

Département Informatique de l'IUT de l'Université Bordeaux 1
Cours de Bases de Données : SIG via SGBD RO

1er juillet 2013

Olivier Guibert

Introduction à Oracle Spatial



Cf. Oracle® Spatial Developer's Guide 11g Release 2 (11.2) à

http://www.oracle.com/pls/db112/portal.portal_db?selected=7&frame=#oracle_spatial_and_location_information.

Pour les exemples, cf.

http://www.labri.fr/perso/guibert/DocumentsEnseignement/Oracle11g_exemple_jouet.pdf.

Plan

- Généralités
- Modèle spatial
- Type SDO_GEOMETRY
- Types d'éléments géométriques bidimensionnels
- USER_SDO_GEOM_METADATA
- Indexation spatiale
- Relations spatiales
- Opérateurs et fonctions/procédures spatiaux (et fonctions d'agrégation spatiales)
- Paquetages

2

Généralités

- Conforme aux standards et spécifications *OpenGIS* (interopérabilité des systèmes d'information géographique) élaborés par l'*Open Geospatial Consortium*
- Fournit :
 - un schéma (RO) SQL (MDSYS)
 - un mécanisme d'indexation
 - des opérateurs et fonctions/procédures permettant de gérer des données spatiales
- Démarche pour utiliser un attribut spatial (de type SDO_GEOMETRY) d'une relation :
 - créer l'attribut spatial
 - insérer un tuple dans les métadonnées (USER_SDO_GEOM_METADATA)
 - créer un index spatial
 - gérer (c.-à-d. mettre à jour (insérer, modifier et supprimer) et rechercher) les données spatiales

3

Modèle spatial

- Modèle de données hiérarchique :
 - *Layer* (couche) : collection d'objets géométriques ayant les mêmes propriétés
 - *Geometry* (objet géométrique) : séquence d'éléments géométriques, représentant une caractéristique spatiale
 - *Element* (élément géométrique) : élément de base d'une géométrie
- Système de coordonnées : cartésien, géodésique (c.-à-d. géographique), projection, local
- Tolérance (c.-à-d. précision des données et des calculs)
- Stockage d'éléments géométriques d'1 à 4 dimensions ... mais les opérateurs et fonctions/procédures spatiaux portent sur des données à 1 ou 2 dimensions et plus rarement sur des données à 3 dimensions
- Représentation par des vecteurs (modèle spaghetti) : séquence de coordonnées connectées par des segments de droites ou d'arcs de cercle

4

Type SDO_GEOMETRY

- DESCRIBE SDO_GEOMETRY
 - SDO_GTYPE NUMBER
 - SDO_SRID NUMBER
 - SDO_POINT MDSYS.SDO_POINT_TYPE
 - SDO_ELEM_INFO MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY
 - SDO_ORDINATES MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY
 - MEMBER FUNCTION GET_GTYPE RETURNS NUMBER
 - MEMBER FUNCTION GET_DIMS RETURNS NUMBER
 - MEMBER FUNCTION GET_LRS_DIM RETURNS NUMBER
 - MEMBER FUNCTION GET_WKB RETURNS BLOB
 - MEMBER FUNCTION GET_WKT RETURNS CLOB
 - MEMBER FUNCTION ST_COORDDIM RETURNS NUMBER
 - MEMBER FUNCTION ST_ISVALID RETURNS NUMBER
 - FINAL CONSTRUCTOR FUNCTION SDO_GEOMETRY RETURNS SELF AS RESULT
 - DESCRIBE SDO_POINT_TYPE
 - X NUMBER
 - Y NUMBER
 - Z NUMBER
 - DESCRIBE SDO_ELEM_INFO_ARRAY
 - SDO_ELEM_INFO_ARRAY VARRAY(1048576) OF NUMBER
 - DESCRIBE SDO_ORDINATE_ARRAY
 - SDO_ORDINATE_ARRAY VARRAY(1048576) OF NUMBER
- N. B. : 1048576 = 2²⁰

