

COMPORTEMENT DES PUITS PETROLIERS

Introduction par Pierre Berest et Benoit Brouard

Réunion CFMR - 11 octobre 2007

- On a probablement foré, depuis 150 ans, plusieurs millions de puits « pétroliers ».
- Beaucoup sont aujourd'hui abandonnés.

L'intérêt pour le comportement à moyen et long terme (plusieurs siècles) de ces puits s'est accru :

- En raison d'une attention croissante au devenir à long terme des ouvrages créés par l'homme et abandonnés.
- Pour de nouvelles applications dans lesquelles stabilité mécanique et étanchéité sont requises pour de longues périodes (stockages d'hydrocarbures, stockage de CO₂)

DEUX EXPOSÉS

Comportement mécanique des cuvelages cimentés soumis à des variations de pression intenses et rapides.

B.Brouard (BC), C.Caligaris, G.Hévin et T.Pichery (GDF)

Analyse du risque de rupture de la cimentation des puits après leur abandon.

P.Longuemare, M.Mainguy, A.Audibert et E.Lécolier (IFP)

UN EXEMPLE

L'ACCIDENT DE HUTCHINSON, KANSAS

Une fuite le long de la cimentation d'un puits de 200 mètres de profondeur débouche en éruption dans une ville à 10 km du puits.

Sources: *Gas Utility Manager; Kansas City Star; The Hutchinson News; Allison, Geotimes 2001; J.Ratigan (com.pers)*

SEL DU KANSAS

600 cavernes de stockage de gaz et liquides

Besoin fort de stockage mais formation peu épaisse

Cavités :

Volume : de 1000 à 30.000 m³

Profondeur : de 120 à 300 mètres

Hauteur : de 15 à 60 mètres

Diamètre : de 15 à 90 mètres

Chronologie de l'accident de Hutchinson – Janvier 2001

17 janvier – 10h45 : Incendie dans un drugstore.







Chronologie de l'accident de Hutchinson – Janvier 2001

17 janvier – 10h45 : Incendie dans un drugstore.

17 janvier – Après-midi : 8 ou 9 geysers, saumure et gaz à 3-4 km de là.

On suspecte les nombreux vieux sondages ayant exploité le sel à environ 200 mètres de profondeur.





Chronologie de l'accident de Hutchinson – Janvier 2001

17 janvier – 10h45 : Incendie dans un drugstore.

17 janvier – Après-midi : 8 ou 9 geysers, saumure et gaz à 3-4 km de là.

On suspecte les nombreux vieux sondages ayant exploité le sel à environ 200 mètres de profondeur.

18 janvier : Nouvelle éruption au centre ville, 2 morts.



Chronologie de l'accident de Hutchinson – Janvier 2001

17 janvier – 10h45 : Incendie dans un drugstore.

17 janvier – Après-midi : 8 ou 9 geysers, saumure et gaz à 3-4 km de là.

On suspecte les nombreux vieux sondages ayant exploité le sel à environ 200 mètres de profondeur.

18 janvier : Nouvelle éruption au centre ville, 2 morts.

18 janvier : On apprend que la veille vers 11h il y a eu une chute de pression sur la cavité S1 du stockage de Yaggi à une douzaine de km du centre de la ville.

Stockage initialement de propane dans les années 80.

