

(2) 揚水量の変化

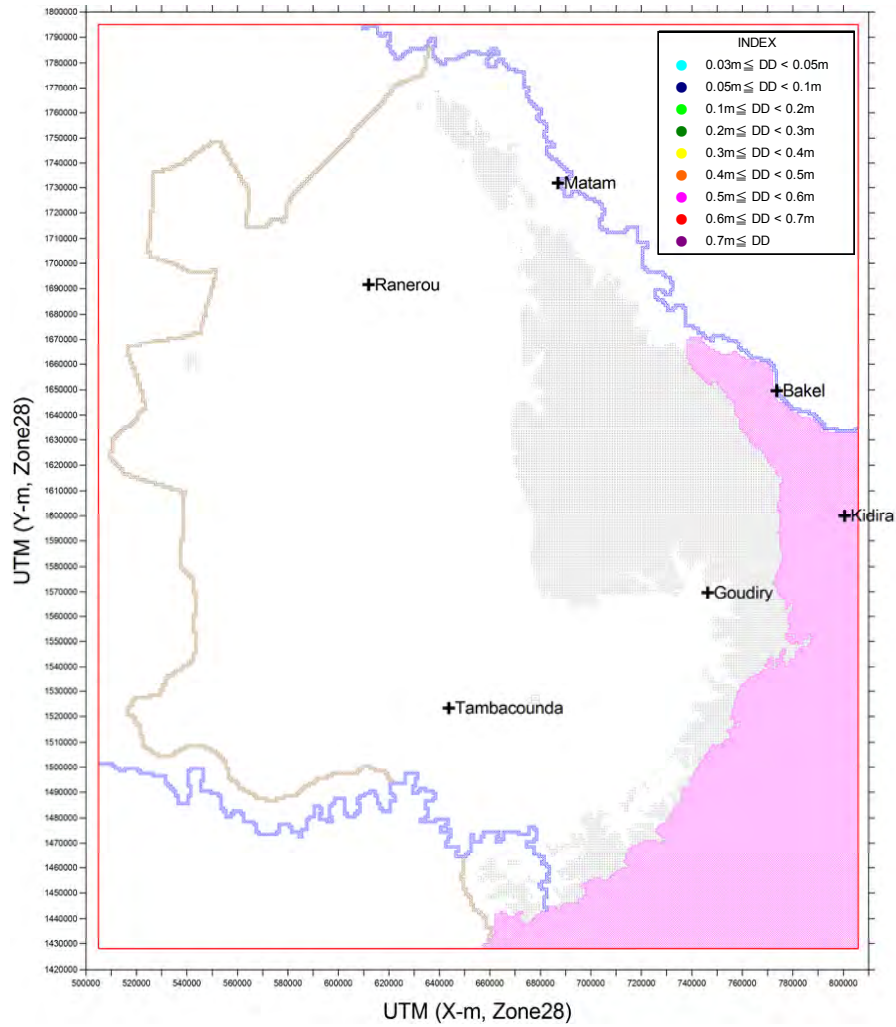
前項では、かん養量の変化による計算水頭差分布を求めたが、本項では基本型は(1)と同じとして、揚水量が10年間で1.5倍となりその状態がさらに5年間継続する揚水量増加型のシナリオを表6-3-5のように作成し、揚水量の増大に伴う計算水頭差分布の検討を行った。

表6-3-5のシナリオで基本型と揚水量増加型の両方の水頭変化を計算し、両者の差をもとめた。水頭差の分布を図6-3-18および図6-3-19に示す。

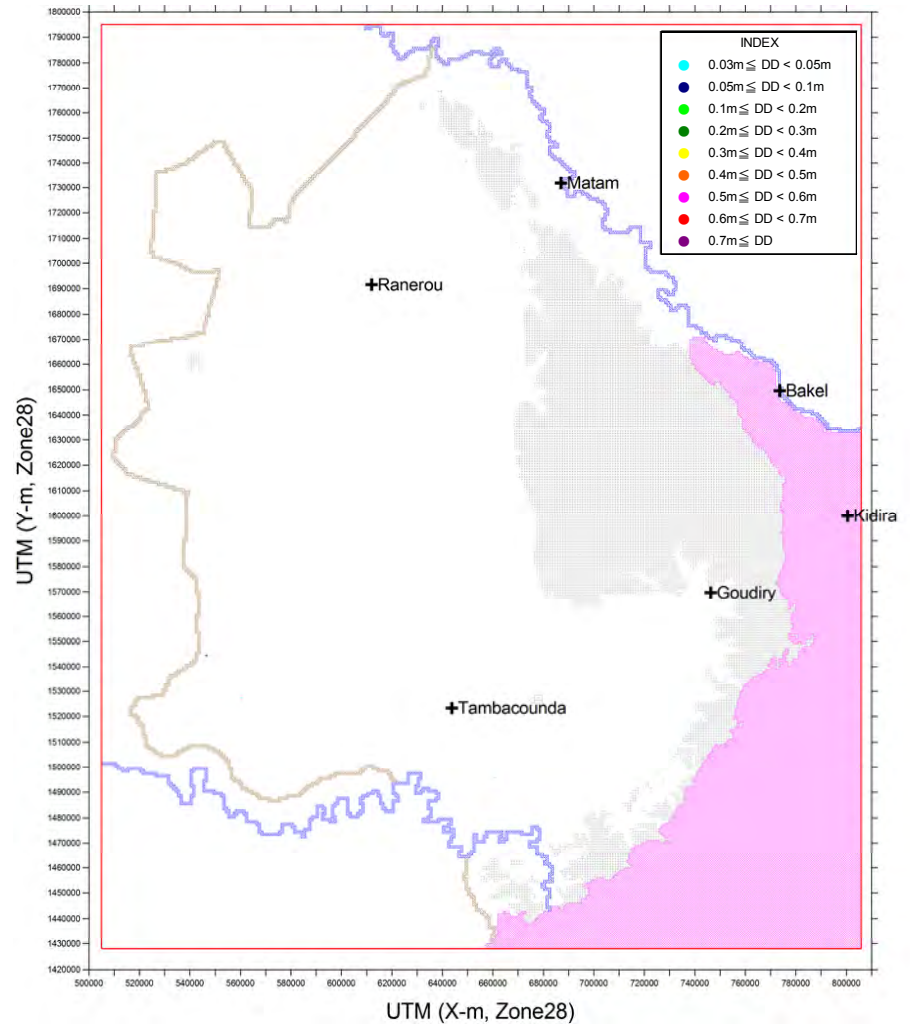
表 6-3-5 揚水量増加のシナリオ

年	基本型			揚水量増加型		
	かん養量	揚水量	河川水位	かん養量	揚水量	河川水位
スタート	2007年12月31日					
1年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,067	1989年
2年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,129	1989年
3年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,188	1989年
4年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,242	1989年
5年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,293	1989年
6年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,340	1989年
7年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,384	1989年
8年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,426	1989年
9年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,464	1989年
10年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,500	1989年
11年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,500	1989年
12年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,500	1989年
13年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,500	1989年
14年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,500	1989年
15年目	1989年	2007年	1989年	1989年	2007年×1,500	1989年

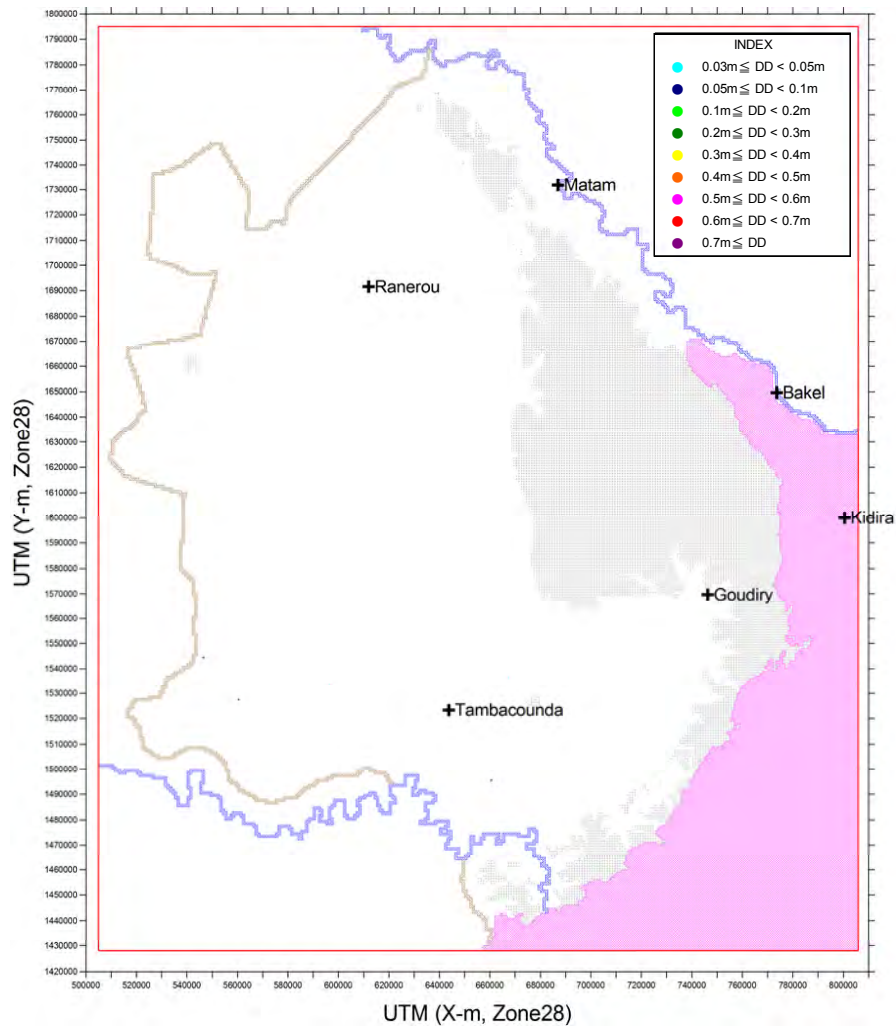
Co層においては、タンバクンダ州南部の既存施設の周辺で、最終ステップでは最大44cm程度の水位の低下が発生する。また、Ma層においては、マタム州南東部で、最終ステップに最大60m程度の水位の低下が発生する。既存井戸の湛水深は比較的深く、施設への影響はほとんどないものと考えられるが、井戸が近接して建設された場合は互いに干渉して水位の低下量が増大するため、施設間の距離には十分に留意する必要がある。また、井戸効率の悪い井戸は揚水量の増加とともに水位の低下が増大するため（井戸ロスの増加）、このような井戸においては過度な低下が発生しないような揚水計画を立案する必要がある。



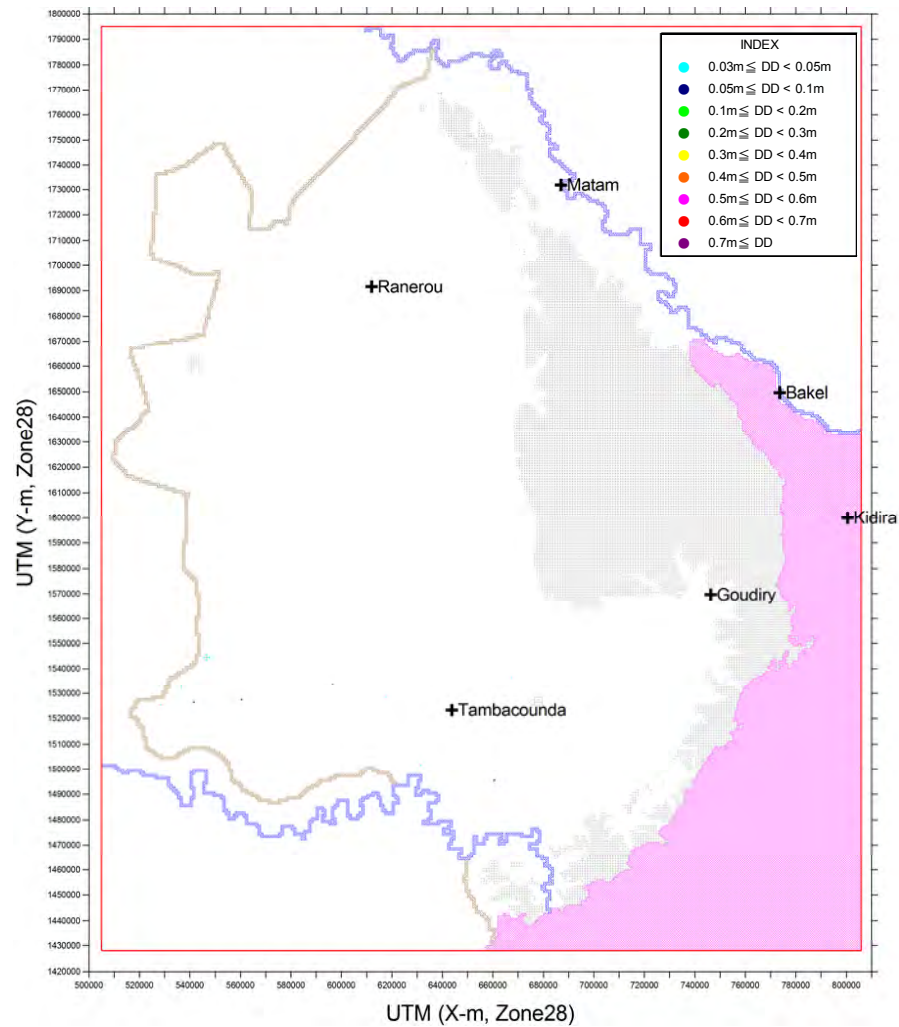
(1年目12月、Co層)



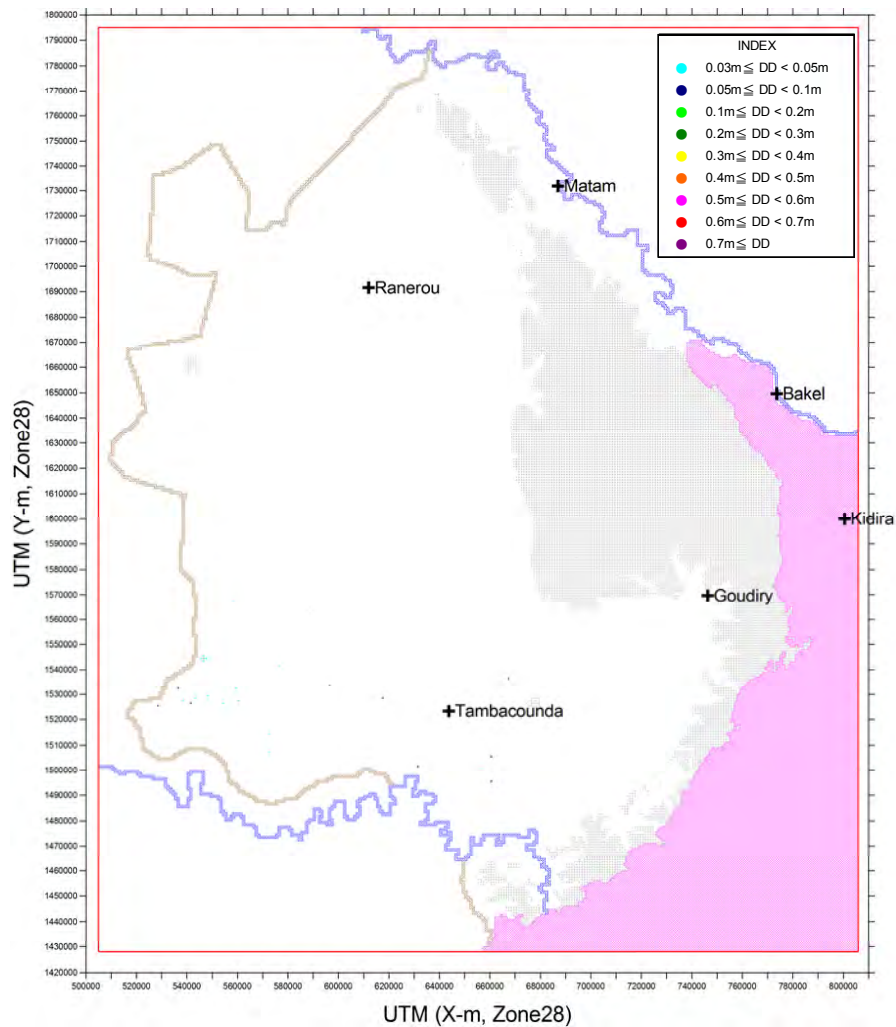
(2年目12月、Co層)



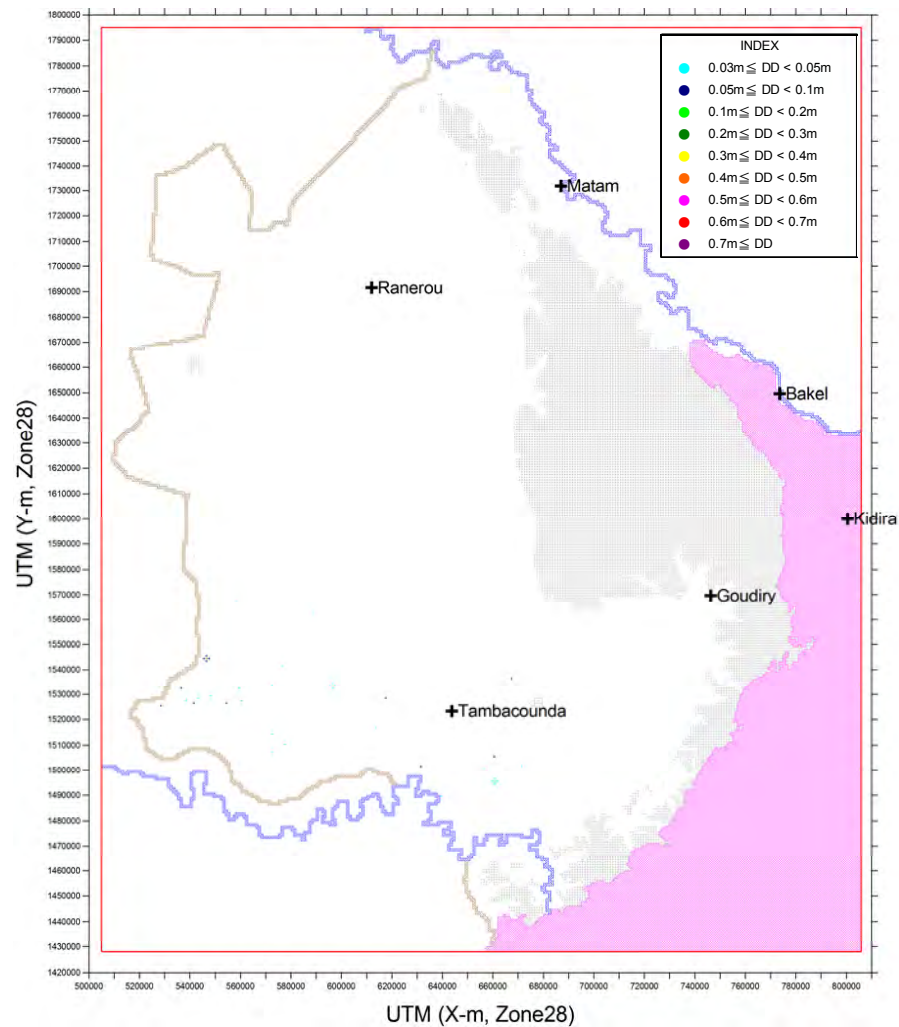
(3年目12月、Co層)