5

SDO_GTYPE

- SDO_GTYPE = *dltt* : type de la géométrie
 - *d* : dimension $\in [1;4]$
 - *l* : dimension *Linear Referencing System (LRS)* d'Oracle ou 0

<i>tt</i>	Type de géométrie	Description
00	UNKNOWN_GEOMETRY	Ignoré
01	POINT	1 point
02	LINE CURVE	1 ligne contenant des segments de droites ou d'arcs de cercle
03	POLYGON SURFACE	1 polygone (avec ou sans trou) ou 1 surface d'un ou plusieurs polygones
04	COLLECTION	Collection d'éléments hétérogènes
05	MULTIPOINT	1 ou plusieurs points (sur-ensemble de POINT)
06	MULTILINE MULTICURVE	1 ou plusieurs lignes (sur-ensemble de LINE ou CURVE)
07	MULTIPOLYGON MULTISURFACE	1 ou plusieurs polygones (sur-ensemble de POLYGON ou SURFACE)
08	SOLID	1 solide (c.-à-d. surfaces entièrement comprises dans un espace en 3 dimensions)
09	MULTISOLID	1 ou plusieurs solides extérieurs disjoints (sur-ensemble de SOLID)

SDO_SRID

- SDO_SRID : identifiant du système de référence spatiale
 - IS NULL (aucun système) : système cartésien
 - renseigné :
 - \in MDSYS.CS_SRS.SRID
La relation CS_SRS contient, dans la version testée, 4404 systèmes de référence spatiale précisant notamment le nom et le format *Well-Known Text (WKT)*

– CS_NAME	VARCHAR2(80)
SRID	NOT NULL NUMBER(38)
AUTH_SRID	NUMBER(38)
AUTH_NAME	VARCHAR2(256)
WKTEXT	VARCHAR2(2046)
CS_BOUNDS	MDSYS.SDO_GEOMETRY
 - Cf. paquetage SDO_CS (ex. : SDO_CS.TRANSFORM)
 - = MDSYS.USER_SDO_GEOM_METADATA.SRID de l'attribut spatial

7

SDO_POINT, SDO_ELEM_INFO et SDO_ORDINATES

- $d = 1 \Leftrightarrow$ SDO_POINT IS NOT NULL \Rightarrow (SDO_ELEM_INFO IS NULL \wedge SDO_ORDINATES IS NULL)
- SDO_POINT : permet de renseigner jusqu'à trois valeurs
- SDO_ELEM_INFO : liste de triplets permettant d'interpréter SDO_ORDINATES
 - SDO_STARTING_OFFSET : position de la 1^{re} valeur dans SDO_ORDINATES
 - SDO_ETYPE : type de l'élément, simple (1, 2, 1003 ou 2003) ou composé (4, 1005, 2005, 1006, 2006 ou 1007), 100x et 200x pour $x \in \{3, 5, 6\}$ correspondant respectivement à l'extérieur et l'intérieur
 - SDO_INTERPRETATION : indique comment interpréter un élément simple dans SDO_ORDINATES ou donne le nombre de (triplets) composants pour un élément composé
 - Cf. page suivante les dépendances entre SDO_ETYPE et SDO_INTERPRETATION
- SDO_ORDINATES : liste de valeurs (dont le nombre est a priori divisible par d)