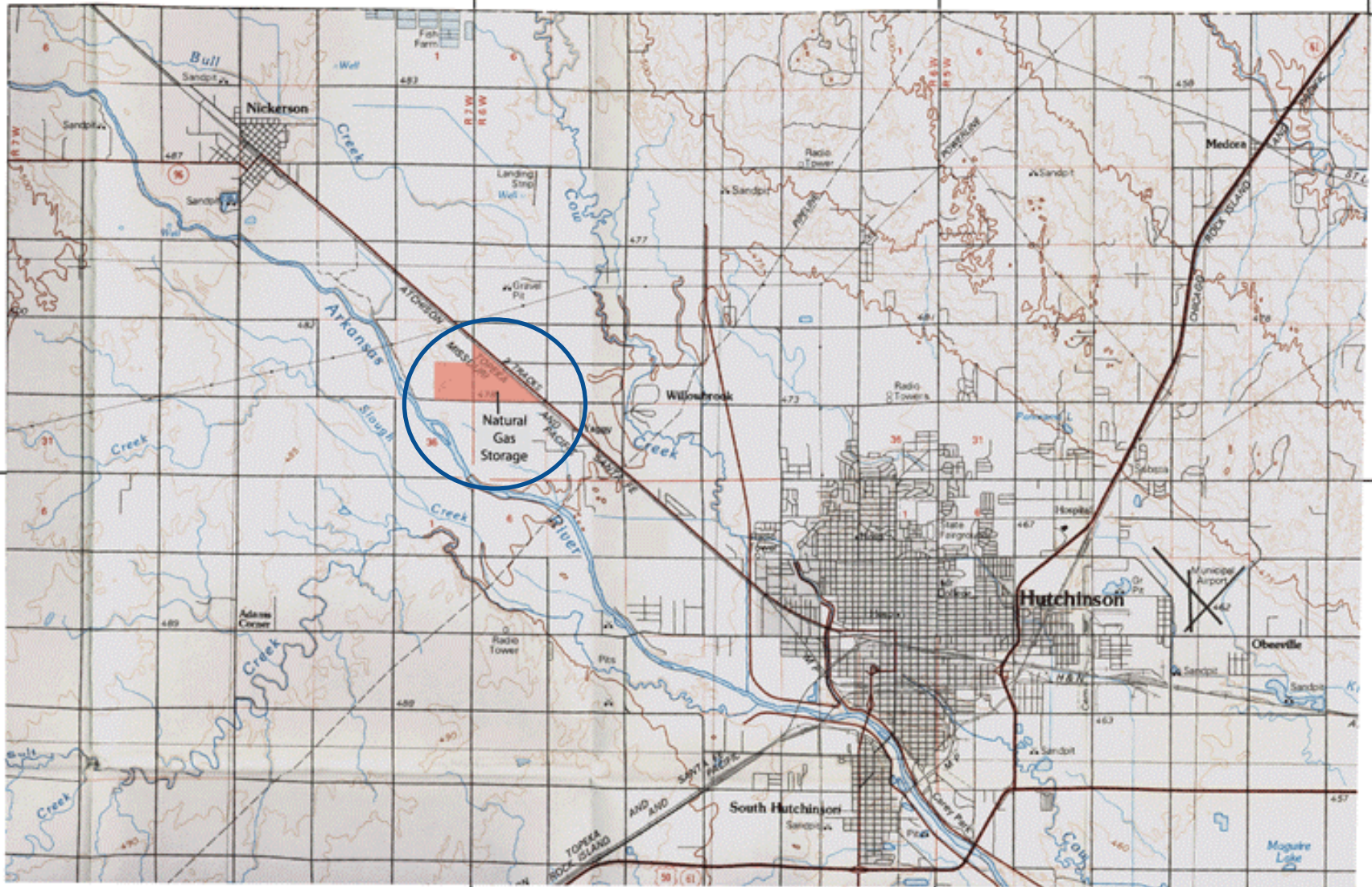
Profondeur de 200 à 300 mètres.

Dépôt de bilan en 1990, puits cimentés, puis rachat pour stocker du gaz – 30 à 70 cavernes exploitées sous 4 MPa.

R7W

R6W

R5W



T
22
S

T
23
S

1 mile

Chronologie de l'accident de Hutchinson – Suite

24 janvier : Vidéo dans le puits S1 → large fente à 180 mètres.

Nombreux puits forés en ville pour purger le gaz.