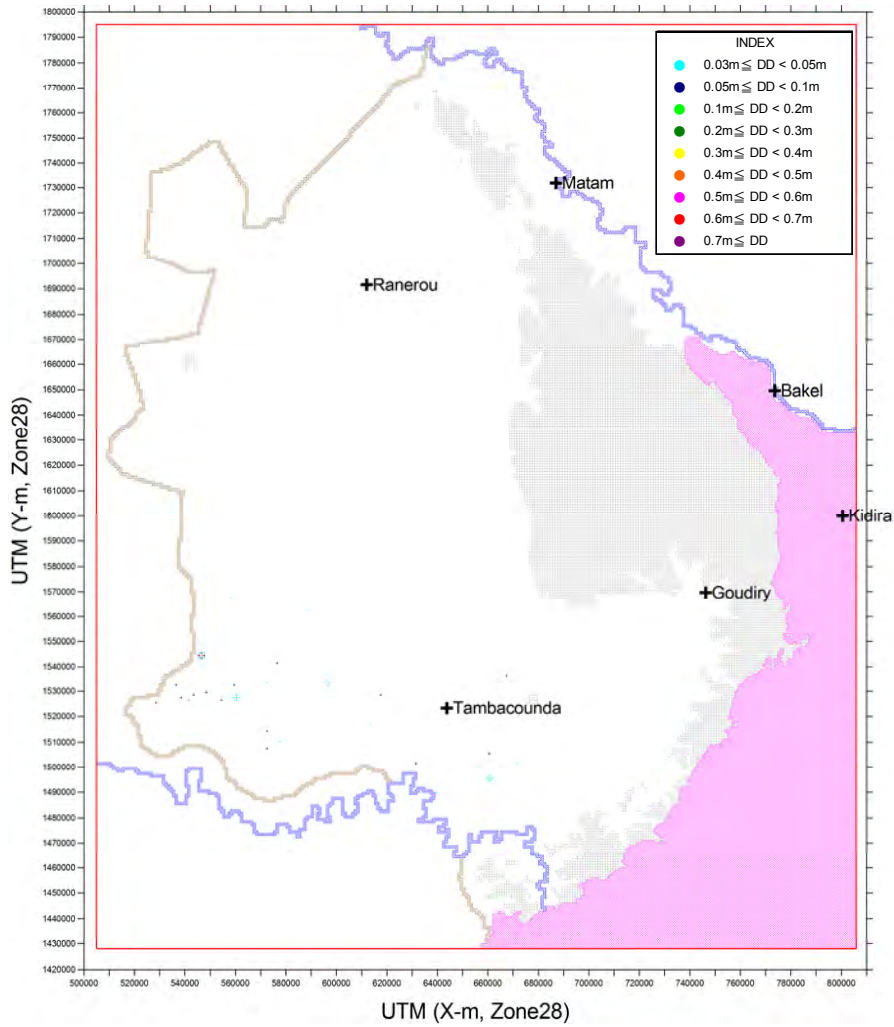
(4年目12月、Co層)



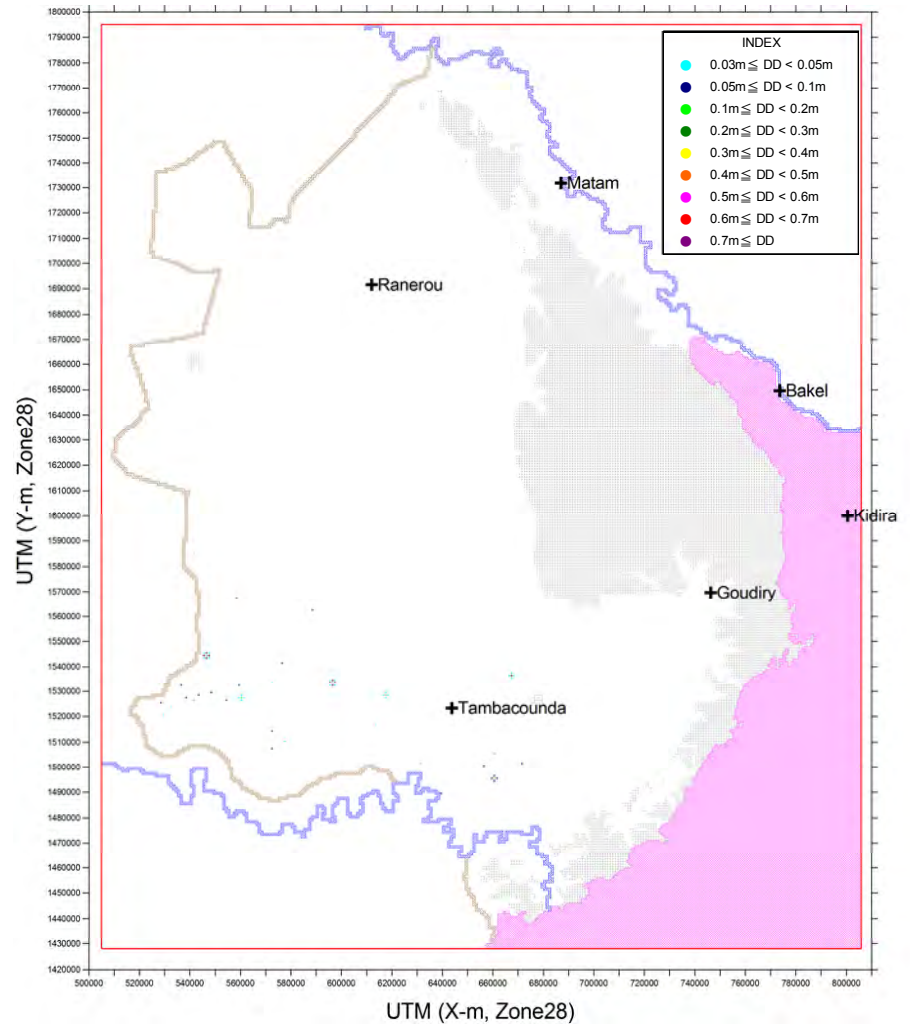
(5年目12月、Co層)



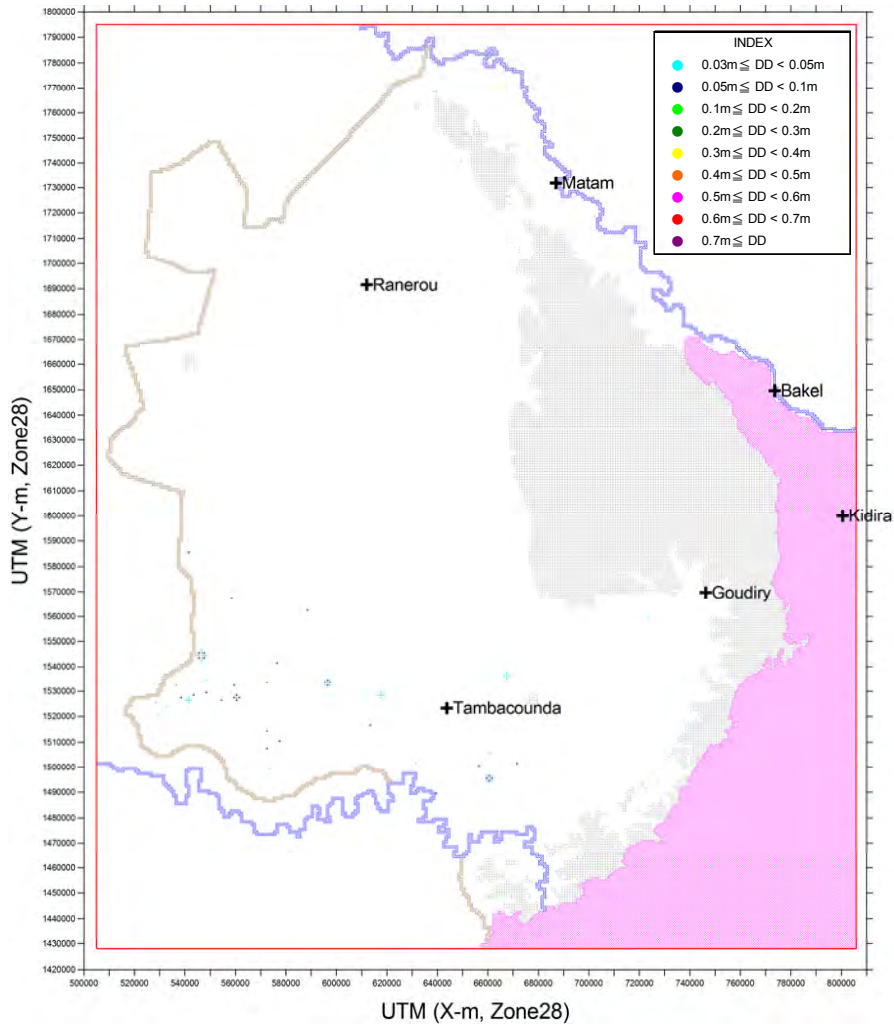
(6年目12月、Co層)



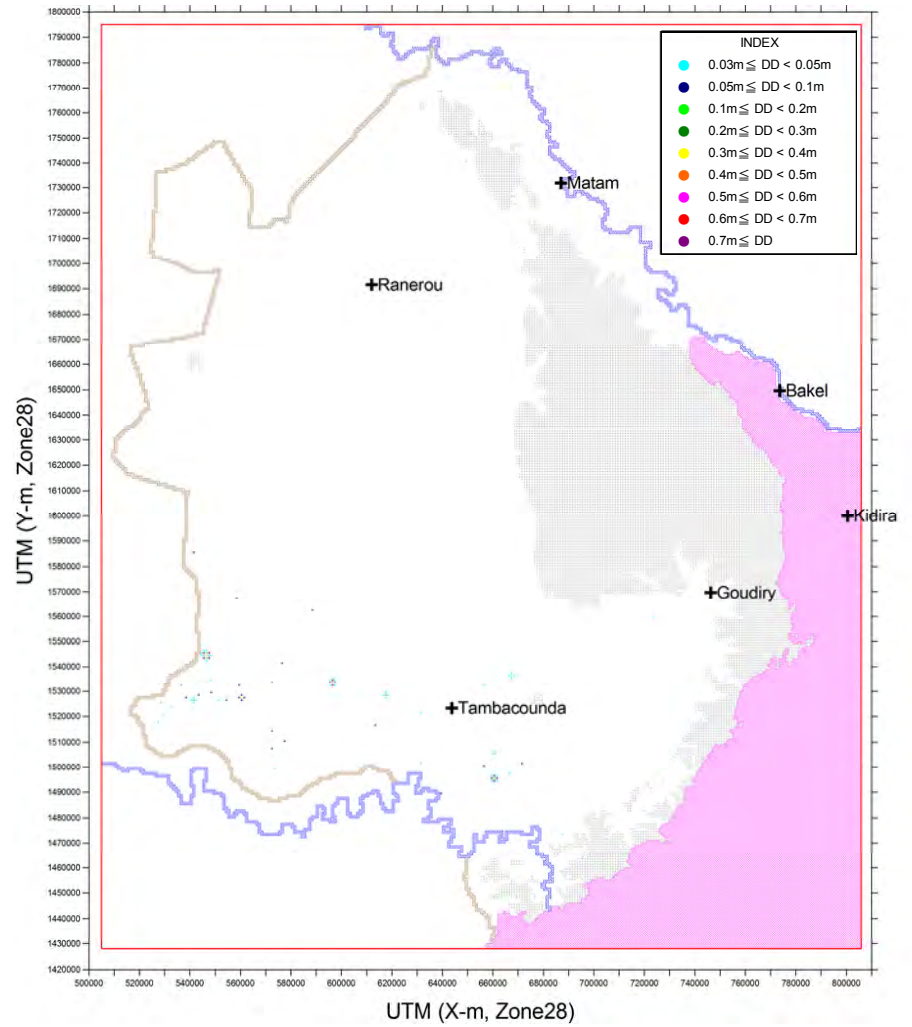
(7年目12月、Co層)



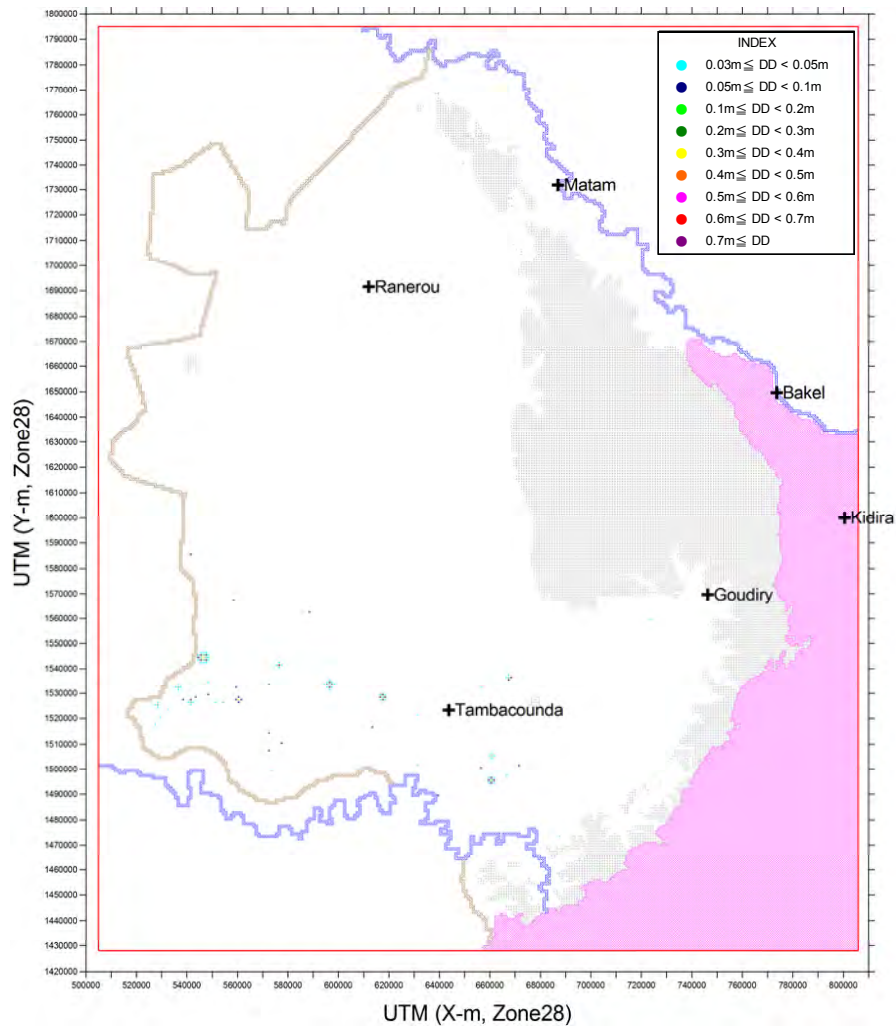
(8年目12月、Co層)



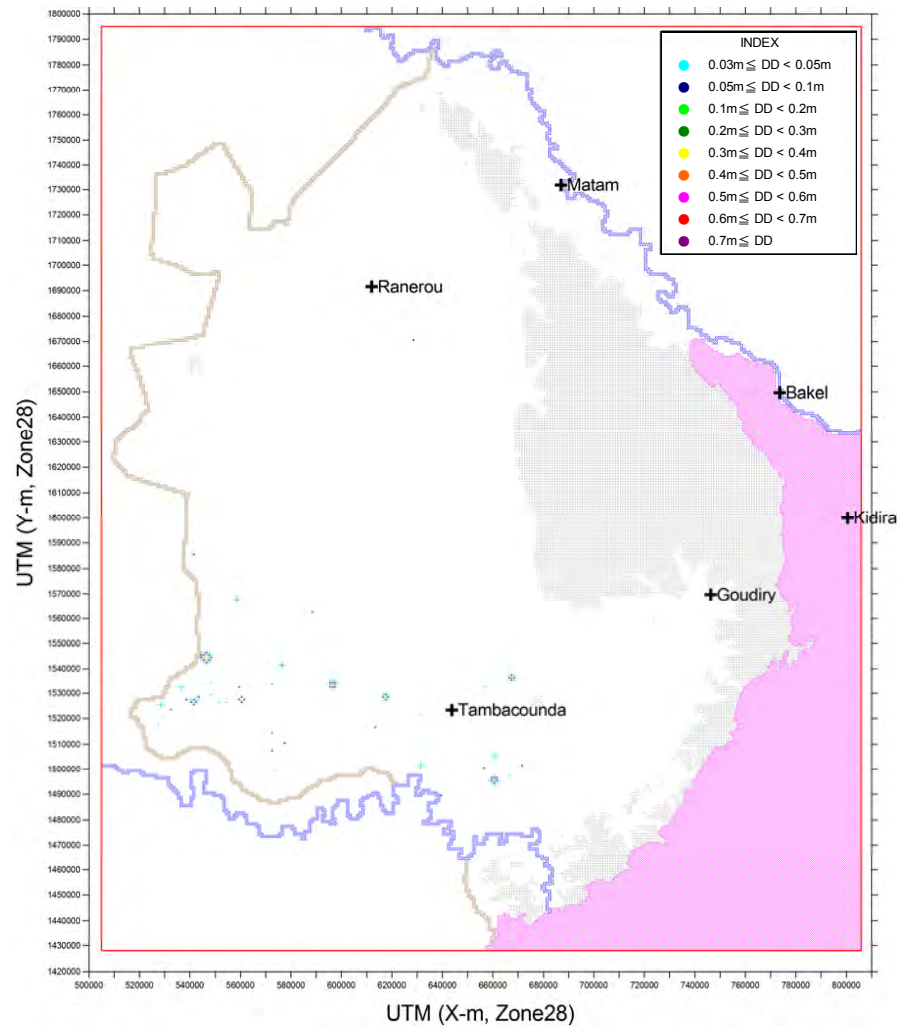
(9年目 12月、Co層)



