



*À la recherche
du temps
passé...*

SQL et les tables temporelles

Frédéric Brouard / Arian Papillon
MVP Data Platform



Microsoft
Most Valuable
Professional

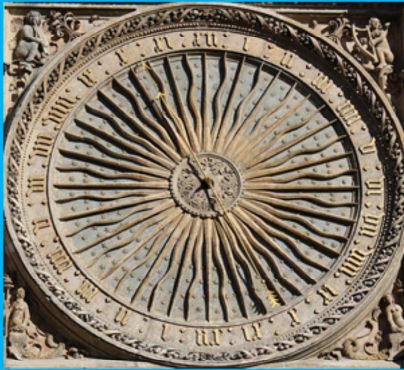
sqlpro@sqlspot.com / a.papillon@datafly.fr



MS Cloud Summit Paris

Agile.Net – aOS – AZUG FR – CMD – GUSS

Photo : wikipedi, horloge astronomique de Prague



LE CONCEPT

Normes et définitions

Tables temporelles avec SQL Server

Photo : wikipedia, horloge astronomique de Chartes

Norme

ISO/IEC TR 19075-2:2015
Information technology --
Database languages -- SQL
Technical Reports
Part 2: SQL Support for Time-
Related Information

TECHNICAL
REPORT

ISO/IEC TR
19075-2

Second edition
2015-07-01

Information technology — Database
languages — SQL Technical Reports —

Part 2:

**SQL Support for Time-Related
Information**

*Technologies de l'information — Langues de base de données — SQL
rapports techniques —*

Partie 2: Soutien SQL d'information d'horodatage



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Disponible à l'ISO.

Norme, définitions

- **Valid Time** : période de validité de la donnée, que nous traduirons par "temps fonctionnel"
- **Transaction Time** : période de stockage de la donnée dans la base, que nous traduirons par "temps opérationnel"
- **Bitemporal data** : combine les deux temporalités



Convention

Par distinction, nous parlerons de :

- **Table d'historisation** : la table technique, ne contenant que les données passées, associée à une table utilisateur
- **Table temporalisée** : la table utilisateur, contenant les données actuelle, ayant une table d'historisation associée
- Le terme "**table temporelle**" parlant du concept, rassemble les deux tables...



Définitions

Périodes : exprimées par des intervalles de temps (PERIOD), définis par deux colonnes :

- une date/heure de début,
 - une date/heure de fin,
- valorisé en temps universel (UTC).

Pour SQL Server, ces deux colonnes sont de type DATETIME2(n).

La précision n est celle que vous souhaitez.



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

La raison de ce choix : (norme SQL) ne pas rajouter un type "intervalle horaire" afin de faciliter la mise en œuvre de cette fonctionnalités dans les systèmes existants, plutôt que de rajouter un nouveau type.

Périodes

ATTENTION : SQL considère que les intervalles temporels sont fermé à droite et ouvert à gauche :

[début, fin [

Afin qu'il y ait continuité sans recoupement.

La fonction OVERLAPS procède ainsi.



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

SQL Server n'implémente pas la fonction OVERLAPS (norme SQL) comme fonction intégrée. Voici un exemple d'une telle fonction :

```
CREATE OR ALTER FUNCTION F_OVERLAPS (@D1 sql_variant, @F1 sql_variant,
                                     @D2 sql_variant, @F2 sql_variant)
```

```
RETURNS BIT
```

```
WITH RETURNS NULL ON NULL INPUT
```

```
AS
```

```
BEGIN
```

```
    RETURN CASE WHEN @D1 >= @F2 OR @D2 >= @F1 THEN 0 ELSE 1 END
```

```
END;
```

```
GO
```

Définitions

SQL Server automatise le temps opérationnel (Transaction Time).

C'est à vous d'ajouter le temps fonctionnel si vous le désirez !

Par convention pour les dates inconnues, les valeurs sont les suivantes :

- dans le futur, valeur 9999-12-31 23:59:59.99999999
- dans le passé, valeur 0001-01-01 00:00:00



Conclusion

La table contient toutes les versions de toutes les lignes insérées, modifiées et supprimées à chaque mise à jour.

Vous pouvez revenir à tout moment sur les valeurs telles qu'elles étaient à un moment ou une période du passé

Plus besoin de sauvegarde !





MÉCANISME

La mise en œuvre

Tables temporelles avec SQL Server

Photo Wikipedia, horloge astronomique de Wells (Angleterre).