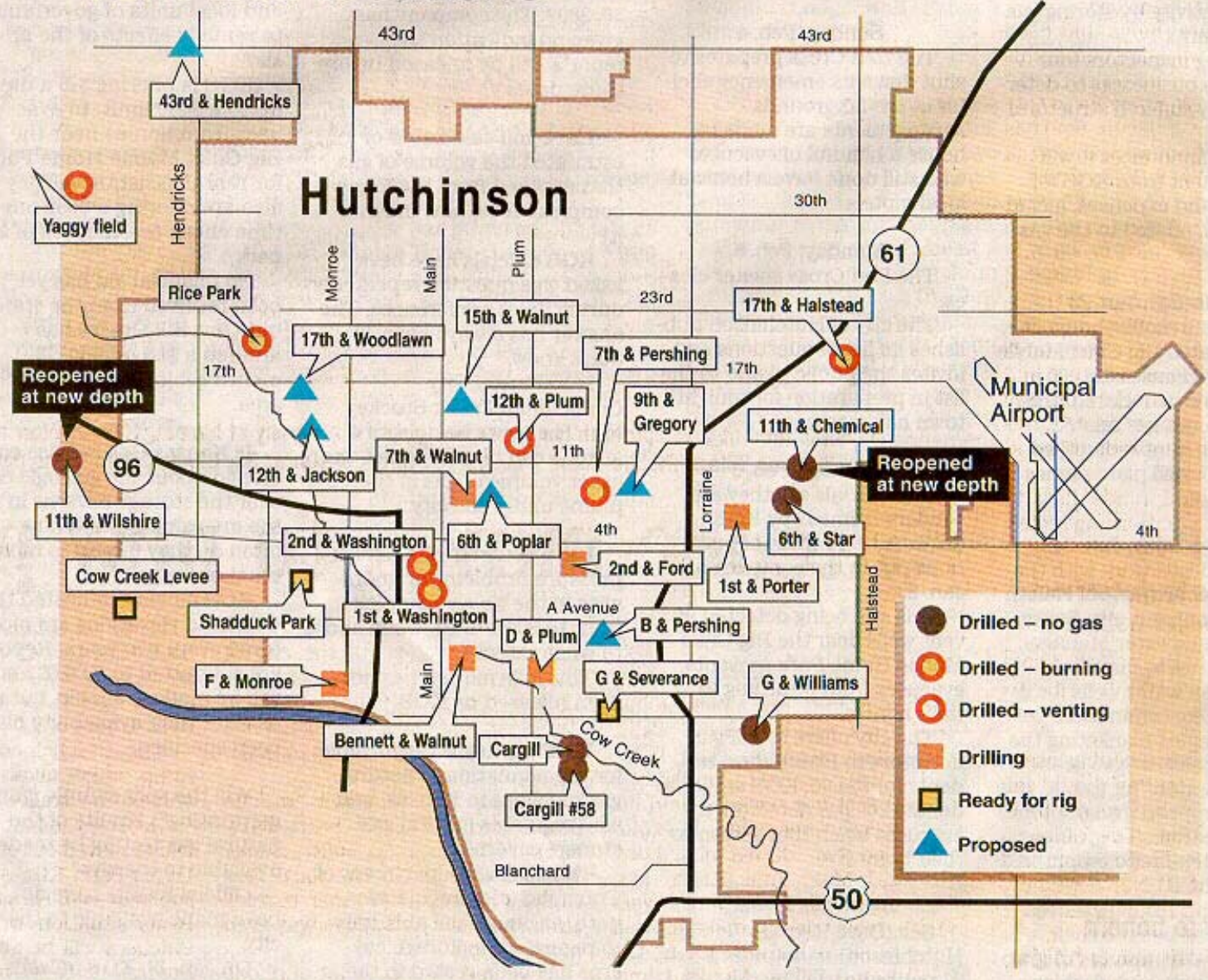
→ Sur les 36 premiers, seuls 8 trouvent du gaz.