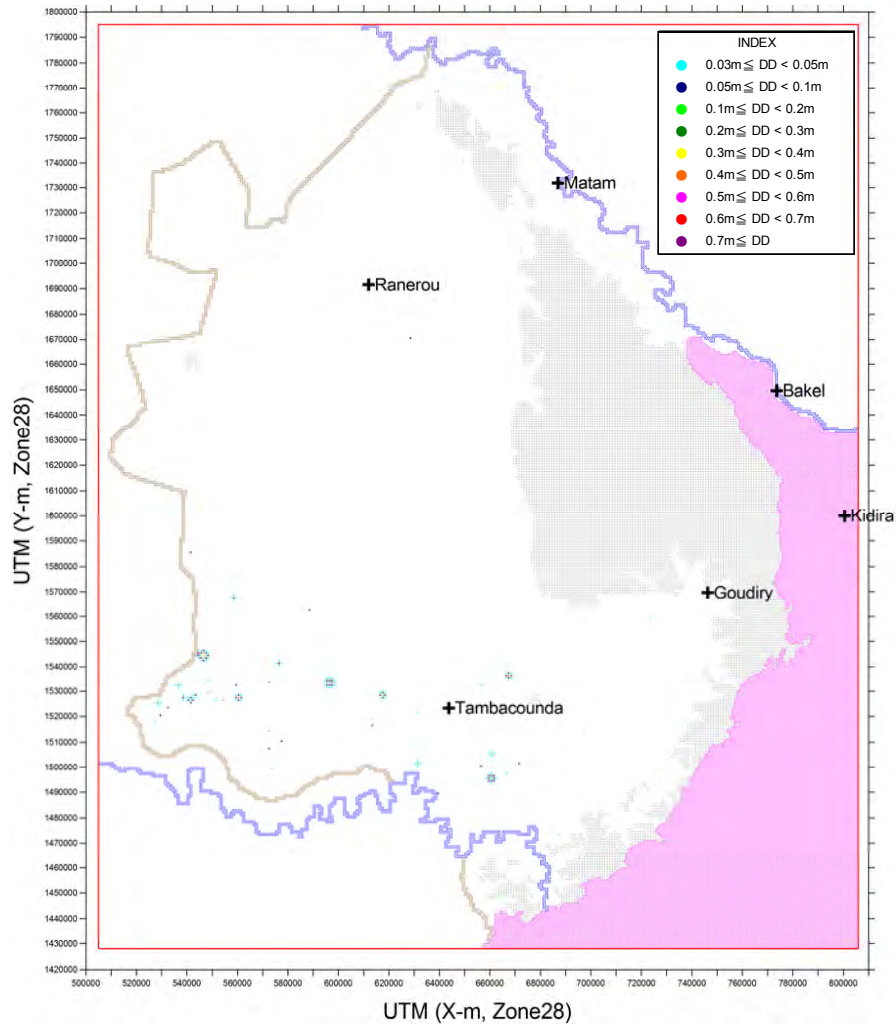
(10年目 12月、Co層)



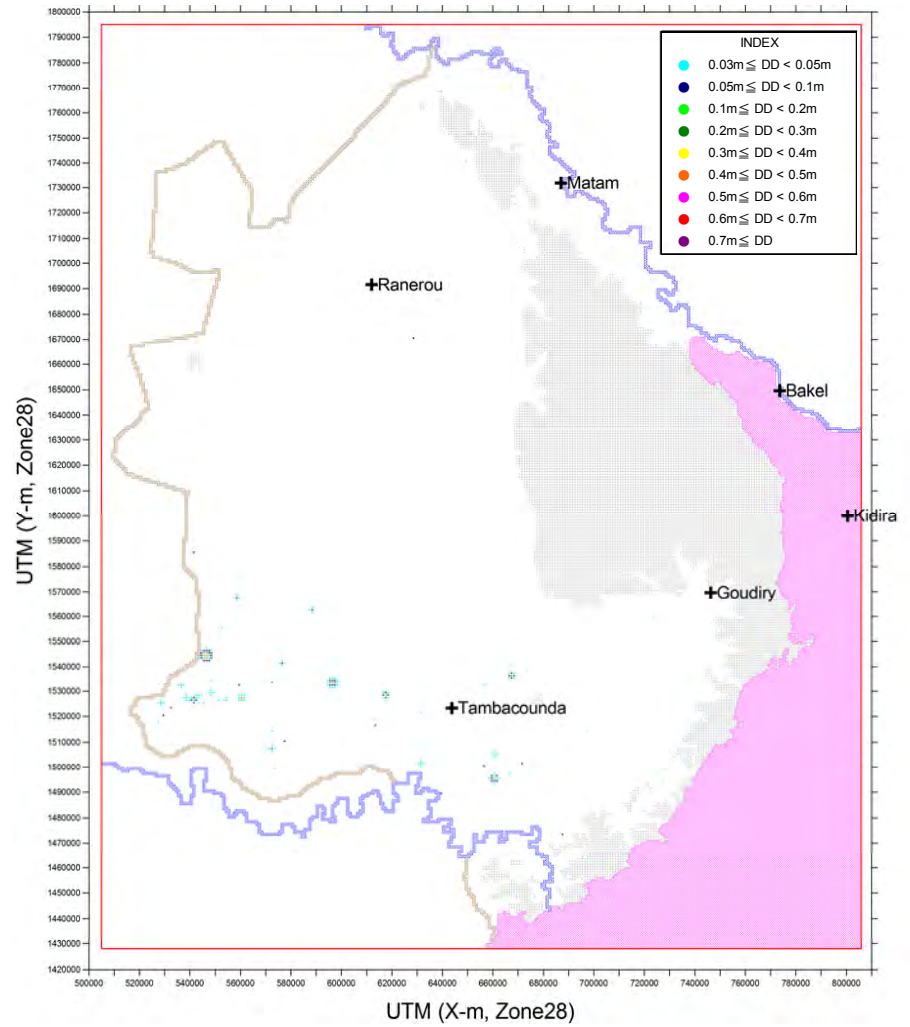
(11年目 12月、Co層)



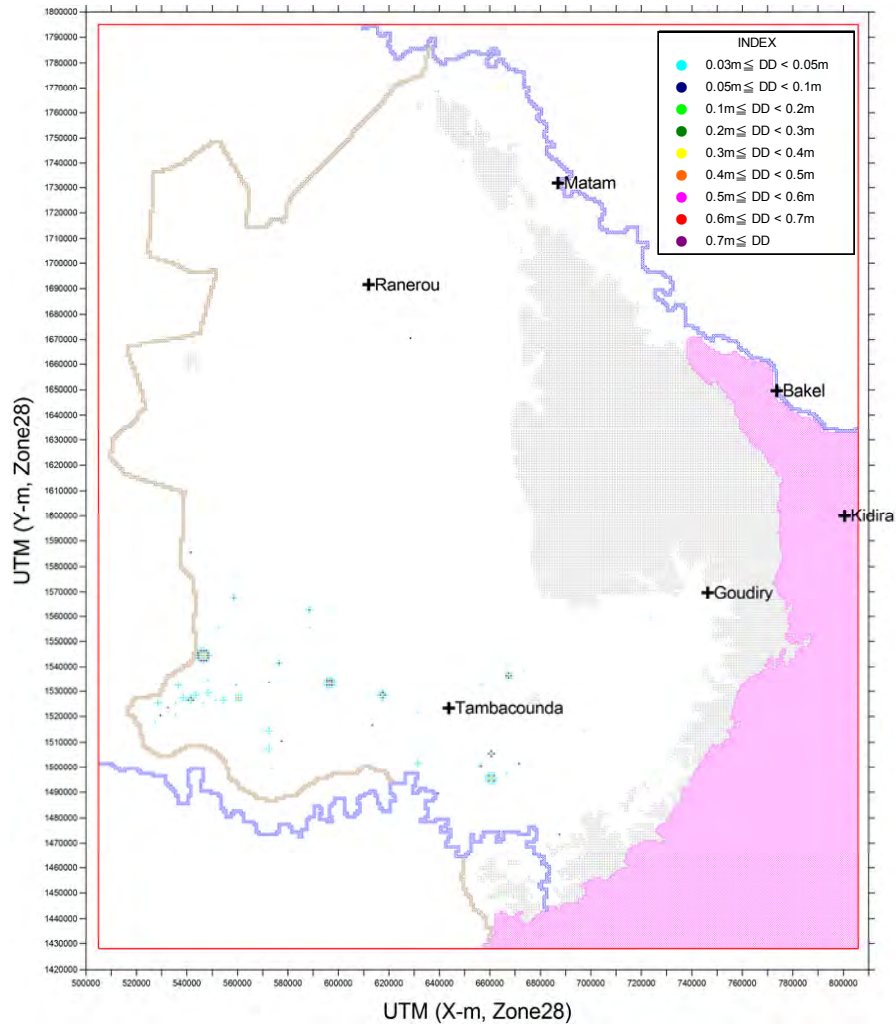
(12年目 12月、Co層)



(13年目 12月、Co層)

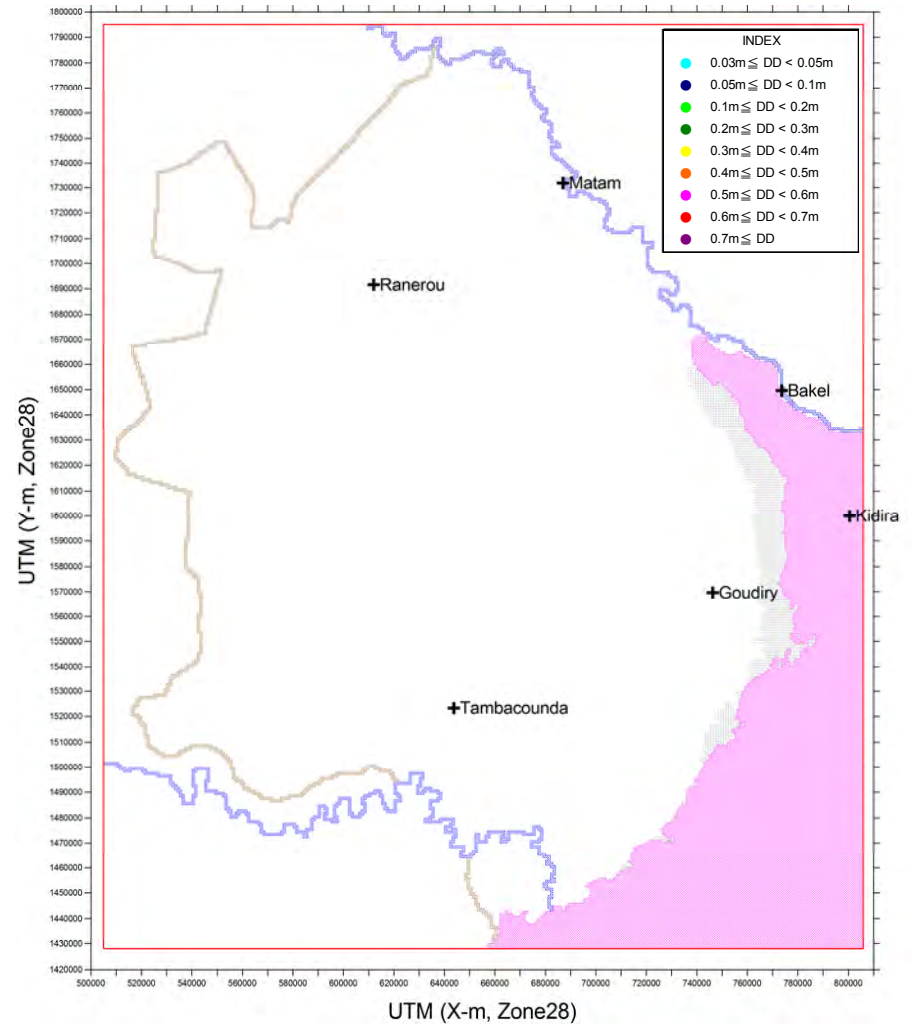


(14年目 12月、Co層)

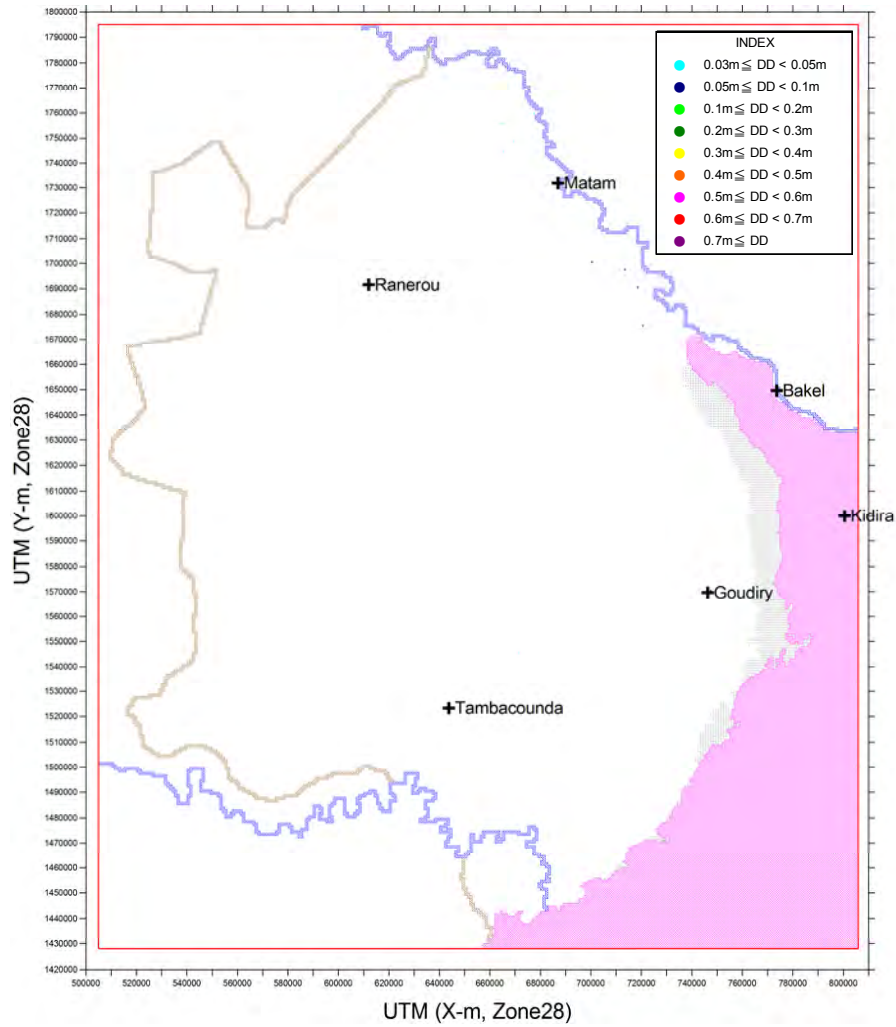


(15年目12月、Co層)

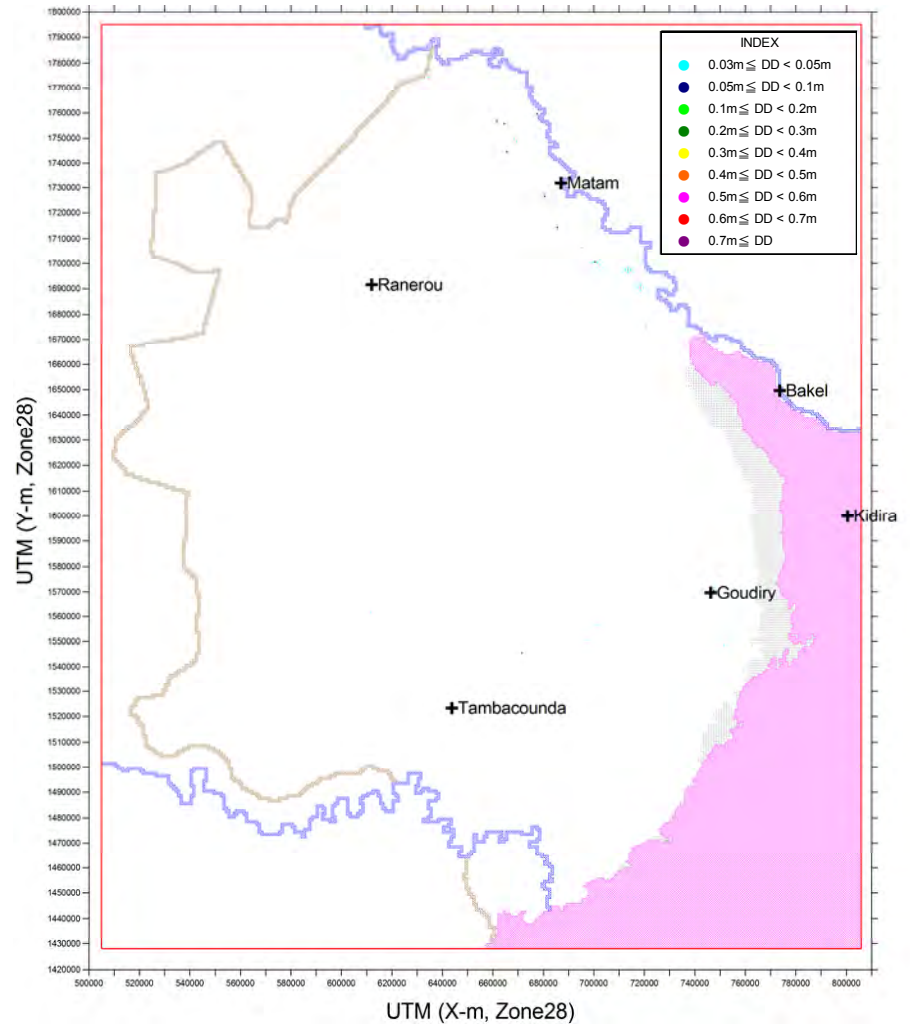
図 6-3-18 揚水量の変化と計算水頭差分布(1)