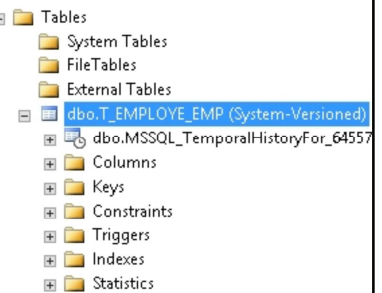
Mise en place

Dès mise en place d'une table temporelle, il y a création de la table d'historisation.

Nom par défaut :

MSSQL_TemporalHistoryFor_suivi de l'id de la table maître

- Lecture seule
- Données compressées.
- Aucune contrainte



Vous pouvez néanmoins récupérer une table d'historisation précédemment établie de manière manuelle...

Mise en place

1 index clustered (fin, début) pour la table d'historique

Ce dernier peut être transformé en index "columnstore" !

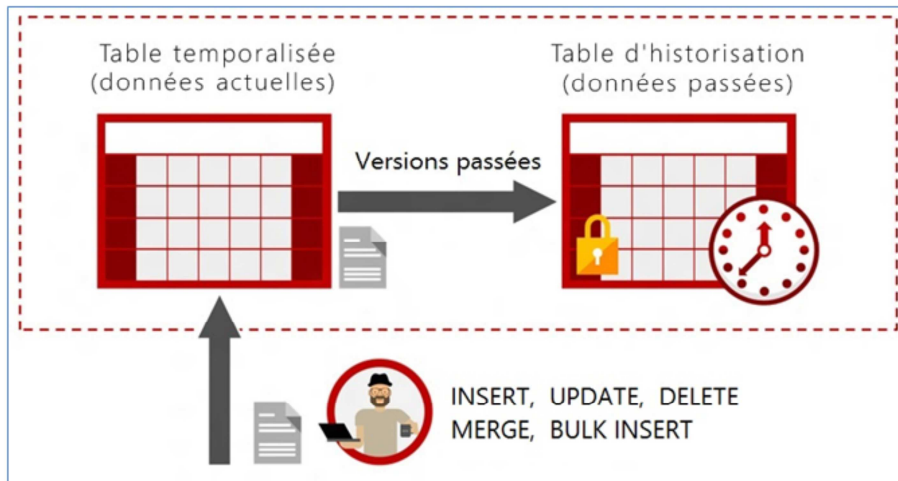
Vous pouvez ajouter des index.

La table peut être mise en cloud ("stretch table")

On peut la renommer, changer son schéma.



Mise à jour et historisation



Mise à jour et historisation

Commande	Table temporalisée	Table d'historisation
INSERT	début = date heure UTC INSERT fin = 9999-12-31	
UPDATE	début = date heure UTC UPDATE fin = 9999-12-31	ajout d'une nouvelle ligne avec les anciennes valeur début = valeur originale du début fin = date heure UTC actuelle
DELETE	<i>La ligne est supprimée</i>	ajout d'une nouvelle ligne avec les anciennes valeur début = valeur originale du début fin = date heure UTC DELETE

#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Le MERGE fonctionne suivante la commande finale INSERT, UPDATE ou DELETE.

Le BULK INSERT est un INSERT

Le TRUNCATE TABLE n'est pas supporté.

Interrogation temporelle

Opérateur	Paramètre	Description
AS OF ...	<date_heure>	données telles qu'elles étaient à ce moment
FROM ...	<debut_date_heure> TO <fin_date_heure>	Période située en tout ou partie dans l'intervalle : [...] (fermé)
BETWEEN	<debut_date_heure> AND <fin_date_heure>	Période située en tout ou partie dans l'intervalle [... [(ouvert à droite)
CONTAINED IN	(<debut_date_heure> , <fin_date_heure>)	Période située en totalité dans l'intervalle [...] (fermé)
ALL		Toutes les données

Introduit par FOR SYSTEM_TIME (clause FROM)

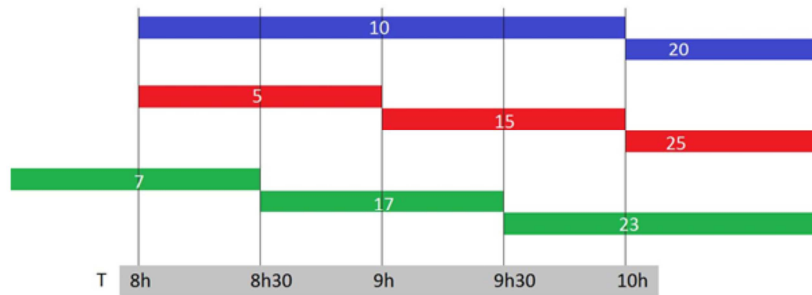


#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Ces opérateurs sont à utiliser dans la clause FOR SYSTEM_TIME qui est ajouté à la suite du nom de la table dans la clause FROM