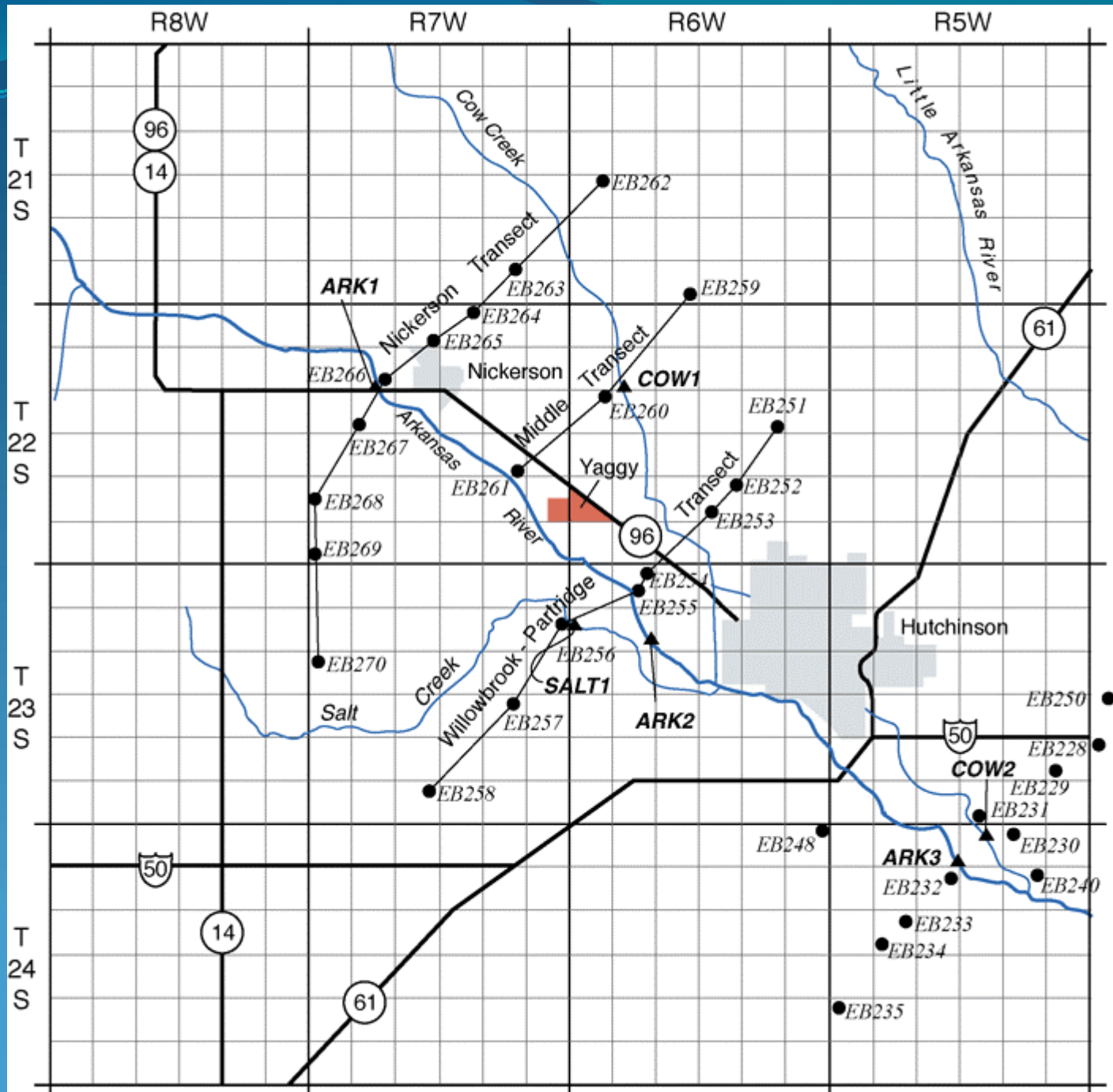
Une sismique réflexion identifie deux couloirs.

Le gaz passe par un niveau fracturé peu épais gypse/dolomie, compris entre deux couches très imperméables. La pente oriente le gaz vers la ville, sous laquelle se trouve des puits anciens non rebouchés.