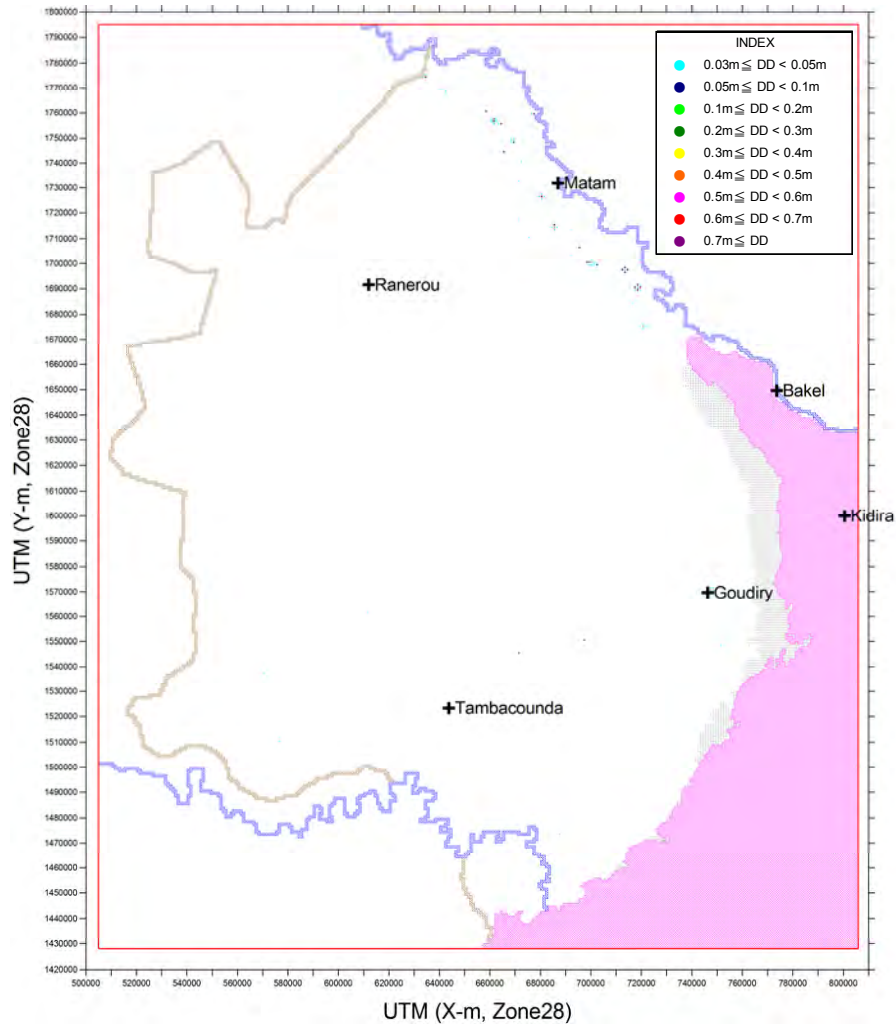
(1年目12月、Ma層)



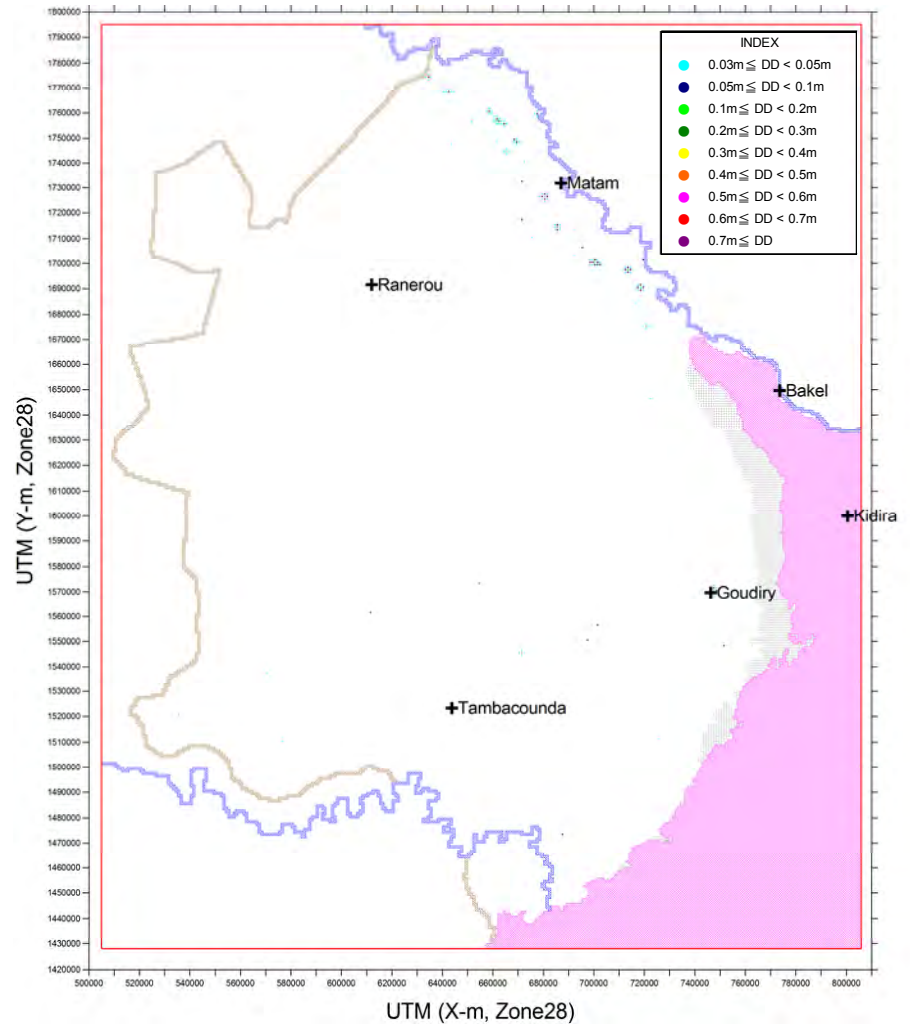
(2年目 12月、Ma層)



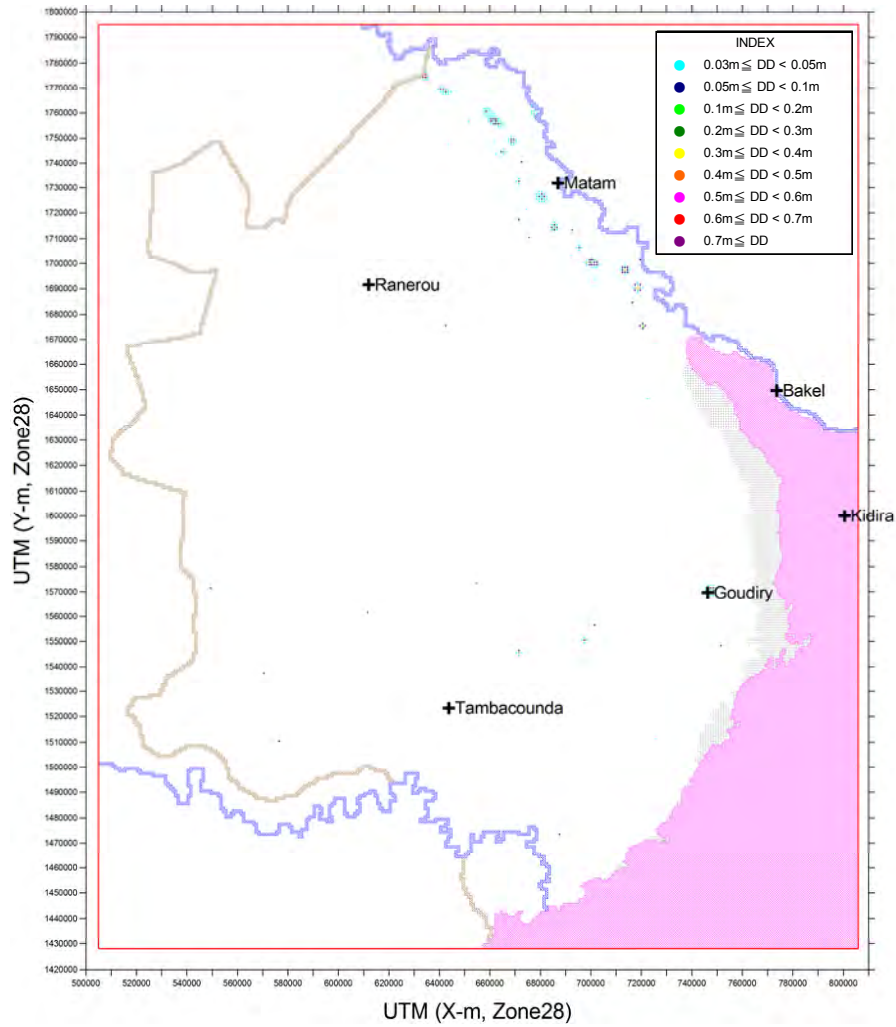
(3年目 12月、Ma層)



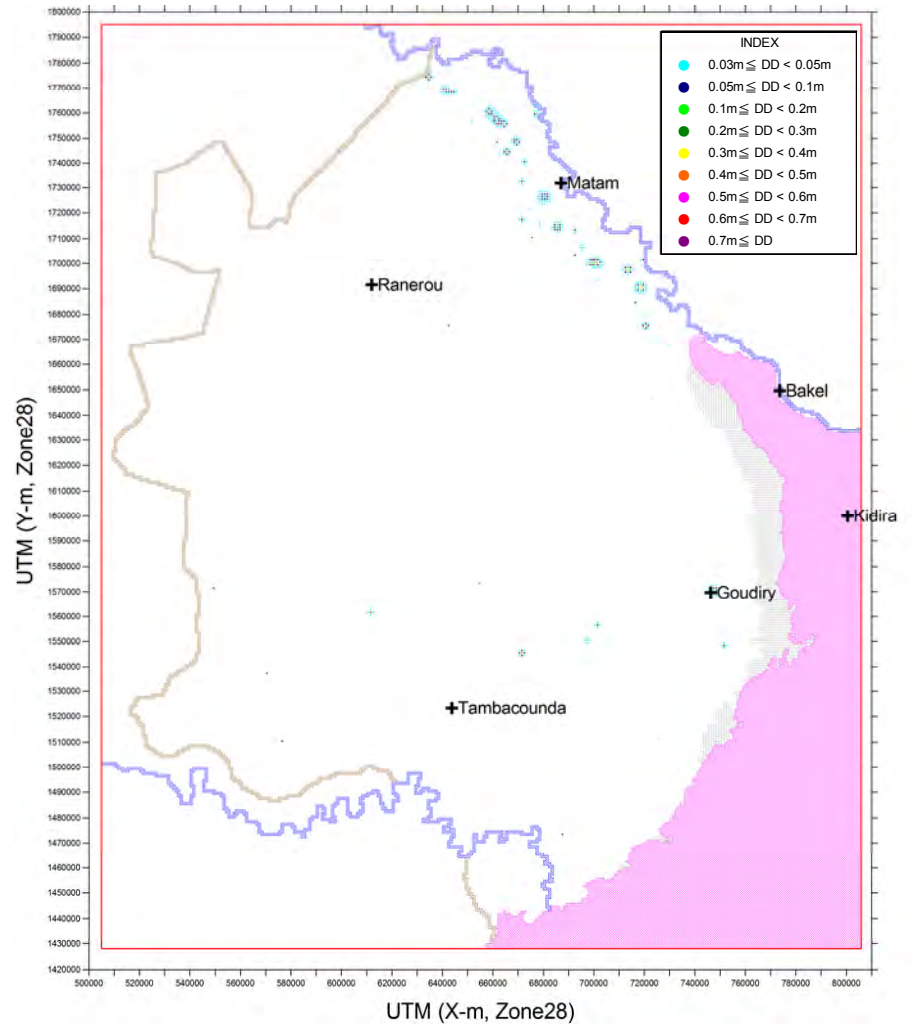
(4年目 12月、Ma層)



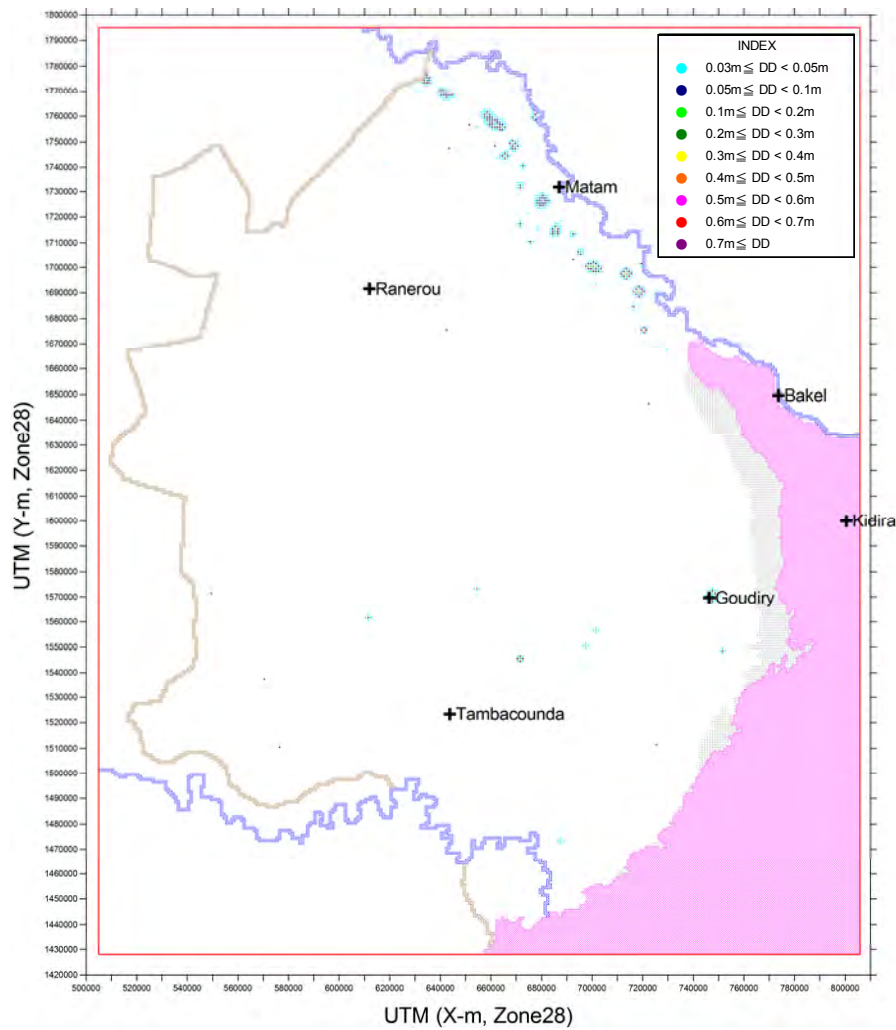
(5年目 12月、Ma層)



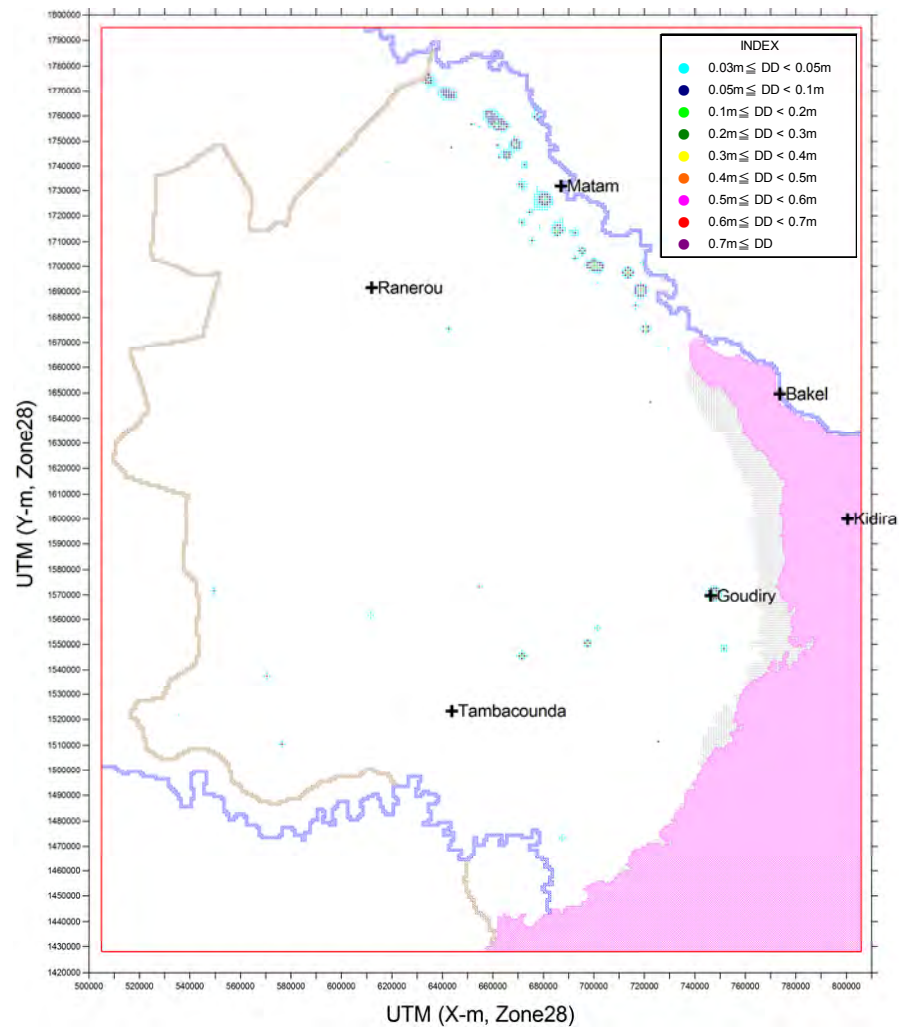
(6年目 12月、Ma層)