8

SDO_ETYPE	SDO_INTERPRETATION	Signification du type
0	Nombre quelconque	Ignoré
1	0	Orientation pour un point orienté
	1	Point
	$n > 1$	Cluster de n points
2	1	Ligne contenant des segments de droites
	2	Ligne contenant des segments d'arcs de cercle (décrits par 3 points début/qcq/fin)
1003 (1=ext)	1	Polygones simples reliés par des segments de droites (fin=début)
	2	Polygones simples reliés par des segments d'arcs de cercle (fin=début)
2003 (2=int)	3	Rectangle (décrit par 2 points)
	4	Cercle (décrit par 3 points du cercle)
4	$n > 1$	Ligne composée de n points reliés par des segments de droites ou d'arcs de cercle Les n triplets qui suivent décrivent chaque composant (de SDO_ETYPE=2)
1005 2005	$n > 1$	Polygone composé de n points reliés par des segments de droites ou d'arcs de cercle Les n triplets qui suivent décrivent chaque composant (de SDO_ETYPE=2)
1006 2006	$n > 1$	Surface (2D ou 3D) composée d'un ou plusieurs polygones (chaque arête ne devant être commune qu'à au plus deux polygones) Les n triplets qui suivent décrivent chaque polygone composant
1007	$n = 1$ $n = 3$	Solide (c.-à-d. surfaces entièrement comprises dans un espace en 3 dimensions et ayant donc un volume intérieur) peut avoir une surface extérieure (de SDO_ETYPE=1006) et un nombre naturel quelconque de surfaces intérieures (de SDO_ETYPE=2006) ; les triplets qui suivent décrivent l'extérieur et l'intérieur éventuel Si $n = 3$, le solide est un parallélépipède rectangle (décrit par 2 points 3D)

Types d'éléments géométriques bidimensionnels (1/2)

- Point

Ex. : toutes les positions géographiques (étudiants, département informatique IUT université Bordeaux 1), centres de gravité des soleil/pyramide/ombre, un point quelconque de la figure géométrique complète (origine, centre, (9, 7))

Point



- Cluster de points

- Ligne : droites ou arcs de cercle

Ex. : hauteur de la pyramide et angle droit avec le sol, bâton (identique à son rectangle englobant minimum)

Line String

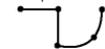


Arc Line String



- Lignes composées : combinaison de lignes

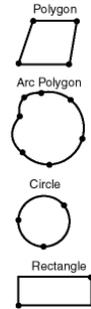
Compound Line String



Types d'éléments géométriques bidimensionnels (2/2)

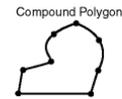
- Polygone :

- les première et dernière coordonnées sont identiques
- avec ou sans trou
- coordonnées extérieur en sens antihoraire (c.-à-d. trigonométrique) et intérieur en sens horaire
- les côtés sont des lignes (segments de droites ou d'arcs de cercle)
- Cercle (ex. : soleil)
- Rectangle (ex. : angle droit entre le bâton et le sol, tous les rectangles englobants minimaux sauf du bâton, [8 ; 0] * [9 ; 7])
- Ex. : pyramide, ombre, toutes les enveloppes convexes sauf du bâton, palmier (polygone formé de 3 lignes droites et de 8 arcs de cercles avec à l'intérieur un polygone rectangle), zone entourant à 1.0 le bâton (1 ligne droite, 1 arc de cercle, 1 ligne droite et 1 arc de cercle), intersection et union de l'ombre et de la zone entourant à 1.0 le bâton



- Polygone composés : combinaison de polygones

Ex. : les trois différences entre l'ombre et la zone entourant à 1.0 le bâton



Décodage des triplets SDO_ELEM_INFO pour $d = 2$ et $tt \in \{1, 2, 3, 5, 6, 7\}$ (1/2)

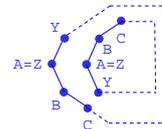
$(s, 1, n)$: n points ($n \in \mathbb{N}^*$)

$n \cdot d$ coordonnées dans SDO_ORDINATES commençant en s



$(s, \{2, \{1, 2\}003\}, 1)$: ligne ou polygone (extérieur ou intérieur) de droite(s)

$(1+k) \cdot d$ coordonnées dans SDO_ORDINATES commençant en s pour k segments



$(s, \{\{1, 2\}003\}, 3)$: polygone (extérieur ou intérieur) rectangle

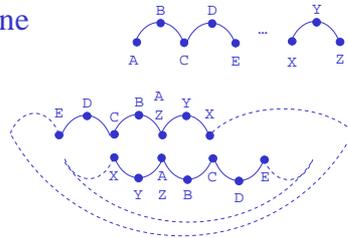
$2 \cdot d$ coordonnées dans SDO_ORDINATES commençant en s