ALL

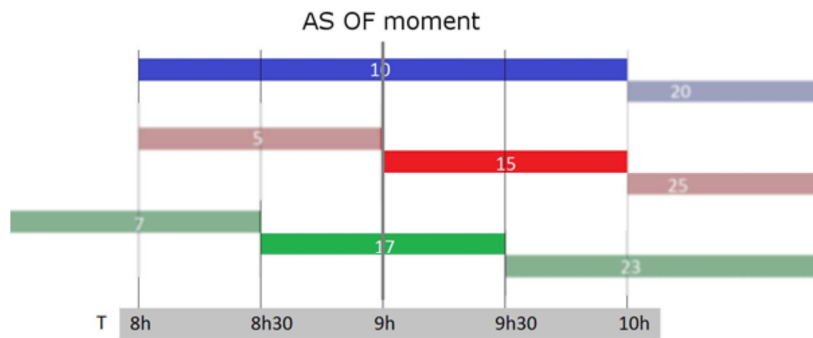


#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Ces opérateurs sont à utiliser dans la clause FOR SYSTEM_TIME qui est ajouté à la suite du nom de la table dans la clause FROM

AS OF 9h

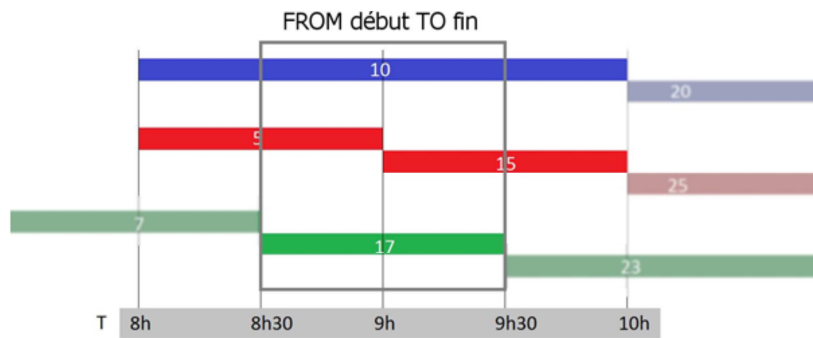


#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Ces opérateurs sont à utiliser dans la clause FOR SYSTEM_TIME qui est ajouté à la suite du nom de la table dans la clause FROM

FROM 8h30 TO 9h30

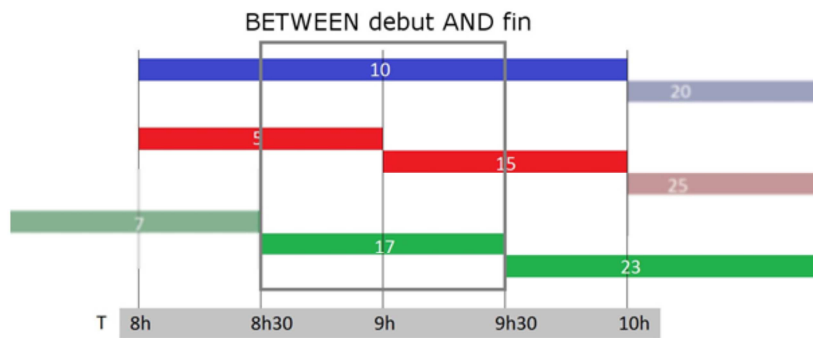


#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Ces opérateurs sont à utiliser dans la clause FOR SYSTEM_TIME qui est ajouté à la suite du nom de la table dans la clause FROM

BETWEEN 8h30 AND 9h30

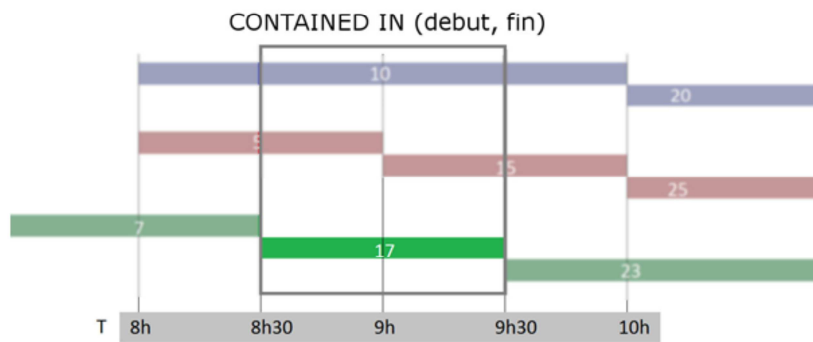


#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Ces opérateurs sont à utiliser dans la clause FOR SYSTEM_TIME qui est ajouté à la suite du nom de la table dans la clause FROM