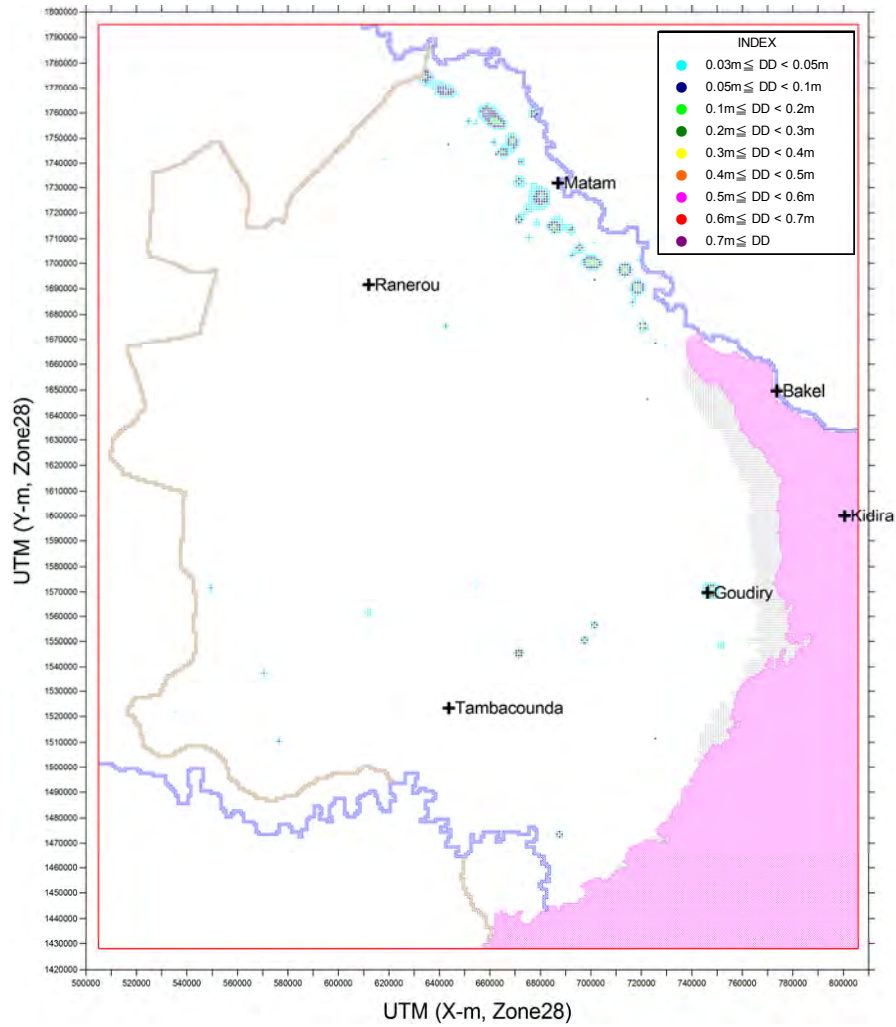
(7年目 12月、Ma層)



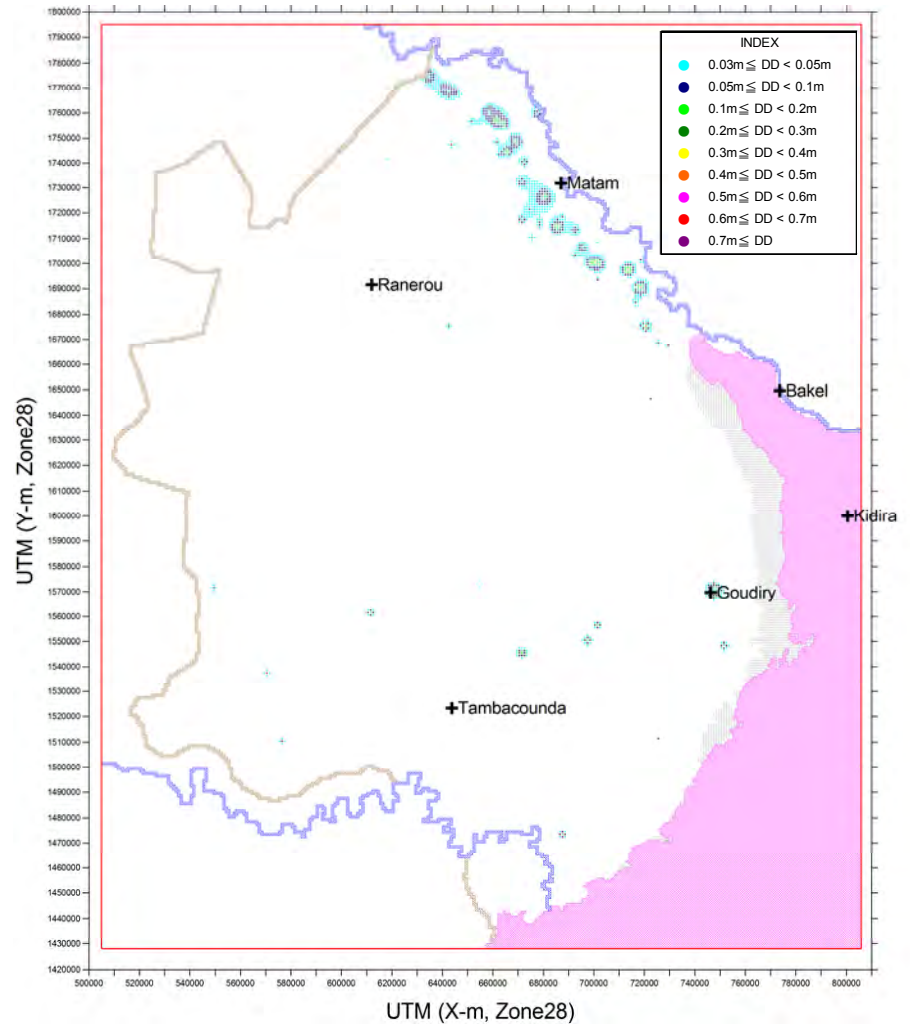
(8年目 12月、Ma層)



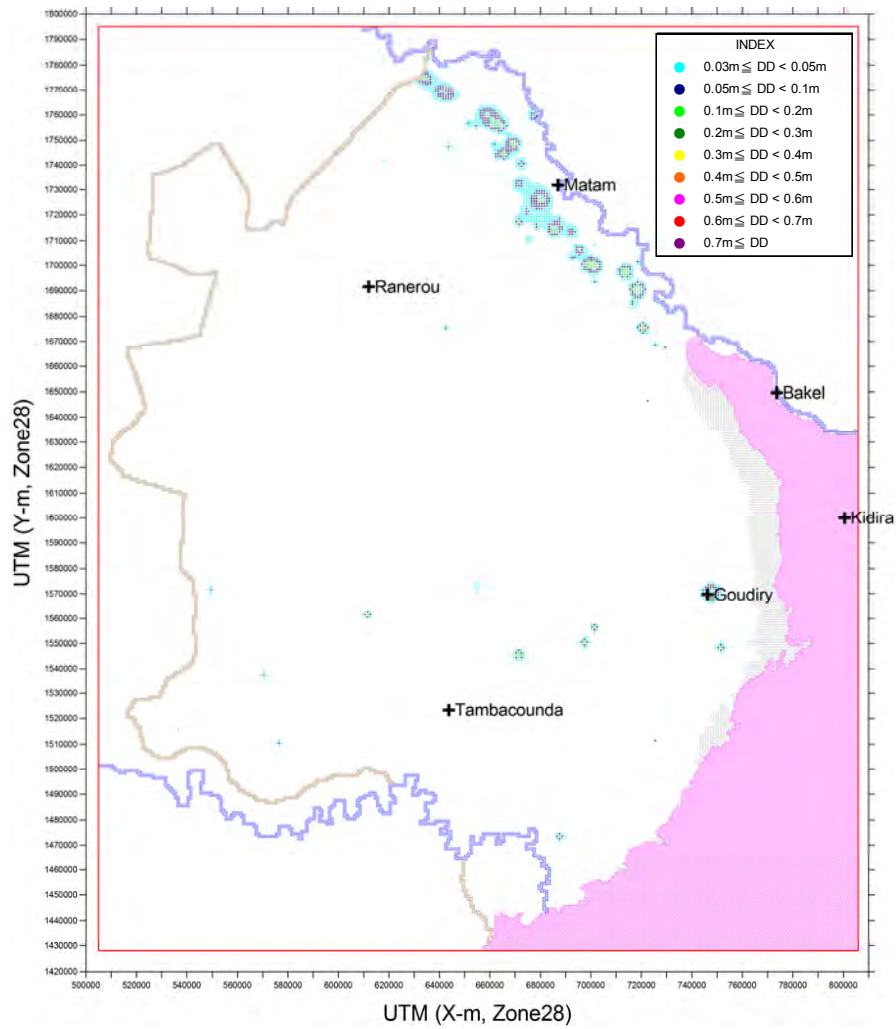
(9年目 12月、Ma層)



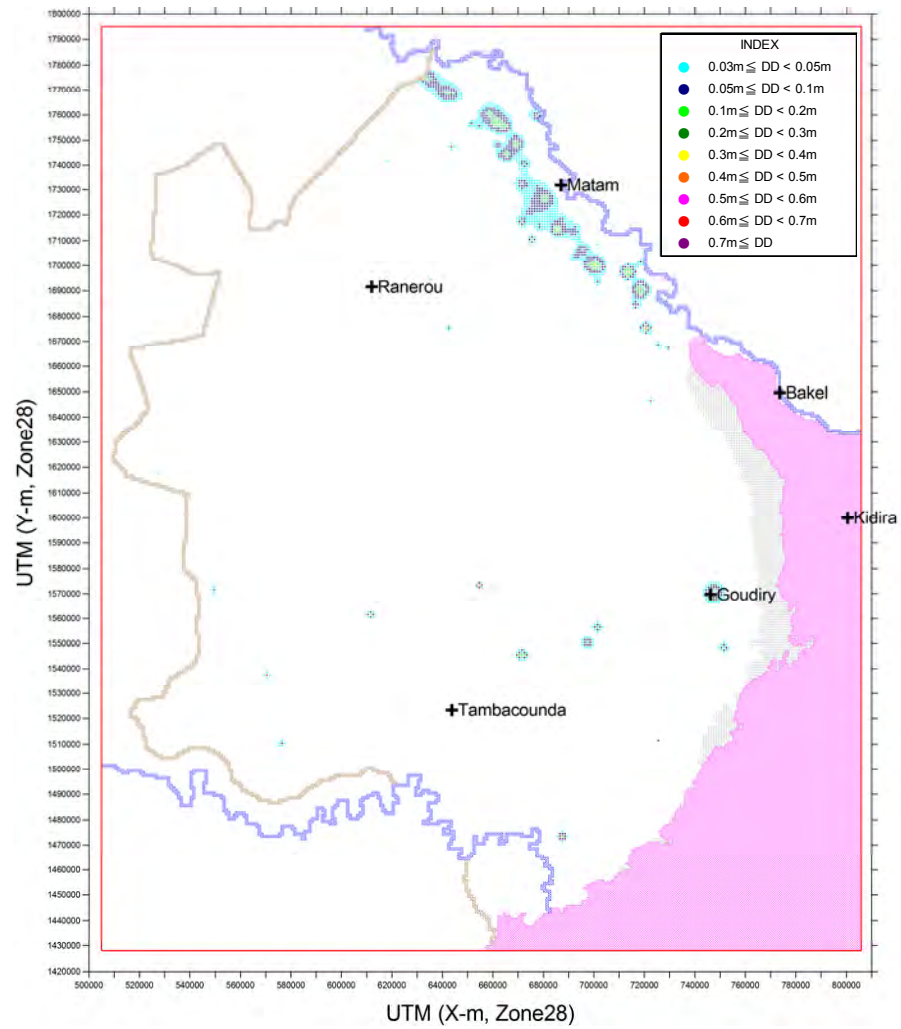
(10年目12月、Ma層)



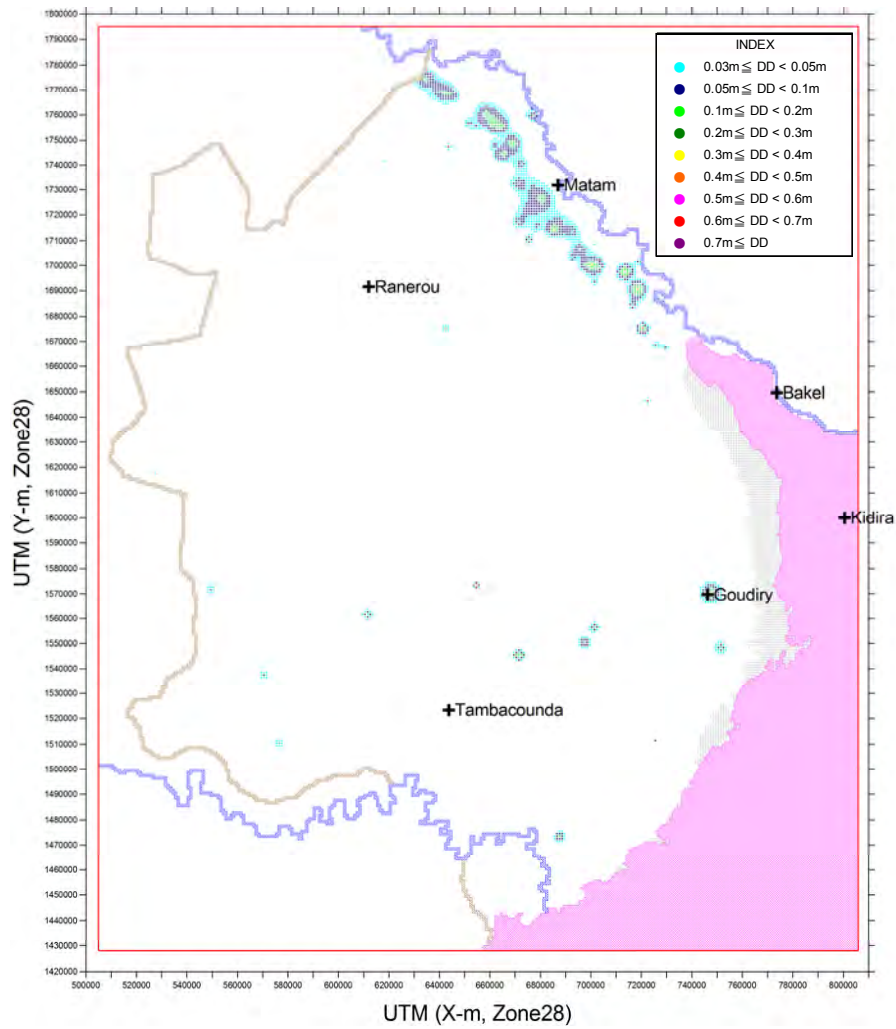
(11年目12月、Ma層)



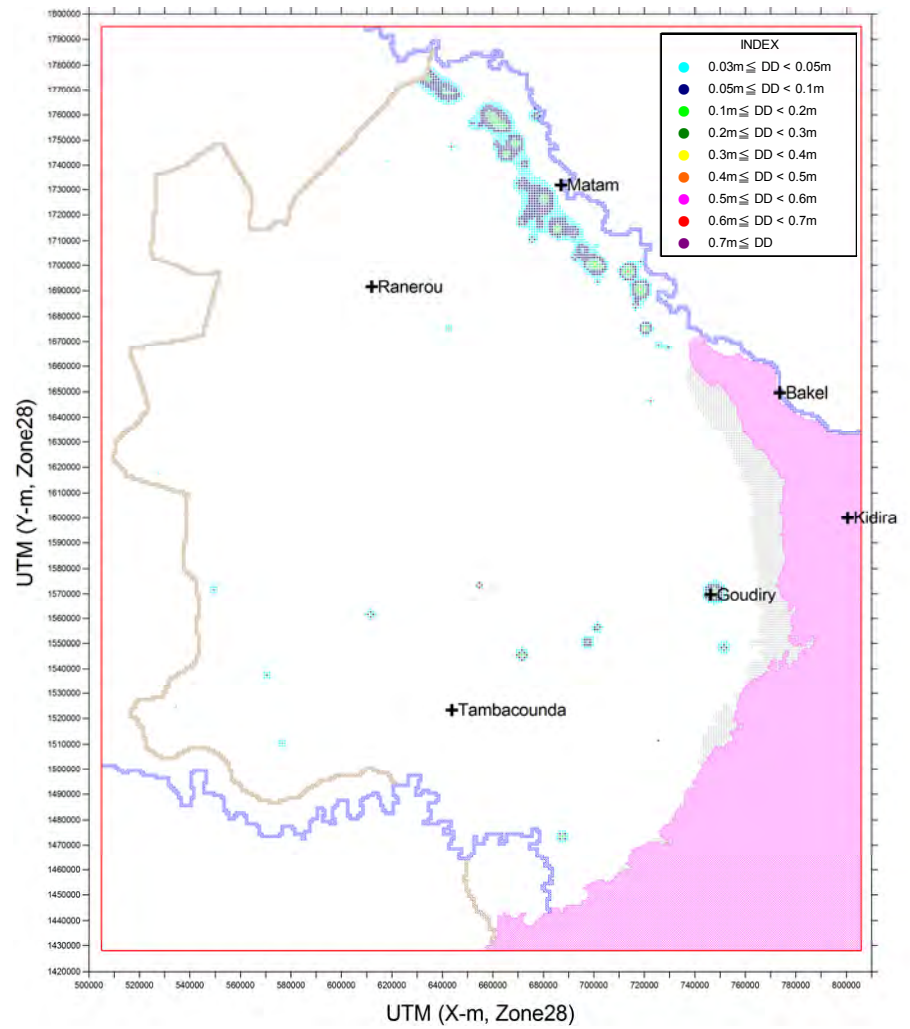
(12年目12月、Ma層)