Décodage des triplets SDO_ELEM_INFO pour $d = 2$ et $tt \in \{1, 2, 3, 5, 6, 7\}$ (2/2)

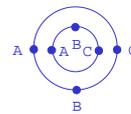
$(s, \{2, \{1, 2\}003\}, 2)$: ligne ou polygone (extérieur ou intérieur) d'arc(s) de cercle

$(1+2*k)*d$ coordonnées dans SDO_ORDINATES commençant en s pour k segments



$(s, \{\{1, 2\}003\}, 4)$: polygone (extérieur ou intérieur) cercle

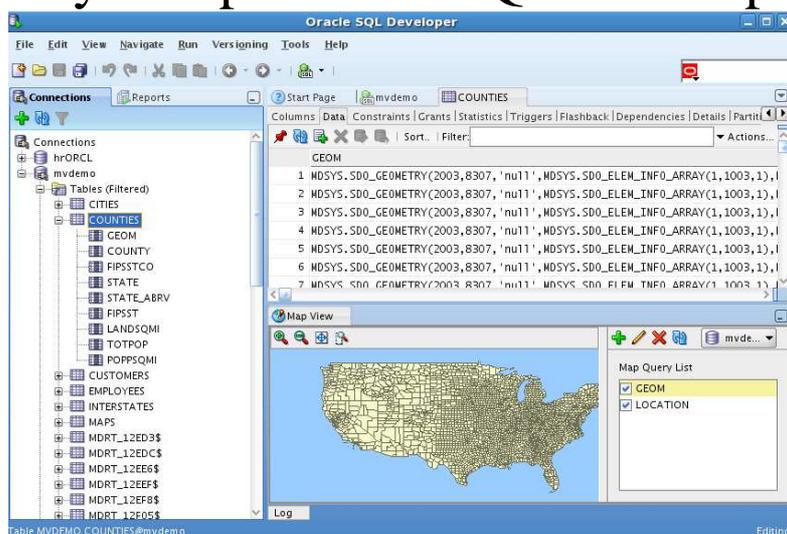
$3*d$ coordonnées dans SDO_ORDINATES commençant en s



$(, \{4, \{1, 2\}005\}, n)$ $(s, 2, \{1, 2\})^n$: ligne ou polygone (extérieur ou intérieur) composé(e) de n segment(s) de droite(s) et d'arc(s) de cercle ($n \in \mathbb{N}$)

13

Visualisation : Early Adopter dans SQL Developer



Cf. <http://oracle-maps.blogspot.com/2010/12/sql-developer-30-ea-with-mapview.html>

USER_SDO_GEOM_METADATA

- Utilisation des opérateurs et fonctions/procédures spatiaux \Rightarrow indexation spatiale \Rightarrow 1 tuple pour chaque attribut spatial (de type SDO_GEOMETRY) dans USER_SDO_GEOM_METADATA
- ```

DESCRIBE USER_SDO_GEOM_METADATA
TABLE_NAME NOT NULL VARCHAR2(32)
COLUMN_NAME NOT NULL VARCHAR2(1024)
DIMINFO MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
SRID NUMBER

DESCRIBE SDO_DIM_ARRAY
SDO_DIM_ARRAY VARRAY(4) OF MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT

DESCRIBE SDO_DIM_ELEMENT
SDO_DIMNAME VARCHAR2(64)
SDO_LB NUMBER -- lower bound
SDO_UB NUMBER -- upper bound
SDO_TOLERANCE NUMBER

```
- Ex. :

  - Cf Etudiants\_Geo.FigGeomEtu
  - ```

INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA VALUES (
UPPER('Etudiants_Geo'),
UPPER('PosGeogEtu'),
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY(
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Latitude',-90,90,0.000001),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Longitude',-180,180,0.000001),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Altitude',-11034,8848,0.001)),
8307) -- attention : possible inversion Latitude/Longitude ~ X/Y
COMMIT
        
```