CONTAINED (8h30, 9h30)



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Ces opérateurs sont à utiliser dans la clause FOR SYSTEM_TIME qui est ajouté à la suite du nom de la table dans la clause FROM



SYNTAXES

Les commandes SQL

Tables temporelles avec SQL Server

Horloge astronomique de Starsbourg (photos Wikipedia)

Colonnes

nom_col_début DATETIME2

GENERATED ALWAYS AS ROW **START** HIDDEN NOT NULL,

nom_col_fin DATETIME2

GENERATED ALWAYS AS ROW **END** HIDDEN NOT NULL,

PERIOD FOR SYSTEM_TIME (*nom_col_début*, *nom_col_fin*)

HIDDEN : (facultatif) pour ne pas exposer la colonne



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Pour attribuer la propriété HIDDEN après coup, utilisez la commande :

ALTER TABLE ... ALTER COLUMN ... ADD HIDDEN

La propriété HIDDEN permet de ne pas faire figurer la colonne dans :

- SELECT * ...
- INSERT INTO MaTable VALUES (...)

Colonnes

nom_col_début :

- valeur par défaut => `SYSUTCDATETIME()`

nom_col_fin :

- Valeur par défaut => `'9999-12-31T23:59:59.9999999'`

Vous pouvez spécifier ces valeurs par défaut explicitement dans la définition des colonnes de temporalisation



Historisation

Après la définition de table :

```
WITH ( SYSTEM_VERSIONING = ON  
[ ( HISTORY_TABLE = nom_table_historisation  
[ , DATA_CONSISTENCY_CHECK = { ON | OFF } ] ) ] )
```

- La table temporalisée doit avoir une clef primaire
- La table d'historisation peut résider dans un schéma SQL différent
- DATA_CONSISTENCY_CHECK peut être utilisé pour vérifier le chainage des temps si l'on récupère une table d'historique



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

ATTENTION : pour la table d'historique, précisez impérativement le schéma !

Suppression table temporelle

DROP TABLE : ne fonctionne pas (car deux tables sont liées).

Procéder comme suit :

- Arrêter la temporalisation
- Supprimer la table temporalisée
- Supprimer la table d'historique



Suppression table temporelle

```
ALTER TABLE nom_table_temporalisée  
    SET (SYSTEM_VERSIONING = OFF);  
DROP TABLE nom_table_temporalisée;  
DROP TABLE nom_table_historique;
```

Si vous ne supprimez que l'historique et ne voulez plus les colonnes de temporalisation :

```
ALTER TABLE nom_table_temporalisée  
    DROP PERIOD FOR SYSTEM_TIME;  
ALTER TABLE nom_table_temporalisée  
    DROP COLUMN col_debut, col_end
```



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

ATTENTION : une fois « démembrées » les tables d'historique redeviennent des tables normales et supportent la mise à jour et la modification de structure.

Indexation table historique

La table d'historique est un index clustered bâti sur les colonnes début et fin (1).

Transformation de l'index clustered en columnstore clustered :

```
CREATE CLUSTERED COLUMNSTORE INDEX nom_index  
ON nom_table_historisation  
WITH (DROP_EXISTING = ON,  
      COMPRESSION_DELAY = 0);
```



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

(1) Sauf s'il y a reprise de l'historique.
COMPRESSION_DELAY est nouveau dans SQL Server 2016 !

Migration table historique

L'index clustered peut être déplacé sur un « storage » différent :

```
CREATE CLUSTERED INDEX nom_index_historique  
    ON nom_table_historique( <liste_colonne_clef> )  
    WITH (DROP_EXISTING = ON)  
    ON nom_filegroup;  
GO
```



#MSCloudSummit - **MS Cloud Summit Paris 2017**

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

La liste des colonnes clefs de la table d'historique est celle correspondante à la liste des colonnes composant la clef primaire de la table temporalisée

Table historique en « stretch »

Vous pouvez placer une partie de l'historique dans le cloud Azure via le concept de « stretch table »...

