

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](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](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 = 2<sup>20</sup>

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<sup>re</sup> 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

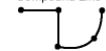


Arc Line String



- Lignes composées : combinaison de lignes

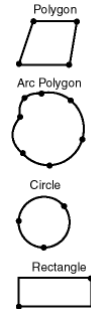
Compound Line String



## Types d'éléments géométriques bidimensionnels (2/2)

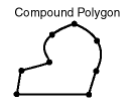
- Polygone :

- 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)

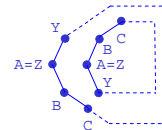
$(s, 1, n)$  :  $n$  points ( $n \in \mathbb{N}^*$ )

$n \cdot d$  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

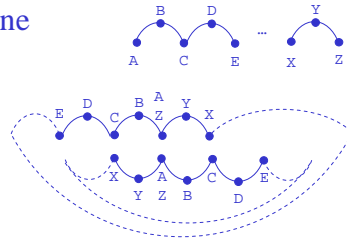
$2 \cdot d$  coordonnées dans SDO\_ORDINATES commençant en  $s$



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

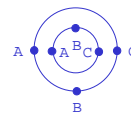
$(s, \{2, \{1, 2\}003\}, 2)$  : ligne ou polygone (extérieur ou intérieur) d'arc(s) de cercle

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



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

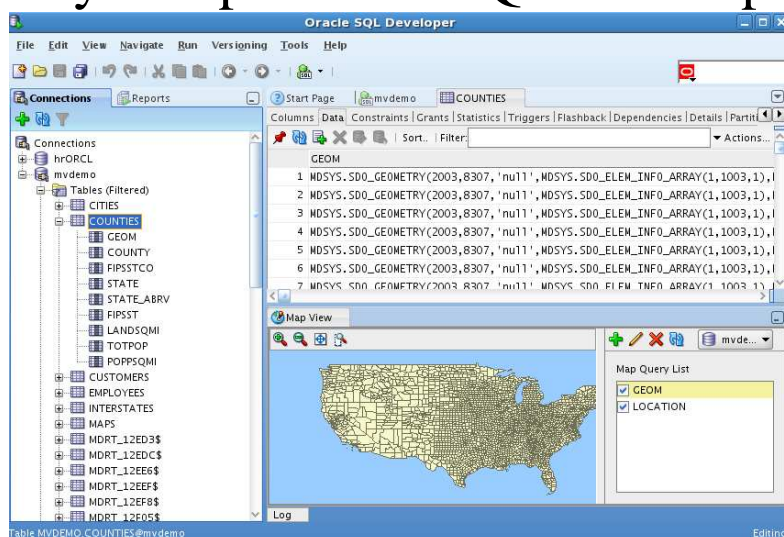
$3*d$  coordonnées dans SDO\_ORDINATES commençant en  $s$



$(, \{4, \{1, 2\}005\}, n)$   $(s, 2, \{1, 2\})^n$  : 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-early-adopter-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
            
```

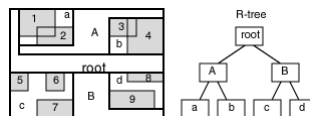
15

# 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*

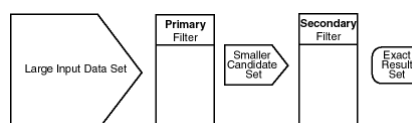


- Avantages *R-Tree* :

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

- Modèle de requête :

- 1<sup>er</sup> filtre rapide mais approximatif
- 2<sup>nd</sup> 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_GODETIC,
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  

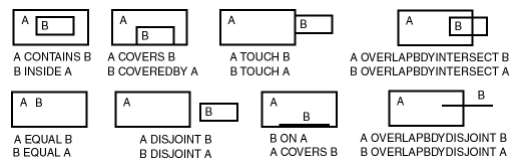
```
DESCRIBE SDO_TUNE
PROCEDURE ANALYZE_RTREE
PROCEDURE AVERAGE_MBR (ex.)
FUNCTION ESTIMATE_RTREE_INDEX_SIZE RETURNS NUMBER (ex.)
PROCEDURE EXTENT_OF
FUNCTION EXTENT_OF RETURNS SDO_GEOMETRY (ex.)
PROCEDURE MIX_INFO (ex.)
FUNCTION QUALITY_DEGRADATION RETURNS NUMBER (ex.)
FUNCTION RTREE_QUALITY RETURNS 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 2<sup>nd</sup> 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<sup>er</sup> 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  $\alpha$  (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  $\alpha$
- `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