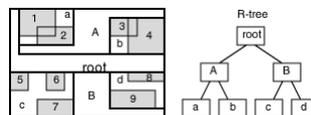
15

Indexation spatiale

- Actuellement un seul mécanisme d'indexation spatiale est privilégié : *R-Tree* (*QuadTree* obsolète)

- Définition *R-Tree* :

- Chaque objet géométrique est approximé par un rectangle englobant minimum (*minimum bounding rectangle (MBR)*)
- Arborescence de *MBR*

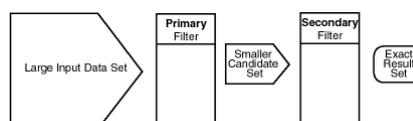


- Avantages *R-Tree* :

simple, économique en mémoire, rapide pour SDO_NN, données jusqu'à 4 dimensions (2D par défaut), y compris données géodésiques

- Modèle de requête :

- 1^{er} filtre rapide mais approximatif
- 2nd filtre lent mais exact



Indexation spatiale : informations du dictionnaire des données

- Informations basiques et détaillées sur tous les index spatiaux de l'utilisateur

```
DESCRIBE USER_SDO_INDEX_INFO (ex.)
INDEX_NAME, TABLE_OWNER, TABLE_NAME, COLUMN_NAME, SDO_INDEX_TYPE,
SDO_INDEX_TABLE, SDO_INDEX_STATUS

DESCRIBE USER_SDO_INDEX_METADATA (ex.)
SDO_INDEX_OWNER, SDO_INDEX_TYPE, SDO_LEVEL, SDO_NUMFILES,
SDO_MAXLEVEL, SDO_COMMIT_INTERVAL, SDO_INDEX_TABLE, SDO_INDEX_NAME,
SDO_INDEX_PRIMARY, SDO_TSNAME, SDO_COLUMN_NAME, SDO_RTREE_HEIGHT,
SDO_RTREE_NUM_NODES, SDO_RTREE_DIMENSIONALITY, SDO_RTREE_FANOUT,
SDO_RTREE_ROOT, SDO_RTREE_SEQ_NAME, SDO_FIXED_META, SDO_TABLESPACE,
SDO_INITIAL_EXTENT, SDO_NEXT_EXTENT, SDO_PCTINCREASE,
SDO_MIN_EXTENTS, SDO_MAX_EXTENTS, SDO_INDEX_DIMS, SDO_LAYER_GTYPE,
SDO_RTREE_PCTFREE, SDO_INDEX_PARTITION, SDO_PARTITIONED,
SDO_RTREE_QUALITY, SDO_INDEX_VERSION, SDO_INDEX_GEODETTIC,
SDO_INDEX_STATUS, SDO_NL_INDEX_TABLE, SDO_DML_BATCH_SIZE,
SDO_RTREE_ENT_XPND, SDO_ROOT_MBR
```
- Paquetage pour des réglages fins des index spatiaux

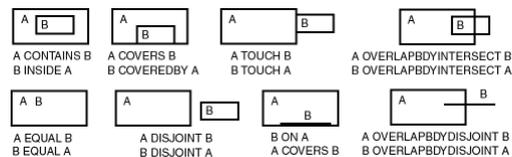
```
DESCRIBE SDO_TUNE
PROCEDURE ANALYZE_RTREE
PROCEDURE AVERAGE_MBR (ex.)
FUNCTION ESTIMATE_RTREE_INDEX_SIZE RETURNS NUMBER (ex.)
PROCEDURE EXTENT_OF
FUNCTION EXTENT_OF RETURNS SDO_GEOMETRY (ex.)
PROCEDURE MIX_INFO (ex.)
FUNCTION QUALITY_DEGRADATION RETURNS NUMBER (ex.)
FUNCTION RTREE_QUALITY RETURNS NUMBER
```
- Ex.: [Index_RTree_FigGeomEtu](#) (sur [Etudiants_Geo.FigGeomEtu](#))

17

Relations spatiales

- Basées sur les positions géométriques, principalement sur la topologie et la distance (minimale)

- Critère topologique :



- Zones à une certaine distance d'un point, d'une ligne et d'un polygone avec un trou