Utilisez l'assistant pour ce faire

Activer la table pour Stretch

Sélectionner des tables

Introduction
Sélectionner des tables
Configurer Azure
Informations d'identification sécurisées
Sélectionner une adresse IP
Résumé
Résultats

Sélectionnez les tables à étendre.

<input type="checkbox"/>	Nom	Étendue	Migrer	Lignes	Taille (Ko)
<input checked="" type="checkbox"/>	T_EMPLOYE_HISTORIQUE_EMP	False	Table stretch	19	16

Sélectionner les lignes à étendre

☐ Table entière
☒ Sélectionner des lignes

Nom de la table : T_EMPLOYE_HISTORIQUE_EMP
Nom : LIMITE_HISTORIQUE_1980

Colonne : Où : Valeur :

```
SELECT TOP 1000 *
FROM [dbo].[T_EMPLOYE_HISTORIQUE_EMP]
WHERE [EMP_DH_DEBUT] < CONVERT(datetime2, N'19800101', 101)
```

Historisation et table « in memory »

Une table « in memory » durable peut être une table temporelle

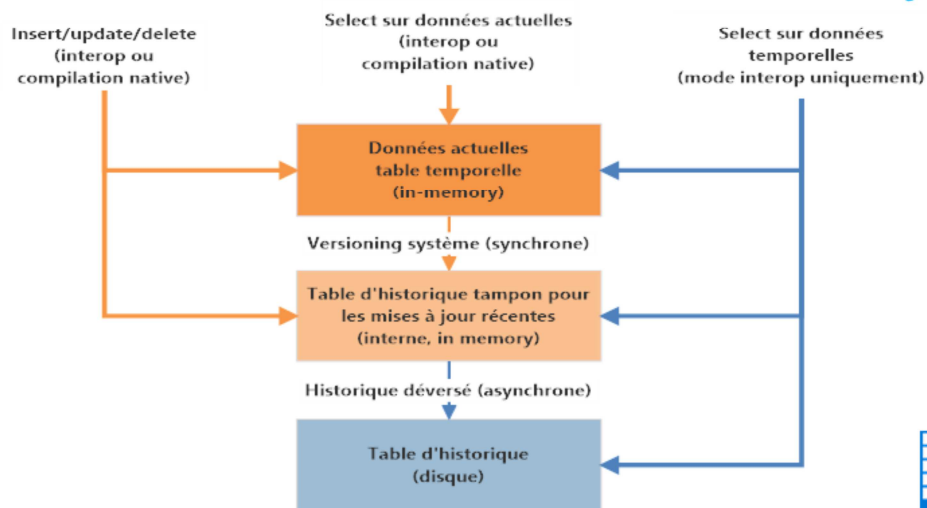
- La table d'historique est sur disque mais SQL Server crée une table interne in-memory qui sert de tampon (*staging*) pour les mises à jour
- Cette table tampon est déversée automatiquement dans la table d'historique de manière asynchrone



Flush :

- Maintient la consommation de mémoire sous 10% de celle la table temporelle
- On peut forcer avec la procédure `sp_xtp_flush_temporal_history`

Historisation et table « in memory »



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Historisation et table « in memory »

Flush de la table tampon :

- Dès que la consommation de mémoire atteint 8% de celle de la table temporelle (maintien < 10%)
- On peut forcer avec la procédure `sp_xtp_flush_temporal_history`

On peut ajouter des index à la table tampon in-memory : `traceflag 10316`



Gérer la rétention

Manuel :

- Désactiver le versionnement;
- Purger la table d'historisation;
- Réactiver le versionnement;

Possibilité d'utiliser le partitionnement.





DEMO !

C'est parti... ... mon kiki !

Un peu plus loin

Norme SQL *Support for Time-Related Information* :

- Tables « bi-temporelles » (+ Valid Time)
- Opérateurs de comparaison d'intervalles
- Contraintes de non chevauchement
- UPDATE de « PORTION » de période

Non encore supportées par SQL Server..

Mais parfois nécessaires !