Vent well locations





R8W

R7W

R6W

R5W

T
21
S

T
22
S

T
23
S

T
24
S

96
14

61

96

50

14

61

50

ARK1

COW1

SALT1

ARK2

ARK3

COW2

Cow Creek

Little Arkansas River

Nickerson

Hutchinson

Arkansas River

Middle

Yaggy

Partridge

Salt Creek

Willowbrook

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB259

EB260

EB251

EB252

EB253

EB254

EB255

EB256

EB257

EB258

EB248

EB232

EB233

EB234

EB235

EB250

EB228

EB229

EB231

EB230

EB240

Nickerson

Arkansas

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

EB253

EB252

EB251

EB260

EB261

EB262

EB263

EB264

EB265

EB266

EB267

EB268

EB269

EB270

EB258

EB257

EB256

EB255

EB254

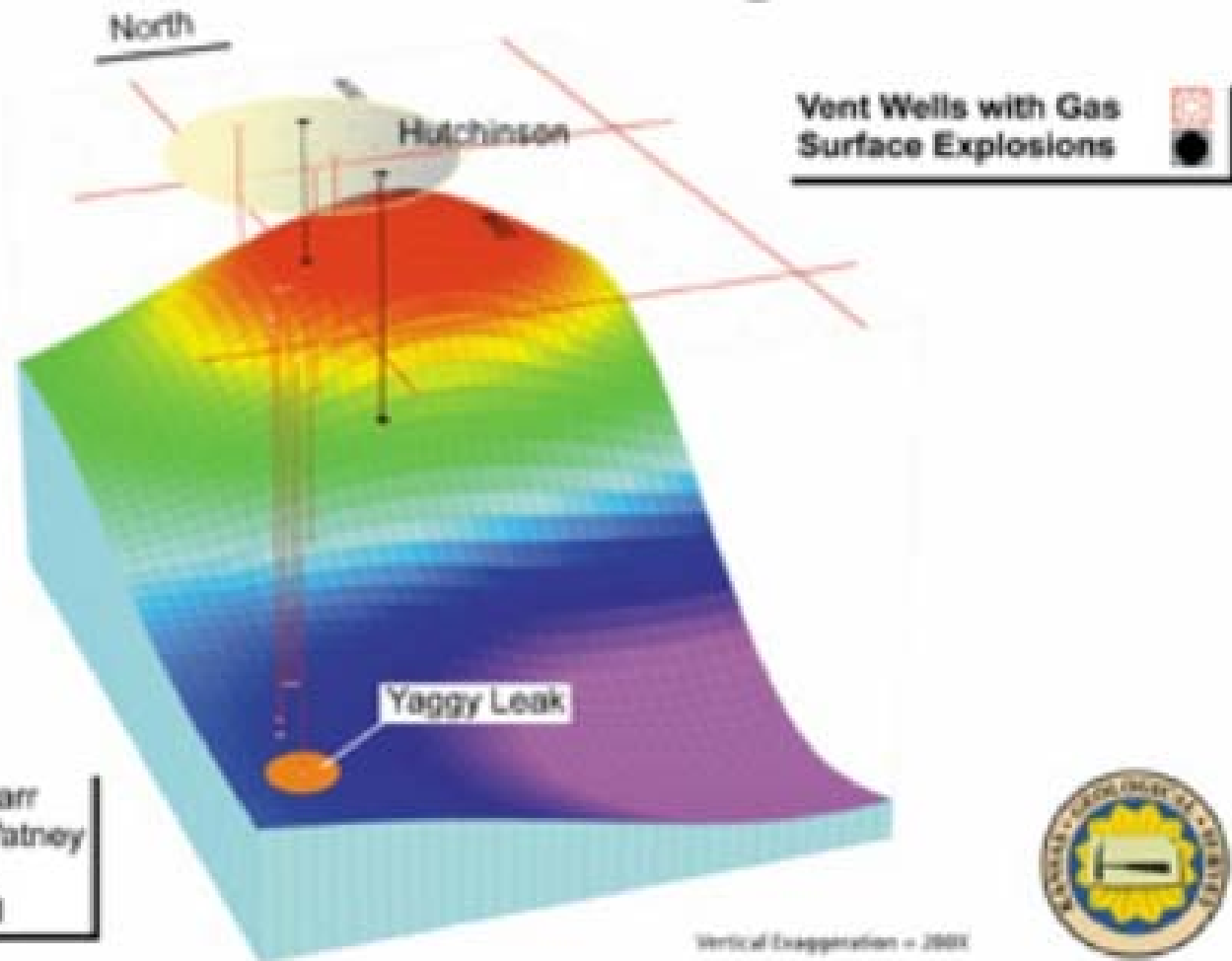
EB253

EB252

EB251

EB260

Structure on Top of Wellington Formation

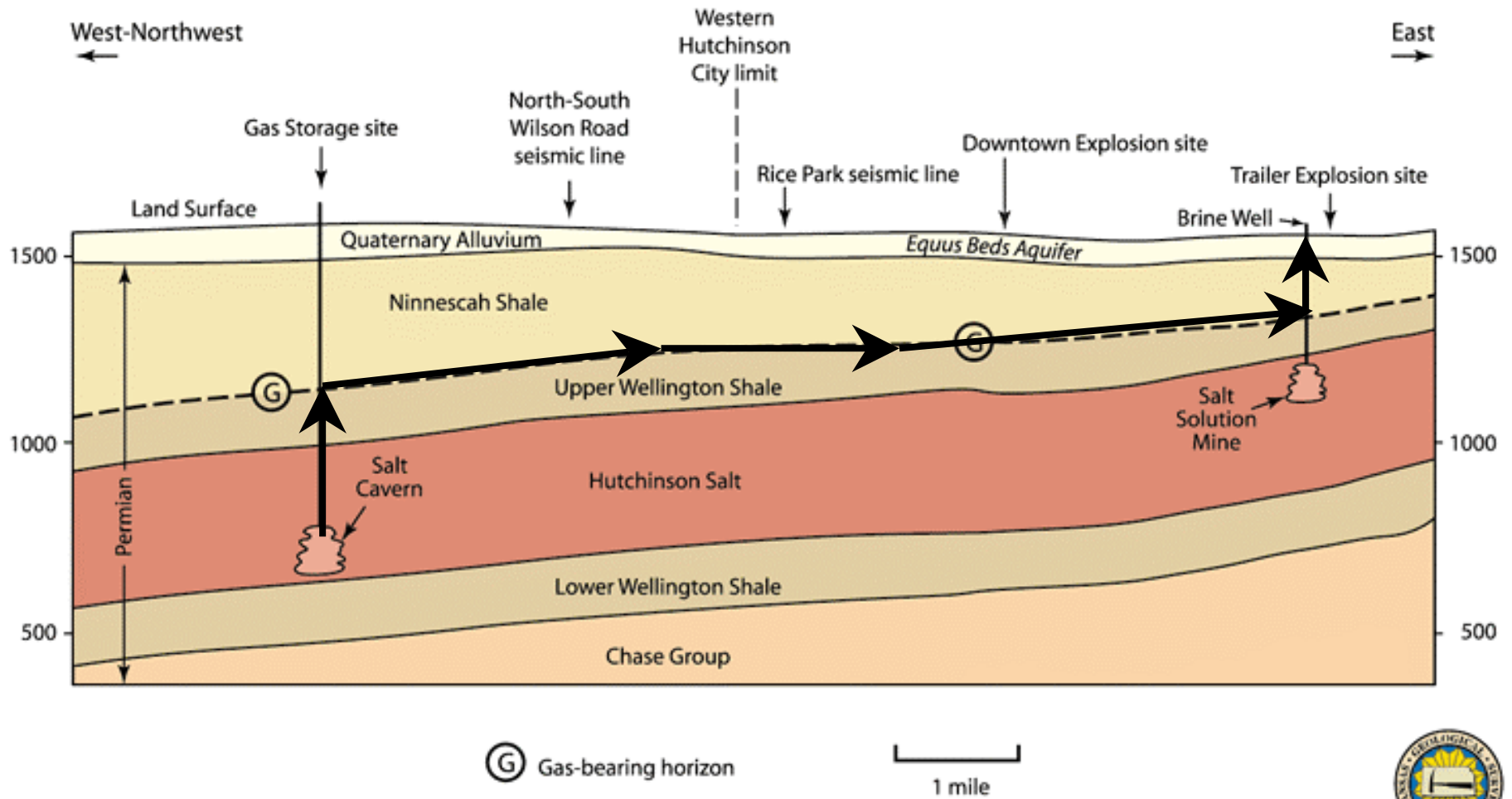


Mapped by Tim Carr
Data from Lynn Watney

February 28, 2001



Cross Section Showing Hutchinson Salt Member in Relation to other Geologic Strata



ANALYSE DE L'ACCIDENT D'HUTCHINSON

Le puits S1 appartient à un ensemble de 16 cavernes reliées en surface.