- Chaque objet spatial a un intérieur, une frontière (*boundary*) et un extérieur
- Méthodes pour le 2nd filtre du modèle de requête : trois opérateurs
 SDO_RELATE, SDO_WITHIN_DISTANCE et SDO_NN

18

Opérateurs et fonctions/procédures spatiaux principales caractéristiques communes

- Les opérateurs utilisent les index contrairement aux fonctions/procédures
- Les opérateurs sont des sélections (sauf pour la projection `SDO_NN_DISTANCE`) tandis que les fonctions/procédures sont des projections ou des sélections
- `geometry1` (de type `SDO_GEOMETRY`) : attribut spatial, indexé
- `geometry2` (de type `SDO_GEOMETRY`) : attribut spatial ou variable
- Principaux paramètres :
 - `querytype` : `WINDOW` (pour comparer toutes les valeurs de `geometry1` à celle de `geometry2`) ou `JOIN` (pour comparer toutes les valeurs de `geometry1` à toutes celles de `geometry2` qui doit être un attribut spatial indexé) voire `FILTER` (pour n'appliquer que le 1^{er} filtre du modèle de requête)
 - `distance` : distance (dans une unité explicite ou dans celle du système de référence spatial associé)
 - `unit` : unité
- Valeur retournée « booléenne » (de type `VARCHAR2`) :
`SDO_.../...(geometry1, geometry2, params) = 'TRUE'`

19

Opérateurs spatiaux

- `SDO_FILTER` (**ex.**) : les objets spatiaux qui interagissent avec un objet spatial
- `SDO_JOIN` : jointure spatiale entre deux attributs spatiaux (sur une ou plusieurs relations topologiques)
- `SDO_NN` (**ex.**) : les objets spatiaux les plus proches voisins d'un objet spatial
`SDO_NN_DISTANCE` (**ex.**) : distances des objets spatiaux obtenus par `SDO_NN`
- `SDO_RELATE` (**ex.**) : les objets spatiaux vérifiant un ou plusieurs critères topologiques
 - Utilisation de `mask` : combinaison (ou logique) des relations topologiques `DISJOINT`, `TOUCH`, `OVERLAPBDYDISJOINT`, `OVERLAPBDYINTERSECT`, `EQUAL`, `CONTAINS`, `COVERS`, `INSIDE`, `COVEREDBY`, `ON`, `ANYINTERACT`
 - Opérateurs spatiaux spécifiques : `SDO_ANYINTERACT`, `SDO_CONTAINS`, `SDO_COVEREDBY`, `SDO_COVERS`, `SDO_EQUAL`, `SDO_INSIDE`, `SDO_ON`, `SDO_OVERLAPBDYDISJOINT`, `SDO_OVERLAPBDYINTERSECT`, `SDO_OVERLAPS`, `SDO_TOUCH`
- `SDO_WITHIN_DISTANCE` : deux objets spatiaux à une certaine distance l'un de l'autre

20

Fonctions/procédures spatiales (1/3)

- `SDO_GEOM.RELATE` : interaction entre deux objets spatiaux
- `SDO_GEOM.SDO_ALPHA_SHAPE` : forme α (généralisant la notion d'enveloppe convexe) d'un objet spatial, pour un rayon donné
- `SDO_GEOM.SDO_ARC_DENSIFY` : approxime un objet spatial en remplaçant chaque arc de cercle par des droites et chaque cercle par un polygone composé de droites
- `SDO_GEOM.SDO_AREA` (ex.) : aire d'un polygone bidimensionnel
- `SDO_GEOM.SDO_BUFFER` (ex.) : zone entourant un polygone (intérieur et extérieur)
- `SDO_GEOM.SDO_CENTROID` (ex.) : centre de gravité d'un polygone
- `SDO_GEOM.SDO_CLOSEST_POINTS` : détermine les deux points les plus proches de deux objets spatiaux (un point pour chaque objet spatial)

21

Fonctions/procédures spatiales (2/3)