Un peu plus loin

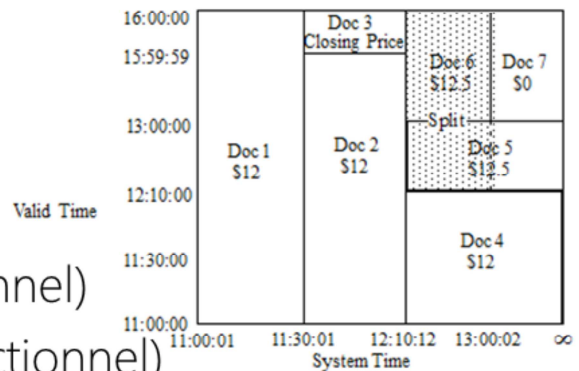
Tables « bi-temporelles »

Deux axes de temps :

- Valid time (temps opérationnel)
- System time (temps transactionnel)

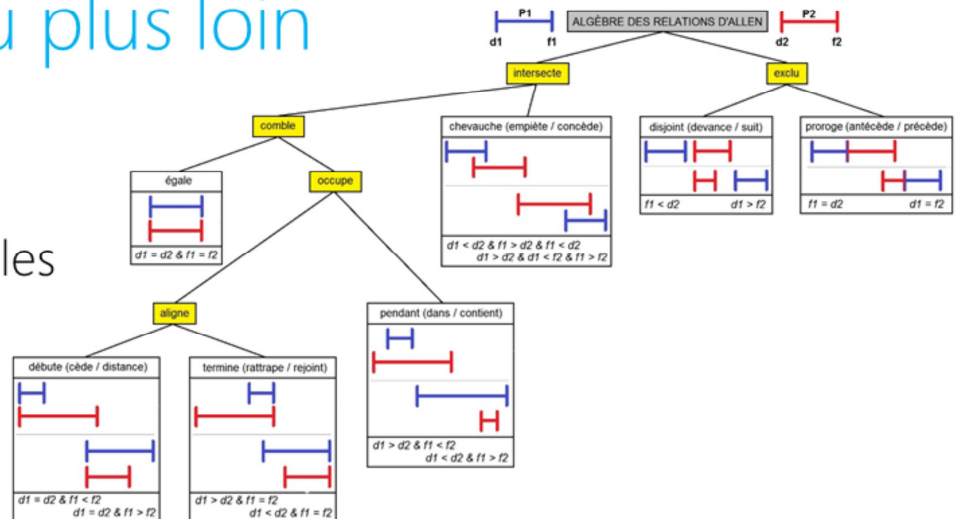
Rajouter les colonnes et les contraintes

Tables temporelles avec SQL Server



Un peu plus loin

Algèbre
d'Allen sur
les intervalles



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Un peu plus loin

Algèbre des intervalles : la norme SQL propose les opérateurs :

- OVERLAPS
- EQUALS
- CONTAINS
- PRECEDES
- SUCCEED
- IMMEDIATELY PRECEDES
- IMMEDIATELY SUCCEED

Facile à implémenter en Transact SQL



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

ATTENTION : il y a des différences de bornage entre l'algèbre des intervalles d'ALLEN et celle de la norme SQL du fait de l'intervalle fermé à gauche et ouvert à droite.

Un peu plus loin

Clef primaire avec non chevauchement relatif :

```
CREATE TABLE T_EMPLOYE_EMP  
(EMP_ID      INTEGER NOT NULL,  
 EMP_NOM     VARCHAR(30),  
 EMP_SALAIRE DECIMAL(5,2),  
 EMP_DEBUT   DATE NOT NULL, EMP_FIN      DATE NOT NULL,  
 PERIOD FOR EMP_PERIOD_OPERATION (EMP_DEBUT, EMP_FIN),  
 PRIMARY KEY (EMP_ID,  
              EMP_PERIOD_OPERATION WITHOUT OVERLAPS));
```

Utilisez un trigger.



Un peu plus loin

Certaines périodes peuvent nécessiter une contrainte de chaînage.

- Pas de recoupement
- Pas de trou

Rend les mises à jours complexes

Faire à l'aide de triggers et/ou procédure



Un peu plus loin

Modification dans une période

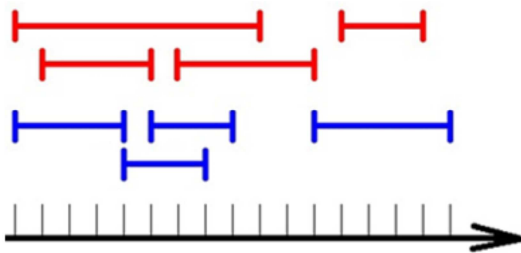
```
UPDATE T_EMPLOYE_EMP  
  FOR PORTION OF EMP_PERIOD_OPERATION  
    FROM DATE '2002-01-01' TO DATE  
    '2003-01-01'  
  SET EMP_SALAIRE = 3000  
  WHERE EMP_ID = 100;
```

Ceci rajoute une période opérationnelle et raboute...