(13年目12月、Ma層)



(14年目12月、Ma層)



(15年目12月、Ma層)

図 6-3-19 揚水量の変化と計算水頭差分布(2)

6.3.4 M/P にもとづく予測計算結果

(1) 予測シナリオ

M/P に基づいて、表 6-3-7 のシナリオを作成して、施設建設および揚水に伴う地下水頭降下量の検討を行った。この3つのシナリオにおいては、かん養量・河川水位は全て同じ（過去20年間の降水量が繰り返す）とし、揚水量を変化させている。揚水量分布の例を図 6-3-20 に示す。

また、揚水量は、以下の方針・方法で算出する。

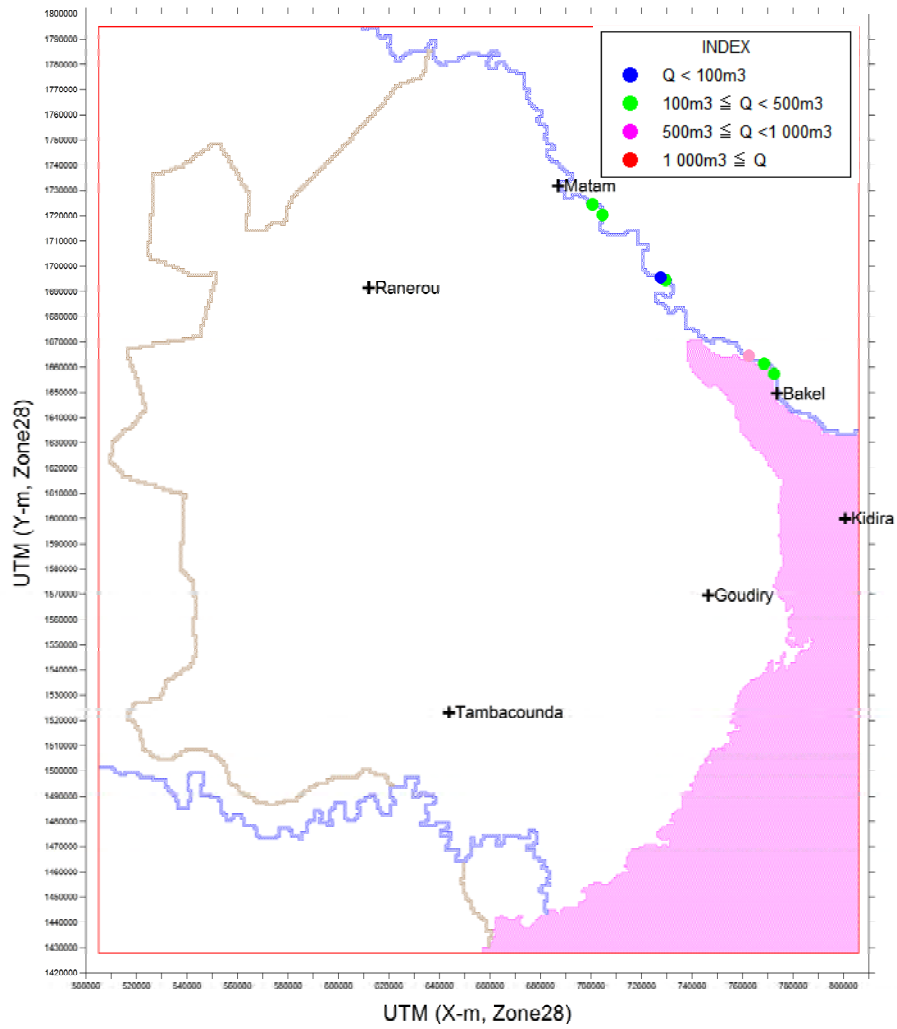
- 地下水を水源とする配管給水による施設の揚水量をシミュレーションモデルに入力する揚水量とする。これは、(1)人力（ハンドポンプ、つるべ等）井戸からの取水量は動力ポンプによる揚水量と比較して少なくシミュレーションの計算にほとんど影響を与えない、(2)人力井戸からの取水量のデータはほとんど存在しない、等の理由による。
- 揚水量は、給水人口×原単位で計算する。ただし、家畜の需要を加える必要があるため、給水人口は（村落人口+村落人口×2,57）として計算する（DHR で給水計画を策定する際に用いている家畜局算出の家畜/人比 2,57 に基づく）。
- 原単位は最大 35L/人として、月変化はタンバクンダ州の 2004 年から 2007 年の揚水量実績に基づき最大 5 月を 1 として他の月は表 6-3-6 のとおりとする。

表 6-3-6 地下水揚水量の月別比

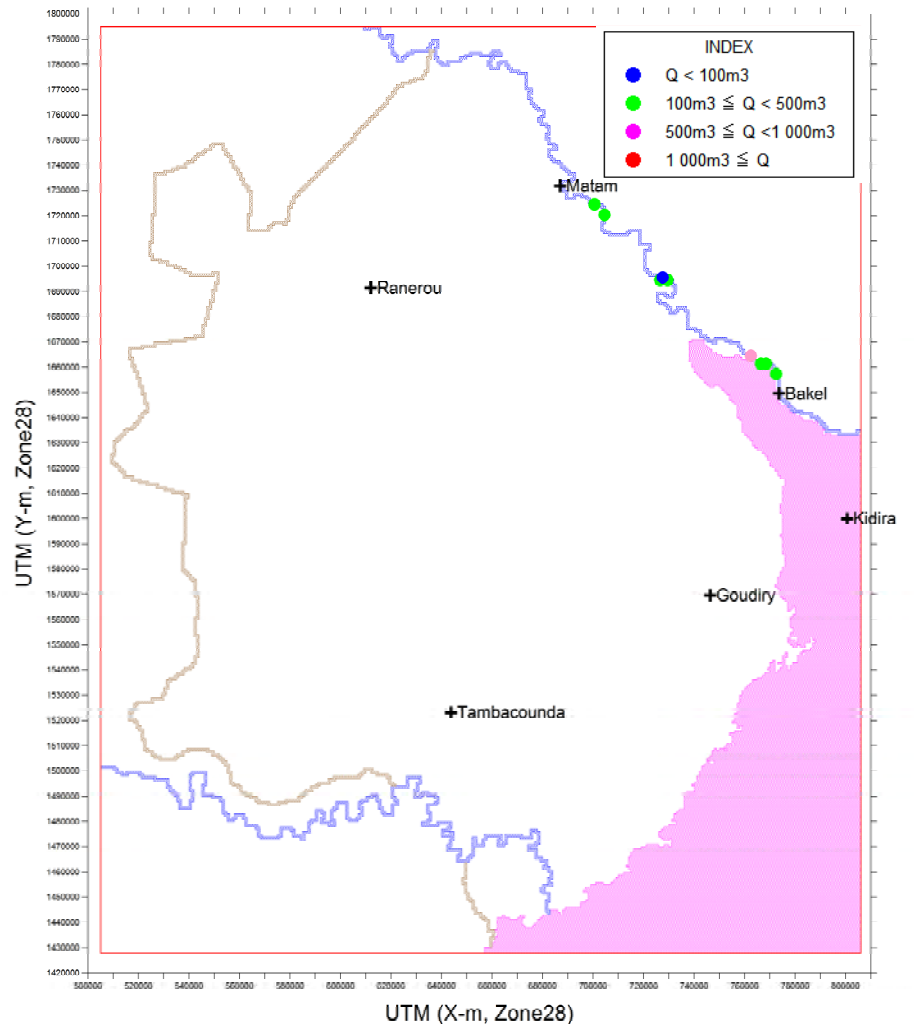
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
割合	0,88	0,87	0,93	0,97	1,00	0,83	0,53	0,43	0,47	0,58	0,67	0,74

表 6-3-7 予測計算のシナリオ

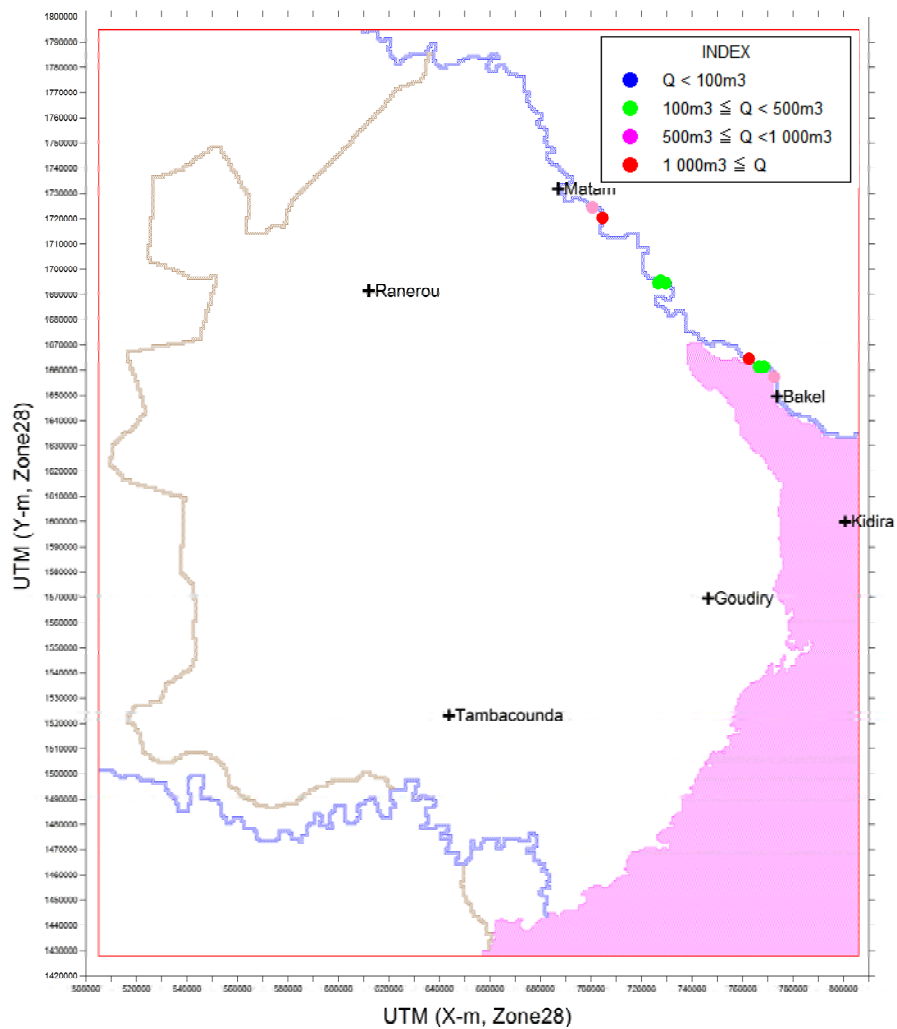
年	かん養量 河川水位	シナリオ 1 (現況維持)			シナリオ 2 (人口増加率 0%)			シナリオ 3 (人口増加率 3%)		
		揚水量			揚水量			揚水量		
		人口	給水施設	原単位	人口	給水施設	原単位	人口	給水施設	原単位
2008	1988 年	2002 年	2007 年 から 変化なし	最大 35 L/人	2002 年	M/P に 従って 建設・増加	最大 35 L/人	2002 年×1,03		
2009	1989 年							前年×1,03		
2010	1990 年							前年×1,03		
2011	1991 年							前年×1,03		
2012	1992 年							前年×1,03		
2013	1993 年							前年×1,03		
2014	1994 年							前年×1,03		
2015	1995 年							前年×1,03		
2016	1996 年							前年×1,03		
2017	1997 年							前年×1,03		
2018	1998 年							前年×1,03		
2019	1999 年							前年×1,03		
2020	2000 年							前年×1,03		
2021	2001 年							前年×1,03		
2022	2002 年							前年×1,03		
2023	2003 年							前年×1,03		
2024	2004 年							前年×1,03		
2025	2005 年							前年×1,03		
2026	2006 年							前年×1,03		
2027	2007 年							前年×1,03		
2028	1988 年	前年×1,03								
2029	1989 年	前年×1,03								
2030	1990 年	前年×1,03								
2031	1991 年	前年×1,03								
2032	1992 年	前年×1,03								



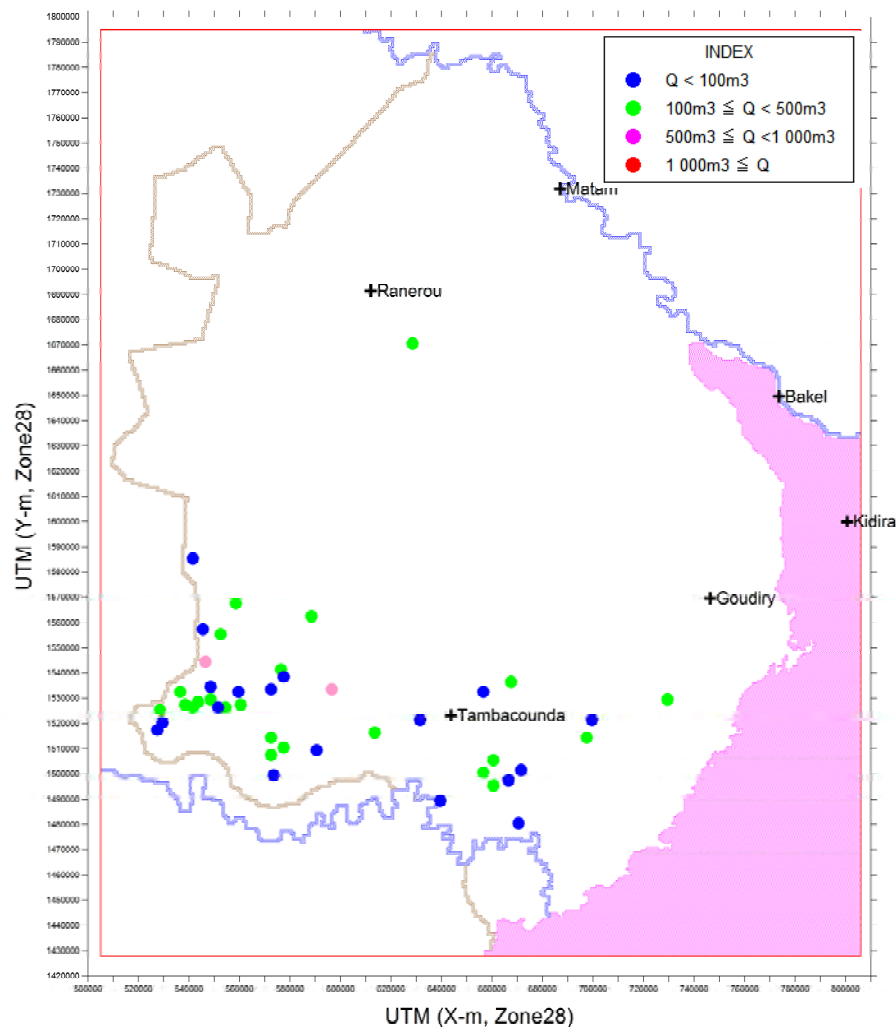
(2032年5月、Q層、シナリオ1)



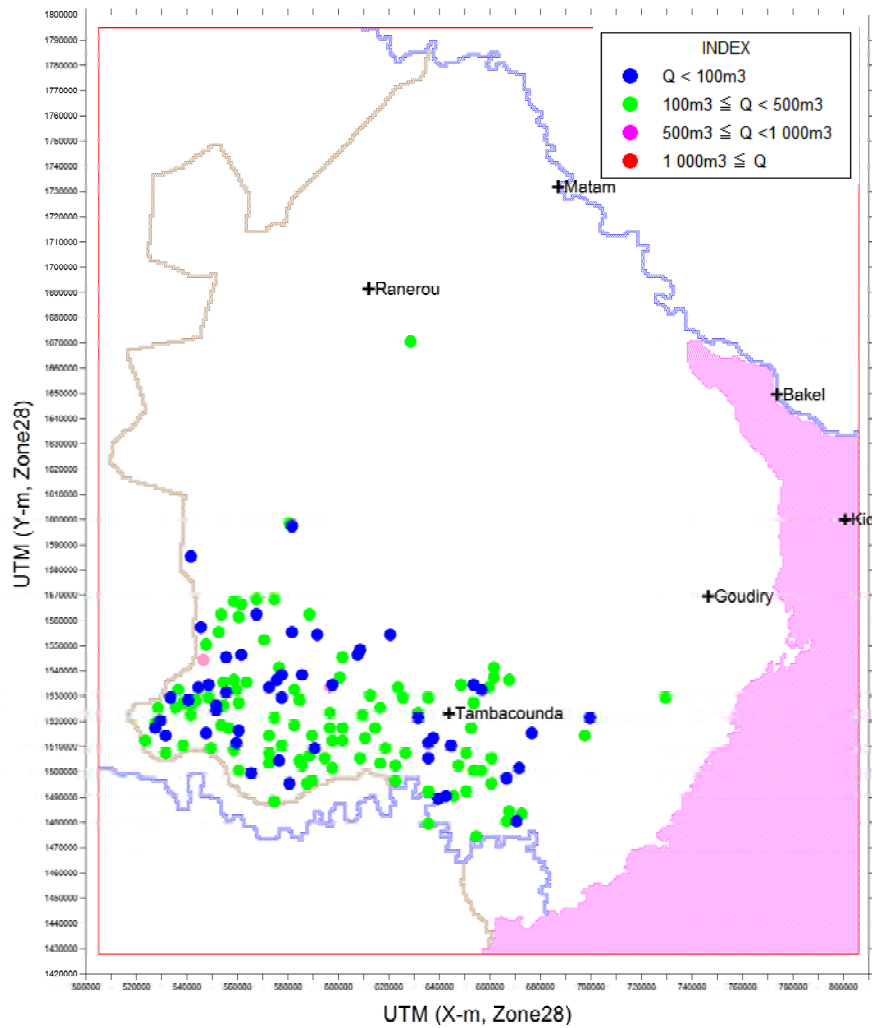
(2032年5月、Q層、シナリオ2)



