

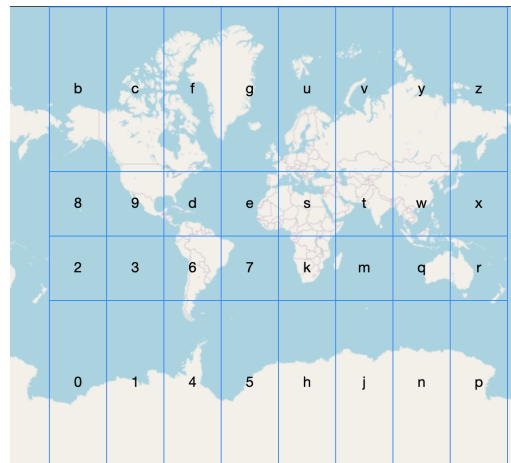
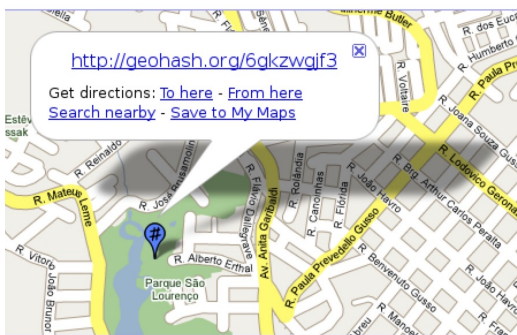
## I. GeoHash

**Geohash** est le nom d'un algorithme qui transforme un couple (latitude, longitude) de coordonnées GPS en un code de lettres et chiffres. C'est un nombre en base 32 (cf. table ci-dessous), c.à.d. avec 5 bits par caractère.

Ex : **dc0de** en base 32 équivaut à 12,11,00,12,13 en décimal et à 01100,01011,00000,01100,01101 en binaire

En réalité, la forme binaire du geohash n'est autre que la valeur du z-order appliquée à une grille initiale prédéfinie sur toute la surface terrestre (cf. figure ci-dessous). Les coordonnées GPS sont converties en binaire selon un positionnement plus ou moins fin dans l'intervalle  $[-180, 180]$  pour la longitude et dans  $[-90, 90]$  pour la latitude. Ainsi, la précision en décimal des coordonnées GPS croît avec la longueur du geohash (et la résolution de la grille) et vice-versa. Le code geohash est adapté à l'identification d'une localisation dans une URL (cf. figure ci-dessous) et est de fait devenu un standard.

<b>Decimal</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Base 32</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	b	c	d	e	f	g
<b>Decimal</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>Base 32</b>	h	i	j	k	m	n	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y



*Ref: Geohash.org*

1. Dans quelle type de méthodes vues en cours peut-il être classé ?
2. Quels sont les spécificités et intérêt du geohash en particulier ?
3. Rappelez la méthode de calcul du z-order. Rappelez l'usage du z-order tel que présenté en cours et le principe d'application aux données de types géométriques différents. Quels autres méthodes existent pour améliorer les performances des requêtes spatiales (précisez les similarités et les différences).
4. Encodage spatio-temporel : Les données temporelles peuvent être représentées par une valeur entière continue en limitant la résolution (*time hash*). Le principe est de diviser le temps en intervalles sur une période limitée autour d'une date fixée (1970 dans le standard POSIX sous UNIX) et avec une précision maximale prédéfinie (à la seconde dans POSIX). Comment intégrer cette dimension pour encoder et rechercher des localisations horodatées ?

## II. Use case maritime

Les données de trafic maritime forment une énorme base de données mondiale de données géolocalisées. Leur exploitation est un enjeu important pour l'industrie, la sécurité et l'environnement. L'AIS (Automatic Identification System) est un système d'échanges par radio fréquence qui permet aux navires et aux systèmes de surveillance de trafic de connaître l'identité, la position et la route des navires se situant dans la zone de navigation. Il transmet toutes les 15 minutes des données suivantes : identité du bateau, latitude, longitude, temps, vitesse, cap, ...

**Pour chacune des taches ci-dessous, décrivez des méthodes (requête ou algorithmes) à appliquer en justifiant vos réponses.**

- Une zone de pollution vient d'être détectée. On cherche le coupable. Quels sont les bateaux passés dans la zone aujourd'hui ?
- On dispose de données AIS des bateaux d'une course à la voile en régime de croisière (c'est à dire une demi-journée après le départ). Quels sont les bateaux qui étaient à un moment ou un autre à 500 mètres du gagnant de la course (l'identifiant du bateau gagnant est donnée) ?
- Partant des même données que la question précédente, identifiez les bateaux qui suivent le même chemin à 100 mètres près.
- Connaissant l'historique des trajectoires, une célèbre société de croisières maritimes souhaite développer une méthode de détection d'anomalies par comparaison aux routes habituelles (**représentée en verts** ci-dessous), ce qui permettrait d'éviter des incidents majeurs, comme la collision avec un rocher schématisée ci-dessous. Proposez une méthode de calcul e la zone verte et de l'éloignement (anormal) de cette zone verte.



### Cas réel d'anomalie de trajectoire d'un bateau (Accident du Costa Concordia)

- En **rouge** la trajectoire du bateau accidenté.
- En **gris** le rocher qu'il a heurté (et la cote)
- En **vert** la zone correspondant à l'historique des trajectoires pour les trajets précédents.