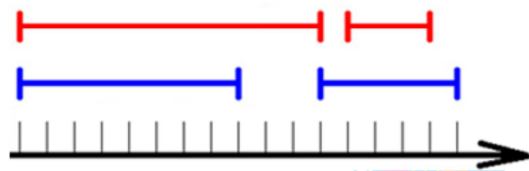


Opérateur COLLAPSE

COLLAPSE permet de synthétiser, fusionner des périodes recouvrantes ou chaînées (raboutantes). C'est une fonction d'agrégation.

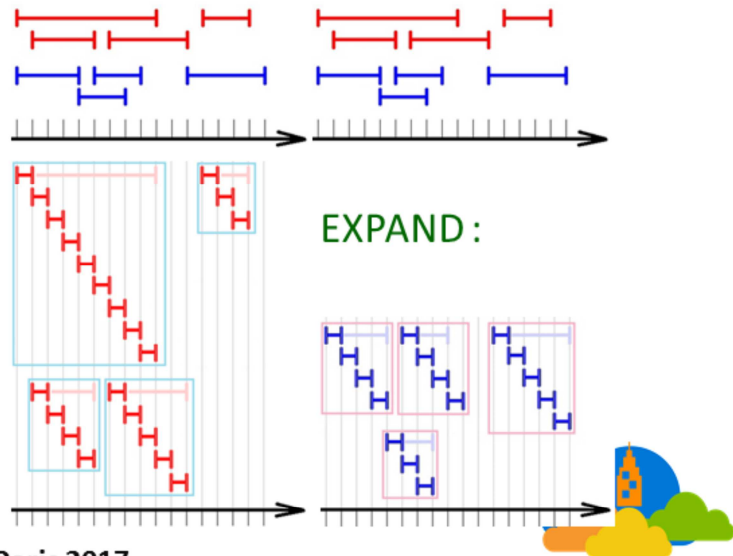


COLLAPSE :



Opérateur EXPAND

EXPAND permet de créer des nouvelles périodes à la granularité temporelle voulue.



Opérateur COLLAPSE & EXPAND

Ces opérateurs ne sont pas implémentés.
Possibilité de les programmer sous forme

- Transact SQL
- SQL CLR.



Bibliographie

Norme ISO :

Information technology — Database languages —
SQL Technical Reports — Part 2: SQL Support for
Time-Related Information.

Référence ISO/IEC TR 19075-2.

2e édition 2015-07-01.

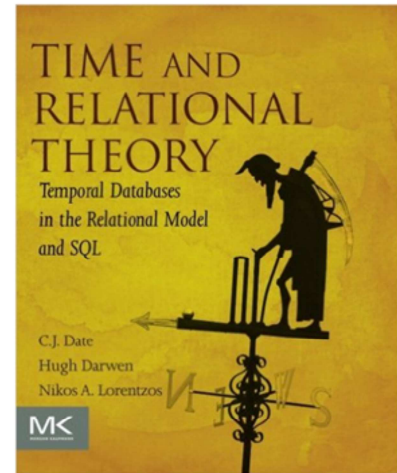


Bibliographie

Time and Relational Theory

- Chris J. Date
- Hugh Darwen
- Nikos Lorentzos

Morgan Kaufman éditeur 2014



#MSCloudSummit - [MS Cloud Summit Paris 2017](#)

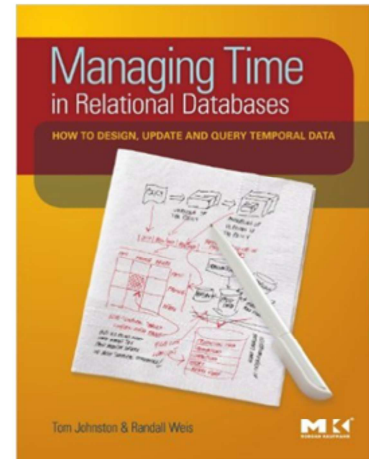
Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Bibliographie