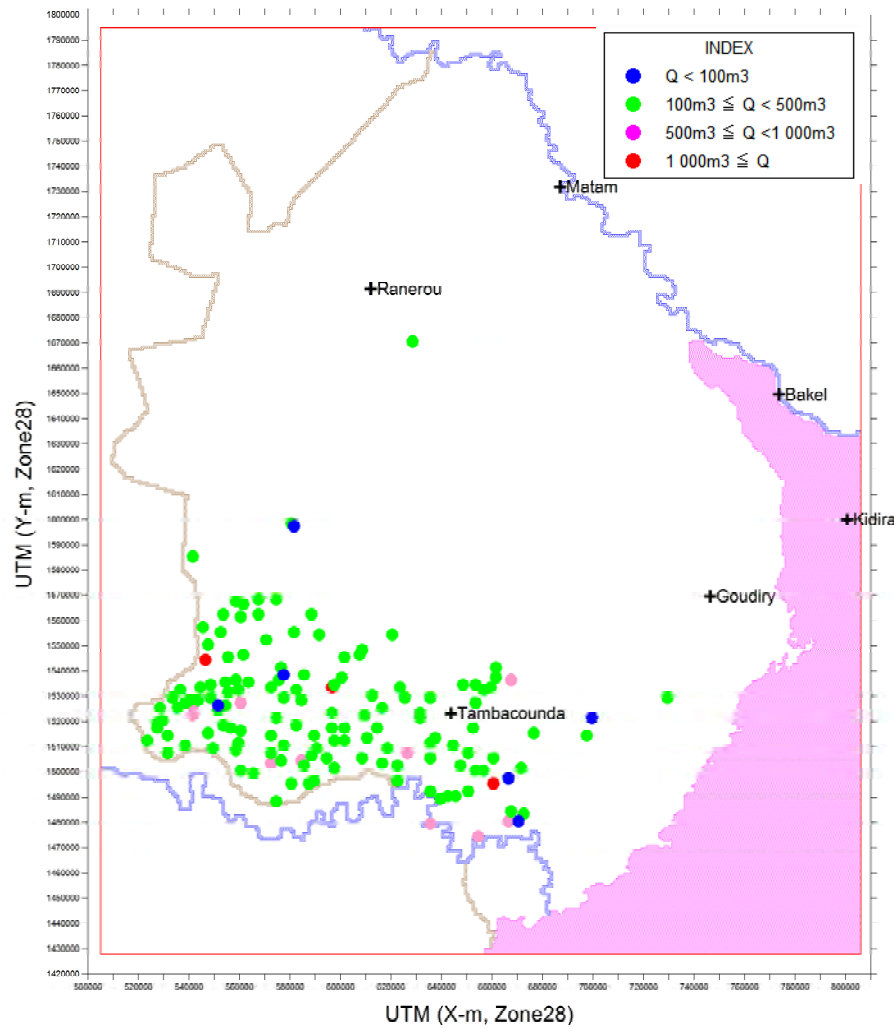
(2032年5月、Q層、シナリオ3)



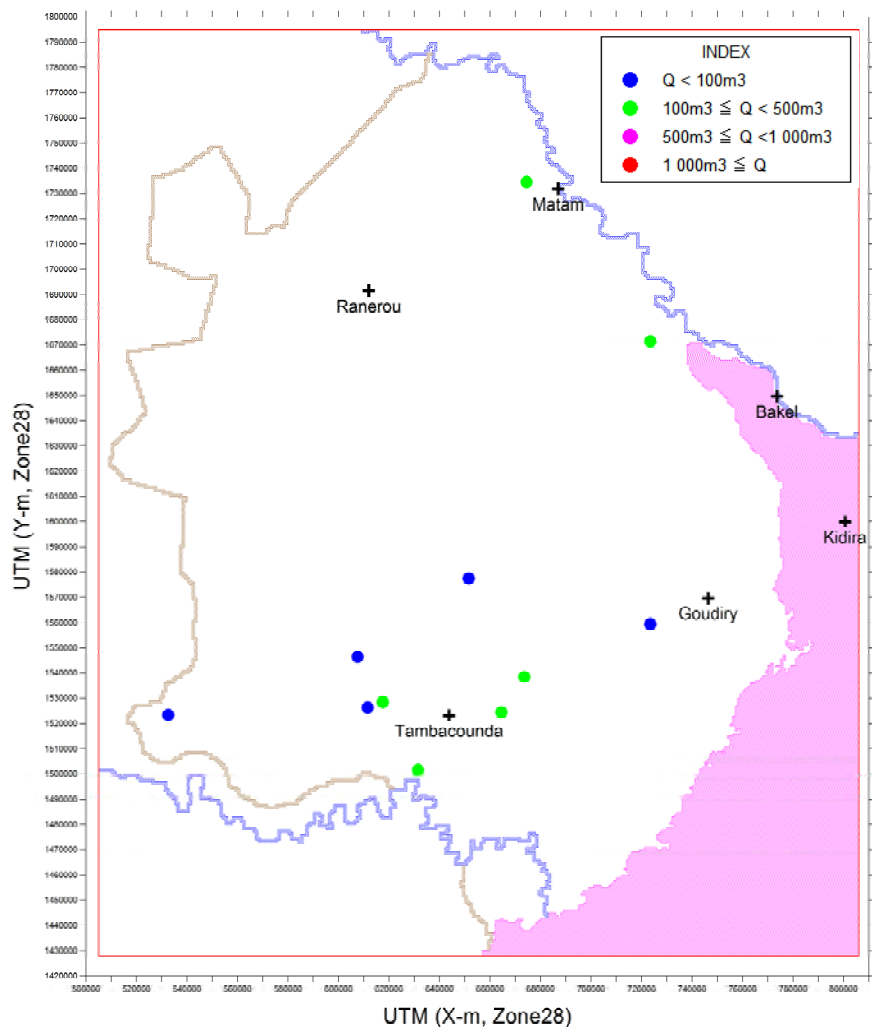
(2032年5月、Co層、シナリオ1)



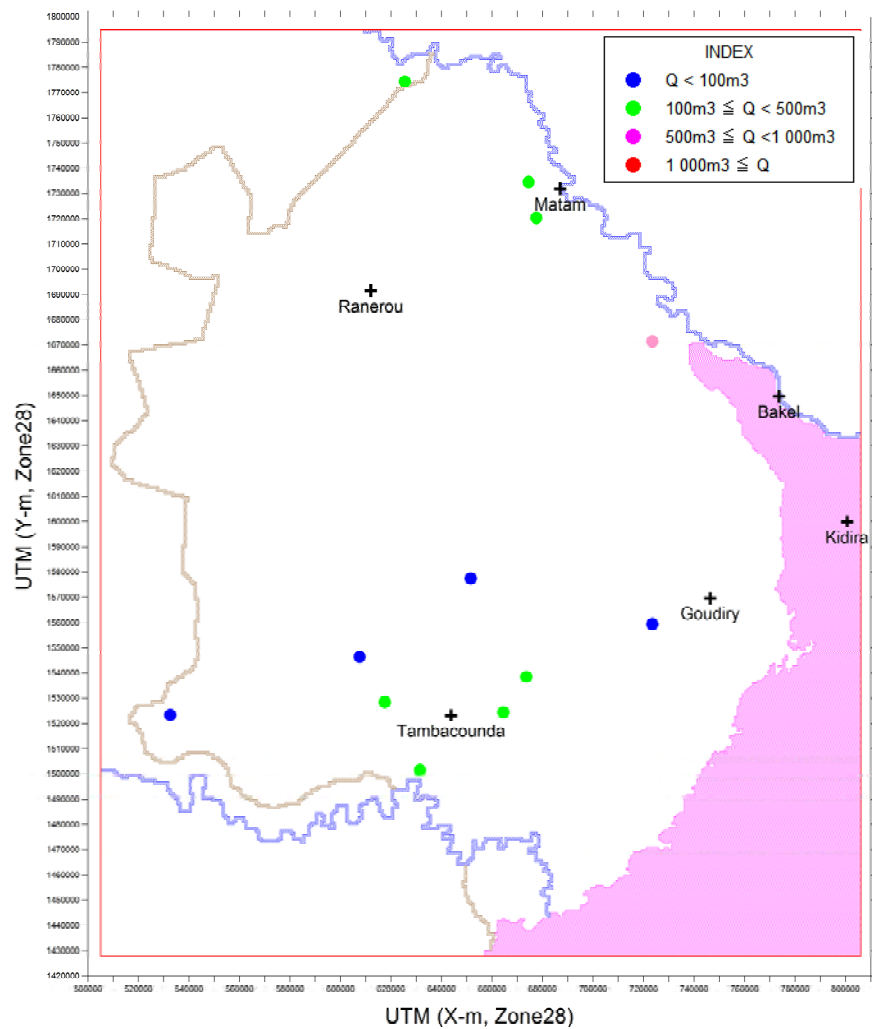
(2032年5月、Co層、シナリオ2)



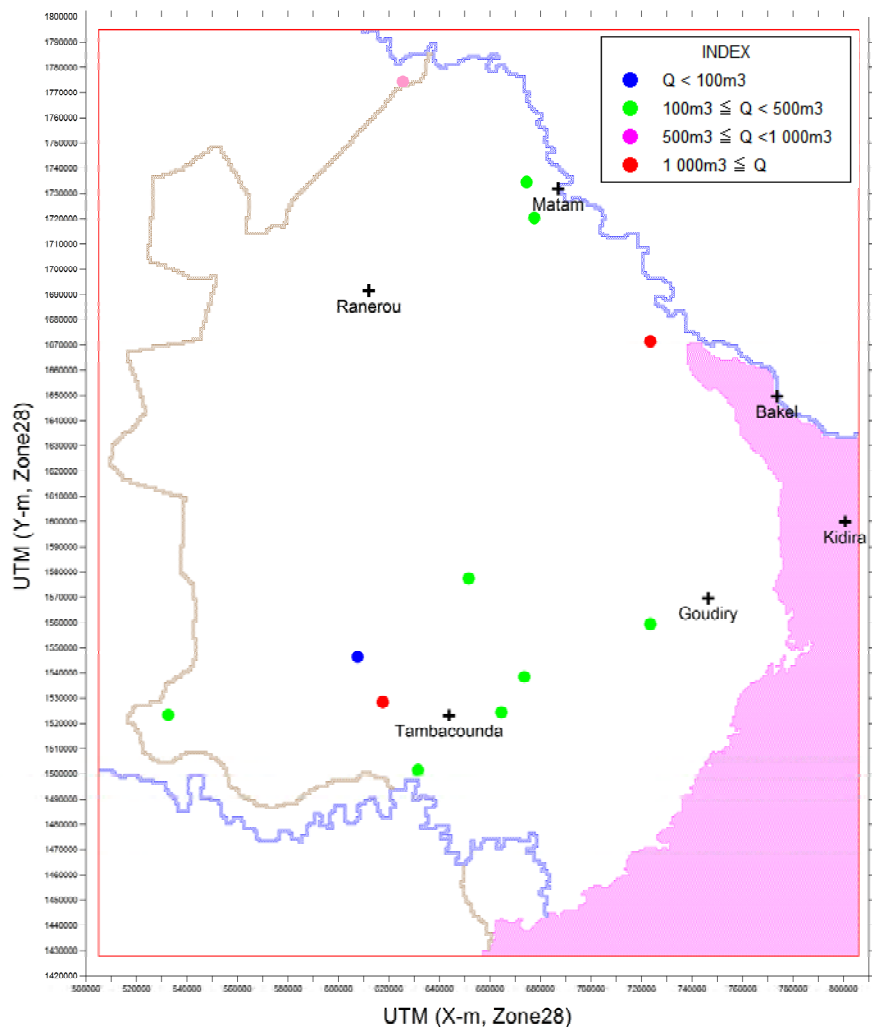
(2032年5月、Co層、シナリオ3)



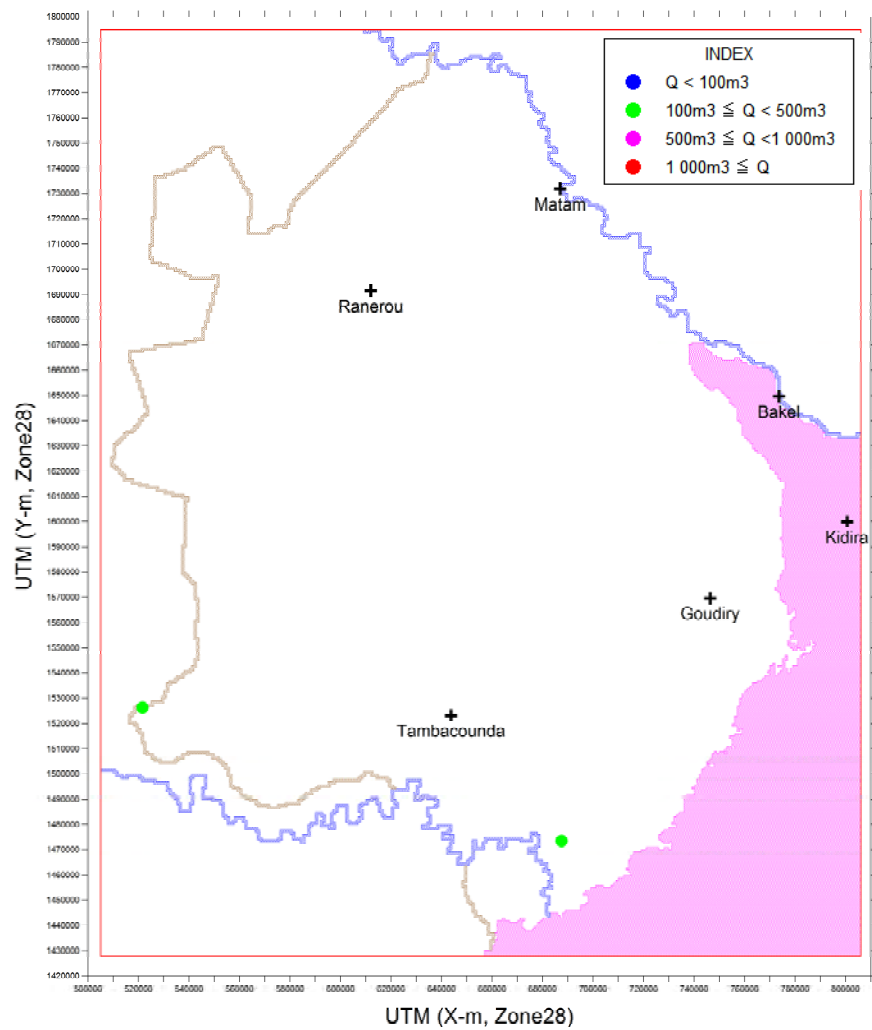
(2032年5月、Eo層、シナリオ1)



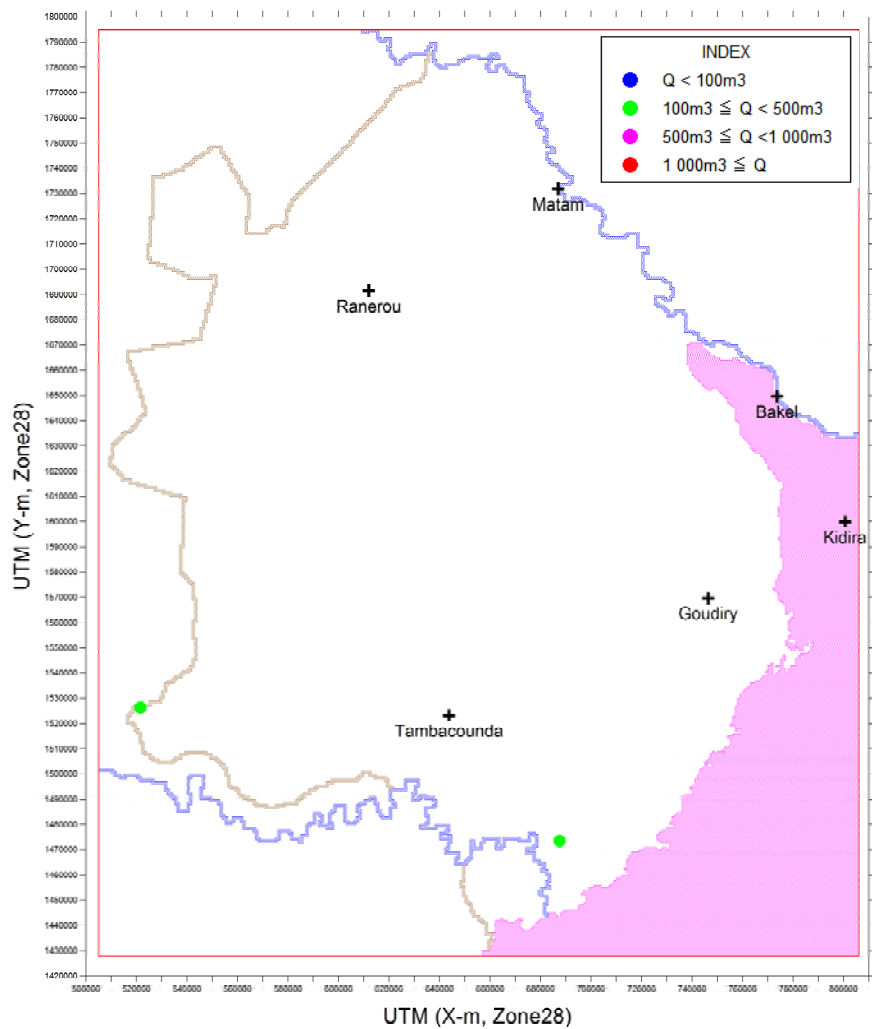
(2032年5月、Eo層、シナリオ2)



