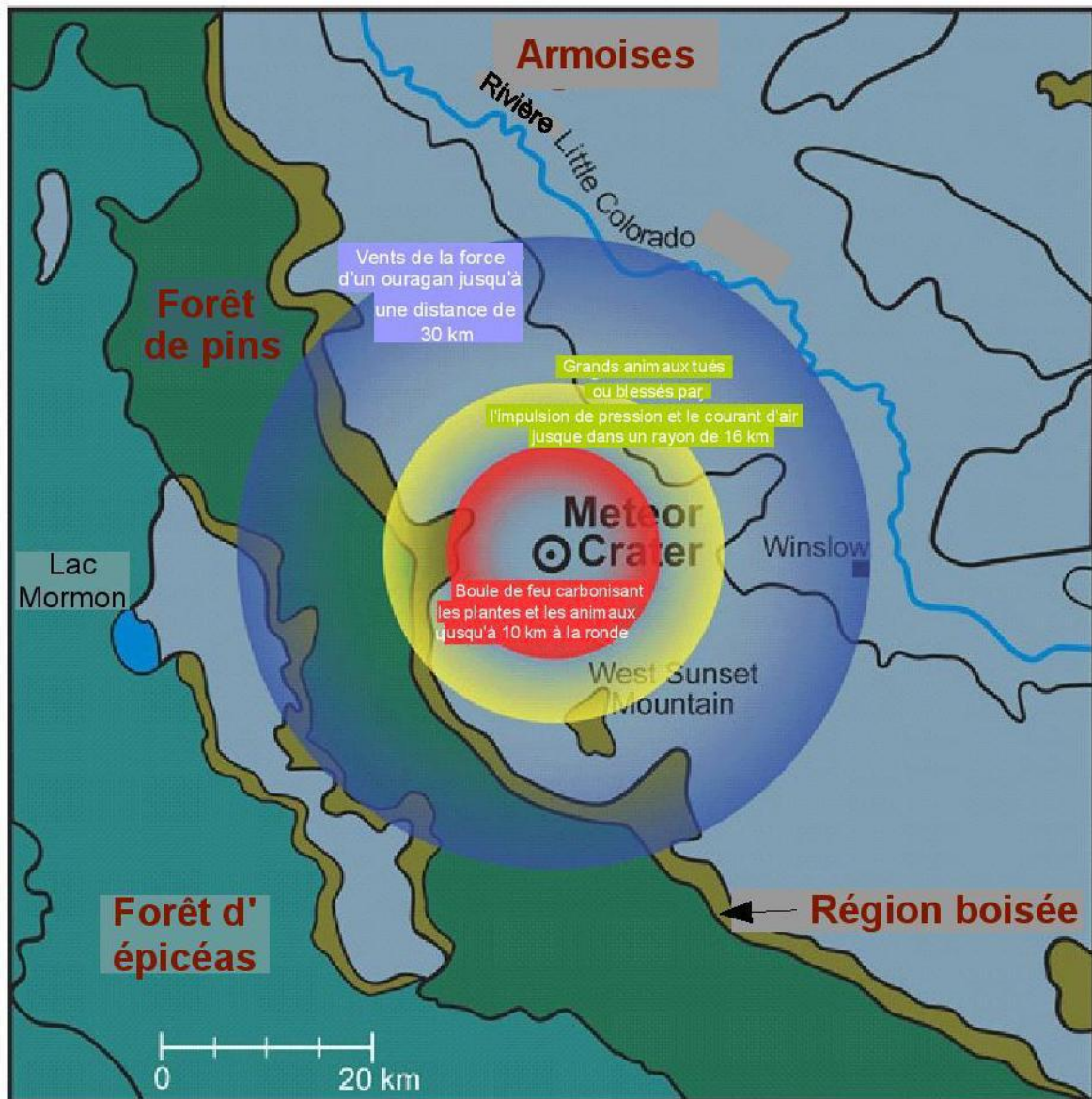


Fig. 13.3. Aux alentours du cratère, la steppe d'armoises, le terrain boisé et les zones forestières étaient peuplés de mammouths, de mastodontes, de grands paresseux terrestres, de tapirs, de bisons, de chameaux et de chevaux. Les mammouths broutaient dans les étendues d'armoises et de végétation apparentée. Ils se trouvaient donc peut-être à proximité immédiate de l'impact. De temps à autre, ces derniers migraient également vers les forêts d'écipéas. Les mastodontes préféraient se nourrir dans les forêts d'écipéas, les forêts de pins et les régions boisées. Les grands paresseux terrestres privilégiaient les surfaces couvertes d'armoises ainsi que les espaces boisés ouverts pour se repaître. De même, les bisons et les chameaux migraient vers les communautés d'armoises et de terrains boisés. Les chevaux se comportaient vraisemblablement de la même façon, mais on en sait moins sur leur répartition 50 000 ans auparavant. Les pressions de choc, les vitesses du vent et le réchauffement ont atteint des valeurs extrêmes dans les premiers kilomètres autour du point d'impact. La boule de feu a carbonisé les plantes et les animaux jusqu'à maximum 10 km à la ronde (cercle rouge). Les grands animaux ont été tués ou blessés par l'impulsion de pression et le courant d'air dans un rayon de 16 km (cercle jaune). Le courant d'air a perdu en vitesse en s'éloignant du cratère. Les vents de la force d'un ouragan ont parcouru un intervalle de 30 km (cercle bleu). Ces distances radiales supposent un évènement impactique libérant une énergie de 20 Mt.