Capteur de pression unique.

Lors du reforage de S1, on a sans doute fraisé le cuvelage, on avait jeté des pièces en acier dans le trou lors de sa cimentation !

Il y a eu des essais en pression des cavités en 1993 à un gradient 1,73. Mais S1 a été testée en dernier avec de l'eau douce au lieu de saumure (gradient 1,48).

Avant 1997, la pression maximale de service était de 4,1 MPa au fond. Le gaz fuyait mais sa pression n'était pas suffisante pour créer une éruption sous Hutchinson.

En 1997, l'Etat autorise 4,78 MPa (gradient 2). Le 14 janvier 2001, on remplit jusqu'à 4,76 MPa – Eruption 3 jours après.

Après coup : réglementation jugée indigente et effectifs insuffisants.

 Nouvelle réglementation au Kansas

HUTCHINSON

UN NIVEAU PEU EPAIS, TRES PERMEABLE, COMPRIS ENTRE DEUX COUCHES TRES IMPERMEABLES, PERMET L'ACCUMULATION LATERALE.

DE GRANDES QUANTITES DE GAZ MIGRENT SUIVANT L'AMONT PENDAGE VERS LE SOUS-SOL DE HUTCHINSON, PERCE PAR DE NOMBREUX VIEUX FORAGES NON REBOUCHES.

L'AUTORISATION D'EXPLOITER LES CAVERNES A PRESSION PLUS ELEVEE DECLENCHE L'ERUPTION.