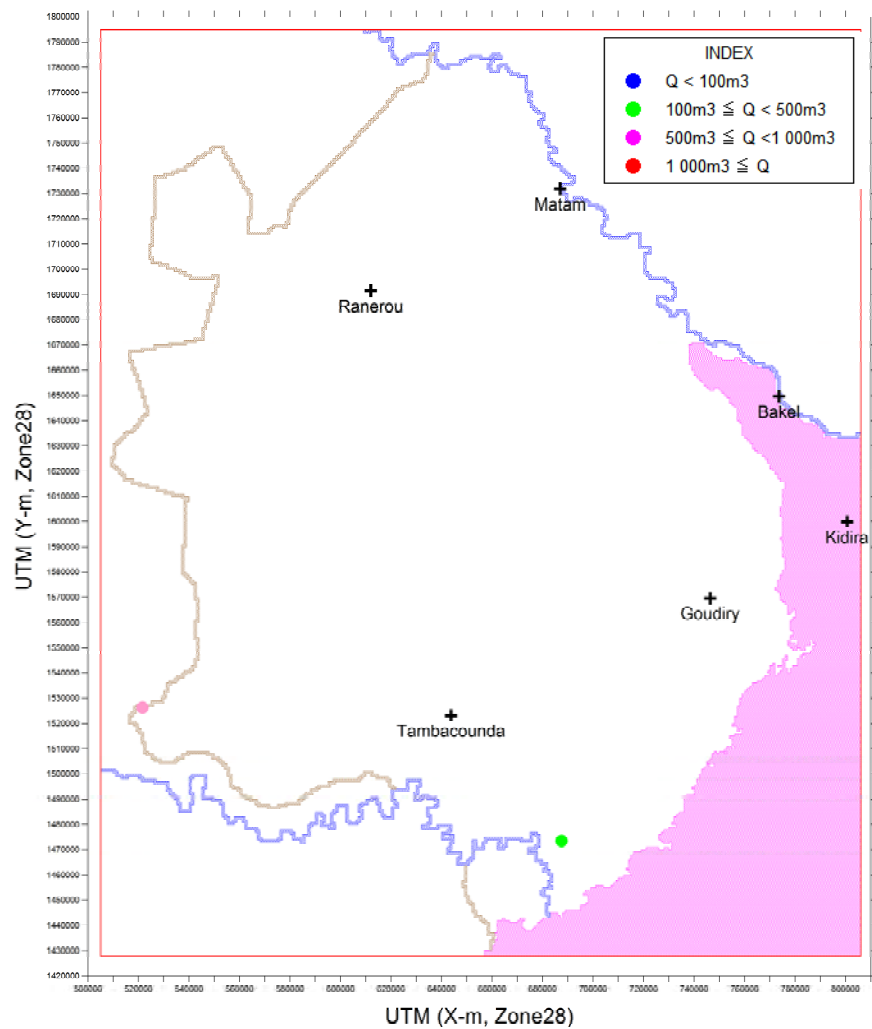
(2032年5月、Eo層、シナリオ3)



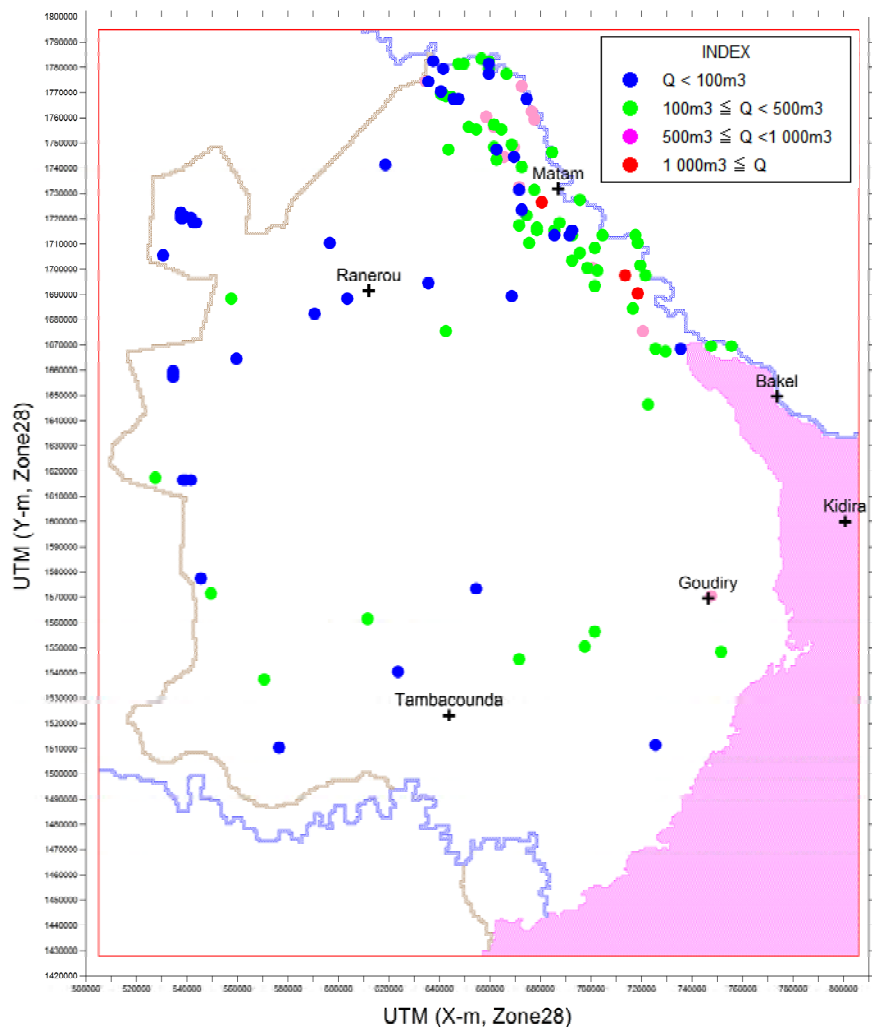
(2032年5月、Pa層、シナリオ1)



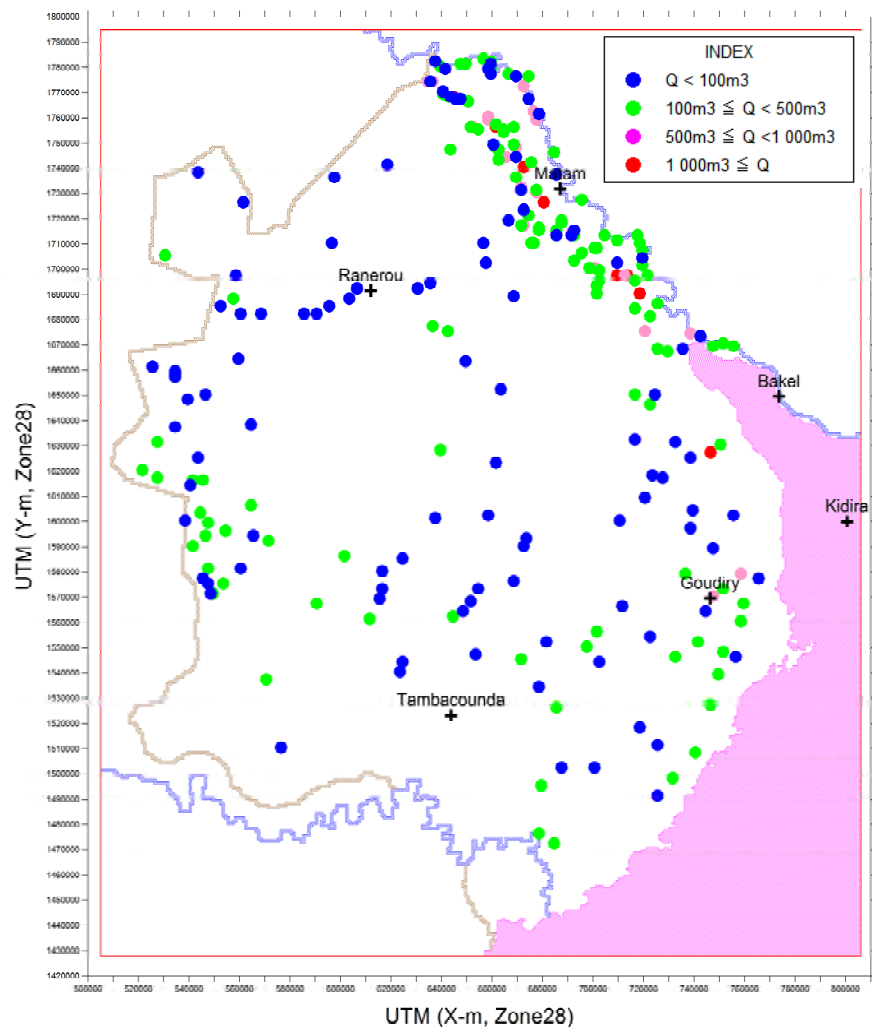
(2032年5月、Pa層、シナリオ2)



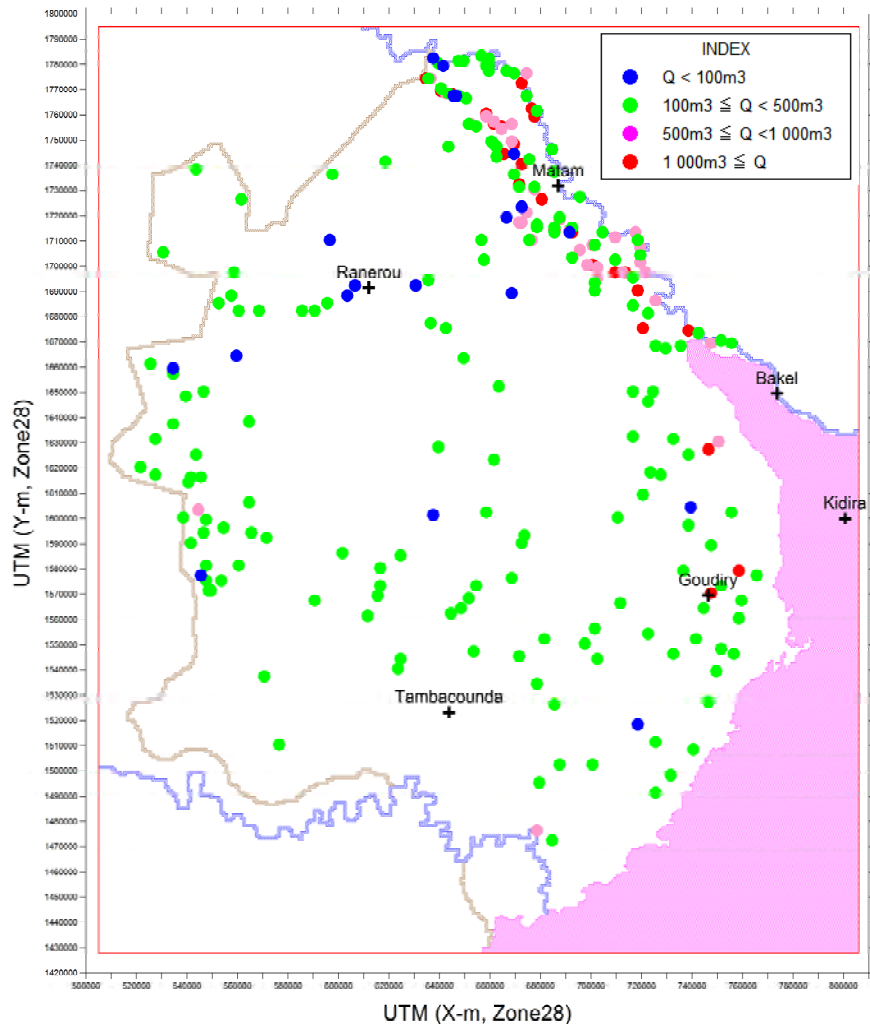
(2032年5月、Pa層、シナリオ3)



(2032年5月、Ma層、シナリオ1)



(2032年5月、Ma層、シナリオ2)



(2032年5月、Ma層、シナリオ3)

図 6-3-20 予測計算における揚水量分布の例

また、農業用井戸の揚水量に関しては、主要な既存井戸と PRODAM II (Project de Développement Agricole de Matam) で計画されている井戸の揚水量を下表 (表 6-3-8) のように推定した。なお、「Programme National d'autosuffisance eu riz」でインド国からマタム州に 245 基の動力ポンプの供与が計画されているが、井戸開発地点が特定されていないため本予測には揚水量を反映させない。

表 6-3-8 農業用井戸の揚水量

VILLAGE_PR	UTM (X)	UTM (Y)	REGION	DEPARTEMEN	ARRONDISSE	COMMUNAUT	揚水量 (m3/day)	揚水開始年月
既存								
THILOGNE	650 686	1 766 096	MATAM	MATAM	THILOGNE	DABIA	150	2010/1
VENDOU BOSSEABE (VINDOU BASSEABE)	716 600	1 695 949	MATAM	KANEL	ORKADIERE	ORKADIERE	175	2009/1
SEMME	722 062	1 681 121	MATAM	KANEL	—	—	175	2009/1
新規 (PRODAM II)								
OREFONDE (HORE FONDE)	636 394	1 774 427	MATAM	MATAM	THILOGNE	OREFONDE	800	2011/1
DABIA ODEDJI	658 627	1 759 914	MATAM	MATAM	THILOGNE	DABIA	800	2011/1
GOUDOUBE NDOUBES	652 130	1 756 239	MATAM	MATAM	THILOGNE	DABIA	800	2011/1
BOKIDIAWE SAKHOLE	661 617	1 756 972	MATAM	MATAM	OGO	BOKIDIAWE	800	2011/1
NABADJI CIVOL	672 680	1 740 503	MATAM	MATAM	OGO	NABADJI CIVOL	800	2011/1
DANTHIADY	672 006	1 717 230	MATAM	MATAM	OGO	OGO	800	2011/1
BOYNADJI SINTHIU	677 522	1 730 947	MATAM	MATAM	OGO	NABADJI CIVOL	800	2011/1
SINTHIANE	691 827	1 714 123	MATAM	KANEL	SINTHIU BAMAMBE	OURO SIDY	800	2011/1
HAMADY (AMADY) OUNARE	712 930	1 697 594	MATAM	KANEL	SINTHIU BAMAMBE	SINTHIU BAMAMBE	800	2011/1
NDENDORY	709 266	1 697 622	MATAM	KANEL	SINTHIU BAMAMBE	SINTHIU BAMAMBE	800	2011/1

(2) 予測結果

M/P においては、目標基準年を次のように設定している。

- ・短期計画：2015 年
- ・中期計画：2021 年
- ・長期計画：2027 年

各目標年の 1 年後 (各計画の給水施設が全て完成した 1 年後) および長期計画終了 5 年後の地下水頭を検討する。前項で記したシナリオで各シナリオの水頭変化を計算し、シナリオ 1 とシナリオ 2 の水頭差およびシナリオ 1 とシナリオ 3 の水頭差をもとめた。水頭差の分布を次頁以降 (図 6-3-21～図 6-3-36) に示す。

また、目標基準年毎の水頭差の最大値は、下表 (表 6-3-9) に示すとおりである。

表 6-3-9 M/P による給水施設建設・修繕に伴う最大地下水位降下

シナリオ	帯水層	2016年12月31日	2022年12月31日	2028年12月31日	2032年12月31日
シナリオ2	Co層	0,83m X : 654 500、Y : 1 474 500	1,33m X : 654 500、Y : 1 474 500	1,62m X : 654 500、Y : 1 474 500	1,75m X : 654 500、Y : 1 474 500
	Ma層	1,49m X : 709 500、Y : 1 697 500	1,79m X : 709 500、Y : 1 697 500	1,97m X : 709 500、Y : 1 697 500	2,07m X : 709 500、Y : 1 697 500
シナリオ3	Co層	1,03m X : 654 500、Y : 1 474 500	1,87m X : 654 500、Y : 1 474 500	2,60m X : 654 500、Y : 1 474 500	3,10m X : 654 500、Y : 1 474 500
	Ma層	1,61m X : 709 500、Y : 1 697 500	2,05m X : 709 500、Y : 1 697 500	2,42m X : 709 500、Y : 1 697 500	2,67m X : 709 500、Y : 1 697 500

地下水位低下の特徴（最終ステップの状況）を、以下に記す。

- シナリオ2のケースでは、Co層においてはタンバクンダ州 Missirah コミューンを中心に地下水位の低下が発生する。低下の最大値は Kouar II 村および Kouar III 村周辺の 1,75m であり、他地域では 1m 以下である。
- シナリオ2のケースの Ma 層では、Ndendory 村周辺（マタム州 Sinthiou Bamambe コミューン）で最大 2,07m の地下水位の低下が推定される。また、マタム州においては、国道4号沿いに地下水位の低下が広がる。一方、タンバクンダ州においては、Dialacoto コミューン (Madina Couta II 村周辺) や Goudiry コミューン (Dindoudi Daka 村周辺) で 1,3m 程度の地下水位の低下が推定される。
- シナリオ3のケースにおいても、Co層においてはタンバクンダ州 Missirah コミューンを中心に地下水位の低下が発生する。最大の地下水位低下もケース2と同様に Kouar II 村および Kouar III 村付近で発生し低下量は 3,10m と推定される。1m 以上の地下水位低下が推定される地域は、Missirah コミューンの他に、Neteboulou コミューン (Bantantinti 村周辺)、Ndoga Babacar コミューン (Djinkore Peulh 村周辺)、Kahene コミューン (Touba Belel 村周辺) のタンバクンダ州内のみである。
- シナリオ3のケースの Ma 層でも、最大の地下水位の低下は Ndendory 村 (マタム州 Sinthiou Bamambe コミューン) で発生する (低下量 2,67m)。また、国道4号沿いの地下水位の低下量も大きく、かつ広範囲になる。一方、タンバクンダ州においては、Dialacoto コミューン (Madina Couta II 村周辺、Ouassadou Depot 村周辺) や Goudiry コミューン (Dinduidi Daka 村周辺) で 2,0m 以上の地下水位の低下が推定される。