- `SDO_GEOM.SDO_CONCAVEHULL` : enveloppe concave (polygone) d'un objet spatial
- `SDO_GEOM.SDO_CONCAVEHULL_BOUNDARY` : enveloppe concave (polygone) d'un objet spatial, basé sur la frontière et non sur la forme α
- `SDO_GEOM.SDO_CONVEXHULL` (ex.) : enveloppe convexe (polygone) d'un objet spatial
- `SDO_GEOM.SDO_DIFFERENCE` (ex.) : différence entre deux objets spatiaux
- `SDO_GEOM.SDO_DISTANCE` (ex.) : distance entre deux objets spatiaux
- `SDO_GEOM.SDO_INTERSECTION` (ex.) : intersection de deux objets spatiaux
- `SDO_GEOM.SDO_LENGTH` (ex.) : longueur ou périmètre d'un objet spatial
- `SDO_GEOM.SDO_MAX_MBR_ORDINATE` : valeur maximale, dans une dimension donnée, du rectangle englobant minimum d'un objet spatial
- `SDO_GEOM.SDO_MBR` (ex.) : rectangle englobant minimum d'un objet spatial

22

Fonctions/procédures spatiales (3/3)

- `SDO_GEOM.SDO_MIN_MBR_ORDINATE` : valeur minimale, dans une dimension donnée, du rectangle englobant minimum d'un objet spatial
- `SDO_GEOM.SDO_POINTONSURFACE` : point de la surface d'un polygone
- `SDO_GEOM.SDO_TRIANGULATE` : collection de triangles issus d'une triangulation de Delaunay d'un objet spatial
- `SDO_GEOM.SDO_UNION` (**ex.**) : union de deux objets spatiaux
- `SDO_GEOM.SDO_VOLUME` : volume d'un solide tridimensionnel
- `SDO_GEOM.SDO_XOR` (**ex.**) : différence symétrique de deux objets spatiaux
- `SDO_GEOM.VALIDATE_GEOMETRY_WITH_CONTEXT` (**ex.**) : indique si l'objet spatial est valide et fournit des informations contextuelles sinon
- `SDO_GEOM.VALIDATE_LAYER_WITH_CONTEXT` : indique si tous les objets spatiaux d'un attribut spatial sont valides et fournit pour chacun des informations contextuelles sinon
- `SDO_GEOM.WITHIN_DISTANCE` (**ex.**) : indique si deux objets spatiaux sont à une certaine distance l'un de l'autre

23

Fonctions d'agrégation spatiales

- `SDO_AGGR_CENTROID` : objet spatial centre de gravité d'objets spatiaux
- `SDO_AGGR_CONCAT_LINES` : objet spatial concaténant des objets spatiaux lignes
- `SDO_AGGR_CONVEXHULL` : objet spatial enveloppe convexe d'objets spatiaux
- `SDO_AGGR_LRS_CONCAT` : objet spatial *LRS* concaténant des objets spatiaux *LRS*
- `SDO_AGGR_MBR` : rectangle englobant minimum d'objets spatiaux
- `SDO_AGGR_SET_UNION` : objet spatial union d'un tableau variable d'objets spatiaux
- `SDO_AGGR_UNION` : objet spatial union d'objets spatiaux

24

Paquetages

- SDO_CS (*Coordinate System Transformation*) (ex.)
- SDO_CSW_PROCESS (*CSW Processing*)
- SDO_GCDR (*Geocoding*)
- SDO_GEOM (*Geometry*) (ex.)
- SDO_LRS (*Linear Referencing System*)
- SDO_MIGRATE (*Upgrading*)
- SDO_OLS (*OpenLS*)
- SDO_PC_PKG (*Point Clouds*)
- SDO_SAM (*Spatial Analysis and Mining*)
- SDO_TIN_PKG (*TINs*)
- SDO_TUNE (*Tuning*) (ex.)
- SDO_UTIL (*Utility*)
- SDO_WFS_LOCK (*WFS*)
- SDO_WFS_PROCESS (*WFS Processing*)

25