Managing Time in Relational Databases

- Tom Johnston
- Randall Weis

Morgan Kaufman éditeur 2010



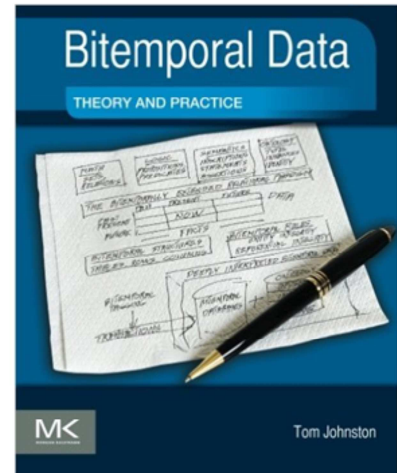
#MSCloudSummit - [MS Cloud Summit Paris 2017](#)

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Bibliographie

Bitemporal Data

- Tom Johnston
Morgan Kaufman éditeur 2014



#MSCloudSummit - [MS Cloud Summit Paris 2017](#)

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

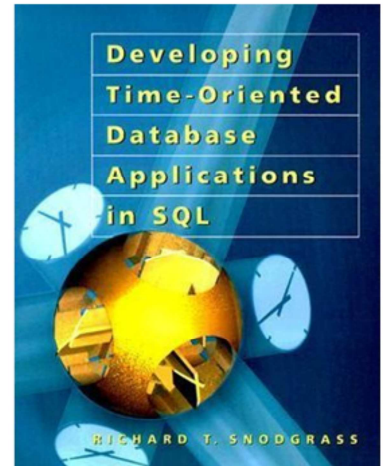
Bibliographie

Developping Time-Oriented Database Application in SQL

- Richard T. SNODGRASS
Morgan Kaufman éditeur 2001

Téléchargement libre à :

<ftp://ftp.uwc.ac.za/users/DMS/Delete/M4ry-J4n3'S%20d0cS/HELP%20books/Developing%20Time%20-%20Oriented%20Database%20Applications%20in%20SQL.pdf>



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Webographie

Temporal Tables (MS) : <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn935015.aspx>

Getting Started with System-Versioned Temporal Tables (MS) :

<https://msdn.microsoft.com/en-US/library/mt604462.aspx>

Getting Started with Temporal Tables in Azure SQL Database (MS) :

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/sql-database/sql-database-temporal-tables>

First Look at System-Versioned Temporal Tables :

<http://sqlmag.com/sql-server/first-look-system-versioned-temporal-tables-part-1-creating-tables-and-modifying-data>

Time Traveling with Temporal Tables on SQL Server 2016 :

<http://www.sqlservercentral.com/articles/SQL+Server+2016/147087/>



Webographie

SQL Server 2016 T-SQL Syntax to Query Temporal Tables :

<https://www.mssqltips.com/sqlservertip/3682/sql-server-2016-tsql-syntax-to-query-temporal-tables/>

SQL Server 2016 Temporal Table Query Plan Behaviour :

<https://sqlperformance.com/2016/06/sql-server-2016/temporal-table-query-plan-behaviour>

Stretch Databases and Temporal Tables in SQL Server 2016 :

<https://www.vertabelo.com/blog/technical-articles/stretch-databases-and-temporal-tables-in-sql-server-2016>

Improve query performance on memory optimized tables with Temporal using new index creation enhancement in SP1:

<https://blogs.msdn.microsoft.com/sqlcat/2016/12/08/improve-query-performance-on-memory-optimized-tables-with-temporal-using-new-index-creation-enhancement-in-sp1/>



#MSCloudSummit - MS Cloud Summit Paris 2017

Un événement proposé par Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS

Merci beaucoup à nos sponsors!
Thank you to all our sponsors!

Join the conversation

#MSCloudSummit
@MSCloudSummit

programmez!
le magazine des développeurs

CLOUDMAGAZINE.FR
100 % cloud computing

Aerow
EXPERTS YOU NEED

Learning Tree
International

METSYS
Partageons notre savoir-faire

Microsoft

LINKBYNET



orange

Business Services

ARCHIVE360
Point, Click, Migrate.

arolla
Pushing Software Development

AZEO
talents & technology

EVOLUSYS
Cloud Managed Services



infeeny

KEMP
APPLICATION DELIVERY

seed
data to decision

Umanis
BEYOND DATA

Valo

altamys



dbi services

ISI EXPERT
Cloud Managed Services

meritis

veeam

Abalon



neoxy

ShareQL

Agile.Net
France

AZUGFR
Azure User Group France

IOS

C:\> CMD

GUSS

Un événement en partenariat avec Agile.Net, aOS, AZUG FR, CMD, GUSS



Merci Beaucoup! Thank you!

Join the conversation

#MSCloudSummit
@MSCloudSummit